

# TÉCNICO EM AGRIMENSURA



MÓDULO III  
TOPOGRAFIA III



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para [contato@ineprotec.com.br](mailto:contato@ineprotec.com.br).

**VERSÃO 2.0 (01.2025)**

**Todos os direitos reservados à**  
**Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli**  
**Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja**  
**Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF**  
**E-mail: [contato@ineprotec.com.br](mailto:contato@ineprotec.com.br)**  
**[www.ineprotec.com.br](http://www.ineprotec.com.br)**

# Sumário

<b>ABERTURA</b>	06
<b>SOBRE A INSTITUIÇÃO</b>	06
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	06
• Missão	06
• Visão	06
• Valores	06
<b>SOBRE O CURSO</b>	06
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	07
• Quesitos fundamentais para atuação	07
• Campo de atuação	08
• Sugestões para Especialização Técnica	08
• Sugestões para Cursos de Graduação	08
<b>SOBRE O MATERIAL</b>	08
• Divisão do Conteúdo	09
• Boxes	09
<b>BASE TEÓRICA</b>	11
<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>CONDUÇÃO DE ALINHAMENTOS COM BALIZAS</b>	12
• Instrumentos utilizados	12
✓ Piquetes	12
✓ Estacas ou testemunhas	12
✓ Balizas	13
✓ Níveis de mão	13
• Técnica de operação	13
✓ Extremos visíveis entre si	14
✓ Extremos invisíveis pela existência de uma elevação	15
✓ Extremos invisíveis pela existência de obstáculo intransponível	16
<b>MEDIÇÃO DE ALINHAMENTOS A TRENA</b>	17

• Instrumentos utilizados	17
✓ Trena	17
✓ Caderneta de campo	18
✓ Técnica de operação	20
✓ Anotação de caderneta	23
✓ Erros na medição a trena	24
<b>MEDIÇÃO E DEMARCAÇÃO DE ÂNGULOS A TRENA</b>	<b>27</b>
• Medição de ângulos a trena	27
✓ Técnica de operação	27
• Anotação de caderneta	28
✓ Lançamento dos ângulos na planta topográfica	29
✓ Compensação gráfica de erro de fechamento de poligonal	30
• Demarcação de ângulos a trena	32
<b>A TOPOGRAFIA E O GEORREFERENCIAMENTO</b>	<b>34</b>
• Topografia	34
• Georreferenciamento	35
✓ Normas no Georreferenciamento	36
<b>O USO DA TOPOGRAFIA EM IMÓVEIS RURAIS</b>	<b>37</b>
• A importância da topografia para imóveis rurais	37
• Topografia de uma área rural	38
<b>SITUAÇÕES ENCONTRADAS NA ATUAÇÃO PROFISSIONAL</b>	<b>38</b>
• Problemas pontuais em levantamentos topográficos	39
• Procedimentos adotados para o levantamento topográfico	40
✓ Procedimento de campo e de escritório	40
• Cadastros Imobiliários Municipais	42
<b>LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL</b>	<b>43</b>
• Estrutura geodésica de referência	43
• Sistema Geodésico Brasileiro	43
• Estrutura geodésica de referência – Conceitos	44
• Conceitos propostos pelo Grupo GTCM	47
✓ Ponto Nacional de Referência	47

✓ Ponto Estadual de Referência	47
✓ Ponto Municipal de Referência	47
✓ Ponto de Levantamento	47
✓ Ponto Limite de Propriedade	48
✓ Ponto Limite de Edificação	48
• Materialização dos pontos da estrutura geodésica de referência	48
• Croqui de medição	50
• Caderneta de campo	51
✓ Caderneta de campo manual	52
✓ Caderneta eletrônica de campo	52
<b>INSTRUMENTOS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL</b>	<b>53</b>
• Visão geral dos métodos de levantamento topográfico cadastral	53
• Instrumentos para o método de alinhamento	54
• Instrumentos para o método ortogonal	55
• Instrumentos para o método polar (irradiação)	55
<b>SESSÕES ESPECIAIS</b>	<b>58</b>
<b>MAPA DE ESTUDO</b>	<b>58</b>
<b>SÍNTESE DIRETA</b>	<b>60</b>
<b>MOMENTO QUIZ</b>	<b>62</b>
<b>GABARITO DO QUIZ</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>63</b>

MÓDULO III

# TOPOGRAFIA III

TÉCNICO EM AGRIMENSURA

## Abertura

### SOBRE A INSTITUIÇÃO

#### Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

#### Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

#### Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

#### Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

### SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM AGRIMENSURA pertence ao Eixo Tecnológico de INFRAESTRUTURA. Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM AGRIMENSURA relacionadas ao **perfil profissional de conclusão e suas habilidades**,

**quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação** e, também, algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

### Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Executar levantamentos geodésicos e topográficos.
- Utilizar equipamentos e métodos específicos.
- Fazer a locação de obras de sistemas de transporte, civis, industriais e rurais.
- Delimitar glebas.
- Identificar elementos na superfície e pontos de apoio para georreferenciamento e amarração.
- Organizar e supervisionar ações de levantamento e mapeamento.
- Efetuar aerotriangulação.
- Restituir fotografias aéreas para a elaboração de produtos cartográficos em diferentes sistemas de referências e projeções.
- Processar e interpretar dados de sensoriamento remoto, fotos terrestres e fotos aéreas de modo integrado a dados de cartas, mapas e plantas.
- Utilizar ferramentas de geoprocessamento.
- Executar cadastro técnico multifinalitário.
- Identificar métodos e equipamentos para a coleta de dados.
- Participar do planejamento de loteamentos, desmembramentos e obras de engenharia.
- Dar assistência técnica na compra, venda e utilização de produtos e equipamentos especializados.
- Executar levantamentos e coletas de dados espaciais e geométricos.

### Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados à execução de levantamentos geodésicos e topográficos, a vistorias e arbitramentos relativos à Agrimensura, com o intuito de permitir a organização fundiária do espaço rural, incluindo as medições, as demarcações, as divisões, os mapeamentos, as avaliações e a regulamentação das terras.
- Compromisso e ética para assegurar o cumprimento da legislação e das normas técnicas vigentes.

- Habilidade de liderança de equipes para solução de problemas técnicos e trabalhistas e para a gestão de conflitos.

### **Campo de atuação**

- Empresas de mapeamento e levantamento topográfico, de comercialização de equipamentos e instrumentos específicos da função, de aerolevantamentos, de logística e distribuição de cargas
- Forças Armadas.
- Concessionárias de serviços públicos.
- Agências reguladoras.

### **Sugestões para Especialização Técnica**

- Especialização Técnica em Cadastramento Ambiental Rural.
- Especialização Técnica em Georreferenciamento de Imóveis Rurais.
- Especialização Técnica em Monitoramento de Estruturas.

### **Sugestões para Cursos de Graduação**

- Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura.
- Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento.
- Curso Superior de Tecnologia em Estradas.
- Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil.
- Bacharelado em Engenharia de Agrimensura.
- Bacharelado em Engenharia Cartográfica.
- Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.
- Bacharelado em Geografia.
- Bacharelado em Engenharia Ambiental.

## **SOBRE O MATERIAL**

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de

proporcionar subsídios suficientes a todos no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

### Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

#### Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

#### Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

#### Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

### Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA, temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA

	<p>São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.</p>
---	--

- PAUSA PARA REFLETIR...



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- SE LIGA NA CHARADA!



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

## Base Teórica

### INTRODUÇÃO

Para iniciar os estudos sobre prática em agrimensura é importante conhecermos alguns conceitos básicos de topografia aplicada. Vejamos alguns:

Define-se como alinhamento a reta que une dois pontos dados no terreno. Embora o alinhamento seja sinuoso em relação à superfície do terreno (perfil), projeta-se sobre planos horizontais como uma linha reta.

Ao conjunto de dois ou mais alinhamentos interligados de forma consecutiva chama-se poligonal. A poligonal pode ser fechada ou aberta; no primeiro caso, a extremidade final do último alinhamento é ligada (coincide) com a extremidade inicial do primeiro alinhamento da poligonal; no segundo caso, a poligonal apresenta dois extremos distintos.

Materialização é o ato de demarcar fisicamente um ponto, alinhamento ou poligonal no terreno, de forma. Por exemplo, nós podemos materializar um ponto cravando um piquete, fixando uma baliza ou um marco.

Ocupação é o ato de posicionar-se em determinado ponto do terreno para efetuar observação ou medida.

Decorrem daí os termos ponto ocupado, significando o ponto que é objeto de ocupação, e ponto materializado, significando o ponto que foi demarcado fisicamente no terreno. Você pode ocupar um ponto sem materializá-lo previamente.

A trena é instrumento para medição direta de distâncias entre dois pontos topográficos sobre alinhamentos. Dificuldades de uso em espaços abertos (vento provoca catenária horizontal), em terrenos acidentados (necessidade de esticar a trena sobre o alinhamento a medir), e distâncias longas (trenadas até 20,00 metros, para minimizar as catenárias horizontais e verticais).

A baliza é instrumento utilizado em levantamentos topográficos. Trata-se de uma haste de metal cilíndrica, com ponta em uma de suas extremidades, pintada de vermelho e branco, em regra, assemelhada a um dardo de competições. A auxiliar segura a baliza, no prumo, sobre um determinado ponto no solo (demarcado com um piquete), para que o geômetra (ou agrimensor), situado em um outro ponto distante, vise-a com o uso do teodolito.

A execução de serviços de topografia se resume a ocupar pontos para determinar sua posição ou para medir distâncias (horizontais e verticais) de alinhamentos e ângulos (horizontais e verticais) que entre si fazem dois ou mais alinhamentos.

Neste material descreveremos os procedimentos a serem adotados para materializar no terreno um alinhamento com uso de balizas. Com o advento dos modernos aparelhos de medição eletrônica, capazes de cobrir grandes distâncias, a necessidade de se materializar alinhamentos com uso de balizas reduziu em muito, porém ainda se faz para a correta medição de distâncias a trena, para a locação de obras etc.

## CONDUÇÃO DE ALINHAMENTOS COM BALIZAS

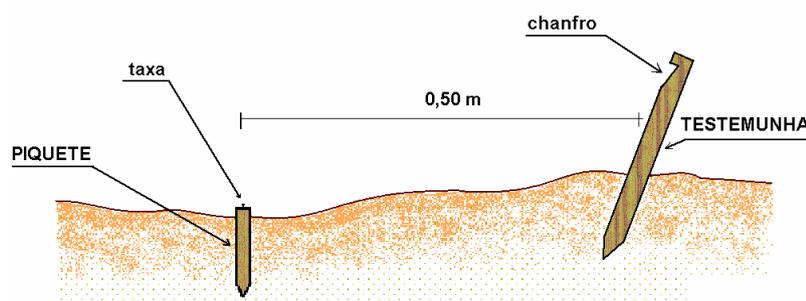
### Instrumentos utilizados

#### Piquetes

São pequenas estacas feitas normalmente de madeira de boa qualidade, com dimensões da ordem de 20 cm. ou mais de comprimento e seção retangular ou circular de cerca de 5 cm., apresentando a extremidade inferior afinada para permitir-lhe a cravação no solo (Figura 2). São utilizados para a materialização de pontos no terreno. Os pontos são normalmente extremidades de alinhamentos. Aconselha-se que o piquete seja cravado quase que inteiramente no solo, restando cerca de 2 a 3 cm acima da superfície, com isso proporcionando maior rigidez e invariabilidade de posição. Após cravar o piquete, é necessária assinalar no seu topo a posição exata do ponto; para isso se crava uma taxa de cobre ou latão (materiais mais resistentes à oxidação) aproximadamente no centro.

#### Estacas ou testemunhas

São estacas semelhantes aos piquetes mas de comprimento maior que estes, e apresentam um chanfro na lateral, destinado à inscrição alfanumérica de identificação de um piquete. São usadas para facilitar a localização futura de piquetes que tenham sido cravados em locais onde possam, com o decorrer do tempo, ser encobertos por solo de erosão ou pela vegetação. Costuma-se cravar a testemunha à direita do piquete (considerando-se o sentido de caminhamento) e a uma distância aproximada de 0,50 m. deste, levemente inclinada para a direita, com o chanfro voltado na direção do piquete.



**Figura 1:** Piquete e testemunha.

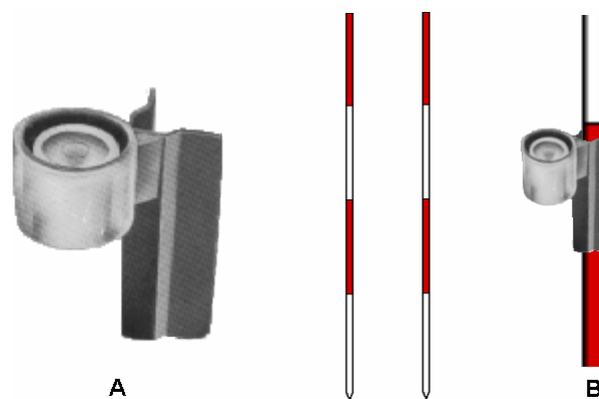
Por ser de comprimento maior, a testemunha pode ser cravada de forma que fique uma altura também maior acima do solo, tornando sua localização mais fácil. Assim, encontrada a testemunha, a localização do piquete se torna bastante simples, bastando procurá-lo a 0,50 m. na direção do chanfro.

### Balizas

São hastes retas de madeira ou metálicas, com comprimento padrão de 2m e seção circular em torno de 2 cm de diâmetro, apresentando a ponta inferior afinada para permitir sua cravação no solo. São usadas na materialização temporária de pontos e alinhamentos. São pintadas alternadamente em vermelho e branco, a intervalos de 0,50 m. A razão do uso dessas duas cores é facilitar a visualização à distância: A cor branca contrasta com fundos escuros, como o verde da vegetação, solos escuros, e a vermelha contrasta com fundos claros, como a areia, nuvens etc.

### Níveis de mão

Os níveis de mão, também chamados **níveis de cantoneira**, são níveis esféricos de bolha de ar montadas sobre um suporte metálico tipo cantoneira. São destinados a calar um eixo de forma que seja vertical, sendo comumente usados para aprumar balizas e miras.



**Figura 2:** Nível de mão e baliza.

Para conseguir a verticalidade da mira ou baliza a ser aprumada, encoste nela o suporte tipo cantoneira do **nível de mão** (Figura 2B) e ajuste a verticalidade da baliza até que a bolha de ar fique concêntrica ao círculo no nível. Quando isto acontecer, a baliza ou mira estará aprumada.

### Técnica de operação

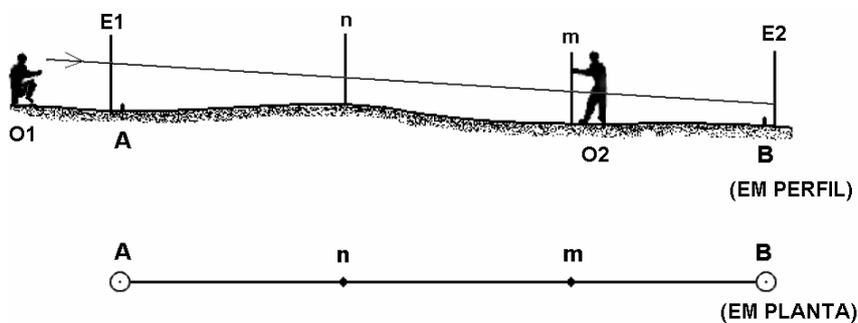
Na prática, podem surgir três situações distintas na condução de um alinhamento:

- Os extremos são visíveis entre si;

- Os extremos não são visíveis pela existência de uma elevação;
- Existe um obstáculo intransponível entre os extremos.

### Extremos visíveis entre si

- 1) Se o alinhamento ainda não estiver materializado no terreno, faça-o cravando piquetes nos extremos (**A** e **B**).
- 2) Sinalize os extremos (**A** e **B**) com balizas, e aprume-as com um nível de mão. Se os extremos estiverem demarcados por piquetes, não há como fixar balizas sobre os mesmos; neste caso, um ajudante deverá manter a prumo uma baliza centralizada na taxa do piquete. Não havendo disponibilidade de um ajudante, então crave a baliza a pequena distância do piquete ( $\pm 10$  cm), devendo este deslocamento seguir a direção do alinhamento (posições **E1** e **E2**); neste caso você vai usar a baliza apenas para sinalizar o alinhamento, e não para medir a distância, pois introduziria nela o erro correspondente ao deslocamento dado.
- 3) Um operador (**O1**) faz o alinhamento visual da direção segundo as balizas **E1** e **E2**; para isso, deve posicionar-se a uma distância de 5 m. ou mais de uma das balizas extremas. Distâncias menores dificultam a visada do alinhamento devido à grande diferença do tamanho das balizas vistas em perspectiva.



