

VIII - DESENHO TOPOGRÁFICO

Carlos Augusto Uchôa da Silva

A insaciável necessidade humana de conhecer e descrever de forma detalhada total ou parcialmente a Terra com suas formas e grandezas resultou no surgimento da Astronomia, da Geodésia, da Fotogrametria, do Sensoriamento Remoto, do Posicionamento por Satélites e da Topografia. Os dados obtidos por intermédio dessas ciências contribuem para que, como produto final, sejam geradas figuras representativas em dimensão e posição da superfície terrestre ou de parte dela. A figura em questão é denominada de mapa, carta ou planta de uma determinada região e sua execução leva ao desenho cartográfico, do qual o desenho topográfico faz parte.

O próprio substantivo “Topografia” traz consigo a idéia e a necessidade de descrever, e nada melhor do que usar a linguagem cartográfica para efetuar a descrição da área levantada. O esboço ou “croqui” que acompanha de forma inseparável quase todos os levantamentos topográficos é um recurso fundamental. Seja qual for o tipo de medição que se execute, nunca se deve desprezar um esboço bem feito do objeto medido. Isto acontece de forma tão natural, que muitos profissionais chegam a afirmar que: sem um bom “croqui” não se pode fazer um levantamento topográfico confiável.

Mesmo desconsiderando o exagero de tal afirmação, os que labutam na Topografia sabem que também é verdade que um esboço bem feito é fonte permanente de consulta e elucidação durante a fase de cálculo, ajustamento e representação gráfica do levantamento. O croqui funciona como a memória gráfica da atividade executada. Atualmente, além da forma tradicional, existem também diversos recursos, tais como o uso de cadernetas eletrônicas, o uso de bibliotecas digitais, *palmtops* e *laptops*, que de diversas formas podem desempenhar o mesmo papel do esboço tradicional.

A intenção deste capítulo é, em primeira instância, fazer com que a Topografia seja compreendida de forma ampla, de tal sorte que levantamentos topográficos possam ser expressos graficamente com a maior fidelidade e inteligibilidade possíveis. Não se pretende aqui entrar na seara da Engenharia Cartográfica, mas na interface desta com a Engenharia Civil. Assim sendo, não se pode prescindir do bom entendimento de conceitos cartográficos básicos.

“Croqui é um esboço gráfico sem escala definida, em breves traços, que facilita a identificação de detalhes” - ABNT - NBR 13133 (1994). A mesma norma define desenho topográfico como “peça gráfica realizada a partir do original topográfico, sobre base transparente, dimensionalmente estável (poliéster ou similar), quadriculada previamente, em formato definido nas NBR 8196, NBR 8402, NBR 8403, NBR 10068, NBR 10126, NBR 10582 e NBR 10647, com área útil adequada à representação do levantamento topográfico, comportando, ainda, moldura e indicadores segundo modelo definido pela destinação do levantamento”.

Todas as normas citadas anteriormente se preocupam com as nuances do desenho, tais como: o emprego de escalas, caracteres para escrita, tipo e largura de linhas, leiaute e dimensões de folhas, apresentação de folhas e terminologia para o desenho técnico.

O conceito de desenho topográfico tende a ampliar-se bastante em função do aprimoramento de recursos computacionais, de hardware e software, que vão desde o aumento da capacidade de memória e velocidade do processamento computacional até o desenvolvimento de poderosos aplicativos de processamento de dados topográficos, edição e desenho.

Os procedimentos básicos do desenho topográfico necessitam de conhecimentos de Topografia e Geometria. Enquanto a Cartografia remete-se a diferentes sistemas de projeção, o desenho topográfico quase sempre utiliza a projeção cotada exata.

8.1 - Escala

Em mensuração o termo escala é utilizado com ou sem a adição de adjetivos que lhe conferem significados diversos. No contexto da Topografia, escala é conceituada como a relação entre as dimensões dos elementos representados graficamente e suas correspondentes dimensões na natureza. Assim, a escala pode ser indicada por meio de uma relação matemática entre medidas. No exemplo apresentado na Figura 8.1, a escala numérica indica que para cada 1 m de desenho ter-se-ão 500 m em tamanho real.

Existe ainda um problema a ser contornado: se, por exemplo, for feita uma cópia xerográfica ampliada ou reduzida à relação de 1/500 descrita na escala numérica, perde a validade. Uma possibilidade de solucioná-lo é utilizar uma representação gráfica da escala numérica sob a forma de dupla linha graduada, onde se acham representadas distâncias do terreno. Ou seja, cada valor medido na planta de igual comprimento ao da escala gráfica terá o mesmo valor, ainda que se reduza ou amplie a imagem. Desde que seja feito de forma homogênea, isto é, mesmas deformações na horizontal e vertical do papel.

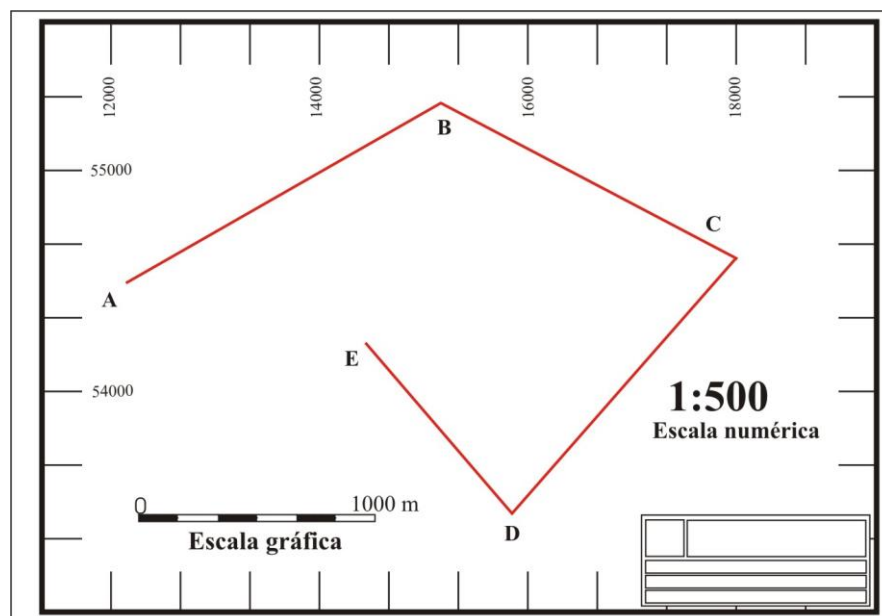


Figura 8.1 – Representação das escalas numérica e gráfica

Exemplificando:

Em uma planta topográfica mediu-se o comprimento de um alinhamento de 45 cm e a indicação numérica da escala do desenho é de 1:10.000. Qual a medida em metros deste alinhamento em tamanho real?

