

BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL – EaD  
UAB/UFSCar  
**Expressão Gráfica para Engenharia**

***DESENHO GEOMÉTRICO***

*APOSTILA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA  
UFSCar – volume 2*

*Prof<sup>a</sup> Sheyla Mara Baptista Serra  
Fevereiro de 2008*

## 2 DESENHO GEOMÉTRICO

Muitas das figuras usadas em desenho técnico são baseadas exclusivamente na geometria plana. O engenheiro utiliza as construções geométricas não só no desenho técnico final, mas também na fase de projeto, quando estuda e concebe a forma de um objeto, uma peça ou um componente (LANDI et al., 1984).

Veja estes dois exemplos na Figura 2.1 a seguir e considere a fase de projeto para a construção de uma rodovia ou estrada.



a)



b)

Figura 2.1. TRAÇADOS GEOMÉTRICOS DE ESTRADAS RODOVIÁRIAS (CORBIS, 2007)

Analisando-se a Figura 2.1a, pode-se verificar que devido à amplitude da solução de cruzamentos de uma rodovia municipal, seja no nível horizontal (cruzamentos, quantidade de pistas etc.) ou também no nível vertical (elevados e viadutos), é fundamental entender que o traçado da rodovia se compõe de figuras básicas como retas e curvas. Na figura 2.1b, observa-se mais de perto a questão de que uma saída ou uma entrada numa estrada rodoviária exige um estudo do traçado considerando que as estradas principal e secundária devem ter concordância de forma a dar estabilidade ao veículo.

Dessa forma, os engenheiros, projetistas e desenhistas devem estar familiarizados com a solução gráfica de certos problemas geométricos e conhecer as formas básicas da geometria. Fica, assim, mais fácil antever o processo de construção das figuras e objetos a serem produzidos.

Na construção dos desenhos podem ser usadas ferramentas como o compasso, régua, esquadros, e mais atualmente, programas computacionais.



Mesmo hoje com os programas de desenho é importante que o engenheiro saiba manipular instrumentos de desenho e saber fazer traçados de soluções – esboços<sup>1</sup> – das propostas ou projetos a serem desenvolvidos. Isto porque nem sempre haverá um computador disponível, ou se houver, pode ser que o arquivo do projeto ou o programa necessário não estejam também disponíveis. Outra situação bastante comum é que nem uma decisão pode ser postergada até o projeto ser desenhado. Muitas vezes, o engenheiro vai precisar tomar uma decisão e precisa ter certeza de que a informação será passada da forma correta. Assim, o desenho manual torna-se fundamental.

Veja alguns exemplos na Figura 2.2 de uso integrado dos programas computacionais para elaboração dos projetos e do uso de ferramentas manuais para a correção dos mesmos.



a)



b)

Figura 2.2. REVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA (CORBIS, 2007)

Na análise das duas fotos da Figura 2.2 podemos afirmar que na foto a, os instrumentos estão dispostos sobre o projeto para que seja possível a conferência do mesmo. Isto é muito comum e deve ser feito sempre, pois normalmente a pessoa que vai executar um projeto não é o responsável pela sua elaboração. Na letra b, podemos supor a realização de uma reunião de trabalho onde os participantes fazem sugestões que podem ser incorporadas no projeto depois.

Ou seja, queremos destacar que nossa opção pelo estudo manual do desenho técnico tem uma estratégia que é tornar o raciocínio espacial mais ágil e dar capacidade ao estudante de desenvolver sua habilidade manual para projetos e revisões.

Vamos começar então pelos conteúdos de desenho geométrico que são úteis a todas as engenharias. É importante que o estudante de engenharia relembre os conceitos fundamentais de desenho geométrico que possuem ampla aplicação nos projetos e produtos a serem desenvolvidos.

---

<sup>1</sup> O esboço será parte de uma aula da nossa disciplina. Aguarde.



## 1. ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DA GEOMETRIA

- a) **Ponto:** um ponto representa uma localização no papel que não tem dimensão. É sempre obtido pela intersecção de duas linhas (retas, circunferências etc.) e assim pode ser representado. Para que não acarrete um erro gráfico apreciável, essas linhas não devem se cruzar muito obliquamente (LANDI et al., 1984).