**Figura 3:** Alinhamento de balizas.

- 4) Um segundo operador (**O2**) se posiciona com uma terceira baliza (**m**) à distância desejada da extrema **A**, e, mantendo a baliza vertical, suspensa a poucos centímetros do solo e presa somente pelas pontas dos dedos polegar e indicador, para que fique vertical por ação do peso próprio, se deslocará num ou noutro sentido, transversalmente ao alinhamento, segundo orientação do primeiro operador. O primeiro operador, para bem alinhar, deve deslocar o olho à direita e à esquerda das balizas, alternadamente, para comprovar o alinhamento correto em ambos os lados. Obtido o alinhamento, o segundo operador simplesmente solta a baliza, que cairá

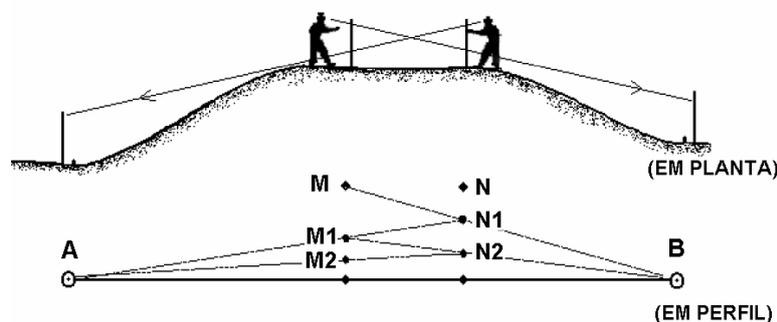
em direção vertical e cravar-se levemente no solo, onde deverá ser fixada e aprumada com auxílio de um nível de mão.

- 5) Procedimento idêntico ao referido no parágrafo anterior será usado para alinhar outras balizas intermediárias (**n**, **o**, **p**...), tantas quanto forem necessárias.

### Extremos invisíveis pela existência de uma elevação

Existindo uma elevação no terreno entre os pontos extremos do alinhamento (**A** e **B** na Figura 5), tal que impeça a visão direta de um ao outro, e sendo necessário demarcar pontos intermediários com balizas, pode-se recorrer à técnica descrita a seguir, que se baseia no princípio de que 4 pontos alinhados 3 a 3 são necessariamente colineares.

- 1) Sinalizam-se os extremos **A** e **B** com balizas aprumadas.
- 2) Dois operadores, cada qual munido de uma baliza, se posicionam sobre a elevação, nos pontos **M** e **N**, escolhidos de forma que satisfaçam às três seguintes condições: a posição de **M** e **N** deve ser a mais próxima possível do alinhamento, dentro das limitações de uma estimativa visual; as balizas extremas **A** e **B** devem ser vistas por ambos os operadores sem que necessitem sair de suas respectivas posições; e a distância entre os pontos **M** e **N** não deve ser muito pequena, pois, quanto maior essa distância, mais rápido será o alinhamento.
- 3) Uma das balizas centrais é fixada, por exemplo a **M**, e em seguida alinha-se a outra (**N**) segundo a direção **MB**. A baliza será deslocada do ponto **N** para o ponto **N<sub>1</sub>** (Figura 4).
- 4) Agora se fixa a baliza **N** e desloca-se a primeira (**M**) de maneira semelhante, para a posição **M<sub>1</sub>**, alinhada segundo **N<sub>1</sub>A**.



**Figura 4:** Alinhamento com extremos invisíveis devido à elevação.

- 1) Repete-se o procedimento descrito em **3** e **4** tantas vezes quanto necessário. A cada deslocamento das balizas, elas se aproximam mais do alinhamento, e os

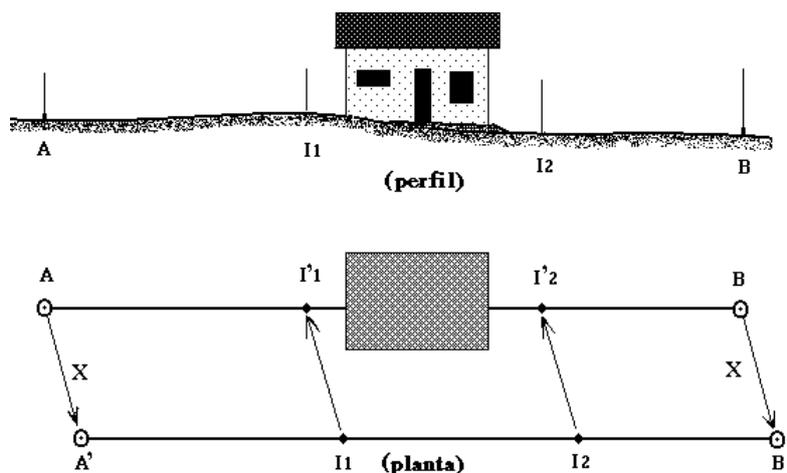
deslocamentos vão se tornando cada vez menores e tendendo a zero.

- 2) A operação estará concluída no momento em que o operador em **M** ver alinhadas as balizas **M**, **N** e **B**, e, ao mesmo tempo, o outro operador ver alinhadas **N**, **M** e **A**.
- 3) Se necessário, podem ser alinhadas outras balizas intermediárias.

### Extremos invisíveis pela existência de obstáculo intransponível

Existindo um obstáculo intransponível entre os extremos do alinhamento, e havendo necessidade de demarcá-lo, pode-se recorrer à técnica da **translação do alinhamento** a seguir descrita (Figura 5).

- 1) Translade o alinhamento **AB** para uma posição **A'B'**, através de um deslocamento **x**, de tal forma que os extremos **A'** e **B'** se tornem visíveis entre si. O deslocamento **x** deve ser o menor possível, para diminuir a incidência de erros, e deve ser igual nos 2 extremos, em comprimento, direção e sentido, caso contrário o alinhamento transladado seria diferente do original.
- 2) Alinhe as balizas intermediárias (**I1** e **I2**) no alinhamento transladado.
- 3) Por último, translade as balizas intermediárias para o alinhamento original **AB**, através de um deslocamento **x** de mesmo comprimento, mesma direção, porém de sentido contrário ao inicialmente feito. Assim se obtém os pontos **I'1** e **I'2** que estarão alinhados segundo a reta **AB**.
- 4) Se necessário, alinhe outras balizas intermediárias.



**Figura 5:** Alinhamento com extremos invisíveis devido a obstáculo.



### SE LIGA NA CHARADA!

#### PERGUNTA:

Qual a diferença entre o cavalo e o palhaço?

#### RESPOSTA:

O cavalo gosta de palha crua, enquanto o palhaço gosta de “palhaassada.”

## MEDIÇÃO DE ALINHAMENTOS A TRENA

A medição de distâncias horizontais é uma das tarefas mais comuns no levantamento topográfico. Ela pode ser feita por processos diretos ou indiretos, entendendo-se como medida direta aquela em que o operador percorre a distância a ser medida, comparando a distância com algum instrumento de comprimento conhecido (trena, odômetro, passo etc.).

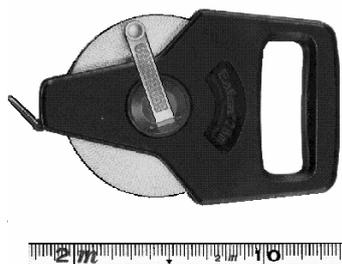
Dentre os instrumentos de medida de distâncias, a trena é a mais importante e a mais utilizada, já que permite boa precisão sem exigir equipamentos sofisticados e caros. Você pode, sem muito esforço, medir distâncias a trena com precisão melhor que 1/2000.

### Instrumentos utilizados

Além das **balizas**, necessárias à demarcação dos alinhamentos a medir, e dos **níveis de mão**, utilizados para aprumar as balizas, torna-se necessário o uso de uma **trena** para a medição das distâncias, e de uma **caderneta de campo**, necessária à anotação dos dados colhidos.

### Trenas

Trenas são fitas de espessura reduzida, largura da ordem de 1 cm. e comprimentos variáveis de 10, 20, 30, 50 ou 100 m., as quais apresentam uma ou ambas as faces graduadas em unidades de comprimento, normalmente metros, centímetros e milímetros. Algumas trenas apresentam também graduação no sistema inglês (polegadas e pés). Na “Figura 6” apresentamos uma trena comum em fibra de vidro (*fiberglass*), com detalhe de uma parte da fita onde se pode ver a de graduação da mesma.



**Figura 6:** Trena de fibra de vidro Eslon.

O material empregado na confecção das trenas pode ser lona, aço, invar ou fibra de vidro. As **trenas de lona**, hoje em desuso, consistiam em uma fita de pano oleado que continha internamente, na direção longitudinal, finos fios de aço. Estes fios de aço conferiam resistência à trena e lhe impediam o esticamento. Apresentavam como desvantagens a pouca durabilidade da fita de lona, o elevado peso e a variação de comprimento devido à dilatação térmica dos fios metálicos.

As **trenas de aço** consistem em uma delgada lâmina de aço com faces graduadas. Embora em uso há muitos anos, têm a preferência de muitos profissionais ainda hoje, por serem mais resistentes à tração e por apresentarem menor elasticidade que as trenas de fibra de vidro. Como desvantagens, são passíveis de oxidação (enferrujam), não permitem dobras, são pesadas, sofrem dilatação térmica, e, por serem finas lâminas de aço, podem provocar cortes nas mãos de operador menos cuidadoso. Embora sejam amplamente usadas em modelos de bolso, com comprimentos de 1 a 5 m., podem ser encontradas comercialmente nas versões de 10 a 50 m para uso em topometria.

Já as **trenas de invar** são de aparência semelhante às de aço, com a diferença que o material constituinte é invar, uma liga de ferro (64%) e níquel (36%), com adição de outros materiais, normalmente carbono e cromo, cujo nome deriva da **invariância** de volume quando aquecida, pois apresenta a propriedade de baixíssimo e controlado coeficiente de dilatação térmica<sup>1</sup>. As trenas de invar são utilizadas em medições de alta precisão (melhor que 1/10.000).

As **trenas de fibra de vidro** são atualmente as mais utilizadas, e consistem em fitas de material plástico flexível que contém fundidos internamente, na direção longitudinal, milhares de *fios* de fibra de vidro, os quais conferem à trena resistência à tração e invariabilidade de comprimento. Na verdade, as trenas de fibra de vidro são uma evolução das trenas de lona, em que os materiais constituintes foram substituídos por versões mais modernas e mais eficientes: plástico em lugar da lona, e fibra de vidro em lugar do aço. Apresentam como vantagens inegáveis o baixo peso, a facilidade de manutenção - são laváveis e imunes à oxidação - o baixíssimo coeficiente de dilatação térmica e a grande durabilidade. Porém apresentam algumas desvantagens em relação às trenas de aço: são menos resistentes à tração e apresentam uma certa elasticidade.

### Caderneta de campo

Pequeno caderno de capa oleada e resistente, a caderneta de campo é usada para anotação de todas as medidas efetuadas no campo e respectivo croqui do terreno. É

indispensável seu uso em qualquer levantamento topográfico, e é indispensável que se use ordenação e clareza nas anotações nela feitas. As funções de **operador** no levantamento topográfico, de **calculista** e de **desenhista** não são necessariamente exercidas pela mesma pessoa ou equipe. Pelo contrário, frequentemente estes trabalhos são desenvolvidos por pessoas diferentes. Por tal razão, há necessidade de se estabelecerem convenções e de se fazer uso da máxima clareza nessas anotações, a fim de que seja uma linguagem de comum entendimento.

Mesmo que o levantamento esteja sendo executado com estação total eletrônica, a qual possui memória para gravação das medidas feitas, ainda assim é conveniente se fazer uso de uma caderneta de campo, para nela registrar, num croqui bem elaborado, a posição e a identificação dos pontos levantados. A caderneta de campo apresenta as páginas internas quadriculadas para facilitar a ordenação das anotações. As páginas da direita (ímpares) são normalmente usadas para a elaboração de um croqui, enquanto as páginas da esquerda, as quais, além de quadriculadas, são divididas em 5 colunas, destinam-se à anotação das medidas feitas.

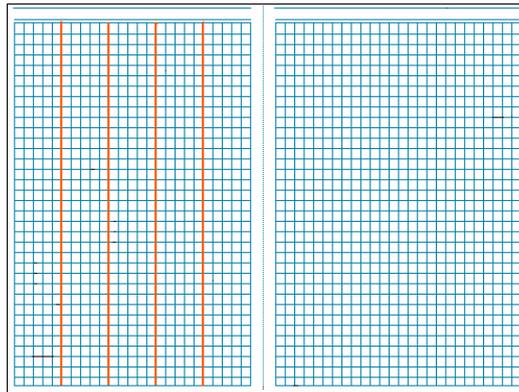


#### VOCÊ SABIA?

Existem algumas variações, cadernetas específicas para determinado tipo de medição (taqueometria, estadimétrica, nivelamento), em que apresentam as colunas da esquerda já tituladas, dispensando assim o anotador de tal trabalho. Já aquela reproduzida na “Figura 8” não apresenta títulos nas colunas e destina-se a uso geral.

O **croqui** é um esboço de desenho ou planta, normalmente feito à mão livre. É feito normalmente no próprio local do levantamento, reproduzindo-se o terreno objeto da medição, com seus detalhes naturais ou artificiais - edificações, ruas, cursos d'água etc. - e todos os pontos envolvidos na operação, em suas respectivas posições.

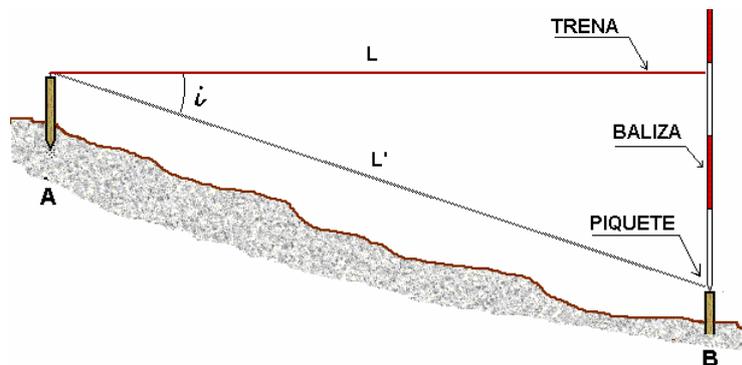
O croqui não precisa obedecer a escala, mas deve respeitar a forma e a proporção das coisas nele representadas, a fim de não provocar dúvidas ou interpretação errada ao calculista e/ou desenhista; não raro, croquis mal feitos provocam dúvidas de interpretação posterior que somente podem ser sanadas com o retorno da equipe de levantamento ao campo para novas medições.



**Figura 7:** Caderneta de Campo - páginas internas.

### Técnica de operação

A distância topográfica entre dois pontos é a distância **reduzida à horizontal**. Isto quer dizer que, se tivermos um alinhamento genérico **AB** a ser medido (Figura 8), a medida da distância deve ser feita preferencialmente com a trena horizontal (**L**), pois neste caso a medição é direta e imediata. Para que isto seja possível, na maioria das vezes torna-se necessário alinhar balizas intermediárias de forma que se torne possível a tomada das medidas com a trena horizontal.



**Figura 8:** Medição de distância a trena.

Se eventualmente for medida a distância inclinada **L'**, então haverá necessidade de se reduzir posteriormente esta distância à horizontal, para o que se faz necessário também medir o ângulo de inclinação  $\hat{i}$ . Como a medida de ângulos é mais trabalhosa e exige equipamentos mais sofisticados (goniômetros), raramente faz-se uso desta segunda opção.

Em algumas situações, mais raras, torna-se mais conveniente medir a distância inclinada e o ângulo de inclinação. É o caso, por exemplo, de o alinhamento ter uma inclinação tão acentuada que haveria necessidade de alinhar um número muito grande de balizas intermediárias, o que tornaria a operação mais trabalhosa e mais sujeita à incidência de erros provocados pela falta de verticalidade das balizas.



### VOCÊ SABIA?

Numa medição com a trena, a equipe de trabalho é composta, via de regra, por 3 pessoas: um **operador**, um **ajudante** e um **anotador**, este último encarregado das anotações na caderneta de campo. Na impossibilidade da existência de anotador, as funções deste podem ser assumidas pelo operador, embora com conseqüente prejuízo à produtividade.

### Balizamento da direção

Se o alinhamento a ser medido tiver uma extensão igual ou menor que o comprimento da trena utilizada, e o terreno for plano, então a medição do alinhamento torna-se bastante simples, pois pode ser feita diretamente da taxa do piquete inicial à taxa do piquete final. Porém esta particularidade dificilmente ocorre: Na maioria das vezes o terreno é inclinado e/ou o alinhamento é maior do que o comprimento da trena. Nestes casos é preciso previamente demarcar o alinhamento com balizas intermediárias, para que as medidas possam ser tomadas de baliza a baliza.