Resolução:

Inicialmente deve-se fazer uma conversão de unidades. O alinhamento foi medido em centímetros, logo ele possui 0,45 m.

Deve-se aprender a interpretar um valor de escala indicado. Neste exemplo, 1:10.000. Isto significa que cada metro de desenho representa 10 quilômetros em tamanho real. Assim, para determinar quanto mede em tamanho real 0,45 m, basta fazer uma regra de três simples:

$$\begin{array}{l} 1\text{ m} \Rightarrow 10000\text{ m} \\ 0,45\text{ m} \Rightarrow x \end{array} \quad \text{Então, } x = \frac{0,45 \cdot 10000}{1} = 4500\text{ m}$$

Finalmente, um alinhamento que no desenho mede 45 cm na escala de 1:10.000, em tamanho real mede 4500 m.

A notação de escala numérica pode ser representada por maneiras tais como: 1:10.000 ou 1/10.000. Entretanto, todas as notações indicam a relação de dependência entre as dimensões do desenho (numerador) e reais (denominador).

Exemplificando:

A situação inversa seria descobrir, por exemplo, quantos centímetros são necessários para representar uma cerca de 1 m de comprimento na escala 1/500?

Resolução:

Sabe-se que: $1\text{ m} \Rightarrow 500\text{ m}$. Assim, $\frac{1\text{ m}}{500\text{ m}}$, onde: $0,002\text{ m} \Leftrightarrow 1\text{ m}$. Ou seja, um metro em escala real é representado graficamente por dois milímetros na escala 1/500.

A NBR 8196, que versa sobre o emprego de escalas em desenho técnico, afirma que a escala a ser adotada em um determinado desenho depende do grau de complexidade do desenho e da finalidade dessa representação. Uma restrição é que a escala selecionada deve ser suficientemente grande para permitir uma interpretação fácil e clara das informações representadas. A escala e o tamanho do elemento em questão definem o formato da folha para o desenho.

8.2 - Mapa, Carta e Planta

Já definido o significado de escala e as formas mais utilizadas de representá-la, cabe agora discorrer acerca do uso de alguns termos e definições que, segundo alguns autores, dependem dentre outras coisas da

escala na qual estão representados, tais como mapa, carta e planta.

A palavra mapa tem origem africana e carta, origem egípcia, mas em ambos o significado refere-se ao material no qual a comunicação gráfica se manifestava. No Brasil, os dois significados se confundem e os conceitos de mapa e carta estão intimamente ligados à escala na qual estão representados (LOCH; CORDINI, 1995).

Freqüentemente ocorre uma confusão nas definições de planta topográfica com carta ou mapa topográfico. Apesar de ambos serem representações gráficas, a escala é a grande diferença. Cartas ou mapas são feitos em escalas pequena ou média. Isto significa que se pode representar completamente a Terra ou grande parte dela, motivo pelo qual não pode ser desconsiderada a curvatura da Terra. Já a planta, que é um sinônimo de plano, representa uma região de dimensões reduzidas, na qual a curvatura da Terra pode ser negligenciada.

De acordo com FONSECA (1977), mapa é uma representação de grande extensão do terreno, país ou continente, desenhada, por motivos óbvios, em escalas pequenas, como, por exemplo, “o mapa do Brasil”, e relaciona-se mais com o desenho cartográfico.

A carta representa regiões menores do que os mapas, podendo, contudo, abranger até dezenas de graus geográficos. Desenhada em escalas médias (exemplo: “Carta do estado do Pará”), refere-se tanto ao desenho cartográfico quanto ao desenho topográfico. Já a planta abrange regiões ainda menores, contendo distâncias inferiores a um grau, o que representa áreas menores que um quadrado com 10 km de lado; exemplo: planta do distrito de Icoaraci-Belém-Pará. Assim, o desenho é topográfico, já que a área representada pode ser considerada plana, sem que se incorra em erros consideráveis.

Percebe-se que não existe consenso sobre os limites em termos de escala e definições para mapa e carta no Brasil, apesar de a NBR 13133/1994 não fazer distinção alguma entre mapa e carta, tratando-os como sinônimos e não fixando limites em termos de escala. Afirma que um mapa ou carta pode constituir-se numa representação básica de detalhes terrestres, destacando ou generalizando detalhes específicos em escalas pequenas e médias, respectivamente.

Em relação à planta, a NBR13133 /1994 define-a como a representação gráfica de uma parte limitada da superfície terrestre, projetada sobre um plano horizontal local, em escalas maiores do que 1:10.000, utilizada para fins específicos, onde se desconsidera a curvatura terrestre e possuindo um erro máximo admissível de graficismo na elaboração do desenho topográfico de 0,2 mm, o que equivale a duas vezes a acuidade visual humana.

A planta topográfica pode ainda carregar alguns adjetivos de acordo com a forma como é representada. Diz-se que uma planta é analógica quando é representada por meio de uma ou mais grandezas físicas, variando de maneira contínua. Um exemplo pode ser uma distância medida com um escalímetro sobre uma planta executada em papel ou poliéster.

Já a planta topográfica digital é uma representação gráfica de parte da superfície terrestre, que utiliza um conjunto de dígitos, ao invés de marcas numa escala, para mostrar informações numéricas. Além disso, pode variar de maneira discreta ou contínua diferente do analógico. Como exemplo pode-se pensar numa

planta topográfica analógica que foi convertida para a forma digital por meio de um scanner ótico ou num arquivo vetorial construído através de uma mesa digitalizadora. Obviamente, a qualquer momento, uma planta digital pode ser impressa em papel ou poliéster, de forma a se obter uma planta topográfica analógica.