Ponto: intersecção ou a parte comum de duas linhas.



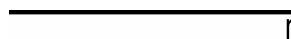
- b) **Linhas:** é formada por uma seqüência de pontos e define-se por dois de seus pontos (BORTOLUCCI, 2005). Uma linha é aquela que tem comprimento sem possuir espessura. Na resolução de problemas geométricos, as linhas da solução final devem ser traçadas como linhas cheias finas e fortes (lápis HB). As linhas de construção auxiliares devem ser traçadas como linhas cheias, finas e fracas (lápis F) (LANDI et al., 1984).

Linha: infinita, deslocamento de um ponto.



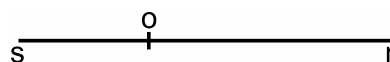
### **b.1) Tipos de Linhas**

**1 - Linha Retas:** é aquela que pode ser geometricamente entendida como a menor distância entre dois pontos.



Semi-reta: é a representação obtida a partir da marcação sobre uma reta de um ponto. Cada semi-reta obtida será também identificada por uma letra minúscula do alfabeto latino com um segmento orientado num só sentido (ESTEPHANIO, 1994).

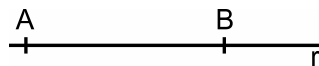
- semi-retas  $\vec{s}$  e  $\vec{r}$





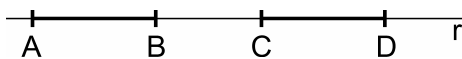
Segmento de reta: é a representação obtida sobre uma reta pela marcação de dois pontos distintos sobre a mesma. O segmento de reta será identificado pelas letras que o limita, com um pequeno traço acima das mesmas (ESTEPHANIO, 1994).

- segmento de reta  $\overline{AB}$  reta suporte  $\vec{r}$

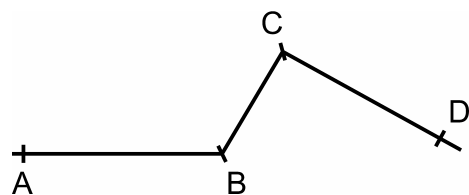


Os segmentos de reta ainda podem ser classificados segundo o seu posicionamento sobre a(s) reta(s) suporte. Segundo ESTEPHANIO (1994), podem ser:

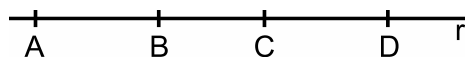
- colineares: são segmentos que pertencem a uma mesma reta suporte;
- consecutivos: são aqueles que possuem um ponto, início ou fim, em comum;
- colineares e consecutivos: são aqueles que satisfazem simultaneamente as condições relativas a cada um desses segmentos, isto é, quando pertencendo a uma mesma reta suporte a origem de um coincide com o final do outro.



Segmentos colineares  $\overline{AB}$  e  $\overline{CD}$



Segmentos consecutivos  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$  e  $\overline{CD}$

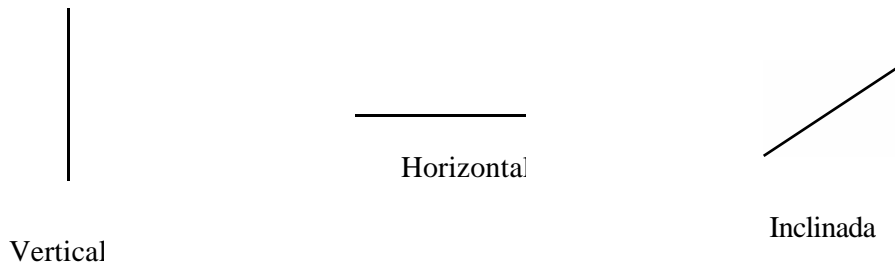


Segmentos colineares e consecutivos  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$  e  $\overline{CD}$