A distância entre uma baliza e outra deve ser definida em função dos seguintes critérios:

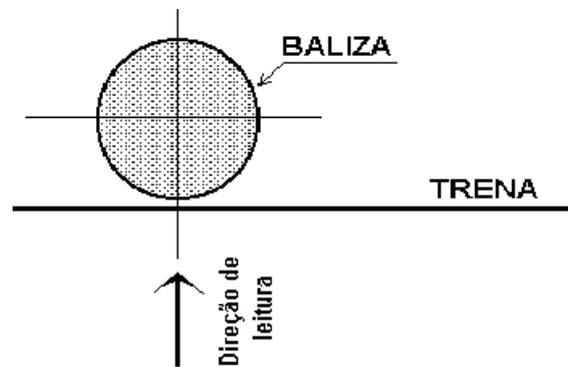
- O número de balizas intermediárias deve ser o menor possível, para evitar trabalho desnecessário e para diminuir a probabilidade da ocorrência de erros;
- A distância entre balizas adjacentes deve ser no máximo igual ao comprimento da trena utilizada;
- E o desnível do terreno entre duas balizas adjacentes deve ser no máximo igual à altura da baliza, ou seja, o topo da baliza cravada mais abaixo não pode ficar abaixo do nível do terreno em que estiver cravada a baliza mais acima, caso contrário não seria possível estender a trena horizontal de baliza a baliza.

A prática de cravar balizas atrás ou avante dos piquetes extremos do alinhamento, somente é válida para o balizamento da direção. Uma vez alinhadas as balizas intermediárias, aquelas cravadas nos extremos devem ser retiradas, pois as medidas devem ser tomadas nas taxas dos piquetes ou em balizas mantidas a prumo sobre as mesmas. Demarcado convenientemente o alinhamento com balizas, é possível então se proceder à medição do mesmo.

### Medição a trena

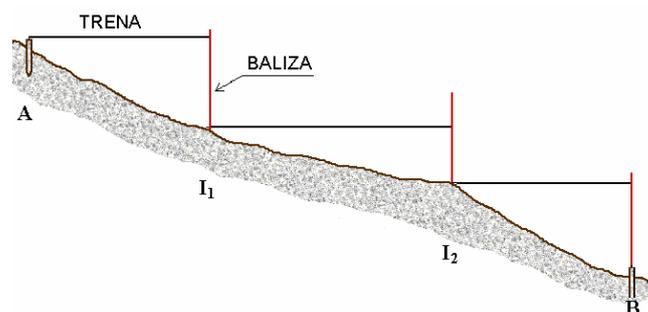
Durante a medição, o ajudante segura a trena pela sua origem (zero) e se posiciona sempre atrás do operador, por isso sendo chamado **operador de ré**. O operador, por sua vez, segura a outra extremidade da trena (carretel), sendo encarregado das leituras feitas sempre no ponto à frente, por isso sendo chamado **operador de vante**.

Nas balizas, o operador de vante deve tomar as medidas no centro diametral das mesmas. O operador de ré, no trecho seguinte, ajustará o zero da trena também no centro diametral da baliza, evitando assim erros de medida. O centro da baliza deve ser observado com linha de visada perpendicular ao eixo longitudinal da trena, evitando-se assim erro de paralaxe (Figura 9).



**Figura 9:** Direção correta para leitura da trena.

Ao iniciar a medição do alinhamento (Figura 11), o operador de ré coincide o zero da trena na taxa do piquete inicial (**A**) ou no centro de uma baliza colocada a prumo sobre ele, enquanto o operador de vante se posiciona na primeira baliza intermediária (**I<sub>1</sub>**), ajusta a horizontalidade da trena, aplica nela a força de tração correta e faz a leitura da medida no centro diametral da baliza, informando-a ao anotador, que a registra na caderneta. A seguir, a equipe se desloca para o trecho seguinte (**I<sub>1</sub>I<sub>2</sub>**) e repete o procedimento até o piquete final (**B**). Havendo necessidade de manter uma baliza a prumo sobre a taxa do piquete, esta função deve ser assumida pelo anotador, pois os operadores de ré e de vante devem se ater exclusivamente ao manejo da trena.



**Figura 10:** Medição de alinhamento a trena.

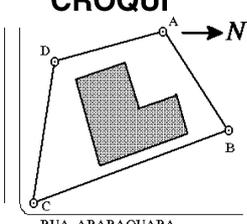
Terminada a medição do alinhamento no sentido direto (de **A** para **B**), chamada **ida**, repete-se a operação no sentido inverso (de **B** para **A**), chamada **volta**. Para a medida de **volta**, é recomendável que as balizas sejam realinhadas por um novo balizamento da direção. A necessidade de repetir a medida decorre do fato de que uma única medição não permitiria detectar erros eventualmente cometidos.

Tomadas as medidas parciais de **ida** e **volta**, totalizam-se as parciais obtendo-se os comprimentos totais de ida e volta. Estes devem então ser comparados entre si, observando-se a diferença entre as medidas, que deve ser menor que a tolerância (limite máximo de erro) admitida. Sendo a diferença aceitável, toma-se como comprimento da linha (**AB**) a média entre as duas medidas; caso contrário, procede-se a nova medição.

A tolerância de erro (ou seja, o limite máximo de erro permitido) é fixada previamente, de acordo com a classe de precisão do levantamento, normalmente definida pelo contratante do serviço ou pela própria natureza do levantamento. Se o contratante não fixou a precisão, ela deve ser definida pelo próprio responsável pelo levantamento topográfico.

**Anotação de caderneta**

Na “Figura 11”, sugerimos um modelo para anotação de medida a trena que entendemos apropriado, por ser claro e sucinto.

MEDIÇÃO DA POLIGONAL A TRENA					CROQUI 
PE	PV	IDA	VOLTA	MÉDIA	
A	B	19,66	19,67	19,665	
B	C	17,06	17,05	43,35	
		19,18	19,20		
		7,10	7,11		
		-	-		
		43,34	43,36		
C	D	15,98	15,98	28,288	
		0			
		12,30	12,31		
		5			
		-	-		
		28,28	28,29		
		5			
D	A	18,50	18,50	18,50	

**Figura 11:** Anotação de caderneta para medida de distâncias.

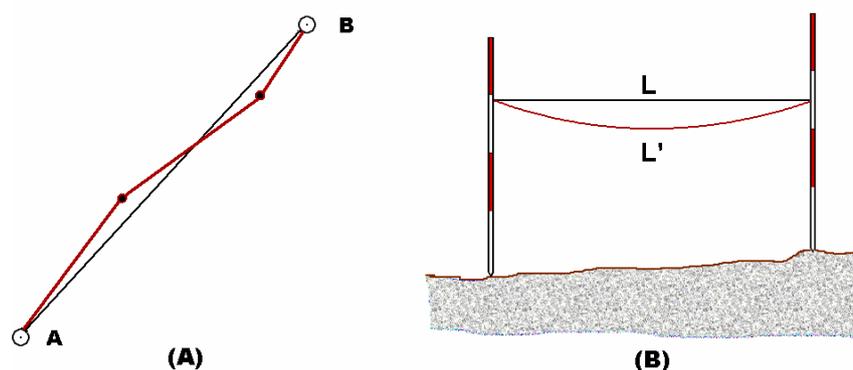
Observe que na página esquerda da caderneta são anotadas as medidas feitas, e na página direita é elaborado um croqui identificando a poligonal objeto da medição, detalhes existentes no terreno e a direção do norte. Convencionam-se as abreviaturas **PE** para indicar o **ponto estação**, também chamado de **ponto ocupado**, e **PV** para indicar o **ponto visado**. Ponto estação ou ponto ocupado é o ponto no qual o operador está posicionado ou do qual ele parte, e ponto visado é aquele para o qual ele se dirige durante a medição.

### Erros na medição a trena

A medição de alinhamentos a trena está sujeita, como qualquer trabalho de topometria, à incidência de alguns tipos específicos de erros, cujo conhecimento de sua natureza e causas possibilita ao operador, se não os evitar, ao menos reduzir a influência dos mesmos. Alguns desses erros são de procedimento (desvio do alinhamento, catenária, falta de horizontalidade da trena, falta de verticalidade da baliza), outros são erros de instrumento (elasticidade, dilatação térmica e distensão da trena).

#### *Desvio do alinhamento*

A falta de alinhamento das balizas intermediárias provoca a medição da distância segundo uma linha quebrada que serpenteia em torno do alinhamento, provocando um erro na medida para maior (Figura 13A). Na prática, o erro provocado por pequenos desvios do alinhamento (da ordem de poucos centímetros) pode ser desprezado, por ser quase imperceptível na medição comum a trena.



**Figura 12:** Desvio do alinhamento (A) e catenária (B).

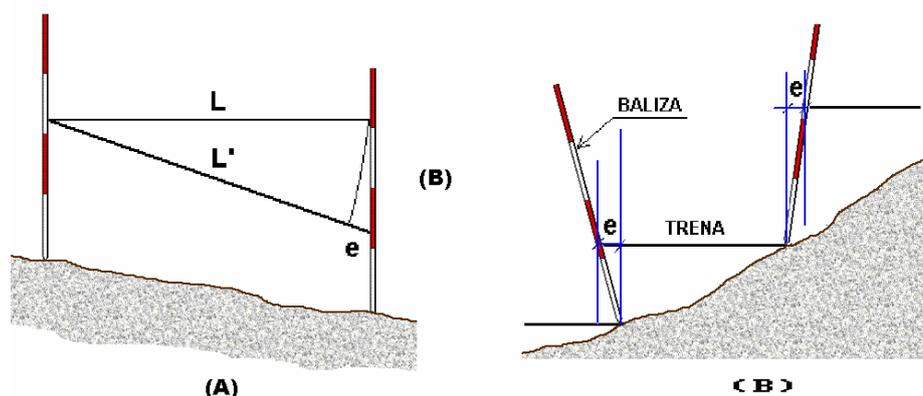
#### *Catenária ou barriga*

Catenária é a *barriga* formada pela trena que se curva por ação do peso próprio, provocando um erro na medida para maior (Figura 12B). Ela cresce de forma proporcional

ao comprimento da trena estendida e inversamente proporcional à força de tração nela aplicada. Para reduzir o erro decorrente da catenária, aplique uma tensão correta à trena e/ou reduza o espaçamento entre as balizas. Porém atente que reduzir o espaçamento entre balizas implica usar um número maior delas, e, conseqüentemente, haverá maior probabilidade de erro decorrente da falta de verticalidade de balizas.

#### *Falta de horizontalidade da trena*

Ocorre quando se procede à medição de uma distância com a trena inclinada em relação à horizontal (Figura 13A). A distância medida  $L'$  será sempre maior que a distância real  $L$ . Cabe ao operador de vante manter a trena horizontal durante a leitura. Para isso, ele poderá lançar mão do seguinte artifício: Aplicar uma força constante à trena e movê-la para cima e para baixo, observando as medidas obtidas em diferentes alturas da baliza. É fácil deduzir que a altura correta é aquela para a qual se obtém a menor leitura da distância, já que a menor distância entre duas retas paralelas é perpendicular a elas - admitindo-se serem as balizas duas retas verticais, a perpendicular a elas é uma reta horizontal.



**Figura 13:** Trena inclinada (A) e baliza inclinada (B).

#### *Falta de verticalidade da baliza*

É sem dúvida a principal causa de erro na medida de distâncias a trena, principalmente em terrenos inclinados. O erro na medida pode acontecer para maior ou para menor, dependendo do sentido da inclinação da baliza (Figura 13B). Por tal motivo, principalmente em terrenos inclinados, tome o máximo cuidado ao apurar as balizas, pois a falta desse cuidado pode resultar em erro de alguns centímetros em cada medida.

Exemplificando: um desvio de prumo de cerca de 2 cm no topo da baliza é pouco perceptível na bolha do nível de mão. Se o terreno for bastante inclinado, de forma que a medida à esquerda seja tomada na extremidade inferior da baliza e a medida à direita na extremidade superior (ou vice-versa), então haverá um erro de 2 cm na distância, para mais

ou para menos, dependendo do sentido da inclinação da baliza (veja Figura 2.8B). Em terrenos planos você pode eliminar esse erro tomando as medidas sempre do pé das balizas.

#### *Dilatação térmica da trena*

Uma grande variação da temperatura altera de maneira acentuada o comprimento da trena, provocando erros na medição. Mas tal erro pode ser previsto e compensado se conhecida a temperatura ambiente, a temperatura ideal da trena, e o coeficiente de dilatação térmica desta. As trenas de fibra de vidro têm um coeficiente de dilatação térmica tão reduzido que pode ser desprezado em levantamentos comuns.

#### *Elasticidade da trena*

Elasticidade é a característica de um corpo que faz aumentar seu comprimento quando submetido a uma força de tração, retornando ao comprimento original quando cessada a força. Com relação às trenas, estão mais sujeitas a esse tipo de erro as de fibra de vidro. Em princípio, toda trena de fibra de vidro apresenta uma certa elasticidade. Mas temos observado a existência no mercado de alguns modelos de baixíssima qualidade, capazes de variar o comprimento na razão 1/1.000 (1 milímetro por metro) com aplicação de uma tração de 3 ou 4 kgf.

A elasticidade da trena normalmente provoca um erro para menor na medida da distância, já que a trena estica quando lhe é aplicada a força de tração para a leitura. Ora, se o comprimento da trena varia de acordo com a força de tração, qual a força que efetivamente deve ser aplicada? O fabricante da trena reproduzida na “Figura 7” (Eslon) recomenda que tal força seja de 4,4 libras (2 Kg).

Para uma força de 1 libra, a medida deve ser corrigida para menor na razão de 0,02 polegada/3 pés (0,5 mm/m); para uma força de 20 libras, a medida deve ser corrigida para maior na razão de 0,04 polegada/3 pés (1 mm/m). Mas aí surge outro problema: como *calibrar* a mão do operador para que ele aplique 4,4 libras? Isso pode ser feito usando um dinamômetro; na falta deste, o operador pode calibrar a força comparando determinado comprimento da trena com o mesmo comprimento de uma trena de aço, que praticamente não apresenta elasticidade, ou então com alguma distância já aferida. Mas é preciso considerar que, mesmo tendo o operador *calibrado* sua mão, essa sensação de força é um pouco subjetiva e pode sofrer influência de fatores como o nível de cansaço ou de exaltação.

#### *Distensão da trena*

**Distensão** é a deformação permanente por alongamento (aumento do comprimento) que uma trena pode sofrer quando submetida a força de tração excessiva. Provoca um erro para menor na distância, e pode ser compensado se determinada a taxa de alongamento que a trena sofreu. Para evitá-lo, afira a trena com um metro padrão ou com uma distância já aferida antes de seu uso. Trenas de baixa qualidade são mais susceptíveis a esse tipo de deformação.



#### PAUSA PARA REFLETIR...

"O céu estrelado acima de mim e a lei moral dentro de mim."

*Immanuel Kant.*

## MEDIÇÃO E DEMARCAÇÃO DE ÂNGULOS A TRENA

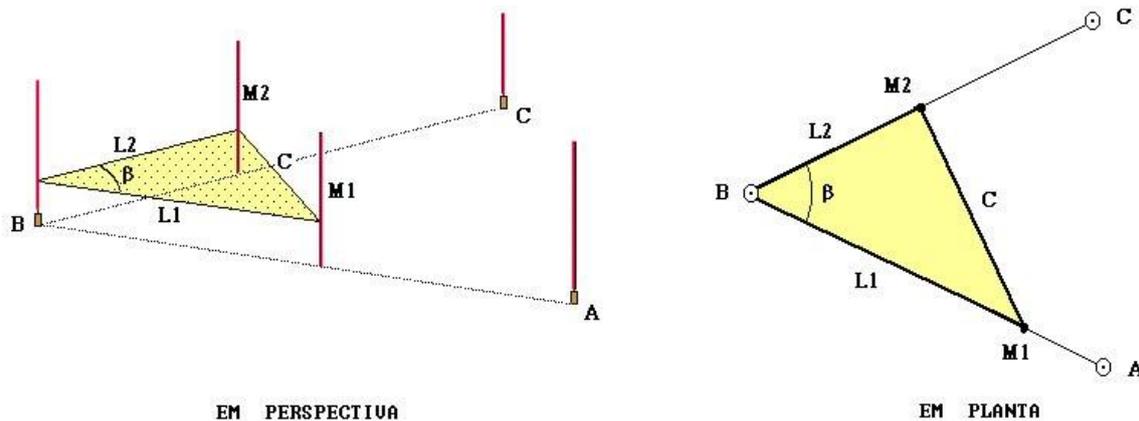
A **medição** ou **levantamento** compreende a tomada de medidas do campo com o objetivo de quantificar uma coisa física (um terreno, uma casa, uma rua etc.), transformando-a em grandezas simbólicas, ou seja, em um certo número de unidades de comprimento, área, volume, ou numa planta. Necessitamos dessa transformação porque não podemos levar essa coisa física para dentro do nosso escritório ou computador, então a simbolizamos numa planta topográfica, num croqui com medidas, numa planilha de dados, ou mesmo simplesmente num conjunto de medidas guardadas na nossa memória, para, a partir dessa representação simbólica, obtermos o fim desejado, que pode ser a elaboração de um projeto de loteamento, de desmembramento, de rodovia, de urbanismo, etc.