8.3 - O traçado de alinhamentos

Os alinhamentos relacionados ao levantamento topográfico, sejam eles parte de uma poligonal e/ou irradiações, podem ser traçados de acordo com a conveniência e objetivos do desenho a partir dos dados coletados em campo, supostamente calculados e ajustados. Quer seja o desenho executado pelas técnicas convencionais ou assistido por computador, existem duas formas diferentes para execução do traçado: coordenadas plano-retangulares e coordenadas polares planas (FONSECA, 1977).

As coordenadas plano-retangulares ou simplesmente coordenadas planas referem-se a um sistema de coordenadas em um plano horizontal, que descreve a posição de pontos a partir de distâncias perpendiculares a dois eixos ortogonais, em regra formados por um meridiano e um paralelo. Um exemplo didático do desenho por meio de coordenadas planas pode ser visto na Figura 8.2.

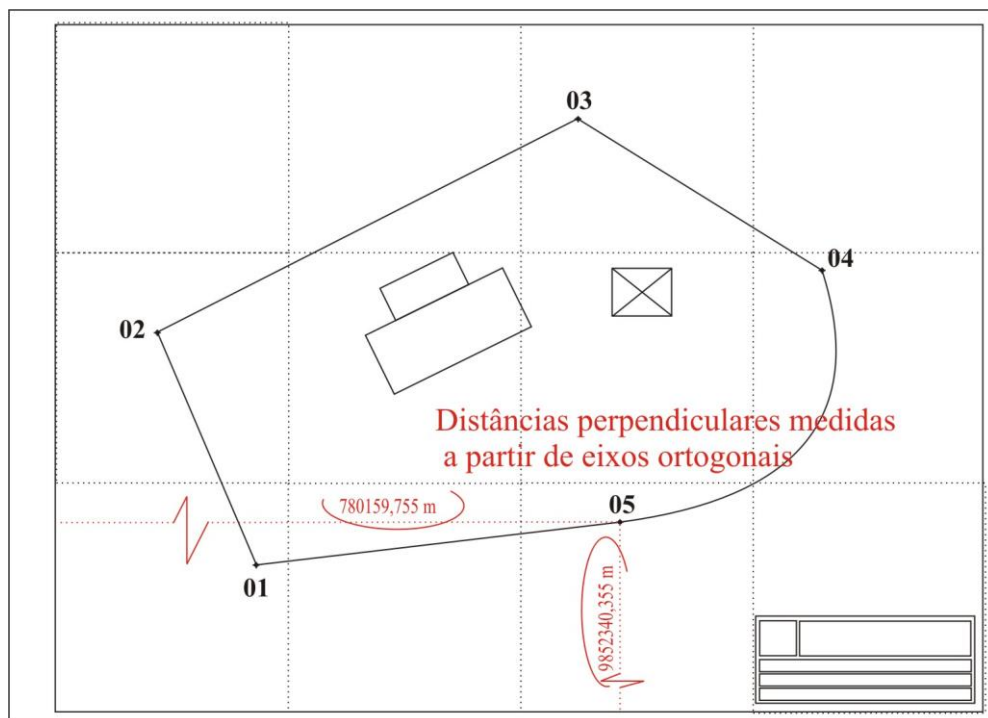


Figura 8.2 – Desenho por meio de coordenadas planas

As coordenadas polares planas são de entendimento mais direto, uma vez que podem ser representadas graficamente da mesma forma como são medidos os alinhamentos no campo. É um sistema de coordenadas em que os pontos estão sobre um plano horizontal e suas posições são definidas pela distância a que se encontra de um ponto já determinado e pela direção a partir de onde deve ser contada essa distância. Na Figura 8.3 é apresentado um exemplo didático da forma de desenho por meio de coordenadas polares.

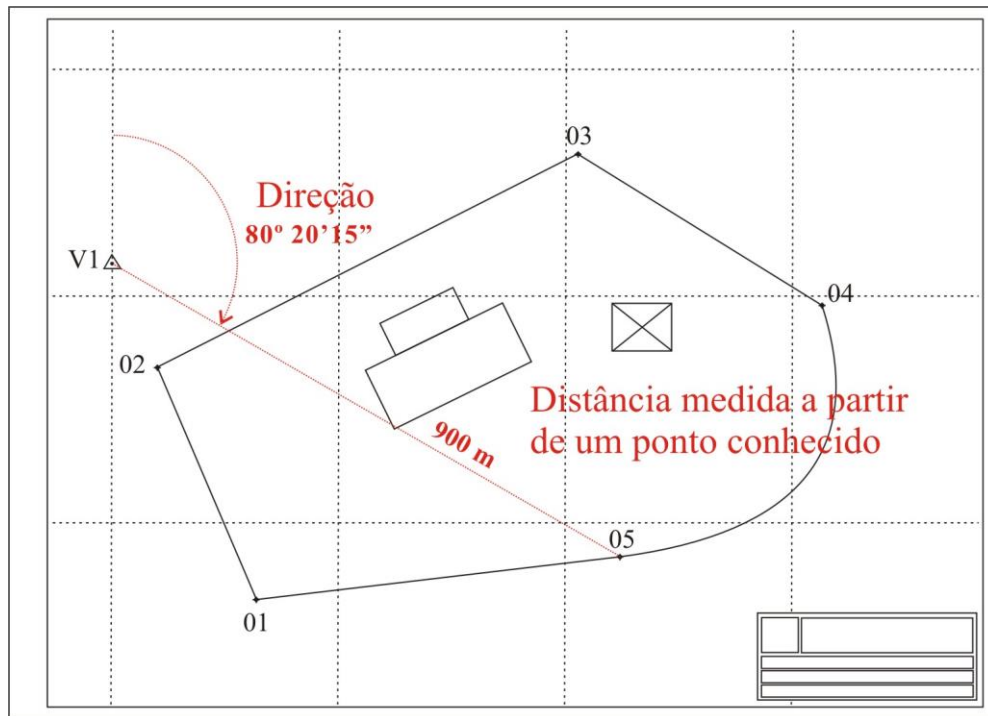


Figura 8.3 – Desenho por meio de coordenadas polares

8.4 - *Curvas de nível*

Em 1777, o matemático inglês Charles Hutton criou uma representação do relevo chamada de curva de nível, que é a linha imaginária que une todos os pontos do terreno que possuem a mesma altitude, acima ou abaixo de uma superfície de referência, conhecida geralmente como nível médio do mar. A curva de nível também pode ser chamada de curva altimétrica (OLIVEIRA, 1983).