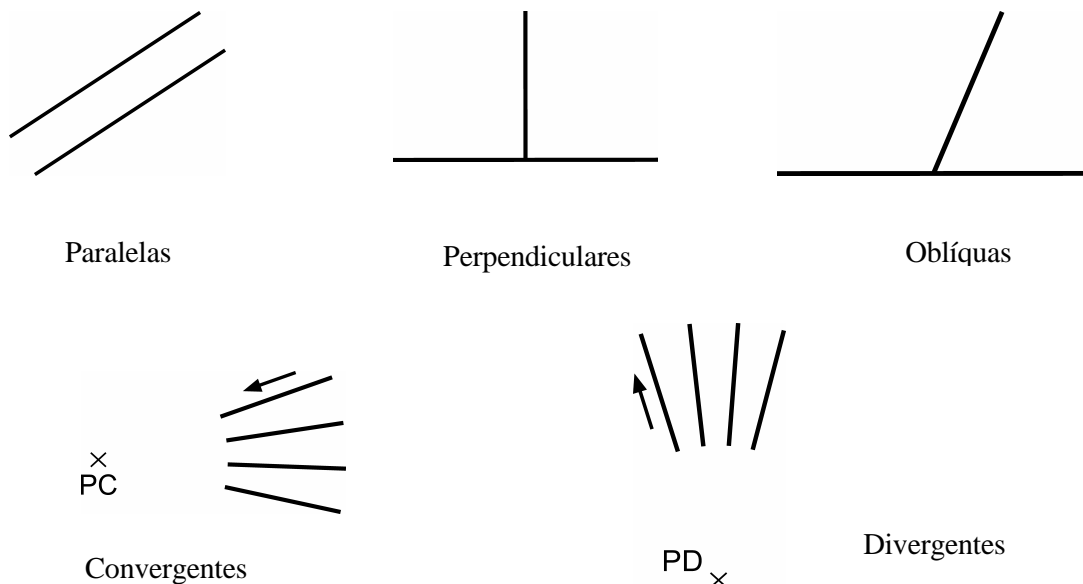
### **b.2) Posições Absolutas da Reta**

As retas podem assumir posições diferentes no espaço em função do observador.



### **c) Posições Relativas das Retas**

As retas podem assumir posições relativas no espaço em função da posição de outras retas ou pontos. As retas são denominadas convergentes quando se direcionam para um mesmo ponto (PC = ponto de convergência); ou são consideradas divergentes quando se originam de um mesmo ponto (PD = ponto de divergência) (ESTEPHANIO, 1994).





### 2 - Linha Curva:

Além de ser primitivamente entendida como toda linha não reta, a curva pode ser também definida como a figura gerada, no plano ou no espaço, pela trajetória de um ponto móvel (ESTEPHANIO, 1994). A linha curva pode ser côncava ou convexa.



Convexa



Côncava

### 3 - Linha Composta:

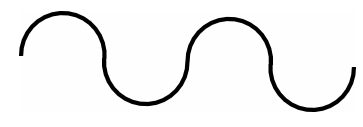
A linha composta é formada pela reunião de linhas de mesma classe ou de classes distintas e pode ser classificada em poligonal, mista ou sinuosa (ESTEPHANIO, 1994).



Poligonal

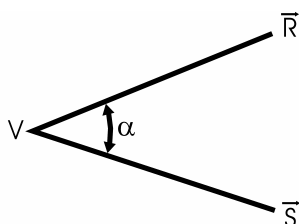


Mista



Sinuosa

c) **Ângulos:** é uma porção do plano formado entre duas semi-retas que tem um ponto comum, chamado vértice (BORTOLUCCI, 2005).