Já a **demarcação**, também chamada de **locação** e **materialização**, é um processo inverso: Se tem em mãos uma representação simbólica – planta de locação, planta de loteamento, projeto de uma rodovia, projeto de urbanismo etc. - e transferem-se os dados para o terreno, transformando-os em coisas físicas. Aparelhos destinados à medição e à demarcação de ângulos são os goniômetros, dentre os quais o mais utilizado é o teodolito. Entretanto, na falta destes você pode desenvolver tais operações apenas com uso de trena e balizas, é claro que com uma precisão limitada. O processo se aplica a levantamentos de pequenas áreas e quando não se exija grande precisão, e à locação de pequenas obras.

### Medição de ângulos a trena

#### Técnica de operação

A medição de um ângulo a trena resume-se em estabelecer no vértice da poligonal, cujo ângulo se queira conhecer, um triângulo demarcado por três balizas convenientemente alinhadas, e em medir os três lados do triângulo assim formado (Figura 14). Descreveremos o procedimento exemplificando com a medição do ângulo  $\beta$  da “Figura 14”, que corresponde ao ângulo interno no vértice **B** de uma poligonal, formado pelos alinhamentos **AB** e **BC**.



**Figura 14:** Medição de alinhamento a trena.

- 1) Sobre os lados do ângulo a ser medido (**BA** e **BC**) alinhe balizas intermediárias **M1** e **M2**, rigorosamente sobre os respectivos lados da poligonal, a distâncias quaisquer **L1** e **L2** do vértice **A**.
- 2) Com a maior precisão possível, meça os 3 lados do triângulo formado, **L1**, **L2** e **C**.
- 3) O ângulo  $\beta$  pode ser calculado pela Lei dos Cossenos:

$$C^2 = L1^2 + L2^2 - 2 \cdot L1 \cdot L2 \cdot \cos \beta$$

$$\beta = \arccos \left( \frac{L1^2 + L2^2 - C^2}{2 \cdot L1 \cdot L2} \right)$$

Ao executar o procedimento descrito, tome o máximo cuidado no alinhamento das balizas, pois desvios de poucos milímetros podem provocar erros muito grandes na determinação do ângulo. As distâncias **L1** e **L2** têm suas dimensões limitadas por certos fatores, como a existência ou não de obstáculos, o comprimento da trena utilizada, mas, teoricamente, a precisão da medida será tanto maior quanto maiores forem tais distâncias. Na prática, costuma-se adotar comprimentos de 5 a 10 m.

### Anotação de caderneta

Para a medição de ângulos a trena, sugerimos que os dados colhidos sejam registrados na caderneta de campo segundo modelo reproduzido na “Figura 15”. O exemplo aqui fornecido corresponde à medição de ângulos de uma poligonal com 4 vértices.

MEDIÇÃO DE ÂNGULOS A TRENA				CROQUI
PE	L1	L2	C	
A	10,05 2	8,108	13,264	
B	7,55	12,684	14,111	
C	7,206	10,210	12,741	
D	6,860	8,904	11,240	

Figura 15: Anotação de caderneta para medida de ângulos a trena.

### Lançamento dos ângulos na planta topográfica

Mesmo sem calcular analiticamente os ângulos medidos a trena, é possível lançá-los à mão na planta topográfica, a partir das medidas **L1**, **L2** e **C** colhidas no campo, conforme a seguir descreveremos. Acompanhe pela “Figura 16”.

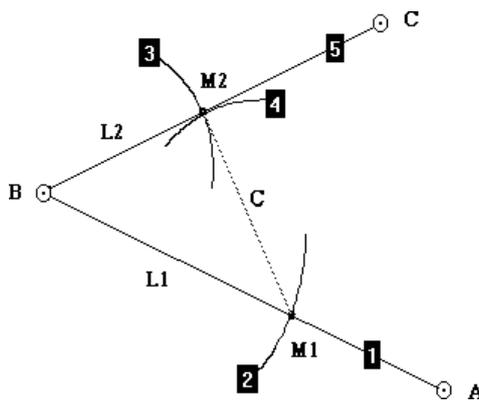


Figura 16: Lançamento dos ângulos na planta.

- 1) Lance na planta o alinhamento **AB**, na posição desejada em relação à folha de desenho, e na escala previamente definida para a planta (**1**).

- 2) Com um compasso centrado no ponto **B** e com abertura **L1**, delineie o arco de círculo **(2)** cortando a linha **AB**. Obtém-se na interseção o ponto **M1**, que corresponde à posição ocupada no terreno pela baliza **M1** da “Figura 16”.
- 3) arco de círculo **(3)**, na direção aproximada da linha **BC**.
- 4) Mude o centro do compasso para **M1** e, usando abertura **C**, e trace o terceiro arco de círculo **(4)**, de tal forma que intercepte o segundo arco **(3)**. A interseção é o ponto **M2**, que corresponde à posição ocupada no terreno pela baliza **M2** da “Figura 16”.
- 5) Trace uma linha unindo **B** a **M2**, e prolongue-a. Marque sobre esta linha a partir de **B** a distância **BC**, obtendo assim a posição do vértice **C** da poligonal **(5)**.
- 6) Repita o procedimento para lançar os outros ângulos da poligonal.

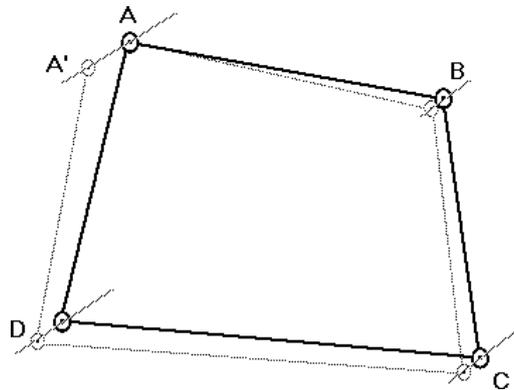
### Compensação gráfica de erro de fechamento de poligonal

Quando você desenha um polígono fechado pelo processo gráfico, este polígono normalmente vai apresentar um **erro de fechamento**, que se caracteriza pela não coincidência do ponto de partida com o ponto de chegada, ou seja, iniciando-se o desenho a partir do vértice **A** e lançando-se sucessivamente os lados e ângulos do polígono, chega-se ao final a um ponto **A'** diferente de **A**, fato este que não deveria acontecer, pois na verdade trata-se do mesmo ponto. O erro de fechamento é devido à imprecisão das medidas tomadas no campo, somada à imprecisão gráfica na elaboração do desenho, e ocorre tanto no desenho feito à mão como naquele feito em computador, através de um software de projeto, a exemplo do AutoCAD.

Na “Figura 16”, a poligonal desenhada em traço mais fino exemplifica a situação mencionada. A linha gráfica **AA'** consiste no erro de fechamento da poligonal; o erro foi aqui deliberadamente aumentado para melhor esclarecer o processo de sua compensação. O processo de compensação gráfica de erro de fechamento de poligonal, que descreveremos a seguir, baseia-se simplesmente numa **regra de três gráfica**, partindo-se do pressuposto que o erro de pro- pagou de forma linear durante o percurso - uma regra de três, como você sabe, aplica-se a equações de primeiro grau cujo gráfico resume-se a uma linha reta.

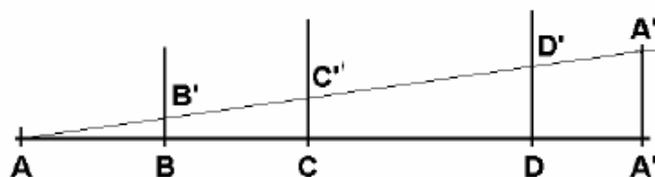
É interessante comparar o erro de fechamento (a linha gráfica **AA'**) com um **vetor**, possuindo então, como este, **direção**, **sentido** e **módulo**. A **direção** é a da reta que contém os pontos **A** e **A'**; o **sentido** é de **A** para **A'**; e o **módulo** é a distância gráfica **AA'**. Agora

fica fácil entender que, para compensar este erro, basta aplicar a partir de **A'** um outro “vetor” de correção, de mesma direção, mesmo módulo, porém de sentido contrário.



**Figura 17:** Compensação gráfica de erro de fechamento de poligonal.

- 1) Desenhe a poligonal, já na escala correta da planta, porém fazendo-a com traço fino a lápis ou lapiseira (Figura 17). Se a poligonal assim desenhada não apresentar erro de fechamento, obviamente não haverá necessidade de compensá-la, e, neste caso, bastará reforçar a espessura das linhas do desenho de acordo com o padrão desejado. Mas, se houver erro de fechamento, sua compensação poderá ser feita conforme descrito nos parágrafos seguintes.
- 2) Em uma folha de papel auxiliar você vai executar uma regra de três gráfica para determinar os valores das correções em cada um dos vértices da poligonal. Para isso, desenhe inicialmente a poligonal retificada **ABCD A'** (Figura 18). A **poligonal retificada** consiste em marcar todos os lados do polígono sequencialmente, na ordem de caminamento, sobre uma linha reta. Não é necessário usar a mesma escala da planta na poligonal retificada, sendo conveniente usar uma escala menor.



**Figura 18:** Compensação gráfica do erro de fechamento.

Sobre cada um dos vértices da poligonal retificada, trace uma linha auxiliar perpendicular à reta principal (Figura 18). Sobre a perpendicular feita no ponto **A'**, e a partir deste, marque o módulo do erro de fechamento, que consiste simplesmente em transferir a distância gráfica **AA'** da “Figura 18”. Obtém-se assim o ponto **A''**. Em seguida, una **A** a **A''**, formando o triângulo **AA'A''**. Assim você obtém, em cada um dos vértices da poligonal

retificada, o módulo do respectivo erro de fechamento naquele ponto: As distâncias gráficas **BB'**, **CC'**, **DD'**.

- 3) Volte para a planta da poligonal (Figura 18) e trace uma linha auxiliar unindo **A** a **A'** (direção do erro de fechamento), depois paralelas a ela nos demais vértices da poligonal.
- 4) Sobre essas linhas traçadas no passo 5, marque os respectivos “módulos” do erro de fechamento a partir de cada vértice da poligonal e seguindo a direção contrária ao erro **AA'**. Para isso, simplesmente transfira as distâncias gráficas **BB'**, **CC'** e **DD'** da “Figura 18”. Obtém-se assim as posições compensadas de todos os vértices da poligonal. Atente que as distâncias **BB'**, **CC'** e **DD'** devem ser marcadas em sentido contrário ao do erro, ou seja, de **A'** para **A**, pois, caso contrário, o erro de fechamento seria duplicado em vez de compensado. Note também que é desnecessário fazer a compensação no vértice **A**, pois ele já é a posição compensada do ponto **A'**.
- 5) Desenhe a poligonal compensada, simplesmente unindo os pontos obtidos com o procedimento descrito no passo 6 (a poligonal em traço mais espesso da Figura 17).

### Demarcação de ângulos a trena

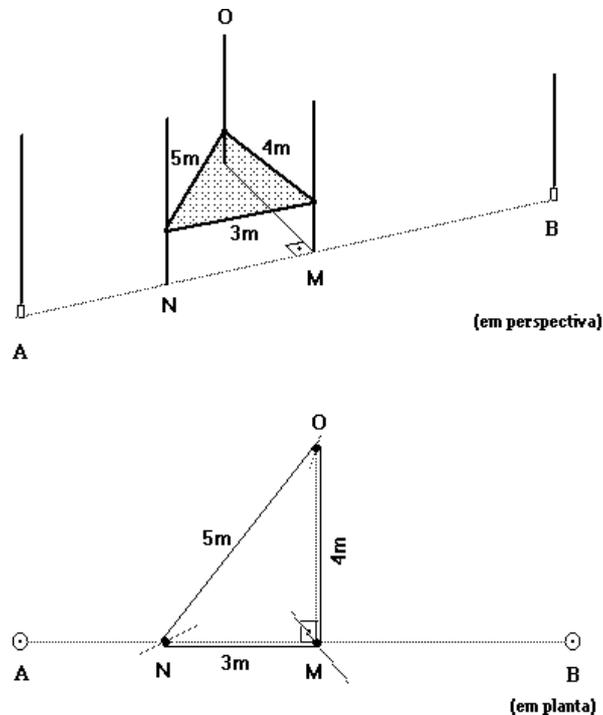
A demarcação de ângulos a trena tem seu uso na locação de pequenas obras, podendo também ser usada no levantamento de detalhes pelo processo de coordenadas, referido no capítulo 5. Descreveremos a seguir o procedimento usado para demarcar sobre um alinhamento **AB** uma perpendicular a ele - um ângulo de  $90^\circ$  - por um ponto **M** pertencente ao alinhamento. Acompanhe pela “Figura 19” Para executar o trabalho são necessárias três pessoas, um operador e dois ajudantes.

- 1) Sinalize os pontos **A**, **B** e **M** com balizas perfeitamente alinhadas.
- 2) Dobre a trena em forma de um triângulo retângulo, usando, por exemplo, lados de 3, 4 e 5 metros, ou múltiplos de tais valores, e fazendo que o vértice reto do triângulo coincida com a baliza **M**.

Para isso, um dos ajudantes posiciona a marca de 3 m da trena no centro da baliza **M**, considerando a direção de visada segundo a bissetriz do ângulo reto, identificada pela linha tracejada na “Figura 19” Outro ajudante fixa uma baliza no ponto **N**, cuja posição ficará determinada pela distância de 3 m do ponto **M** (basta esticar convenientemente o lado de 3 m da trena) e alinhada segundo **AB** (o alinhamento visual poderá ser feito pelo operador). Em seguida as marcas de 0 e 12 m da trena devem ser coincidadas na baliza **N**. Por último,

o operador posiciona uma terceira baliza na marca de 7 m e estica convenientemente a trena nos dois lados, obtendo a posição do ponto **O**.

- 1) A linha **MO** é a perpendicular desejada. Se necessário, poderá ser prolongada por balizamento.

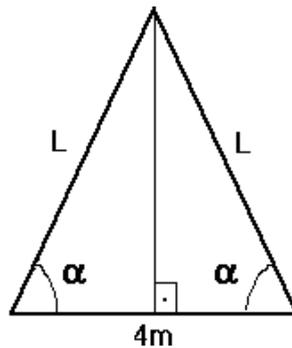


**Figura 19:** Demarcação de ângulo reto a trena.

Se o objetivo é demarcar ângulos de  $45^\circ$  ou  $135^\circ$ , basta dividir o ângulo reto ao meio: Para isso, seria necessário calcular a posição de um ponto **P** sobre o lado **NO**, tal que a linha **MP** fosse a bissetriz do ângulo reto, definindo-se então um ângulo de  $45^\circ$  à esquerda e um ângulo de  $135^\circ$  à direita. Observe que não se pode simplesmente dividir ao meio o lado **NO** para dividir ao meio o ângulo. Isso somente seria possível se os outros dois lados do triângulo fossem iguais entre si.

Se houver necessidade de demarcar um ângulo qualquer  $\alpha$ , basta calcular analiticamente um triângulo que apresente tal ângulo em um de seus vértices, e posicioná-lo de forma semelhante no alinhamento **AB**. Você poderia, por exemplo, partir de um triângulo isósceles com base de 4 metros, resultando então, pela Lei dos Senos (Figura 20):

$$\frac{L}{\text{sen}(90)} = \frac{2}{\text{sen}(90 - \alpha)} \Rightarrow L = \frac{2}{\text{sen}(90 - \alpha)}$$



**Figura 20:** Demarcação de um ângulo  $\alpha$  qualquer.

## A TOPOGRAFIA E O GEORREFERENCIAMENTO

### Topografia

A palavra **Topografia** é de origem grega. TOPOS significa lugar e GRAFIA significa descrição. Ela pode ser traduzida como a descrição (minuciosa) de um local. Basicamente é a ciência ou parte da ciência (existem discussões sobre a classificação da topografia) que se ocupa do estudo dos acidentes geográficos, medição do terreno e dos acidentes presentes no mesmo, localização, situação, variações do relevo e anotar em cartas topográficas.