FONSECA (1977) conceitua de uma forma mais prática, afirmando que curva de nível é a interseção do solo com um plano horizontal de altitude ou cota conhecida. Um exemplo que pode ser utilizado está representado na Figura 8.4.

Para facilitar a leitura das plantas, pode-se representar algumas curvas de nível com um traço mais grosso, como, por exemplo, as curvas com terminações em zero. Assim, as curvas terminadas em cinco, por exemplo, seriam desenhadas com o traço fino. As curvas de nível podem ainda apresentar-se fechadas, como no caso da Figura 8.4, ou abertas, como representação de um relevo que ultrapassa os limites representados no desenho.

Apesar da Figura 8.4 ilustrar apenas o caso de elevação, a representação de uma depressão lhe é similar em tudo, com exceção apenas no sentido de crescimento das cotas, que é exatamente o inverso do que ocorre com as elevações.

O aumento da proximidade das curvas indica que o terreno representado por elas aumentou de declividade; assim percebe-se que o terreno é mais ou menos íngreme, dependendo da proximidade das curvas que o representam.

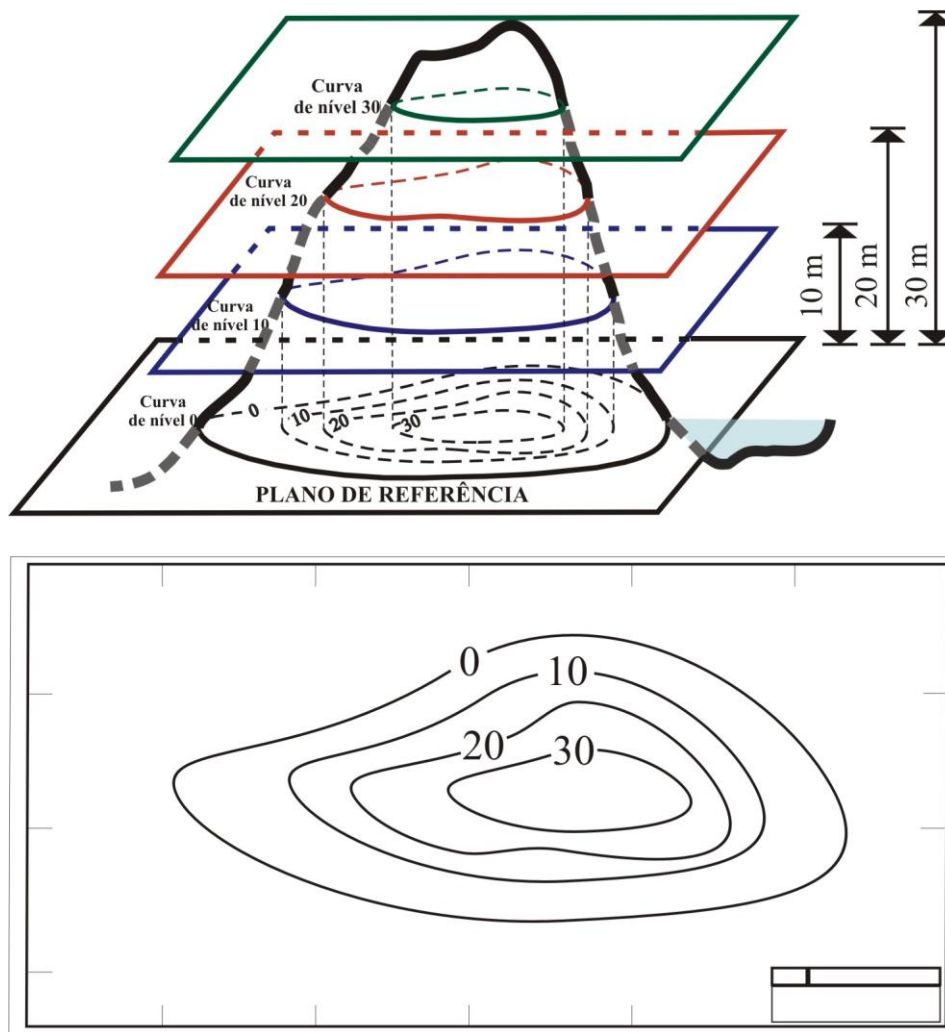


Figura 8.4 – Planta de curvas de nível

Uma planta topográfica pode ser classificada como planimétrica ou planialtimétrica de acordo com os dados nela representados.

A planimétrica é a planta que representa a projeção de seus pontos em um plano horizontal. Nela são desconsideradas as diferenças de nível que possam existir entre os pontos topográficos. Já na planialtimétrica, a superfície topográfica é representada da mesma forma que na planimétrica, diferenciando-se apenas por conter convenções específicas para evidenciar as diferenças de nível entre os pontos representados (curvas de nível ou pontos cotados).

8.5 - Perfis Topográficos

Pode-se afirmar que o perfil topográfico é a projeção vertical do terreno e permite a visualização ao longo dos alinhamentos de uma poligonal. Uma forma clara de visualizar o perfil topográfico é imaginar que os alinhamentos de uma poligonal são representados pelos planos verticais que os contêm, formando uma superfície poliédrica. O perfil é a interseção dessa superfície com o solo; a Figura 8.5 pode ajudar a entender melhor essa definição.

Os elementos necessários à construção do perfil são as distâncias entre as estações da poligonal ou estacas do levantamento e suas respectivas cotas ou altitudes, geralmente obtidas por meio de nivelamento. Os perfis são bastante úteis em engenharia devido a seu caráter informativo, que vêm completar as informações retiradas da carta e permitem estudos relativos ao lançamento de estradas, canais, linhas de transmissão e outros. O traçado de perfis topográficos segue dois princípios:

- Apesar do perfil topográfico ser uma curva irregular, função das irregularidades do terreno, ele é sempre representado por segmentos de reta entre as estacas da poligonal, delineando-se então como uma linha quebrada;
- Desenha-se então essa linha segundo um plano único.

Há uma classificação dos perfis de acordo com o sentido em que é desenhado e, tal como as poligonais, também pode ser chamado de principal ou secundário. Além disso, existe um perfil chamado de seção transversal, que é feito em direções perpendiculares à poligonal principal com objetivos específicos.