V = vértice do ângulo

$\vec{R}$  e  $\vec{S}$  = lados do ângulo

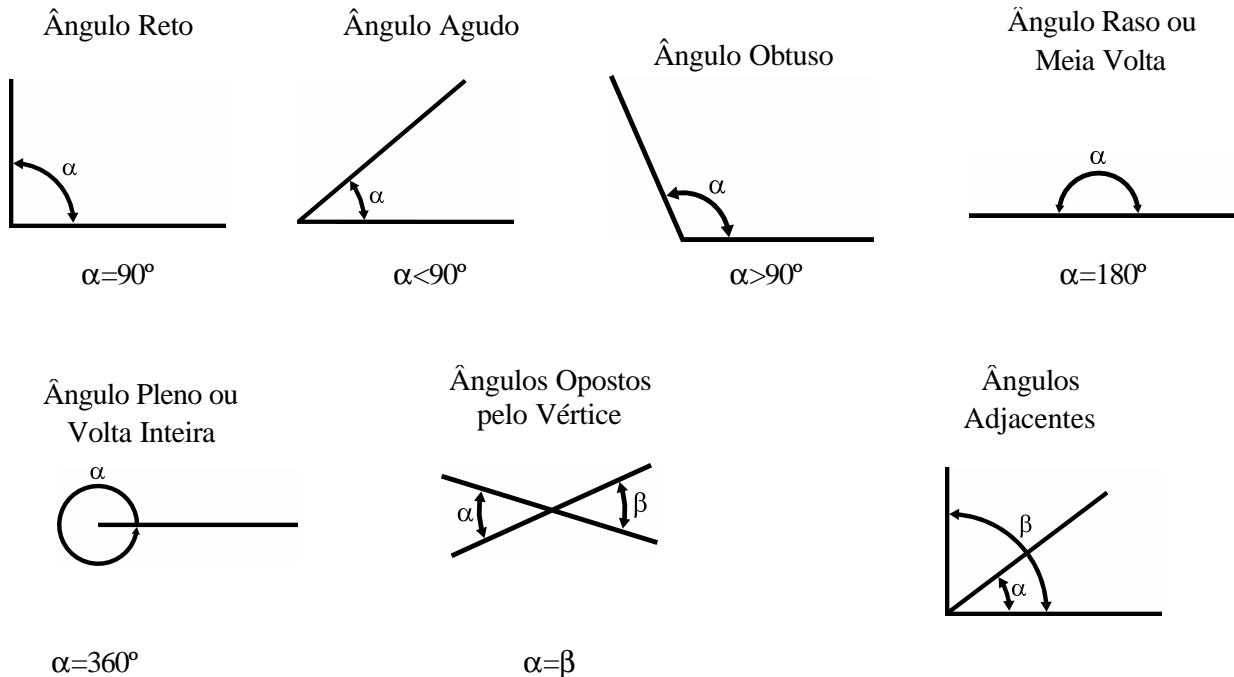
$\alpha$  = abertura do ângulo

#### c.1) Classificação dos Ângulos



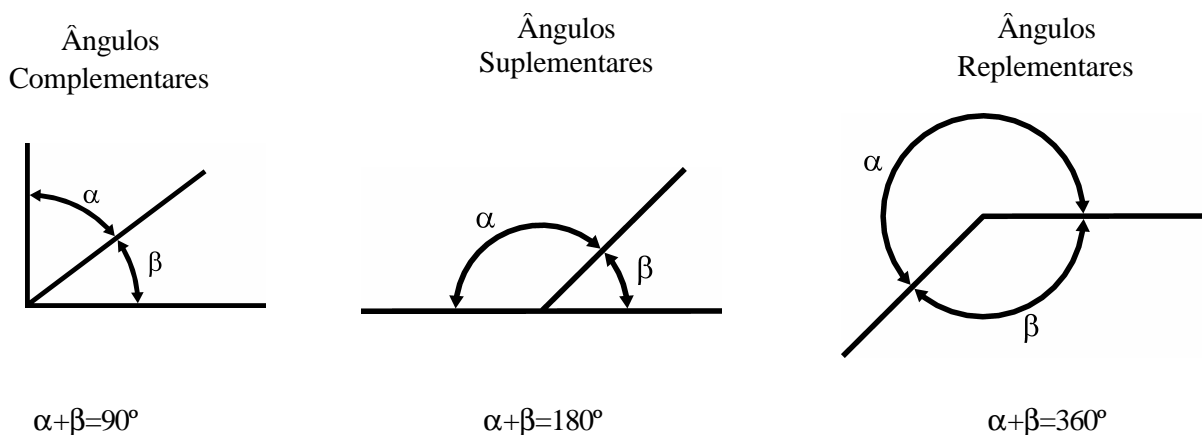
### Ângulos Quanto à sua Grandeza

Segundo ESTEPHANIO (1994), os ângulos podem ser classificados segundo o tamanho de sua abertura.