É um conhecimento essencial para a construção civil, para a estratégia militar, para os estudos geográficos e tantas outras esferas da vida humana. Entretanto, parece ser na construção civil que podemos ver o seu uso mais rotineiro, afinal de contas, como construir algo sem conhecer realmente um terreno de forma precisa?

Essa é a grande utilidade da Topografia.

#### **OBSERVAÇÕES:**

A **topografia** faz parte da **Geodésia**, que é a ciência que tem por objetivo determinar a forma e a dimensão da Terra.

Outro conhecimento que é confundido com a topografia é a agrimensura, que na realidade é bem antiga, remontando ao Egito Antigo, indo além da simples descrição do relevo com seus acidentes geográficos, se preocupando também com outros aspectos na demarcação de propriedades (incluindo aspectos legais).

É importante notar que a topografia está intimamente associada com a Cartografia, sendo ela que viabiliza a confecção de mapas físicos. Basta pensar que para um viajante na antiguidade não bastaria saber onde terminavam as fronteiras de cada território, mas

também era necessário conhecer as montanhas, depressões e outros, sendo assim o viajante poderia traçar uma rota mais adequada para o seu destino.

Muitas das ferramentas usadas por construtores e topógrafos da antiguidade ainda são usadas até os dias atuais em construções: Corda de 81 nós, prumo, nível. Algumas não mais se tornaram necessárias, como a corda com nós equidistantes que hoje é facilmente substituída por uma trena, mas o princípio é o mesmo de qualquer outro instrumento de medida.

Entre as grandes inovações para a topografia estão o uso do GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global), que depende de informações topográficas para ser corretamente alimentado, mas também pode facilitar bastante o trabalho dos topógrafos com os dados já acumulados ali.

## Georreferenciamento

**Georreferenciamento** ou **georreferenciação** de uma imagem ou um mapa ou qualquer outra forma de informação geográfica é tornar suas coordenadas conhecidas num dado sistema de referência. Este processo se inicia com a obtenção das coordenadas (pertencentes ao sistema no qual se pretende georreferenciar) de pontos da imagem ou do mapa a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. Os pontos de controle são locais que oferecem uma feição física perfeitamente identificável, tais como intersecções de estradas e de rios, represas, pistas de aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, entre outros.

A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em campo (a partir de levantamentos topográficos, Levantamento Geodésico com GPS – Sistema de Posicionamento Global), ou ainda por meio de mesas digitalizadoras, ou outras imagens ou mapas (em papel ou digitais) georreferenciados. Tal ato pode permitir que ocorra uma geodesição por parte dos consultores de um projeto ou uma administração de uma empresa.

### **OBSERVAÇÕES:**

#### **O que é Georreferenciamento?**

Georreferenciamento é o processo pelo qual se executa um levantamento topográfico materializando as divisas com utilização de marcos onde os mesmos recebem coordenadas geográficas (latitude e longitude) reais e corrigidas com nível de precisão menor que 50cm, processo este que só pode ser executado por profissionais devidamente

qualificados e credenciados pelo INCRA utilizando equipamentos modernos e de grande precisão.

Em poucas palavras, georreferenciamento é o mapeamento de um imóvel rural referenciando os vértices de seu perímetro ao Sistema Geodésico Brasileiro, definindo sua área e sua posição geográfica.

O trabalho tem por finalidade obter a Certificação do INCRA, para atualização do Certificado de Cadastro de Imóvel Rural - CCIR e retificação da área no Cartório de Registro de Imóveis, processo este que só pode ser executado por profissionais devidamente qualificados e credenciados pelo INCRA utilizando equipamentos modernos e de grande precisão.

*“O trabalho de georreferenciamento envolve, além do levantamento de dados, cálculos, análises documentais, projetos e desenhos, em consonância com o disposto na legislação federal.”*

### Normas no Georreferenciamento

A lei 10.267 de 28 de agosto de 2001, regulamentada pelo decreto 4.449 de 30 de outubro de 2002 que foi alterado pelo decreto 5.570 de 31 de outubro de 2005, criou o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR). A referida lei torna obrigatório o georreferenciamento do imóvel para inclusão da propriedade no CNIR, condição esta, necessária para que se realize qualquer alteração cartorial da propriedade.

Os prazos legais ficaram estipulados da seguinte forma:

- Propriedades Rurais entre 500 e 1.000 hectares o prazo se encerra em 21/11/2008.
- Propriedades Rurais com áreas abaixo de 500 hectares o prazo encerrará em 20/11/2011.
- Propriedades Rurais com área total, igual ou superior a 1.000 hectares, a exigência do georreferenciamento já é válida desde 29/01/2003.
- Os proprietários que detém o domínio direto e útil dos imóveis rurais, que desejarem realizar alterações cartoriais como desmembramento, parcelamento, remembramento, qualquer tipo de transferência ou em caso de utilização da propriedade para fins de financiamento e hipoteca independentemente do tamanho da área também estão obrigados a fazer o georreferenciamento.
- Em casos de processos judiciais todas as áreas devem ser georreferenciadas.

*"Georreferenciamento Serve para a regularização registral dos imóveis rurais, segundo a nova legislação (Lei 10.267/01 e Decretos 4.449/02 e 5.570/05)."*

O trabalho deve ser entregue ao INCRA, que verificará o enquadramento na Norma Técnica e a não existência de sobreposição da poligonal mapeada com outra já constante do seu cadastro, para conceder a Certificação daquele imóvel rural. Uma vez certificado, o proprietário deve encaminhar os documentos ao Registro de Imóveis, para que seja procedida a averbação da nova descrição do perímetro e da retificação da área, na matrícula.

## O USO DA TOPOGRAFIA EM IMÓVEIS RURAIS

### A importância da topografia para imóveis rurais

Se você é dono de uma propriedade rural, deve conhecer a importância da topografia (georreferenciamento) nesse tipo de área. Por meio de processos minuciosos, a topografia descreve alguns detalhes precisos. É por meio desse procedimento que ficam estabelecidos os limites entre cada propriedade, por exemplo.

Para tanto, os profissionais do setor efetuam procedimentos que resultem no conhecimento das coordenadas geográficas dos vértices. Em seguida, esses dados são alinhados ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro).

	<p><b>VOCÊ SABIA?</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Finalidade da topografia</b></p> <p>Simplificadamente, nós podemos dizer que a topografia reside na definição referencial dos territórios. Encare essas coordenadas como uma identificação bem específica da localização dos imóveis. Como essas mesmas coordenadas não se repetem, os endereços de cada propriedade são individuais.</p> <p>Com o intuito de aprimorar o processo, atualmente são utilizadas técnicas mais precisas durante a topografia de um terreno. Desse modo, o rigor técnico adotado ganhou outro nível.</p> <p>Essa mudança de paradigma foi vital para que o procedimento atendesse às exigências do INCRA.</p>
---	---

## Topografia de uma área rural

Em primeiro lugar, a importância da topografia dessas áreas está ligada a uma exigência legal. Basta salientar que o procedimento é determinado pela Lei 10.267/2001. Essa nova legislação foi criada para substituir outras 3 leis muito antigas:

- Lei 4.947/1966;
- Lei 5.868/1972;
- Lei 6.015/1973.

Como é possível imaginar, o conjunto dessa legislação aborda a situação e atualização cadastral das propriedades rurais. Vale destacar ainda que essas leis formam um conjunto mais amplo. Esse cenário abrange as normas vinculadas à regularização de áreas localizadas em ambiente rural.

Além da obrigatoriedade legal, a topografia é essencial para evitar questionamentos territoriais na Justiça. Afinal, o elevado grau de exatidão do processo diminui consideravelmente a grilagem de terras — expressão que caracteriza a falsificação documental com o fim de se tomar as terras para si.

Conforme a legislação em vigor, o proprietário de área rural deve se atentar aos prazos para regularizar o seu imóvel perante o INCRA. Entre 4 prazos estabelecidos pelo órgão, apenas dois ainda não venceram.

O prazo mais próximo é o de 20/11/2019. Nesse caso, a atualização cadastral é válida somente para os imóveis com áreas entre 100 e 25 hectares. A segunda data é 20/11/2023, prazo final para a regularização das áreas inferiores a 25 hectares.

As demais datas são dos anos de 2013 e 2016. É importante frisar que a perda dos prazos implica em:

- Impedimento de confecção de escritura de compra e venda;
- Impossibilidade de registro de qualquer atualização na matrícula do imóvel.

Por fim, apenas os técnicos designados pelo CREA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) podem executar a topografia. Essa é a única forma de o procedimento ser reconhecido pelo INCRA.

## SITUAÇÕES ENCONTRADAS NA ATUAÇÃO PROFISSIONAL

Os problemas que serão comentados foram obtidos com base na experiência de vários profissionais consultados que trabalham com Agrimensura, bem como, em áreas afins.

## Problemas pontuais em levantamentos topográficos

Os levantamentos topográficos têm sido conduzidos sem um padrão específico. São feitos geralmente em sistemas de coordenadas topográficas com origem arbitrária, inviabilizando o vínculo com propriedades lindeiras. Assim, o levantamento isolado, da maneira como vem sendo executado, deixa de situar a geometria do referido imóvel no contexto de outros imóveis, num único sistema de coordenadas.

Uma planta, tradicionalmente, contém as feições do imóvel, desenhadas numa escala conveniente, com os ângulos, os rumos e a área. Por último, estes elementos geométricos são descritos num memorial descritivo.

A carta cadastral ao contrário da planta cadastral, não possui em seu conteúdo os ângulos, os rumos, as distâncias e a área de cada imóvel. A carta cadastral traz como principal conteúdo a planimetria, cujos elementos básicos são as feições dos limites legais das parcelas, além das edificações. Originada a partir de levantamento sistemático de campo, tem como suporte geométrico uma rede de pontos fixos (estrutura geodésica de referência única). Ela representa graficamente a situação geométrica de um terreno (lote ou parcela) no contexto de outros terrenos.

Pelo motivo da carta cadastral, originada de levantamento em campo, não apresentar as medições em seu conteúdo, os registros das medições efetuadas têm enorme valor, pois é com base nestes registros que a carta cadastral é construída. Na realidade, a carta cadastral é uma generalização do conteúdo dos registros efetuados em campo. Os registros das medições efetuadas também poderiam ser utilizados como suporte geométrico legal para a solução de qualquer problema que diz respeito aos limites de propriedades.

Os levantamentos oriundos de sistemas isolados provocam duplicidade no levantamento de um mesmo limite contíguo, pertencente a dois imóveis. Consequentemente, irá se pagar duas vezes para o levantamento deste único limite. Cada levantamento dará origem a uma geometria diferenciada para o mesmo limite mesmo que, sejam usados equipamentos eletrônicos da mais alta precisão disponíveis no mercado. Os limites das parcelas de imóveis vizinhos não são comparados entre si nos Registros de Imóveis, permanecendo quase sempre uma lacuna técnica (oriunda dos levantamentos duplos em sistemas diferentes) tendo como resultado, uma linha divisória com azimute e distância descritos de forma diferente em cada título de propriedade. Mesmo assim, ambas acabam merecendo, pela atual legislação, a possibilidade de gerar a matrícula do imóvel correspondente.

## Procedimentos adotados para o levantamento topográfico

### Procedimento de campo e de escritório

Quando um profissional é contratado para executar o levantamento topográfico de uma área sujeita a loteamento, por exemplo, o primeiro trabalho é o de levantar o perímetro da área a ser loteada. Faz-se o reconhecimento dos limites da área e em seguida iniciam-se os trabalhos. O procedimento amplamente utilizado, descrito nos livros específicos de topografia e ainda ensinado nas disciplinas de topografia de cursos técnicos e acadêmicos, é o de estabelecer uma poligonal dita fechada, com seus pontos implantados próximos aos limites da área a ser levantada.

Para a materialização destes pontos, que servirão de referência ao levantamento, utiliza-se normalmente piquetes de madeira. Estes são cravados diretamente no solo e possuem um sinal no centro da superfície exposta, marcado com um pequeno furo, ou com uma caneta, lápis, prego enfim, um sinal. Estes pontos materializados no terreno são os vértices da poligonal. Com o auxílio de um instrumento de medição angular e de outro linear, medem-se os ângulos e as distâncias de ponto a ponto da poligonal, simultaneamente com a medição dos pontos limites da área em questão já definidos anteriormente no momento do reconhecimento. Durante o levantamento, os dados coletados em campo são registrados.

Salvo aqueles profissionais que dominam a técnica do registro eletrônico dos dados, os registros são feitos manualmente. Algumas vezes são usadas cadernetas apropriadas, outras folhas fixas em pranchetas, outras vezes em cadernos, na maioria das vezes de forma pessoal e sem regras, simultaneamente com o croqui do levantamento, igualmente sem padrões bem definidos. No escritório os dados são analisados com o objetivo de verificar erros de fechamento angular e linear da poligonal. Repete-se a medição em campo, quando a precisão alcançada estiver fora dos limites de erro estipulados. Não havendo a necessidade de retomar ao campo, os dados originais de medição (croqui e caderneta de campo) são transformados dando origem às coordenadas retangulares de todos os pontos (poligonal e limites da área), calculados geralmente num sistema isolado (sistema de coordenadas topográficas, com coordenadas iniciais arbitrárias).

Na sequência, a planta final da área é confeccionada. Geralmente entrega-se ao contratante, como resultado do levantamento, somente a planta. Feita em escala apropriada, a planta geralmente contém no mínimo: os ângulos entre os alinhamentos formados pelos pontos limites da propriedade, as distâncias entre estes pontos, os nomes dos confrontantes que muitas vezes nem são os reais proprietários das propriedades contíguas, a planta de

localização, o valor encontrado no cálculo da área da propriedade, escrito no interior do polígono na planta, a seta da direção norte. Em alguns casos, e por solicitação do contratante, segue também o memorial descritivo do polígono da área da propriedade em questão. Com relação aos dados originais de medição (croqui e caderneta de campo), estes ficam em segundo plano e sem muita importância.

Com os dados contidos na planta é feito o projeto de loteamento a ser encaminhado para a prefeitura para a aprovação. A partir da aprovação do projeto na prefeitura, este já pode ser implantado em campo pelo procedimento de locação. Antes disso, em escritório, o profissional calcula as coordenadas dos pontos limites dos lotes projetados. Com base nas coordenadas dos pontos da poligonal original, implantada no momento do levantamento da área e materializados em campo, são calculados os dados de locação, ou seja, as direções e as distâncias que devem ser tomadas a partir dos pontos da poligonal para os pontos a serem locados. Em campo, os pontos dos cantos dos terrenos são então materializados. Para isso, vários tipos de materiais podem ser utilizados, sendo os mais comuns estacas de madeira, em marcos feitos de concreto ou de pedra. Geralmente trazem ao centro um sinal: prego, entalhe, pino, tinta.

Na execução dos trabalhos de locação de projetos de loteamentos, os topógrafos geralmente se esmeram na implantação dos marcos (demarcação), conferindo sempre as distâncias entre um e outro no terreno, com suas correspondentes de projeto. Segue assim até todo o projeto estar fisicamente demarcado. Caso o Cartório de Registro de Imóveis já tenha individualizado cada lote, isto é, tenha criado uma matrícula independente para cada um, tem-se neste exato momento a situação física perfeitamente de acordo com a situação jurídica.

Os desajustes começam a acontecer no momento em que os marcos de divisa são arrancados e substituídos por muros, cercas, tapumes, etc. Inicialmente os marcos servem somente para dar apoio a uma linha, geralmente de nylon, a ser esticada no alinhamento com outro marco, ao longo da qual será edificado o muro (cerca, etc.). Em alguns casos, por falta de orientação, conhecimento, ou mesmo por má fé, o muro poderá ser edificado no “lado de fora” da linha, ou seja, sobre o terreno vizinho.

Caso este vizinho, ao reconstruir o limite do seu terreno, tomar como base a face do muro que estiver voltada para sua propriedade, dará origem a propagação de um erro cujo valor será o da largura de um tijolo, se este tiver sido o material utilizado na edificação do muro. Raramente topógrafos são contratados para acompanhar estes trabalhos e, mesmo

que forem, encontrarão dificuldades, pois dificilmente terão acesso aos dados originais de levantamento, muitas vezes incompreensíveis. Encontrarão pontos da poligonal original destruídos ou sem confiabilidade e o que resta em suas mãos é basicamente uma cópia da planta do projeto de loteamento na maioria das vezes com insuficiência de dados para a execução de tal tarefa.