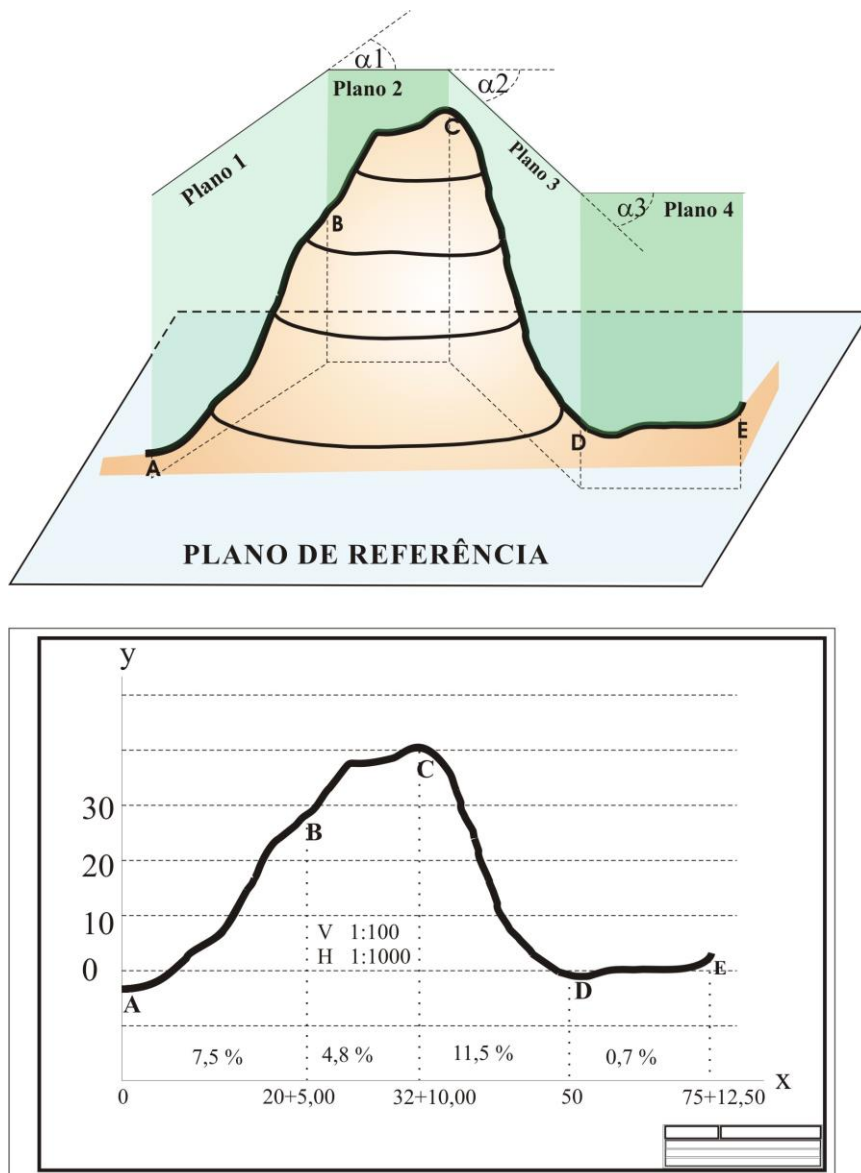


Figura 8.5 – Perfil

Geralmente os perfis longitudinais são desenhados com escala vertical dez vezes maior do que a horizontal com o objetivo de acentuar o relevo, uma vez que as alturas geralmente são pequenas em relação ao desenvolvimento. Este procedimento inviabiliza que sejam tomadas medidas diretas de inclinações, grandezas lineares e angulares sobre o perfil. Para evitar o cálculo constante, essas grandezas são determinadas previamente e escritas para cada trecho no perfil, que por comodidade é desenhado em papel milimetrado. As escalas usualmente utilizadas para traçado de perfis são:

V: 1/100 e H: 1/1000 (longitudinais e seções transversais);

V: 1/200 e H: 1/2000 (longitudinais e seções transversais);

V: 1/500 e H: 1/5000 (longitudinais).

Convencionalmente costuma-se desenhar o perfil estaqueando os alinhamentos da poligonal. Este hábito de medir distâncias utilizando estacas (geralmente de 20 em 20 metros) é bastante útil para identificação de pontos específicos nos trechos de uma poligonal, sendo muito utilizado quando da fase de exploração para projeto de estradas e sua posterior locação, por exemplo.

8.6 - Elementos de um Documento Cartográfico

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) define em diversas normas as características dos itens relacionados ao desenho técnico e conseqüentemente para o desenho topográfico. A NBR 10582 determina as condições ideais para a localização e disposição do espaço para desenho, espaço para texto e legenda.

8.6.1 - O formato das folhas

A NBR 10068, que se refere ao leiaute e dimensões das folhas de desenho, padroniza as características dimensionais das folhas em branco e pré-impressas a serem aplicadas em todos os desenhos técnicos. O bom senso orienta que, se resguardada a clareza do desenho, o original deve ser executado no menor formato possível. Além disso, o desenho pode ser executado tanto na horizontal quanto na vertical. A folha deve conter espaço para o desenho, texto e legenda, como pode ser visto nos exemplos da Figura 8.6.

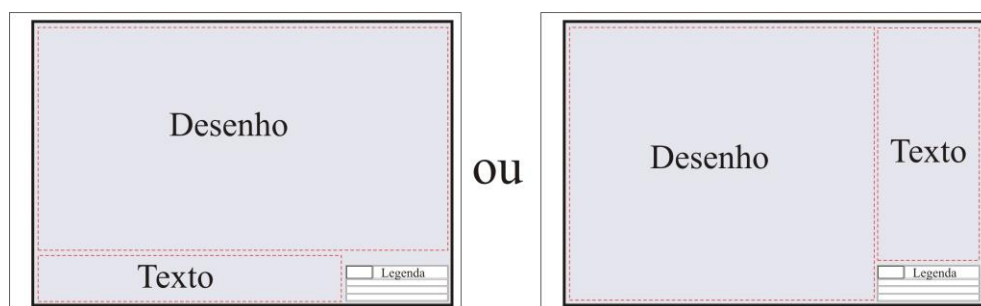


Figura 8.6 – Distribuição espacial na folha de desenho

O formato básico utilizado internacionalmente para folhas utilizadas em desenhos técnicos é o

retângulo de lados 841 mm x 1189 mm, com área de 1 m², que está demonstrado na Figura 8.7, ou seja, se mantém a mesma relação que existe entre o lado de um quadrado e sua diagonal: $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$.