### Ângulos Quanto à Soma

Segundo ESTEPHANIO (1994), os ângulos podem ser classificados segundo a existência de outros ângulos que somados fazem o total de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $360^\circ$ , respectivamente.







d) **Polígonos:** é qualquer figura plana fechada limitada por retas (BORTOLUCCI, 2005). A palavra polígono é originária de grego POLI (muitos) e GONO (ângulo), sendo, portanto a figura geométrica formada por muitos ângulos, ou seja, por uma linha poligonal, fechada (ESTEPHANIO, 1994). A classificação do polígono corresponde a:

Regular: possui lados e ângulos iguais.

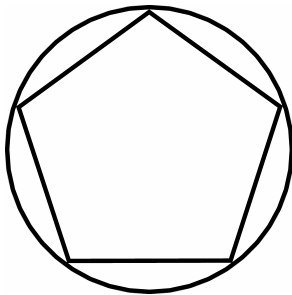
Irregular: possui pelo menos um dos lados é desigual.

Convexo: os prolongamentos de seus lados não interceptam nenhum lado.

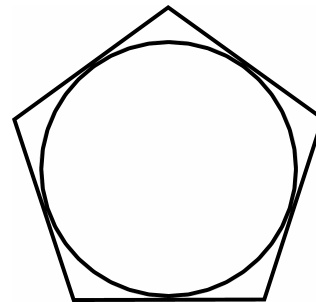
Regular: os prolongamentos de seus lados interceptam pelo menos um lado.

### d.1) Polígonos Regulares

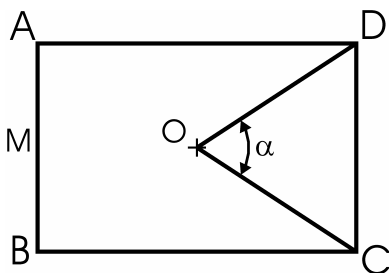
Inscritos: os lados são cordas de uma circunferência.



Circunscritos: os lados são tangentes de uma circunferência.



### d.2) Principais Elementos de um Polígono

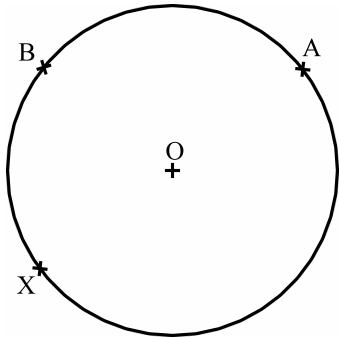


Os principais elementos de um polígono são, segundo ESTEPHANIO (1994):

- Vértices:  $\overline{A}$ ,  $\overline{B}$ ,  $\overline{C}$ ,  $\overline{D}$ .
- Lados:  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$ ,  $\overline{CD}$ ,  $\overline{DA}$ .
- Ângulos Internos:  $\hat{A}$ ,  $\hat{B}$ ,  $\hat{C}$ ,  $\hat{D}$  (dois lados consecutivos).
- Diagonais: unem dois vértices não consecutivos ( $\overline{AC}$ ,  $\overline{BD}$ ).
- Apótemas: segmentos que unem o centro do polígono aos pontos médios dos lados ( $\overline{OM}$ ).
- Ângulos Centrais: entre o centro da circunferência que circunscribe o polígono e dois vértices consecutivos ( $\alpha$ )



### e) Circunferência e Círculo:

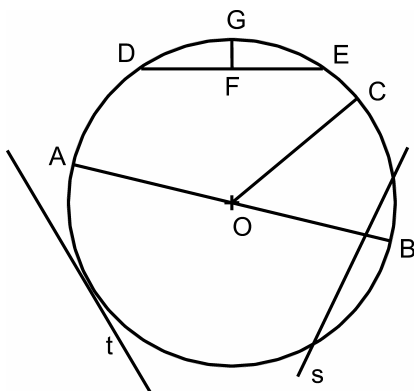


Circunferência: é a figura plana formada por uma linha curva e fechada, onde qualquer um de seus pontos eqüidistante de um ponto chamado centro (O) (ESTEPHANIO, 1994).