### Cadastros Imobiliários Municipais

Os Cadastros Imobiliários Municipais muitas vezes são baseados em cartas oriundas de levantamentos aerofotogramétricos. Estes apresentam a situação geométrica de uma parcela com relação a outra, mas, com um apoio geodésico implícito, isto é, geralmente não existe uma densificação adequada e monumentalização no terreno. O apoio geodésico fica assim subentendido na geometria da carta. As feições (linhas limites) dos imóveis presentes na carta estão referenciadas à quadrícula da projeção cartográfica adotada. Além disto, estas feições (fotointerpretadas) não são os limites legais das propriedades e nem os reais limites das edificações. A precisão das coordenadas plano-retangulares dos pontos-limite geradas por este método, limita-se ao erro de grafismo embutido nas folhas da carta (SILVA et al., 1998, p.4).

Os setores de cadastro das prefeituras, por sua vez, nem sempre dispõe de profissionais habilitados para realizar os levantamentos. A maioria das prefeituras brasileiras dispõe de profissionais ditos “topógrafos”. Estes, na maioria das vezes não têm habilitação técnica reconhecida pelo conselho profissional. São os chamados “práticos”. Quando as prefeituras dispõem de Engenheiros Agrimensores, Engenheiros Cartógrafos ou mesmo Técnicos em Agrimensura, estes dificilmente ocupam lugar junto ao Cadastro Imobiliário. Estes lugares geralmente são ocupados por Engenheiros Civis, Arquitetos, ou até outras pessoas sem a menor qualificação.



#### SE LIGA NA CHARADA!

##### PERGUNTA:

O que é um pontinho verde na neve?

##### RESPOSTA:

Um “pingreen”.

## LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL

Não existem no Brasil métodos e procedimentos bem definidos para levantamentos topográficos cadastrais. Estes levantamentos são realizados geralmente em sistemas de coordenadas topográficas com origem arbitrária, com diferentes métodos de levantamento, na maioria das vezes sem controle e, não se dando a devida importância aos originais de levantamento (croquis e cadernetas de campo).

Em função disso, nesse tema será proposto o emprego correto dos métodos clássicos de levantamento topográfico para fins cadastrais (alinhamento, ortogonal e polar), “amarrado” a uma estrutura geodésica de referência, obedecendo ao princípio da vizinhança para cada ponto novo levantado e será proposta uma simbologia padronizada em formulários padronizados para o registro das medições (originais de levantamento).

### Estrutura geodésica de referência

Conforme SILVA et al. (1998, p.7), para a garantia dos limites geométricos dos bens imóveis, deve-se dispor em primeiro lugar, de um sistema de referência de medição (geodésico) único e com características próprias. Este sistema permite um acompanhamento analítico da geometria das parcelas, devendo para isso existir um serviço oficial de levantamento e locação de limite de propriedade, nas quais profissionais devidamente habilitados e tutelados pelo estado possam conduzir as solicitações de mudanças de limites. Deste modo, dispor-se-ia de um serviço de ligação geodésica entre os que provocam ou solicitam mudanças de propriedade e o Registro de Imóveis.

### Sistema Geodésico Brasileiro

Conforme item 3.39, p.5, da NBR 13.133/1994. o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), é o “Conjunto de pontos geodésicos descritores da superfície física da Terra, implantados e materializados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país com vistas às finalidades de sua utilização, que vão desde o atendimento de projetos internacionais de cunho científico, passando pelas amarrações de controles de trabalhos geodésicos e cartográficos, até o apoio aos levantamentos no horizonte topográfico, onde prevalecem os critérios de exatidão sobre as simplificações para a figura da Terra. Estes pontos são determinados por procedimentos operacionais associados a um sistema de coordenadas geodésicas, calculadas segundo modelos geodésicos de precisão, compatíveis com as finalidades a que se destinam, tendo como imagem geométrica da Terra o Elipsoide

de Referência Internacional de 1967. Como este elipsoide é o mesmo adotado no mapeamento sistemático brasileiro (sistema de projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator)), há uma correspondência biunívoca entre as coordenadas geodésicas dos pontos do SGB e as homólogas plano-retangulares nos sistemas parciais UTM, o que vem a facilitar as amarrações e os controles dos levantamentos cartográficos e topográficos com o emprego das coordenadas UTM.:

“O estabelecimento do Sistema Geodésico Brasileiro desenvolve-se tendo como objetivo contribuir para a solução do problema geodésico, sem, contudo, se descuidar dos aspectos aplicados, em que a aplicação maior é a referência para as atividades cartográficas. Os pontos geodésicos, subsidiariamente, suprem a comunidade técnica nacional das informações necessárias à condução dos assuntos públicos, principalmente as que permitam apoiar as grandes obras de engenharia tais como: sistemas de comunicação; transmissão de energia; barramentos para a transmissão de energia ou abastecimento de água e titulação de propriedades, dentre outras não menos importantes.” (RESOLUÇÃO - PR n.º 22, de 21-07-83 das Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em território brasileiro, item 2.1) (Oliveira, 1993, p.625).

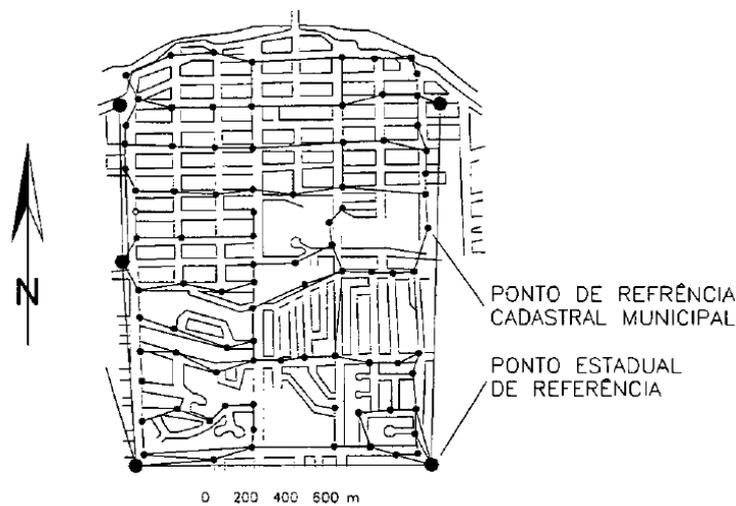
### Estrutura geodésica de referência - Conceitos

A única definição segura e confiável dos limites das propriedades se obtém por medições adequadas vinculadas a uma estrutura geodésica de referência permanente e convenientemente materializada no terreno (BLACHUT, et. al, 1979, p.349). “Todos os levantamentos de detalhes topográficos desenvolvidos em um país ou região devem ser coordenados, isto é, devem estar relacionados a um único sistema de referência, ao sistema fundamental de coordenadas do país ou da região. Este sistema fundamental de coordenadas compõe-se das coordenadas geodésicas - latitude, longitude e altitude de precisão, determinados por processos geodésicos. Estas coordenadas (esféricas ou elipsoidais) são transformadas em coordenadas plano retangulares através da aplicação de um sistema de projeção” (CORDINI & LOCH, 1995, p.20).

Para toda operação topográfica, o princípio é ir do geral ao detalhe. Para zonas de grande extensão (em escala nacional), se estabelece primeiramente uma estrutura geodésica com o objetivo de cobrir o conjunto do território com uma rede de pontos fixos de igual precisão. Primeiramente esta rede possui uma malha muito ampla com uma grande distância entre os pontos. Em seguida e por etapas sucessivas vai se densificando a estrutura, aumentando desta forma, o número de pontos aproximando-os cada vez mais

entre si, até que a densidade de tais pontos permita apoiar comodamente o levantamento de detalhes topográficos. (TRUTTMANN, 1969, p.7)

Vejamos um exemplo de um levantamento de detalhes topográficos de uma parte da estrutura geodésica de referência da cidade de Fredericton:



**Figura 20:** Parte da estrutura geodésica de referência da cidade de Fredericton - Canadá.

BLACHUT et al. (1979, p.353), comentam que em levantamentos cadastrais, só são aceitáveis os levantamentos baseados em uma rede de referência permanentemente monumentada, caso contrário, o sistema é técnica e economicamente inadequado. A estrutura geodésica de referência é materializada pela Rede de Referência Cadastral Municipal cuja norma técnica encontra-se em vigor desde agosto de 1998, através da NBR 14.166 - Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento da ABNT. Esta norma compatibiliza os procedimentos para estabelecer a base para o apoio geodésico e topográfico para a normalização de todos os levantamentos topográficos, objetivando a amarração dos serviços de topografia, visando incorporá-los às plantas cadastrais em nível municipal e também de referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, implantação e acompanhamento de obras em geral.

Na estrutura da rede existe uma hierarquia de elementos para pontos planimétricos e altimétricos cuja precisão deve seguir os procedimentos da NBR 13.133/94, Execução de Levantamento Topográfico - Procedimento. Segundo a NBR 14.166/98, p.5, Rede de Referência Cadastral é a “rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinam a projetos, cadastros ou implantações e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planimétricas, materializados no terreno, referenciados a uma única origem (Sistema Geodésico Brasileiro - SGB) e a um único

sistema de representação cartográfica, permitindo a amarração e conseqüente incorporação de todos os trabalhos de topografia e cartografia na construção e manutenção da Planta Cadastral Municipal e Planta Geral do Município, sendo esta rede amarrada ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), fica garantida a posição dos pontos de representação e a correlação entre os vários sistemas de projeção ou representação”.

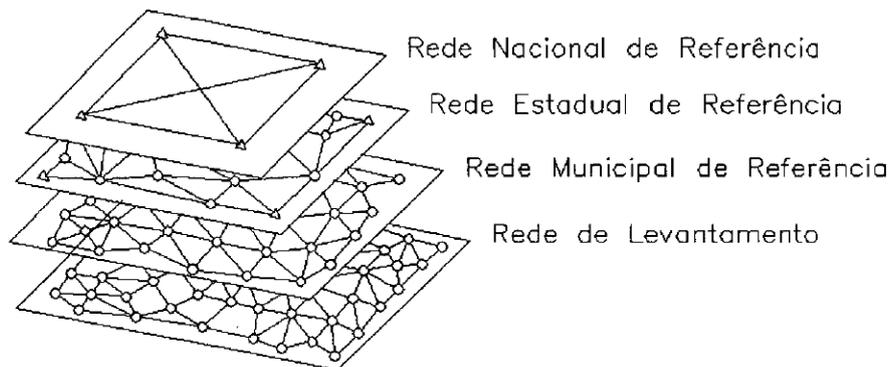
Um interessante trabalho foi apresentado no 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico - COBRAC, que se realizou em Florianópolis (SC), de 13 a 17 de outubro de 1996. Este trabalho versou sobre Rede de Referência Cadastral Municipal e foi elaborado pelo Grupo de Trabalho sobre Cadastro Municipal (GTCM), do Departamento de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco (DECart-UFPE), ROMÃO et al. (1996, p.III-412). Naquela ocasião, o grupo trabalhava na elaboração de propostas a serem encaminhadas à Comissão de Estudos da ABNT que no momento elaborava as normas para execução da rede de referência cadastral municipal, hoje NBR 14.166/98 - Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimentos.

Os assuntos apresentados naquele trabalho, representam o resumo dos resultados realizados pelo GTCM do DECart-UFPE, e possuem uma importante característica: o de ser gestado em meio acadêmico, livre de interesses econômicos ou de grupos isolados. Esse trabalho mostra também uma proposta muito interessante para a ordem hierárquica da rede com vima dinâmica de organização bem estruturada e de simples compreensão na definição de cada ponto da estrutura, trazendo inclusive a precisão relativa que cada ponto da rede deve possuir no final dos trabalhos.

Fazendo uma comparação com o escalonamento hierárquico dos elementos da rede de referência cadastral apresentado na NBR 14.166/98, observa-se que esta última é de interpretação confusa e de difícil entendimento das definições de seus elementos e para isso, basta verificar o item 5.13, p.10, da referida norma para tentar entender a definição de seus elementos. Por este motivo, será utilizado no desenvolvimento deste trabalho e para a “amarração” dos levantamentos que serão executados, a proposta GTCM do DECart-UFPE, ROMÃO et al. (1996, p.III-412), a qual, se mostra mais simples, objetiva e precisa na explicação dos elementos da rede de referência cadastral.

ROMÃO et al. (1996, p. III-412) preconizam que pontos-limite de propriedades e os pontos-limite de edificações devem ser conectados a uma estrutura geodésica de referência materializada no terreno, de forma hierarquizada até o nível de levantamento, constituindo-se na Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), que materializa o Sistema de

Referência de Medição (SRM) do Cadastro Municipal. Eles propõem uma hierarquização para os diversos seguimentos que compõe a RRCM, ou seja, partindo-se de uma Rede Nacional de Referência, são definidas a Rede Estadual de Referência, Rede de Referência Cadastral Municipal e a Rede de levantamento. A Rede Estadual de Referência acopla-se sem perda de geometria ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) (figura 21).



**Figura 21:** Ordem hierárquica das redes.

## Conceitos propostos pelo Grupo GTCM

### Ponto Nacional de Referência

Ponto pertencente ao Sistema Geodésico Brasileiro do SGB, implantado por tecnologia GPS. O conjunto destes pontos constitui a Rede Nacional de Referência.

### Ponto Estadual de Referência

Ponto pertencente ao SRM, implantado por tecnologia GPS, com precisão absoluta de +/- 1-3 cm. O conjunto dos Pontos Estaduais de Referência constitui a Rede Estadual de Referência.

### Ponto Municipal de Referência

Ponto do SRM, obtido por tecnologia GPS ou equivalente, com precisão relativa de +/- 3 cm. O conjunto destes pontos constitui a Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), que pode ser definida também como uma Rede Regional de Referência, caso a região a ser cadastrada não coincida com o limite municipal.

### Ponto de Levantamento

Ponto pertencente ao SRM, levantado por metodologia GPS ou equivalente, com precisão relativa de até +/- 3 cm. O conjunto de Pontos de Levantamento constitui a Rede de

Levantamento, que deve ser ajustada hierarquicamente à Rede de Referência Cadastral Municipal ou a Rede Estadual de Referência.

A Rede de Levantamento é o produto final do processo de densificação dos pontos e é geralmente estabelecida pelo método de poligonação, principalmente em áreas urbanas. (As linhas que unem os pontos da rede de levantamento, chamaremos de linhas de referência de medição).

### Ponto Limite de Propriedade

Ponto que identifica o limite da propriedade (lotes e glebas). Deve atingir precisão de +/- 3-5 cm relativa aos pontos da Rede de Levantamento. Os Pontos Limites de Propriedade são os elementos fundamentais da Carta Cadastral Municipal.

### Ponto Limite de Edificação

Ponto que identifica o limite da edificação. Esta ordem hierárquica é citada também por PHILIPS (1996, p. 11-177) que propõe uma ordenação aos diversos seguimentos que compõe a Rede de Referência Cadastral Municipal, da seguinte forma:

ORDEM	NOME DA REDE
1 <sup>a</sup>	Rede Nacional de Referência
2 <sup>a</sup>	Rede Estadual de Referência
3 <sup>a</sup>	Rede de Referência Cadastral Municipal
4 <sup>a</sup>	Rede de Levantamento
5 <sup>a</sup>	Pontos Limites de Lotes e Parcelas
6 <sup>a</sup>	Pontos Limites de Edificações

**Figura 22:** Tabela indicando uma proposta de ordem da rede.

Desde agosto de 1999, encontra-se implantada fisicamente e já com seus valores calculados e publicados, a Rede GPS de Alta Precisão do Estado de Santa Catarina. Sob responsabilidade do IBGE, esta rede pertence ao Sistema Geodésico Brasileiro e materializa a Rede Nacional de Referência.

### Materialização dos pontos da estrutura geodésica de referência

Na materialização ou marcação dos pontos da estrutura geodésica de referência, são usados vários tipos de materiais. Para a escolha do tipo de material a ser usado, BLACHUT et al. (1979, p. 11V) consideram os seguintes critérios:

- Estabilidade e permanência das marcas;
- Acessibilidade;
- Intervisibilidade a outros pontos.

Cada ponto após ter sido materializado no terreno, deverá ser referido por medição a pelo menos três testemunhos próximos (cantos de muros, cantos de edificações, interseções de meios-fios) localizados dentro de um raio de poucos metros do ponto. As distâncias são medidas com auxílio de trena e registradas em monografias elaboradas individualmente para cada ponto, indicando inclusive o tipo de material utilizado na sua confecção, o número, a ordem hierárquica a que pertence e a intervisibilidade a outros pontos da rede.