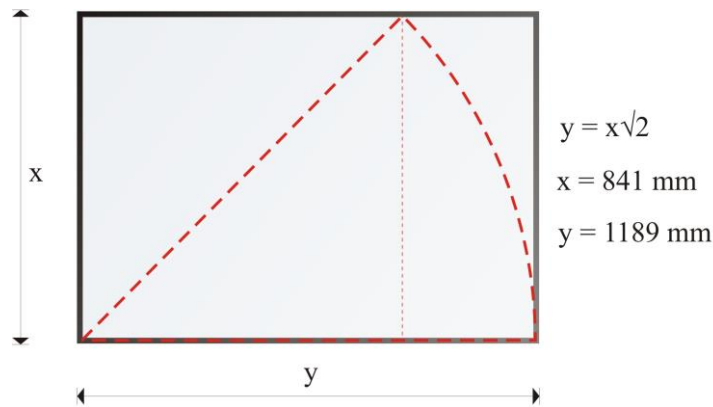


Figura 8.7 – Formato básico A0, origem dos formatos “A”

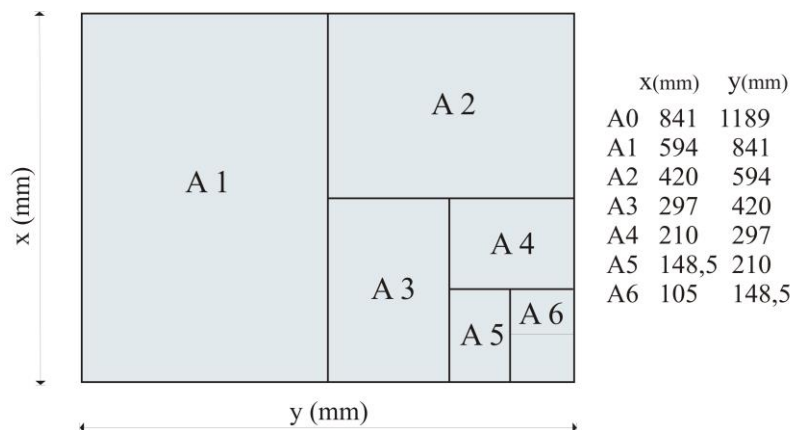


Figura 8.8 – Série de Formatos “A”

É recomendável que se escolham formatos nos quais a largura ou o comprimento seja múltiplo ou submúltiplo do formato-padrão, caso seja necessário utilizar um formato especial.

8.6.2 - Texto

As informações úteis ao completo entendimento do desenho devem ser colocadas no espaço destinado ao texto, que está devidamente ilustrado na Figura 8.6 e deve conter as seguintes informações:

- Explicação: símbolos especiais (convenções), designação, abreviaturas e tipos de dimensões;
- Instrução: lista de material, local de montagem e número de peças;
- Referências: refere-se a outros desenhos e/ou documentos.

8.6.3 - Convenções Topográficas

Geralmente a representação das dimensões reais de diversos elementos e detalhes naturais é um problema cuja solução passa pelo uso adequado de convenções que tentem caracterizá-los o melhor possível por meio de símbolos e cores. Os símbolos mais utilizados em desenho topográfico, tais como: limites, cursos d'água, acidentes hidrográficos e outros, podem ser consultados na Figura 8.9.

<p>CURVAS DE NÍVEL</p>	<p>CERCA DE ARAME</p>	<p>TELEFONE / CORREIO</p> <p>○ TELEFONE</p> <p>□ CORREIO</p>	<p>PEDRA / ROCHA</p>
<p>ESTRADA PAVIMENTADA</p>	<p>CERCA DE MADEIRA OU TAPUME</p>	<p>ESTAÇÃO DE LEVANTAMENTO</p> <p>○ PIQUETE</p> <p>○ PINO</p> <p>○ MARCO</p>	<p>MATO / CULTURA</p>
<p>CAMINHO</p>	<p>CERCA VIVA</p>	<p>VÉRTICES GEODÉSICOS</p> <p>▲ 1ª ORDEM</p> <p>△ 2ª ORDEM</p> <p>△ 3ª ORDEM</p>	<p>ÁRVORE ISOLADA</p>
<p>GUIA</p>	<p>CERCA MISTA</p>	<p>VÉRTICES TOPOGRÁFICOS</p> <p>● POLIGONAL PRINCIPAL</p> <p>○ POLIGONAL SECUNDÁRIA</p> <p>○ POLIGONAL AUXILIAR</p>	<p>RIO / RIBEIRÃO</p> <p>CÓRREGO / FILETE</p>
<p>GUIA REBAIXADA</p>	<p>ALAMBRADO OU GRADIL</p>	<p>RN OFICIAL</p> <p>■ 1ª ORDEM</p> <p>□ 2ª ORDEM</p> <p>□ 3ª ORDEM</p>	<p>ALAGADO</p>
<p>ESTRADA DE FERRO</p>	<p>ESCADA (sobe)</p>	<p>RN</p> <p>■ 8 mm \sqrt{K}</p> <p>■ 12 mm \sqrt{K}</p> <p>■ 20 mm \sqrt{K}</p>	<p>ALAGADO COM VEGETAÇÃO (brejo)</p>
<p>EIXO</p>	<p>BOCA-DE-LOBO E BOCA DE LEÃO</p>	<p>PONTO COTADO</p> <p>(↓)</p> <p>● 725.12</p> <p>● 725.12</p> <p>(↑)</p>	<p>LAGOA / REPRESA</p>
<p>ALINHAMENTO INDEFINIDO</p>	<p>POÇO DE VISITA</p> <p>○ PV (NÃO IDENTIFICADO)</p> <p>○ ES (ESGOTO)</p> <p>○ AP (ÁGUAS PLUVIAIS)</p> <p>○ TL (TELEFONE)</p> <p>○ EL (ELETRICIDADE)</p>	<p>PONTO DE DIVISA NÃO MATERIALIZADO</p>	<p>CANALETA</p> <p>CAN - 0,60 m</p>
<p>CONSTRUÇÃO ALVENARIA</p>	<p>HIDRANTE / REGISTRO</p> <p>○ HD (HIDRANTE)</p> <p>○ RG (REGISTRO D'ÁGUA)</p>	<p>TORRE DE ALTA TENSÃO</p>	<p>TUBO</p> <p>○ 0,50 m</p> <p>ENTERR. AFLOR.</p>
<p>CONSTRUÇÃO LAJE OU DE MADEIRA COBERTURA</p>	<p>CAIXA DE INSPEÇÃO</p> <p>□ CT (TELEFONE)</p> <p>□ CE (ELETRICIDADE)</p> <p>□ CX (NÃO IDENTIFICADO)</p>	<p>VALETA</p>	<p>PONTE</p>
<p>MURO</p>	<p>POSTE / LUMINÁRIA</p> <p>○ (POSTE)</p> <p>● (LUMINÁRIA)</p>	<p>TALUDE</p>	<p>PONTO DE SONDAGEM</p>
<p>MURO DE ARRIMO</p> <p>(BASE)</p> <p>(TOPO)</p>	<p>PLACAS DE SINALIZAÇÃO</p> <p>○ PL (PLACA)</p> <p>○ SM (SEMÁFORO)</p>	<p>AREIA</p>	