$\overline{OA} = \overline{OB} = \overline{OC}$  = raio da circunferência (pode ser retificado).

Círculo: é a porção do plano limitada pela circunferência (ESTEPHANIO, 1994).

#### e.1) Linhas da Circunferência



$\overline{AB}$  = diâmetro

$\overline{OA} = \overline{OB} = \overline{OC}$  = raio

$\overline{DE}$  = corda

$\overline{FG}$  = flecha

DE = arco

$\overline{s}$  = secante

$\overline{t}$  = tangente

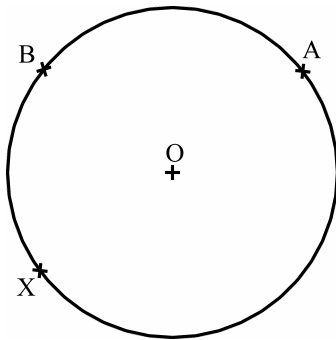
f) **Lugar Geométrico (L.G.)**: uma linha é um Lugar Geométrico quando todos os seus pontos possuem uma ou mais propriedades em comum e quando todos os pontos que têm essa propriedade pertencem à mesma linha (BORTOLUCCI, 2005). Exemplos de L.G.:

Circunferência: lugar geométrico dos pontos eqüidistantes a um ponto O (centro da circunferência).

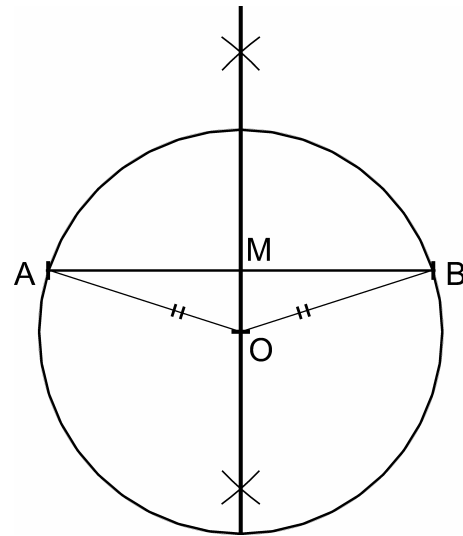
Mediatriz: lugar geométrico dos pontos eqüidistantes de dois outros, e por conseqüência, também dos centros das circunferências que passam pelos pontos dados.

Par de Paralelas: distância "D" de uma reta  $\bar{r}$ .

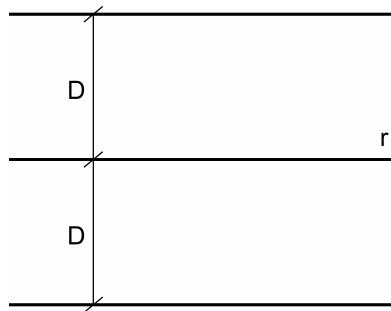
Bissetriz: pontos eqüidistantes de duas retas não paralelas, e por conseqüência, também dos centros das circunferências tangentes aos lados do ângulo por elas formado.



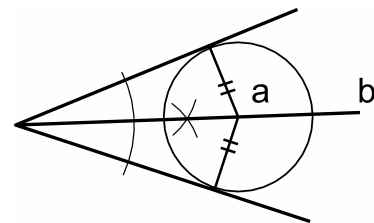
Circunferência



Mediatriz



Par de Paralelas



Bissetriz

## 2. APLICAÇÕES DE DESENHO GEOMÉTRICO

Veja nas fotos seguintes, exemplos de situações onde o desenho geométrico e suas combinações foram utilizados de forma a conceber e construir o produto.

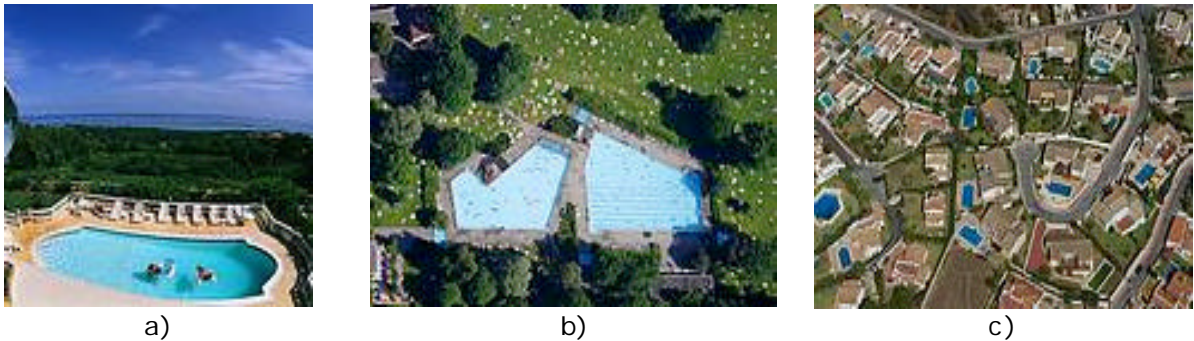


Figura 2.3. VISTA ÁEREA DE PISCINAS (CORBIS, 2007)

Na Figura 2.3, observamos que uma construção simples como uma piscina precisa de conceitos básicos de desenho geométrico. A combinação e diversificação das formas não é só responsabilidade do projetista, mas também do usuário da piscina.

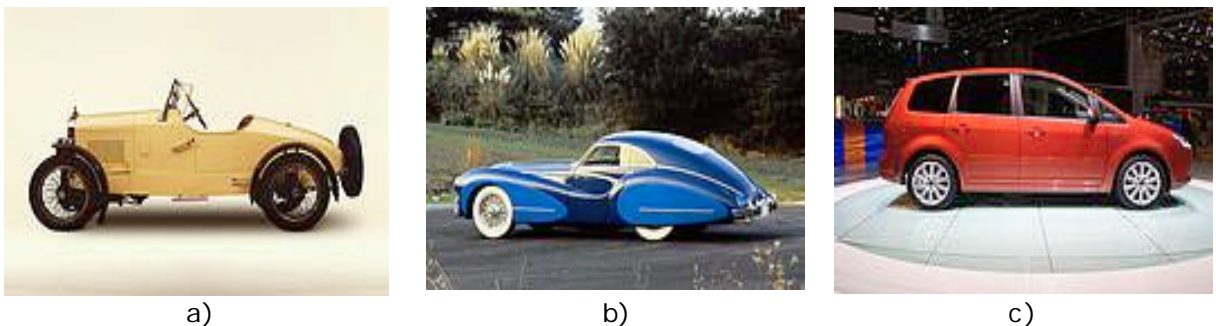


Figura 2.4. EXEMPLOS DA EVOLUÇÃO DOS PROJETOS DE AUTOMÓVEIS (CORBIS, 2007)

Na Figura 2.4, podemos observar como as formas geométricas dos automóveis se combinam complexamente segundo princípios de aerodinâmica, estética e resistência do material para conceber produtos diferenciados.

Qual outro exemplo você conhece e que poderia ser destacado a sua importância? Faremos um exercício suplementar sobre isto. Esperamos que você tenha entendido...

Na disciplina de Desenho Auxiliado por Computador você poderá aplicar amplamente os conhecimentos adquiridos nesta parte da nossa disciplina. Também na disciplina de Topografia, você poderá trabalhar com projetos onde estes conhecimentos serão necessários.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORTOLUCCI, M.A. (org.) **Desenho Técnico**: teoria & prática. São Carlos: SAP/EESC-USP, 2005.

CORBIS. **Imagens**. Disponível em:  
<<http://pro.corbis.com/default.aspx/>>. Acesso em 11 de novembro de 2007.

ESTEPHANIO, C. A. A. **Desenho técnico**: uma linguagem básica. Rio de Janeiro: C. Estephanio, 1994.

LANDI, F.R.; SILVA, A.R.; FRANCISCO, D.; CARDOSO, F.F.; BARBOSA, I.A.A.; LATERZA, L.B.M.; TANAMATI, L.; LICHTENSTEIN, N.B.; MARONNA, P.E.; CARVALHO, S.F.G.; KITADE, S. **Desenho**. volume 1. Apostila do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), 1984.