A estrutura geodésica de referência deve ser considerada como um bem público, de utilidade pública. Desta forma, a responsabilidade do estabelecimento, atualização e arquivamento dos documentos e dados deverá ser de responsabilidade de um órgão público. SILVA et al. (1998, p. 3/10) propõe a criação de um serviço oficial de levantamento de limites de propriedade tutelado pelo estado. Para países com forte tradição em cadastro, estatísticas mostram que a cada ano 5% a 10% dos pontos materializados no terreno, por diversos fatores são destruídos. Neste sentido, a manutenção da estrutura geodésica de referência inclui, dentre outros fatores não menos importantes, a frequente verificação contra possíveis danos (BLACHUT et al., 1979, p.117).

Este órgão público encarregado pela manutenção da estrutura geodésica de referência deverá também permitir o fácil acesso dos usuários aos arquivos de dados. Estes arquivos devem possuir no mínimo uma carta da unidade administrativa (município, por exemplo), contendo todos os pontos da estrutura geodésica de referência, incluindo sua numeração, ordem hierárquica, as linhas de intervisibilidade a outros pontos, a lista de coordenadas e a monografia de cada ponto.

Conforme a NBR 14.166/98, p.8, item 5.3, “Nas monografias dos pontos topográficos devem constar as suas amarrações para no mínimo três pontos bem definidos e identificáveis nas suas proximidades. No item 5.15.2, p.10, “A implantação e a manutenção da Rede de Referência Cadastral são de atribuição e de responsabilidade da administração municipal, através de um órgão gestor”

Todo este sistema somente terá êxito se os pontos da estrutura estiverem facilmente disponíveis em todas as partes da unidade administrativa, com informações atualizadas das coordenadas e se for de fácil acesso aos usuários (BLACHUT et al., 1979, p.210).

## Croqui de medição

O croqui de medição é o registro das medições em forma de desenhos e valores numéricos. Pode ser confeccionado parcialmente, antes da realização das medições e concluído durante a realização das mesmas, ou confeccionado apenas durante a realização das medições.

Já de acordo com BLACHUT et al., (1979, p.290), “Os croquis de medição descrevem as posições relativas dos pontos levantados e detalhes do terreno, complementados por valores numéricos de medições, nomes, números e outra informação de forma descritiva e simbólica a fim de constituí-lo em um documento completo de levantamento. No gabinete, o croqui é usado para traçar as cartas cadastrais e confeccionar os documentos de levantamento. Todas as informações devem ser assinaladas no croqui com a maior clareza possível, pois são informações permanentes que, no caso de levantamentos relativos à propriedade, podem também ter significado legal.”

A NBR 13.133, de maio de 1994, que normaliza a execução de levantamentos topográficos, define o croqui no seu item 3.6, p.2 da seguinte forma: croqui é o “esboço gráfico sem escala, em breves traços, que facilite a identificação de detalhes.”

No Brasil os técnicos de medições ficam livres para coletar os dados em campo a seu modo, simplesmente por não existir uma norma que os encaixe e nem de serem exigidos por qualquer órgão oficial como documentos técnicos originais. Deste modo, em levantamentos topográficos, os registros originais de levantamento sempre têm sido utilizados para representar principalmente a planimetria com um único objetivo, o de ajudar a desenhar em escala os dados numéricos e alguns esboços gráficos obtidos em campo pelo próprio profissional, dando origem às plantas topográficas. Após o desenho da planta topográfica estar concluído, os dados de campo (registros originais) são destruídos ou guardados pelo profissional por um pequeno período, geralmente sem critério e não tendo mais importância, pois o seu objetivo já foi alcançado.

A NBR 13.133/94 “Execução de Levantamento Topográfico - Procedimento” da ABNT, define o Croqui em seu item 3.6 (p.2) como sendo: “esboço gráfico sem escala, em breves traços, que facilite a identificação de detalhes.” Em seu item 5.21.2 (p .II), diz que: “Todos os elementos observados (ângulos, distâncias, altura do instrumento, altura do sinal, leituras nas miras e outros elementos que possibilitem os cálculos) devem ser registrados em cadernetas apropriadas de forma clara, ordenada, completa, precisa e impessoal. Além disso, ela deve conter croquis dos detalhes a representar, com indicação dos pontos visados

e medições complementares de distâncias destinadas a servir de verificação ou mesmo, para completar o levantamento.

A boa ordenação dos elementos colhidos no campo é indispensável aos cálculos e desenho correto e completo da planta que, normalmente, é efetuada por profissionais diferentes.” No item 7.4 (p.23), que trata da inspeção de levantamento topográfico, diz o seguinte: “No levantamento de detalhes devem ser inspecionados: a) aparelhagem e instrumental auxiliar; b) croqui com a identificação dos pontos, sua seleção e legibilidade; c) medições angulares com leituras conjugadas e no caso de leituras numa só posição da luneta, aplicação das correções de colimação e de PZ (ponto zenital); d) medições de distância com a verificação das discrepâncias relativamente às tolerâncias de controle.”

Em nenhum momento a Norma diz que os croquis e os registros dos valores numéricos de medição para inspeção, devem ser os originais de campo. Também não exige que devam ser arquivados e nem mostra exemplos de como os elementos dos croquis devem ser desenhados (que simbologia deve ser usada para a representação dos elementos) e como os valores medidos devem ser registrados (escritos). No entanto, em seu ANEXO A, mostra um exemplo de uma caderneta de campo em branco, como sugestão para uso.

Em um trabalho prático, alunos formandos do Curso Técnico em Agrimensura da Escola Técnica Federal de Santa Catarina, tiveram como tarefa executar o levantamento topográfico cadastral de alguns lotes situados próximos a Escola. Para isso, foram divididos em três grupos. Cada uma das três equipes recebeu um lote. Cada equipe era composta de quatro alunos. A cada equipe foi apresentado, através de uma folha impressa, um exemplar da NBR 13.133/94 que trata como os dados devem ser coletados em campo, o conceito sobre croqui, que itens devem ser coletado em campo, que dados são passíveis de inspeção. Também foi dado a eles o modelo de caderneta de campo, em branco. O objetivo deste trabalho foi o de testar a capacidade de padronização da norma, a fim de garantir a uniformidade dos registros coletados. A eficiência da Norma foi testada no momento em que os dados coletados em campo foram trocados entre as equipes de forma que uma equipe deveria gerar a planta da outra isto é, com os registros de campo da outra equipe. O resultado foi que a referida norma não garante a padronização dos registros coletados principalmente, no que se refere aos desenhos nos croquis dos detalhes levantados (linhas limites, cercas, muros, pontos levantados e outros), dificultando sobremaneira a execução da tarefa final.

### Caderneta de campo

Caderneta de campo é um documento destinado ao registro dos elementos numéricos (valores) das observações obtidas durante as diversas operações de levantamento. A seleção dos objetos a serem levantados por ocasião da medição depende da finalidade do emprego do levantamento. Quando o assunto se refere a questões de propriedades imobiliárias, o levantamento deve ter validade jurídica. Durante o registro, devem ser anotados os dados medidos, devem ser realizados os esboços ou croquis assim como pequenos cálculos de verificação para conferir os resultados, que normalmente permitem verificar em campo a necessidade de uma nova medição (CINTRA & VEIGA, 1998).

A importância do registro dos dados é enfatizada por diversos autores. McCORMAC (1991) apud CINTRA & VEIGA (1998) diz que nenhuma fase do levantamento é tão importante quanto o registro das coordenadas de campo; CINTRA (1993) apud CINTRA e VEIGA (1998) acrescenta que sua importância é tal que normalmente em ações demarcatórias, cujo procedimento está prescrito no Código do Processo Civil, exige-se a anexação de uma cópia das anotações de campo ao processo jurídico estabelecido. Ainda de acordo com CINTRA e VEIGA (1998), os registros dos dados coletados em campo podem ser divididos em dois grupos: os manuais, utilizando-se uma caderneta de campo e os que são realizados eletronicamente, através de alguma forma de registro digital, como é o exemplo dos coletores de dados. Segundo esses mesmos autores, “os croquis são desenhos feitos a mão, e funcionam como uma informação complementar às medidas efetuadas”.

### **Caderneta de campo manual**

A caderneta de campo é constituída normalmente por blocos de folhas impressas padronizadas, com tabelas, onde as medições são manualmente registradas, permitindo assim a organização dos registros dos valores medidos (coordenadas polares). Representa a forma mais antiga para o registro dos dados coletados. São documentos próprios de equipamentos da geração óptico-mecânica e tendem a cair em desuso com o advento dos instrumentos eletrônicos (CINTRA & VEIGA, 1998).

### **Caderneta eletrônica de campo**

Em decorrência da automação dos equipamentos para levantamentos, começou-se a pensar em uma forma de automatizar o registro dos dados coletados. Já na década de sessenta, começaram os primeiros testes neste sentido. Desde aquela época, esta automação evoluiu bastante. Hoje em dia, os equipamentos já possuem memórias internas

que permitem a gravação de centenas e até milhares de medidas, com vima rapidez muito superior aos sistemas antigos (CINTRA & VEIGA, 1998).

As medidas de campo devem ser registradas sistematicamente, isto é, ser organizadas, padronizadas, conter a ligação e a continuidade entre croquis adjacentes, utilizando formulários e cadernetas adequadas para posterior processamento dos dados.

As observações de campo devem ser anotadas em formulários específicos, dando origem aos registros de campo. Os registros de campo dão origem aos originais de levantamento. Dependendo do método de levantamento utilizado, se empregam diferentes tipos de registros de campo e podem ser divididos em: registros gráficos (croqui de medição) e tabela de valores (caderneta de campo).

## **INSTRUMENTOS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL**

### **Visão geral dos métodos de levantamento topográfico cadastral**

São vários os métodos convenientemente utilizados para a definição de limite de propriedades. Entre eles existem os métodos clássicos, os fotogramétricos e ultimamente, o método GPS. Num futuro bem próximo se acrescentará ainda, o método dos sistemas inerciais, que no momento, já proporcionam precisões consideráveis (PHILIPS, 2000). Para o propósito deste trabalho serão estudados especificamente os métodos clássicos de levantamento topográfico cadastral, particularmente convenientes para a determinação de uma lista de detalhes do terreno, tais como limites, edificações, cercas, muros e árvores. São eles: método de alinhamento, método ortogonal e método polar.

No levantamento de detalhes, devem ser registrados no croqui, de maneira aproximada, os elementos de maior interesse ao levantamento. Neste caso, por ser um levantamento topográfico cadastral, os elementos de maior importância são as edificações e os limites de propriedades. Também devem ser registrados outros elementos como: linhas de referência de medição, outros pontos a serem medidos, assim como outros detalhes não menos importantes.

Ao longo das linhas de referência de medição são indicados alguns valores numéricos medidos assim como a marcação dos pontos medidos. Cada ponto medido deve ser assinalado com o sinal apropriado para a identificação destes ao longo da linha.

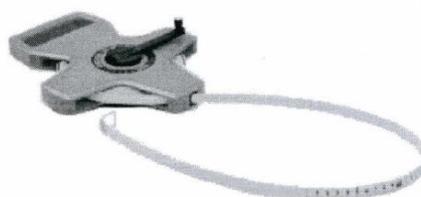
Depois, indica-se a direção aproximada do norte através de uma seta e se acrescentam apontamentos complementares ou de direito como o nome da localidade, das ruas, os números das casas, etc. Finalmente o responsável pela medição registra a data e a assinatura assumindo desta maneira, toda a responsabilidade pela medição.

Cada ponto de interesse medido, terá um número registrado no croqui que será o seu correspondente (mesmo número) registrado através de coordenadas polares ou plano-retangulares na caderneta de campo, em formulários de papel ou coletor eletrônico de dados.

Cada método possui características próprias de confecção de croqui e de anotação dos valores numéricos medidos em campo. Deve-se analisar a situação de cada ponto de modo que para o seu levantamento seja aplicado o método que melhor convir, observando critérios como precisão, vizinhança, economia e rapidez. O resultado disso, é que em um levantamento nunca é aplicado somente um único método. Nesse sentido, para que possa haver uma melhor compreensão, serão demonstrados os três métodos de medição individualmente e tomar-se-á como base para a representação do croqui e dos valores numéricos para cada método o mesmo objeto.

### Instrumentos para o método de alinhamento

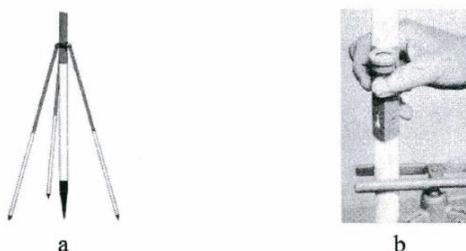
Os instrumentos de medida utilizados para o **método de alinhamento** são compostos basicamente de **trenas métricas** (figura 4) e **balizas de alinhamento**; estas últimas são geralmente de metal, seção circular, com comprimento de 2 m, pintadas em divisões de 50 cm alternadamente em branco e vermelho e divididas em duas seções que são rosqueadas no momento de ser usadas.



**Figura 23:** Trena métrica.



**Figura 24:** Baliza de alinhamento.



**Figura 25:** a) Suporte para baliza e b) detalhe de um prumo de cantoneira.

### Instrumentos para o método ortogonal

Os instrumentos de medida que são usados para este método, são os mesmos utilizados para o método do alinhamento, acrescidos de um instrumento denominado **esquadro de prisma**. É um instrumento pequeno, constituído de prismas de vidro lapidados, que se emprega em conjunto com um **prumo de cordão** ou com um **prumo de bastão**.

Conforme WITTE & SCHMIDT (1995, p. 186), existem três tipos esquadros de prismas:

- Prisma de três lados ou de *Bauernfeind*;
- Prisma de quatro lados ou de *Wollaston*;
- Prisma pentagonal (cinco lados).



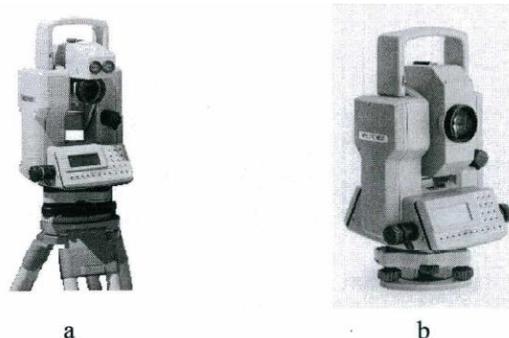
**Figura 26:** Prisma pentagonal duplo.



**Figura 27:** a) Prumo de cordão e b) prumo de bastão.

### Instrumentos para o método polar (irradiação)

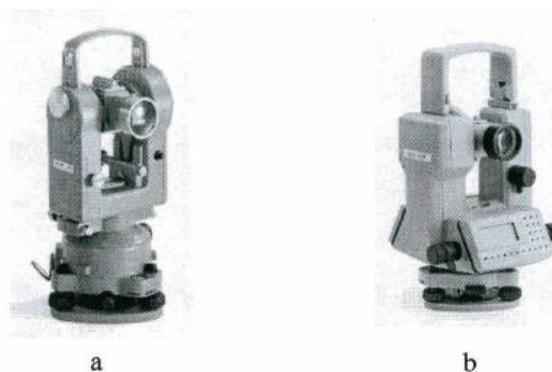
Para aplicação deste método deve-se dispor principalmente de um instrumento para medir ângulos (teodolito) e de um instrumento para medir distâncias (trenas, distanciômetros eletrônicos). A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como consequência o surgimento de novos instrumentos chamados de taqueômetros eletrônicos, ou também conhecidos como estações totais - teodolitos eletrônicos digitais com distanciômetros eletrônicos incorporados e montados num só bloco.



**Figura 28:** a) Teodolito e distanciómetro e b) estação total.

Para operar o teodolito é necessário primeiramente calar o instrumento, ou seja, estacioná-lo de maneira a ter o seu eixo principal coincidente com a posição vertical. Para a calagem do teodolito utiliza-se dois níveis de bolha. Um nível esférico localizado sobre a base nivelante do instrumento e que serve para colocar o seu eixo principal aproximadamente na vertical, e um nível tubular, que é mais sensível, localizado na alidade e que serve para efetuar a calagem final.

Existem basicamente dois tipos de teodolitos: os aparelhos tradicionais que são os **teodolitos ótico-mecânicos** e os aparelhos modernos, chamados de **teodolitos eletrônicos**.



**Figura 29:** a) Teodolito ótico mecânico e b) teodolito eletrônico.



## VOCÊ SABIA?

### *Algumas relações da topografia*

#### Topografia e Geodésia

Topografia é basicamente a descrição minuciosa de um trecho da Terra contendo informações de todos os detalhes existentes como estradas, casas, montes, vales, rios, etc.

Ela faz parte da Geodésia, que é a Ciência que tem por objetivo determinar a forma e a dimensão da Terra.