Figura 8.9 - Convenções baseadas da NBR 13133 (1994)

Relevantes também são as cores utilizadas nos traçados. As mais comuns são:

Preto: legendas, estradas e limites de culturas;

Verde: Parques e jardins;

Terra de sena queimada: Curvas de nível e cotas do terreno;

Carmim: Alvenaria e cotas;

Azul: limites d'água.

8.6.4 - *Legenda*

A legenda, devido à sua posição estratégica na folha, possibilita a aquisição rápida de informações acerca do desenho, mesmo que ele esteja dobrado. De acordo com a NBR 10582 (1988), a legenda é utilizada para fornecer informação, indicação e identificação ao desenho e deve conter:

- Designação da Empresa;
- Nome do projetista, desenhista ou outro responsável pelo conteúdo do desenho;
- Local, data e assinatura;
- Nome e localização do projeto;
- Conteúdo do desenho;
- Escala;
- Número do desenho;
- Designação de revisão;
- Indicação do método de projeção;
- Unidades utilizadas no desenho.

Deve posicionar-se dentro do quadro de desenho e conter todas as informações que identifiquem o desenho. Sempre posicionada no canto inferior esquerdo quer esteja a folha posicionada na horizontal, quer na vertical. Nos formatos A4, A3 e A2, a legenda deve possuir 178 mm de comprimento e 175 mm nos formatos A0 e A1. Um exemplo de legenda está ilustrado na Figura 8.10.

Folha 01	Conselho do Forninho Ltda		
Respons. Técnico: Fulano Ciclano Beltrano	Assinatura:	CREA:	
Local: Rua Qualquer, nº 0	Data: 03/04/2002	Escala: 1/1000	
Projeto: Levantamento Planialtimétrico do lote do Forninho			
Projeção : UTM, zona 23	Datum : SAD 1969	Revisão:	

Figura 8.10 – Exemplo de legenda

8.7 - *Memorial Descritivo*

Como o próprio nome já indica, trata-se de documento escrito indispensável, que faz parte do processo topográfico, descrevendo detalhadamente todo o levantamento. Possui informações relativas a procedimentos adotados, equipamentos utilizados com suas respectivas precisões, a nomeação utilizada para os vértices e pontos notáveis levantados; impreterivelmente deve conter também as seguintes informações:

- Nome da obra ou propriedade em questão;
- Data de execução do levantamento;
- Localização: a melhor possível, incluindo município e estado;
- Nome completo do proprietário e/ou responsável técnico da obra;
- Quantidade de lotes envolvidos no levantamento com suas respectivas áreas;
- Coordenadas dos pontos levantados, georeferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, ou seja, SAD-69 (South American Datum 1969), que utiliza elipsóide (ou elipsóide de revolução, que é a figura matemática utilizada como aproximação da forma da terra) da AGI-1967 (Associação Geodésica Internacional);
- Especificações técnicas dos equipamentos utilizados, tais como teodolitos, estações totais e receptores GPS, por exemplo. Adicionalmente também devem ser descritos softwares utilizados para processamento dos dados, especificando-se fabricante ou desenvolvimento e versão utilizada;
- Descrição, situação e localização de monumentações, caso tenham sido implantadas;
- Limites e confrontações. Devem ser descritos todos os limites naturais, tais como cursos d'água, elevações e/ou depressões e outros, além do nome dos proprietários legais de todos os lotes confrontantes da propriedade em questão;
- Rumos, azimutes verdadeiros e distâncias entre os pontos dos alinhamentos definidores dos limites

do levantamento topográfico;

- Nome completo e assinatura do responsável técnico pelo levantamento, bem como sua habilitação legal comprovada por meio de seu registro no CREA(Conselho Regional de Engenharia)

8.8 - *Desenho assistido por computador – CAD (Computer Aided Design)*

Em 1981, após o lançamento do primeiro computador pessoal pela IBM, ocorreram diversas mudanças na forma como um engenheiro mede, projeta, calcula e desenha. Comparativamente ao que se tem hoje em termos de sistemas operacionais, velocidade de processamento e capacidade de memória, aquilo era a pré-história do CAD; apesar disso, esta não era a sensação que se tinha naquele momento.

A velocidade das mudanças e os avanços das últimas décadas trazem um sentimento de que o que hoje é novidade amanhã já será no mínimo menos eficiente e talvez completamente obsoleto. Os avanços ocorreram de forma tão veloz, que nem mesmo houve tempo para perceber que aquele primeiro computador pessoal era um divisor de águas na história da engenharia.

Os engenheiros que se formam atualmente ganharam uma poderosa e eficaz ferramenta de trabalho, que impossibilitou conhecer as dificuldades e prazeres de projetar e desenhá-lo com equipamentos que por décadas foram fundamentais para a engenharia e arquitetura, tais como, as canetas nanquim, aranhas e régua de normógrafo, curvas francesas, régua flexíveis, poliéster e papel vegetal, as famigeradas lâminas e borrachas de areia para eventual correção e pranchetas.