#### Topografia e Cartografia

É importante notar que a topografia está intimamente associada com a Cartografia, sendo ela que viabiliza a confecção de mapas físicos. Basta pensar que para um viajante na antiguidade não bastaria saber onde terminavam as fronteiras de cada território, mas também era necessário conhecer as montanhas, depressões e outros, sendo assim o viajante poderia traçar uma rota mais adequada para o seu destino.

Muitas das ferramentas usadas por construtores e topógrafos da antiguidade ainda são usadas até os dias atuais em construções: Corda de 81 nós, prumo, nível. Algumas não mais se tornaram necessárias, como a corda com nós equidistantes que hoje é facilmente substituída por uma trena, mas o princípio é o mesmo de qualquer outro instrumento de medida.

#### Topografia e o GPS

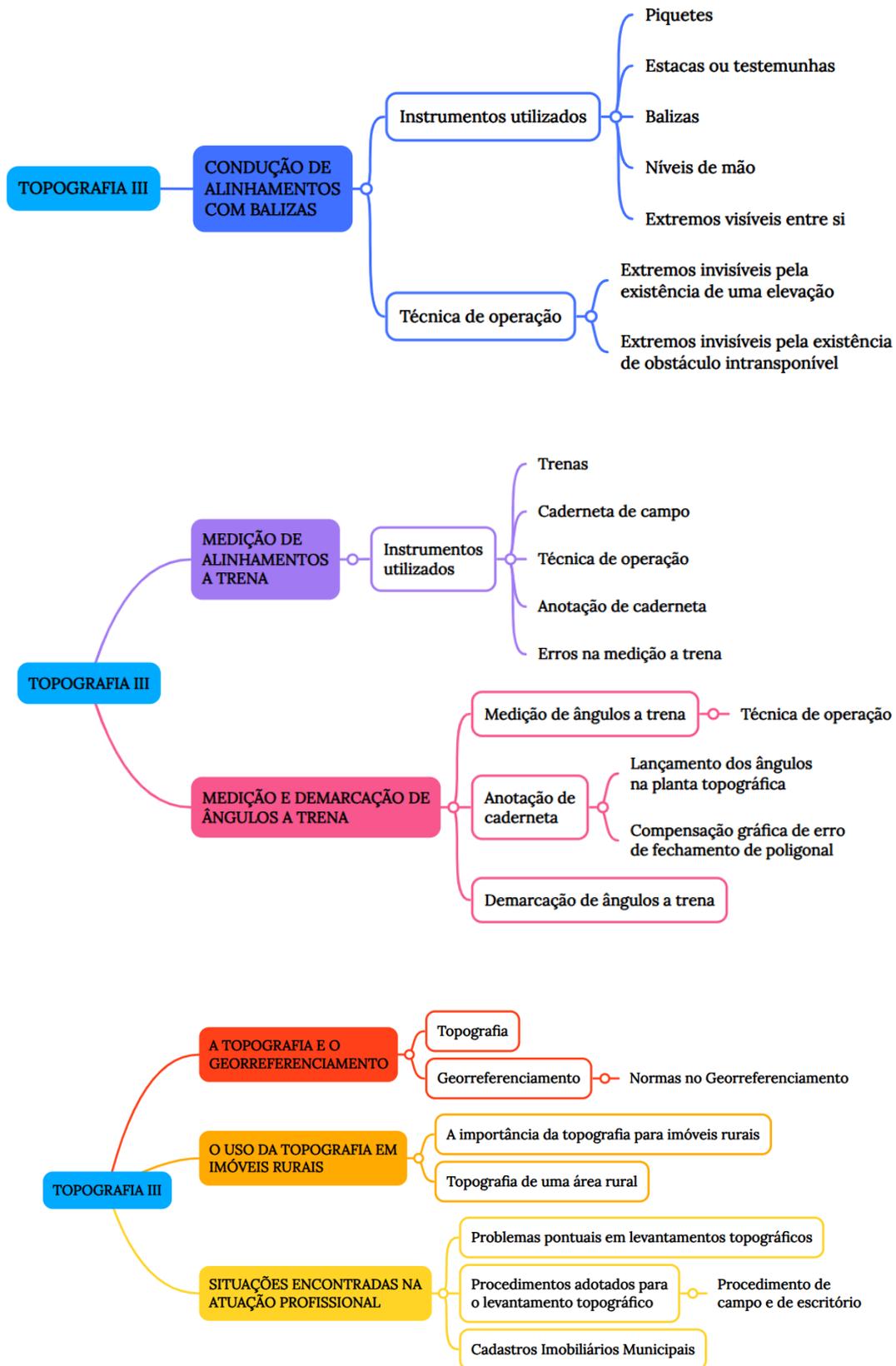
Entre as grandes inovações para a topografia estão o uso do GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global), que depende de informações topográficas para ser corretamente alimentado, mas também pode facilitar bastante o trabalho dos topógrafos com os dados já acumulados ali.

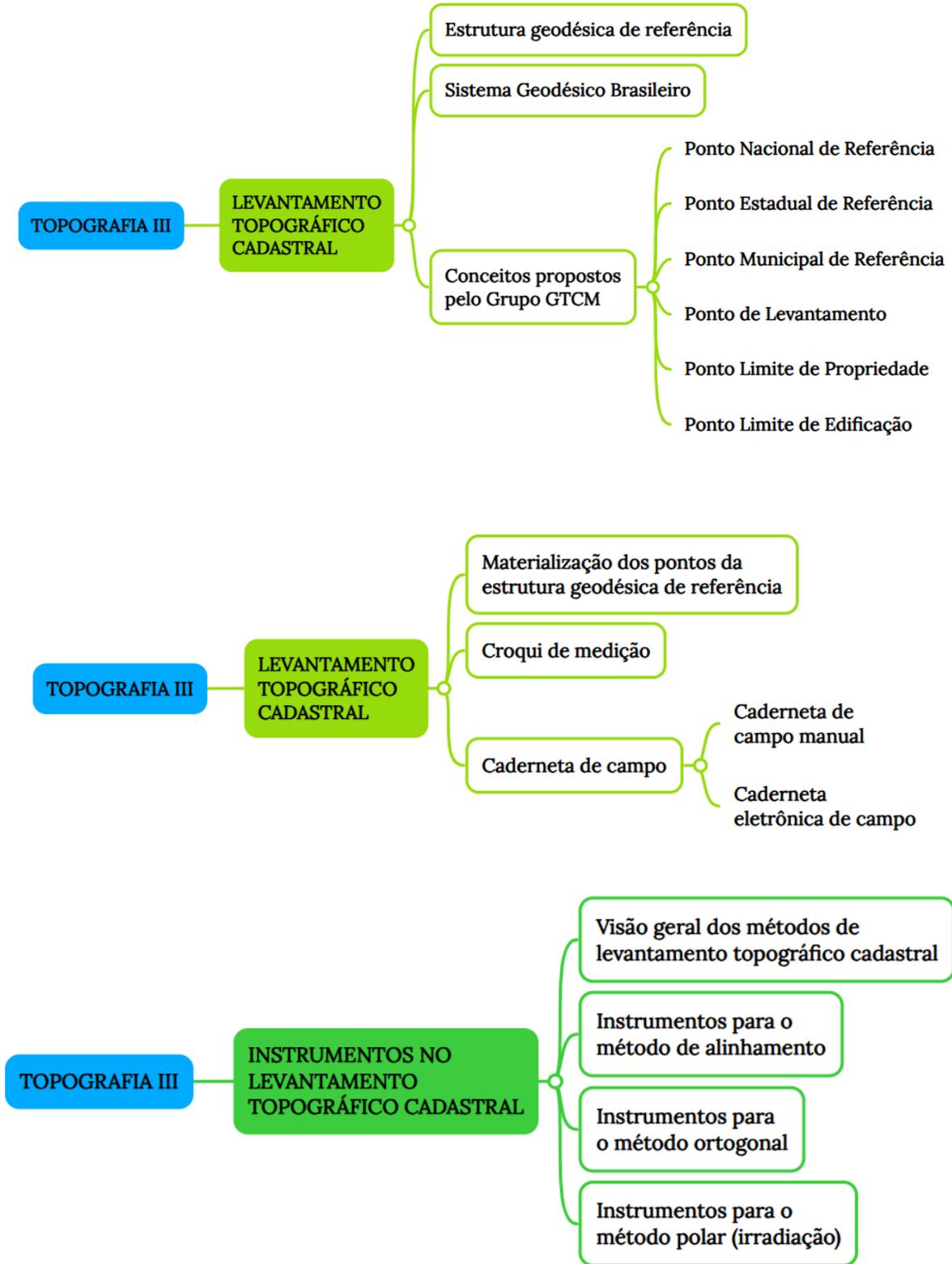
#### Aplicações da Topografia

- Construção civil (edifícios, pontes, viadutos, túneis, etc);
- Urbanismo (loteamento, parcelamento do solo, etc);
- Geologia;
- Oceanografia;
- Mapeamento topográfico e cartográfico;
- Medição de propriedades rurais e urbanas;
- Entre outras.

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO





## SÍNTESE DIRETA

### 1. INTRODUÇÃO

- Definição de alinhamento e poligonal.
- Materialização de pontos no terreno (piquetes, balizas, estacas).
- Uso da trena para medições diretas de distâncias.
- Importância da baliza na demarcação de pontos e alinhamentos.

### 2. CONDUÇÃO DE ALINHAMENTOS COM BALIZAS

- **Instrumentos utilizados:**
  - ✓ Piquetes: pequenos postes de madeira para marcar pontos no terreno.
  - ✓ Estacas/testemunhas: estacas maiores para facilitar futuras localizações.
  - ✓ Balizas: hastes metálicas ou de madeira para marcações temporárias.
  - ✓ Níveis de mão: usados para manter a verticalidade das balizas.
- **Técnica de operação:**
  - ✓ Procedimentos para alinhamento de pontos visíveis.
  - ✓ Métodos para alinhamento quando há obstáculos ou elevações no terreno.

### 3. MEDIÇÃO DE ALINHAMENTOS A TRENA

- **Instrumentos utilizados:**
  - ✓ Tipos de trenas (fibra de vidro, aço, invar).
  - ✓ Caderneta de campo para anotações.
- **Técnica de operação:**
  - ✓ Balizamento da direção e posicionamento correto da trena.
  - ✓ Procedimentos para garantir medidas exatas.
- **Principais erros na medição:**
  - ✓ Desvios do alinhamento.
  - ✓ Catenária na trena (deformação pelo próprio peso).
  - ✓ Falta de horizontalidade da trena.
  - ✓ Dilatação térmica da trena.
  - ✓ Elasticidade e distensão da trena.

### 4. MEDIÇÃO E DEMARCAÇÃO DE ÂNGULOS A TRENA

- **Medição de ângulos:**

- ✓ Formação de triângulos e uso da Lei dos Cossenos para cálculo de ângulos.
- ✓ Lançamento de ângulos na planta topográfica.
- ✓ Compensação gráfica de erro de fechamento de poligonal.
- **Demarcação de ângulos:**
  - ✓ Uso da trena para marcar ângulos retos e outros valores específicos.

## 5. A TOPOGRAFIA E O GEORREFERENCIAMENTO

- **Topografia:**
  - ✓ Ciência que estuda a representação gráfica do relevo e feições do terreno.
  - ✓ Relação com Geodésia e Cartografia.
  - ✓ Uso do GPS como ferramenta moderna na topografia.
- **Georreferenciamento:**
  - ✓ Processo de atribuir coordenadas a um mapa ou terreno.
  - ✓ Importância para a regularização de imóveis rurais e legislação vigente.
  - ✓ Certificação pelo INCRA e Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR).

## 6. O USO DA TOPOGRAFIA EM IMÓVEIS RURAIS

- **Importância da topografia:**
  - ✓ Definição precisa dos limites das propriedades.
  - ✓ Redução de disputas territoriais.
  - ✓ Atendimento às exigências do INCRA.
- **Topografia de uma área rural:**
  - ✓ Processo legal e exigências normativas.
  - ✓ Consequências do não cumprimento dos prazos estabelecidos.
- **Situações encontradas na prática profissional:**
  - ✓ Problemas na padronização de levantamentos topográficos.
  - ✓ Dificuldade na compatibilização de limites de propriedades.
  - ✓ Erros em registros cartográficos e cadastrais.

## 7. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL

- **Estrutura geodésica de referência:**
  - ✓ Sistema Geodésico Brasileiro.
  - ✓ Definição de pontos de referência nacional, estadual e municipal.

- ✓ Materialização dos pontos e documentação (croquis e cadernetas de campo).
- **Instrumentos utilizados:**
  - ✓ Métodos de levantamento (alinhamento, ortogonal e polar).
  - ✓ Equipamentos adequados para cada método.

### MOMENTO QUIZ

**1. Piquetes, Estacas, Balizas e Níveis de mão são exemplos de:**

- a) Instrumentos utilizados para alinhamentos com trenas.
- b) Instrumentos utilizados para alinhamentos com teodolitos.
- c) Instrumentos utilizados para alinhamentos com balizas.
- d) Instrumentos utilizados para alinhamentos com fitas.
- e) Instrumentos utilizados para alinhamentos com bússolas.

**2. Trensas e Caderneta de campo são exemplos de:**

- a) Instrumentos utilizados para alinhamentos com trenas.
- b) Instrumentos utilizados para alinhamentos com teodolitos.
- c) Instrumentos utilizados para alinhamentos com balizas.
- d) Instrumentos utilizados para alinhamentos com fitas.
- e) Instrumentos utilizados para alinhamentos com bússolas.

**3. Qual das alternativas NÃO corresponde a um exemplo de erro na medição a trena?**

- a) Desvio do alinhamento.
- b) Catenária ou barriga.
- c) Falta de horizontalidade da baliza.
- d) Dilatação térmica da trena.
- e) Elasticidade e distensão da trena.

**4. Qual das alternativas abaixo representa um dos principais desafios enfrentados na execução de levantamentos topográficos cadastrais?**

- a) A impossibilidade de determinar coordenadas precisas com equipamentos modernos.
- b) A necessidade de compatibilização de limites de propriedades vizinhas em um sistema de coordenadas único.
- c) O fato de que os levantamentos só podem ser realizados por meio de medições indiretas.
- d) A inexistência de legislação que regulamente a execução de levantamentos para georreferenciamento.

**6. Sobre a medição de distâncias com trena, assinale a alternativa CORRETA:**

- e) A catenária formada pelo peso da trena não interfere na precisão da medição.
- f) A elasticidade da trena pode causar erro para mais na medição, aumentando a distância real.
- g) A falta de verticalidade das balizas pode comprometer a precisão das medições.
- h) O erro devido à dilatação térmica da trena pode ser desprezado independentemente do material da trena.

**Gabarito**

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	C
2	A
3	C
4	B
5	C

**Referências**

- COMASTRI, José Aníbal & JUNIOR, Joel Gripp. Topografia aplicada – Medição, divisão e demarcação. Viçosa: Editora: UFV, 2003.
- LOCH, Carlos & CORDINI, Jucilei. Topografia contemporânea: Planimetria. 2ª ed. Rev., Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.
- BORGES, Alberto de Campos. Exercícios de topografia. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.
- COMASTRI, José Aníbal. Topografia Planimetria. 2ª ed. Viçosa: Editora: UFV, 1992.
- ESPARTEL, L. Curso de Topografia. Rio de Janeiro: Globo, 1985.
- GARCIA, Gilberto José & GERTRUDES, C. R. Piedade. Topografia aplicada às ciências agrárias. 5ª ed. São Paulo: Nobel, 1984.
- Mc CORMAC, Jack C. Topografia. Tradução Daniel Carneiro da Silva; revisão técnica Daniel Rodrigues dos Santos, Douglas Corbari Corrêa, Luis Felipe Coutinho Ferreira da Silva. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- Topografia Geral. Tradução Luis Felipe Coutinho Ferreira da Silva, Douglas Corbari Corrêa. 4ª ed., Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- GODOY, Reinaldo. Topografia Básica. Piracicaba: FEALQ, 1988.
- BORGES, A.C. Topografia. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1977.
- SEIXAS, José Jorge de. Topografia. vol 1. UFPE, 1981.

SILVEIRA, Luiz Carlos da. Apostila Cálculo de Cadernetas. 1985.

SOARES, Major Sérgio Monteiro. Curso Teoria e Prática do GPS. Centro de Aperfeiçoamento dos Profissionais de Topografia. 1986.

BORGES, Alberto Campos. Topografia Aplicada a Engenharia Civil. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, Vol. 1, 2008.

ERBA, D.A. (2005). Topografia para Estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia. Editora Unisinos. Segunda Reimpressão.



**OBRIGADO!**  
CONTINUE ESTUDANDO.



Ineprotec