Hoje, o mercado exige que se utilizem sistemas computacionais, pois com eles pode-se reduzir os custos e aumentar e melhorar a produção. O CAD não é apenas uma troca da prancheta de desenho pelo computador e todos os seus periféricos, onde é automatizado o trabalho do desenhista. A vantagem principal desses sistemas pode ser resumida como um aumento geral da eficiência.

Resumidamente, um sistema CAD composto de um software CAD utilizado em um computador, que possua um traçador gráfico (plotter) para impressão, além de um monitor, teclado e mouse. O mouse e o teclado tomam o lugar do lápis e da caneta nanquim; com um cursor manipulado pelo mouse e visualizado no monitor torna-se possível por meio do programa executar qualquer tipo de desenho, tais como a criação de pontos, linhas, curvas e polígonos de quaisquer formas, assim como a inserção de texto, cotação, medidas de distâncias, ângulos e ajustes de qualquer desses desenhos. Particularmente, para desenho topográfico pode-se utilizar as funções de geometria de coordenadas, que possibilitam sua edição planimétrica.

Por meio de um programa CAD pode-se analisar diversas alternativas de concepção. Os eventuais defeitos ou modificações são corrigidos quase que instantaneamente. A visualização da planta digital na tela do computador possibilita diversas análises em relação às diferentes fases do processo de engenharia.

Existem atualmente no mercado diversos programas que unem as ferramentas do CAD a rotinas de cálculos específicos, possibilitando que não apenas o desenho, mas também o cálculo e a edição do desenho sejam possíveis. São frequentemente denominados de programas topográficos.

Muitas vezes, os próprios equipamentos topográficos já permitem a gravação e transferência automática para um programa de processamento e desenho do levantamento.

8.8.1 - *Organização do CAD para desenhar*

É óbvio que existem diversos programas desenvolvidos em diferentes linguagens de programação, por diferentes empresas e com objetivos específicos diferentes, mas todos possuem características de um CAD. Hoje é praticamente inconcebível que se desenvolva um projeto ou desenho técnico sem que se utilize um programa CAD. Assim, todos os desenhos e plantas topográficas também são realizados por meio dele.

Ao se criar um desenho em um programa CAD, deve-se inicialmente estar atento ao planejamento do desenho para conseguir organização e rapidez. Sem o planejamento adequado, os desenhos podem ficar fora dos padrões exigidos pelas normas, além de dificultar o trabalho em equipe de partes de um projeto desenvolvido por pessoas diferentes.

A organização do desenho pressupõe a configuração de estilos de texto e dimensionamento, criar camadas, cada uma com o seu tipo de linha, adaptar o desenho a um determinado formato de papel para plotagem, ativar algumas funções e barras de ferramentas mais adequadas ao tipo de desenho a ser realizado.

8.8.2 - *A plotagem*

Apesar de relegada rotineiramente a um item sem muita importância nos cursos de CAD, a plotagem é um assunto muito importante para o desenho. Afinal, as plantas plotadas é que são utilizadas nas obras e não plantas digitais em telas de computadores. Assim, o formato-padrão da folha, a escala do desenho, a espessura, características as e cores das linhas, legenda, quadrículas, indicação de norte, enfim tudo deve obedecer às mesmas normas brasileiras relativas ao desenho técnico.

Algumas perguntas básicas em relação às dimensões do desenho sempre aparecem, tais como:

- Que unidades utilizar? Pode-se ajustar para conveniência do desenhista todas as unidades de trabalho, tais como angulares e lineares.

- Em qual escala desenhar? Na verdade, o desenho é feito em uma determinada área que considera unidades de desenho; quando da impressão, a escala pode ser ajustada a um determinado formato escolhido pelo desenhista ou ainda especificar uma escala e ajustar um formato de papel específico para a escala adotada.

- As cores e espessuras das linhas do desenho? Os atributos das linhas, polilinhas e outros objetos gráficos podem ser escolhidos antes do início da impressão, pois a característica de trabalhar com “layers” dos programas CAD possibilita que o desenho seja construído em diversas camadas e habilitá-las ou não, atribuindo cor e espessura para cada camada.

- Deve-se desenhar com as medidas exatas ou já na escala do papel, como é feito na prancheta? Exatamente como na prancheta, o desenho é feito em unidades de desenho, mas utilizando o conjunto de unidades escolhidas no início do desenho. O nível de zoom nada tem a ver com o tamanho ou as dimensões da plotagem do desenho, apesar de as unidades utilizadas pelo traçador gráfico utilizarem as mesmas

unidades especificadas para o desenho. O zoom é apenas uma facilidade de visualização em tela do desenho executado (aproximação ou afastamento).

Apesar do grande número de usuários de programas CAD, são raros os que dominam perfeitamente as técnicas de como passar o desenho do computador para o papel. Muitas vezes, o usuário consegue imprimir, na escala correta, sem entender claramente o que está acontecendo, a ponto de não conseguir repetir a impressão em outro computador que não esteja com as mesmas configurações.

Como o objetivo deste capítulo não é capacitar o leitor a utilizar um CAD, o que, aliás, necessitaria de um curso específico, além do fato de existirem diversos programas diferentes com essa finalidade, recomenda-se que o desenhista CAD iniciante faça um curso específico ou procure conhecer e exercitar bastante no programa que irá utilizar para que sejam utilizados todos os seus recursos e possibilidades.

8.9 - Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994). NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico – procedimento. Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1999). NBR 8196 – Desenho Técnico – Emprego de escalas. Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). NBR 10582 – Apresentação da Folha para Desenho Técnico. Rio de Janeiro.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). NBR 10068 – Folha de Desenho – Leiaute e Dimensões. Rio de Janeiro.

FONSECA, R. S. (1977). Elementos de Desenho Topográfico. Belo Horizonte, McGraw-Hill do Brasil.

LOCH, C.; CORDINI, J. (1995). Topografia Contemporânea – Planimetria. Florianópolis, DAFUSC.

OLIVEIRA, C. (1983). Dicionário Cartográfico. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE.