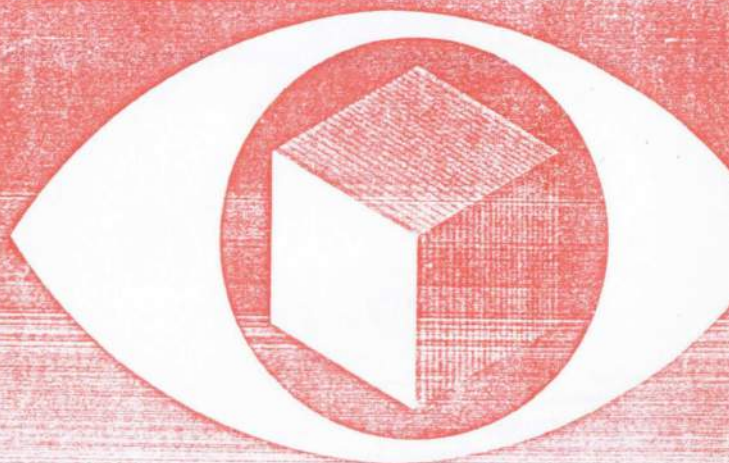


GILDO A. MONTENEGRO

# A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

OMBRAS  
INSOLAÇÃO  
AXONOMETRIA



CIP-Brasil. Catalogação-na-Publicação  
Câmara Brasileira do Livro, SP

Montenegro, Gildo, 1931-  
M783p A perspectiva dos profissionais / Gildo A.  
Montenegro. -- São Paulo : Edgard Blücher, 1983.

Apêndice: Gráficos de insolação.  
Bibliografia.

1. Perspectiva I. Título.

83-0877

CDD-742

Índices para catálogo sistemático:

1. Perspectiva : Desenho 742

Capa e ilustrações do Autor,  
salvo nas páginas com indicação do  
desenhista.

© 1983 Editora Edgard Blücher Ltda.

2.ª reimpressão 1986

É proibida a reprodução total ou parcial  
por quaisquer meios  
sem autorização prévia da editora

EDITORA EDGARD BLÜCHER LTDA.  
01000 Caixa Postal 5450  
End. Telegráfico: BLÜCHERLIVRO  
São Paulo - SP - Brasil

Impresso no Brasil Printed in Brazil

## CONTEÚDO

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Capítulo 1  | O que é Perspectiva                           | 1   |
| Capítulo 2  | Tipos de Projeção                             | 17  |
| Capítulo 3  | Perspectiva Cônica                            | 19  |
| Capítulo 4  | Regras práticas                               | 24  |
| Capítulo 5  | O processo dos Arquitetos                     | 29  |
| Capítulo 6  | O processo das 3 escalas                      | 40  |
| Capítulo 7  | O processo dos Medidores                      | 51  |
| Capítulo 8  | Comparações & Segredos                        | 57  |
| Capítulo 9  | Posições do Observador, do Quadro e do Objeto | 61  |
| Capítulo 10 | O círculo                                     | 71  |
| Capítulo 11 | Quadriculas                                   | 74  |
| Capítulo 12 | Retas e Planos Inclinados                     | 77  |
| Capítulo 13 | Pontos Medidores e de Fuga Reduzidos          | 79  |
| Capítulo 14 | O Quadro Inclinado                            | 83  |
| Capítulo 15 | Sombras nas Projeções Ortogonais              | 88  |
| Capítulo 16 | Perspectiva das Sombras                       | 103 |
| Capítulo 17 | Reflexos                                      | 111 |
| Capítulo 18 | Fotomontagem                                  | 115 |
| Capítulo 19 | Perspectiva Paralela                          | 119 |
| Capítulo 20 | Insolação                                     | 127 |
| Capítulo 21 | Ação & Decisão                                | 143 |
| Capítulo 22 | História                                      | 149 |
|             | Livros Recomendados                           | 151 |
|             | Gráficos de Insolação: Recife                 | 152 |
|             | Brasília                                      | 153 |
|             | Rio de Janeiro                                | 154 |
|             | Porto Alegre                                  | 155 |

## APRESENTAÇÃO

São muitos os livros de Perspectiva. Este difere dos demais, em primeiro lugar, pelo fato de não pretender demonstrar teoremas. Em segundo lugar, o livro apela mais para o desenho do que para o texto: a linguagem gráfica deve bastar a si própria. Os textos, reduzidos ao essencial, estão associados ao desenho. Com isso acabamos com aquela história de ler aqui e procurar a figura noutra página. Em compensação, o livro ficou com mais setas do que a aldeia indígena...

Nossa idéia é lembrar que a Perspectiva é um M E I O geométrico para chegar a um F I M: a representação artística. Uma volta às origens, pois a Perspectiva nasceu do estudo de suas aplicações no Teatro, na Arquitetura, na Pintura e na Escultura. Depois vieram os geômetras e, com eles, as abstrações.

Não podemos aceitar que o estudo da Perspectiva se faça a partir de abstrações que terminam aí mesmo, não levando, em geral, a coisa alguma. Para o estudioso da Geometria Pura pode ser agradável a análise de teorias. Mas o geômetra é exceção. A maioria das pessoas usa a Perspectiva como M E I O de representação gráfica: o desenhista, o arquiteto, o programador visual, o desenhista industrial, o publicitário, o cenarista, o pintor e outros profissionais. A estes, e a todos os que fazem a Perspectiva Aplicada, dedicamos este livro.

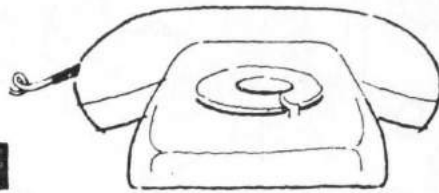
Para os que fazem a Ciência pela Ciência este livro servirá como ponto de partida para as abstrações. Afinal, não se pode fazer abstração a partir do nada!

Esperamos do leitor sua compreensão, para as inevitáveis falhas da obra humana, e sua crítica, para as necessárias correções.

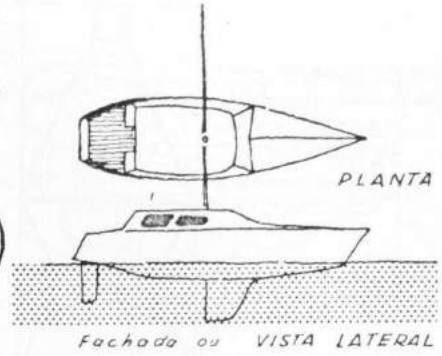


A perspectiva mostra as coisas como nós vemos, com TRÊS DIMENSÕES, enquanto que a Planta e a Fachada são desenhos com DUAS DIMENSÕES, que podem ser medidas quando conhecemos a ESCALA do desenho.

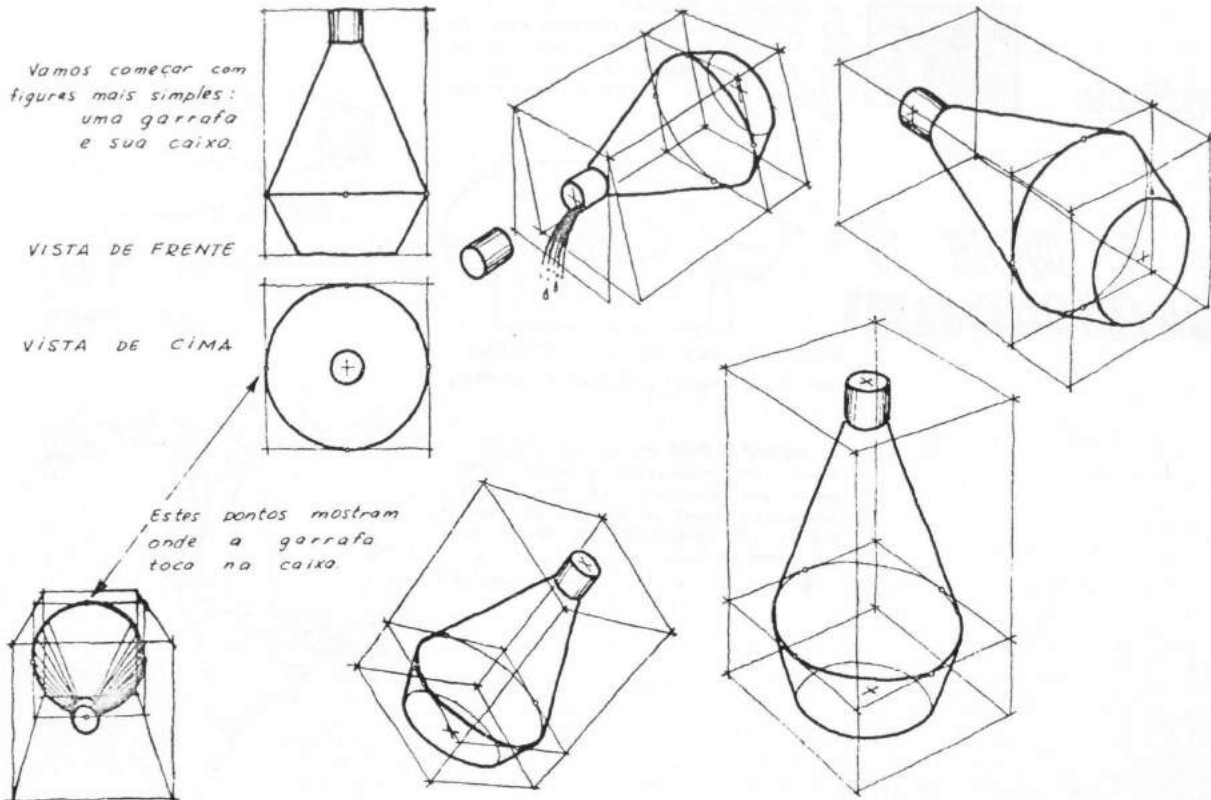
# O QUE É PERSPECTIVA



VISTA DE FRENTE ou FACHADA, com 2 dimensões: LARGURA E ALTURA.

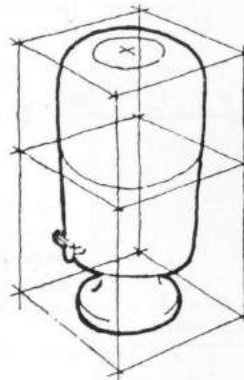
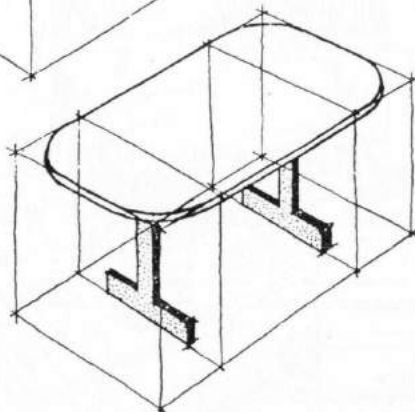
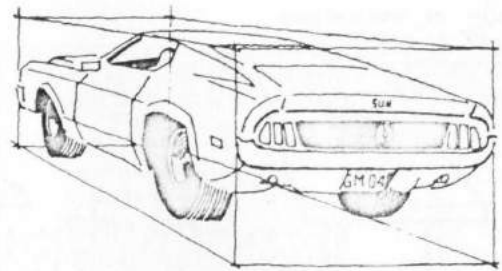
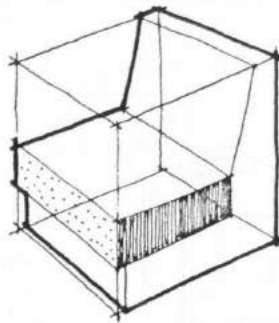
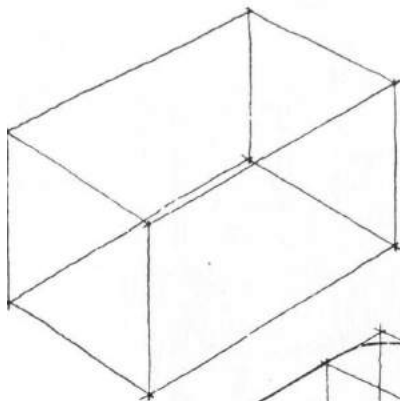


A PERSPECTIVA mostra os objetos como eles APARECEM à nossa vista, como um VOLUME, não como eles realmente são. A perspectiva dá a VISÃO DE CONJUNTO do objeto num só desenho mas não permite tomar medidas.



Os desenhos serão mais fáceis se você começar traçando as

**CAIXAS.**



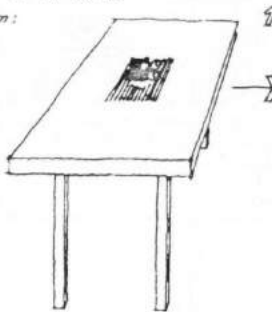
**INSISTA!**

Pratique, começando com figuras simples.

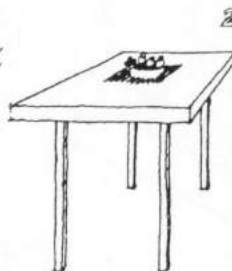
Se a perspectiva da caixa estiver correta, a figura de dentro ficará mais **PRECISA**.

Para desenhar bem as caixas é preciso conhecer a **LINHA DE HORIZONTE** ou L.H.

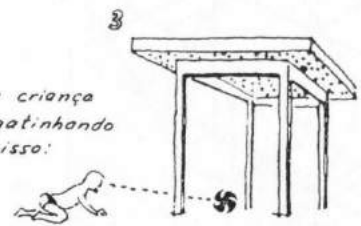
Do alto de uma escada você vê a mesa assim:



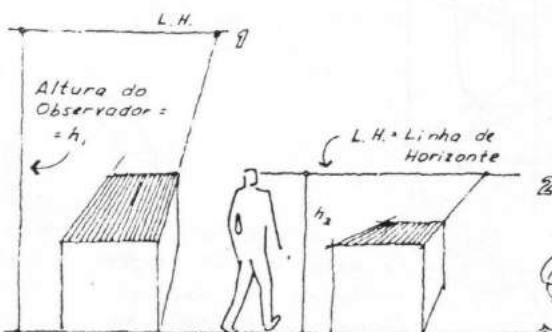
1 Estando de pé, normalmente, você vê a mesa assim:



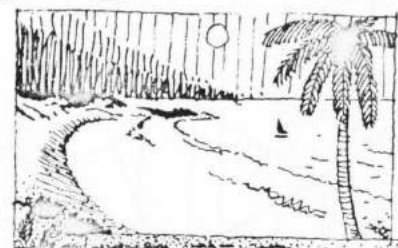
3 Uma criança engatinhando vê isso:



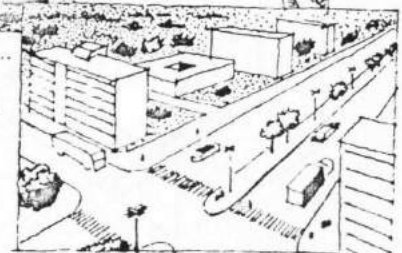
A altura da vista do observador modifica a figura, ela indica a Linha de Horizonte (L.H.). Nos 3 desenhos acima temos:



Em todos os casos a Linha de Horizonte está **SEMPRE** na altura do olho do observador. Mesmo numa paisagem...

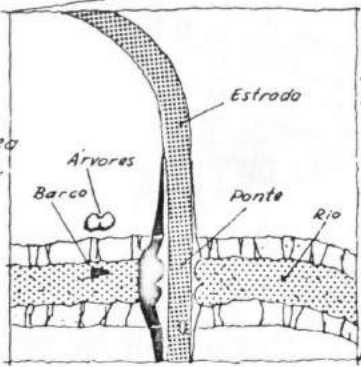


... ou na cidade.



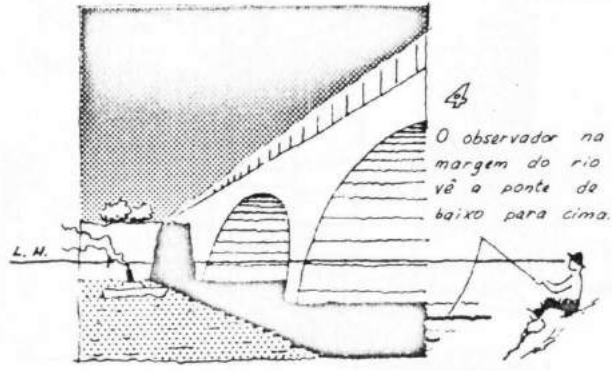
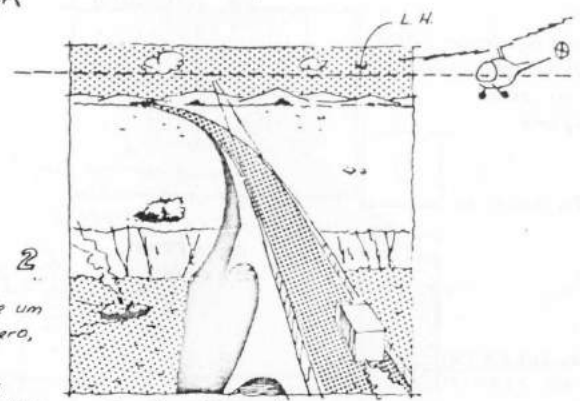
A linha de Horizonte atravessa o desenho de um lado ao outro.  
Observe estas figuras:

1  
Vista de grande altura, como em fotografia aérea. É uma PLANTA, com 2 dimensões...

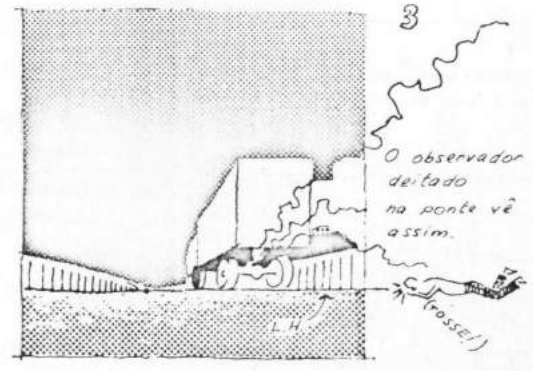


... aqui não há perspectiva, nem linha de horizonte!

2  
Agora vista de um helicóptero, também chamada "perspectiva a vôo de pássaro."



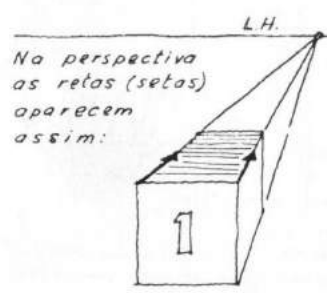
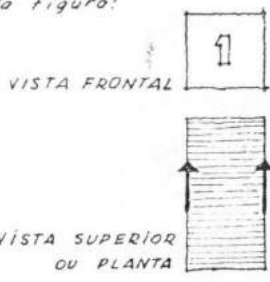
4  
O observador na margem do rio vê a ponte de baixo para cima.



3  
O observador deitado na ponte vê assim.

O PONTO DE FUGA

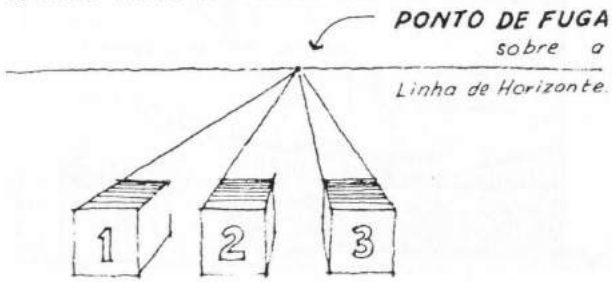
Uma caixa regular (prisma) apresenta retas paralelas, como as setas da figura:



Na perspectiva as retas (setas) aparecem assim:

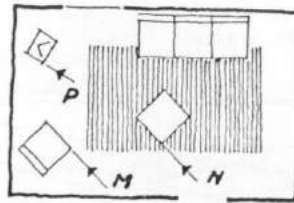
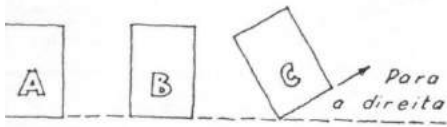
O lugar onde as retas paralelas parecem se encontrar na linha de horizonte é o PONTO DE FUGA

Se colocarmos outras caixas paralelas a esta, as linhas vão se encontrar no mesmo



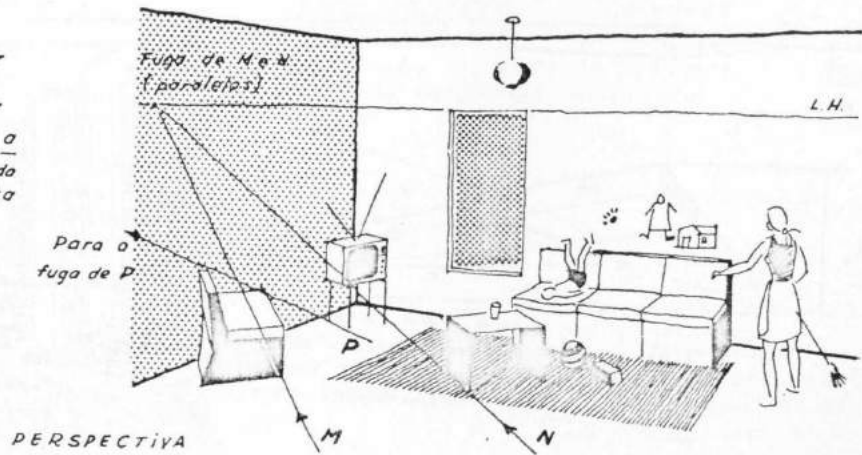
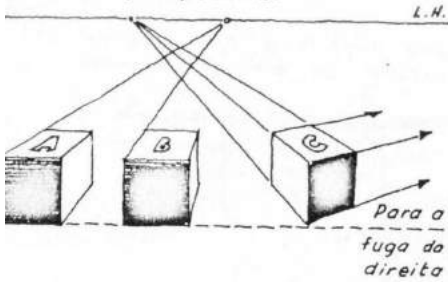
Nas avenidas você vê as linhas dos edifícios e das casas convergindo todas para o ponto de fuga

Cada conjunto de retas paralelas tem seu próprio Ponto de Fuga. Observe na planta...



PLANTA

.. e na perspectiva.

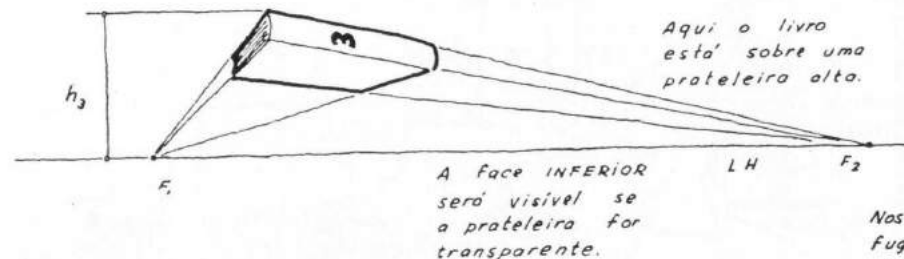
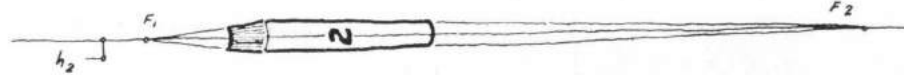
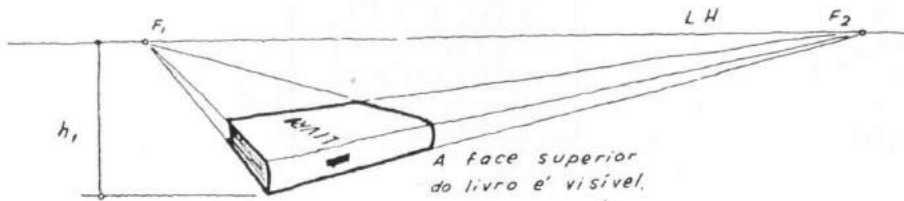


PERSPECTIVA

B

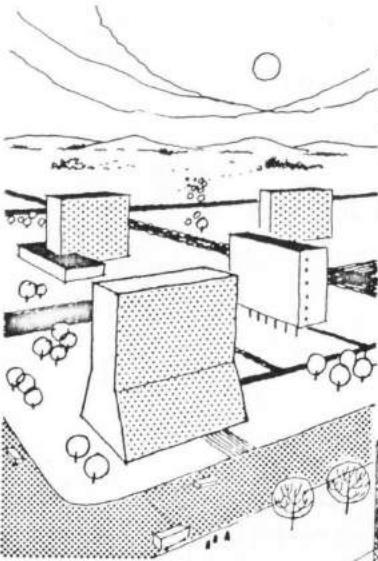
A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

Um livro colocado no piso e' visto assim:



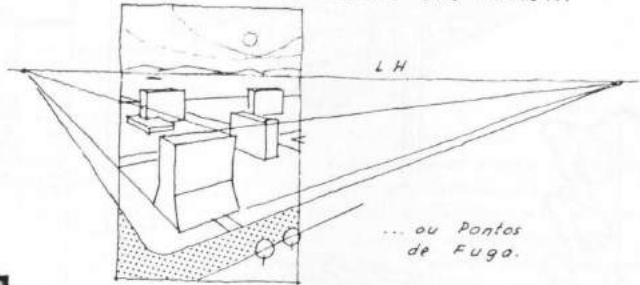
O livro está agora sobre uma prateleira na mesma altura do olho do observador.

Nas 3 desenhos a posição das fugas e' a mesma. A variação está apenas na altura do observador:  $h_1, h_2, h_3$ .



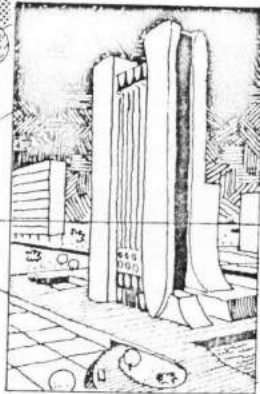
Aqui está a vista de uma cidade. Observe linhas CONVERGINDO, umas para a direita, outras para a esquerda.

Com um papel maior poderemos determinar estes pontos de encontro das linhas...



... ou Pontos de Fuga.

Eles estão sobre a LINHA DE HORIZONTE. É uma linha IMAGINÁRIA muito útil.

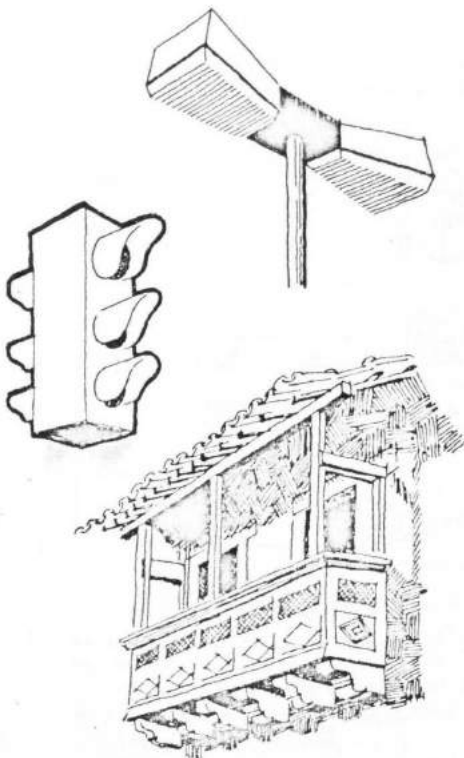


L.H.

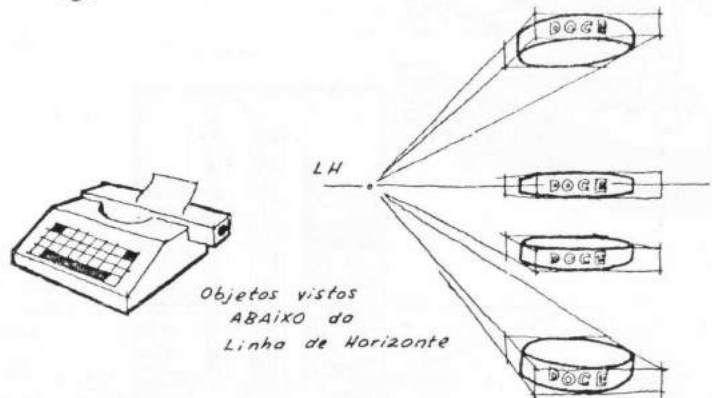
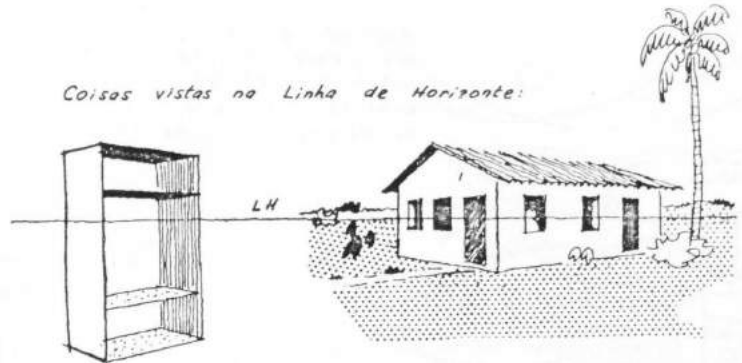
Aqui a Linha de Horizonte é mais BAIXA.

As linhas VERTICAIS permanecem paralelas e não têm ponto de fuga. Em alguns casos podemos determinar o ponto de fuga para a direção vertical. O assunto é estudado no Capítulo 14.

Objetos no alto são vistos ACIMA da Linha de Horizonte.



Coisas vistas na Linha de Horizonte:



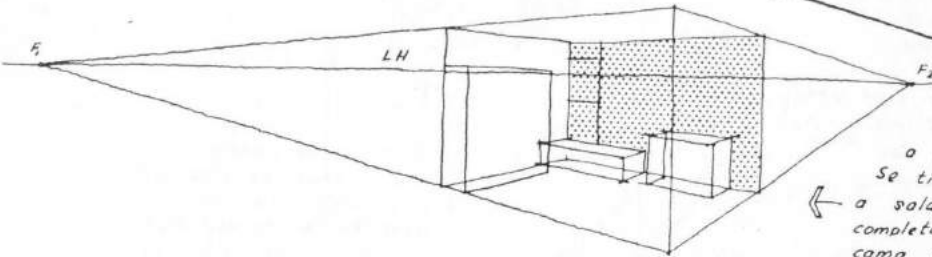
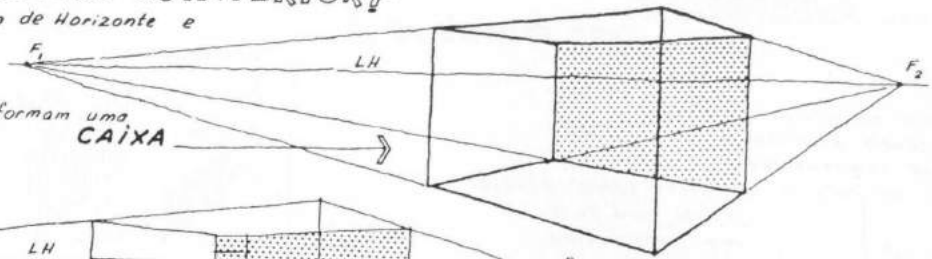
Objetos vistos ABAIXO da Linha de Horizonte

Veja o traçado da circunferência em perspectiva no Capítulo 10.

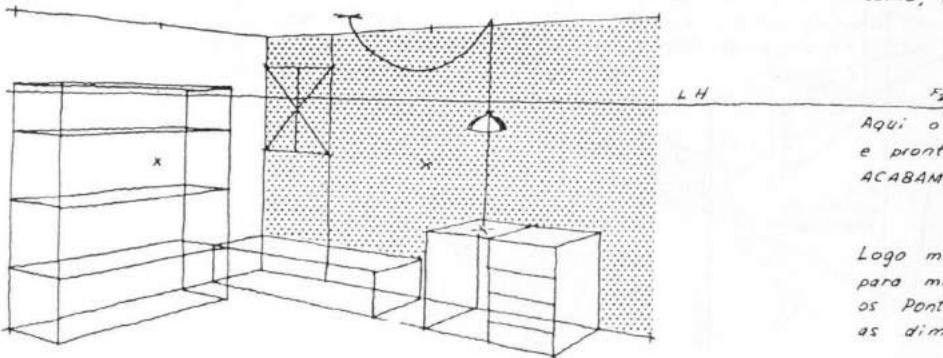
### Como se faz uma PERSPECTIVA de INTERIOR?

Para começar, marque a Linha de Horizonte e dois pontos de fuga, não muito próximos.

As paredes formam uma CAIXA



As paredes não são transparentes e irão prejudicar a vista do interior da sala. Se tirarmos as paredes mais próximas a sala aparece assim. Podemos completar com "CAIXAS" para armário, cama, mesa e outros objetos.



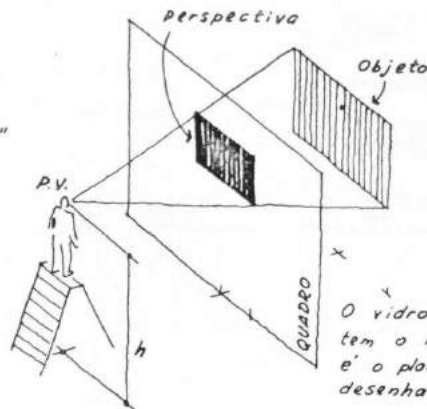
Aqui o desenho aparece ampliado e pronto para receber o ACABAMENTO final.

Logo mais você verá como fazer para marcar EXATAMENTE os Pontos de Fuga e as dimensões dos objetos.

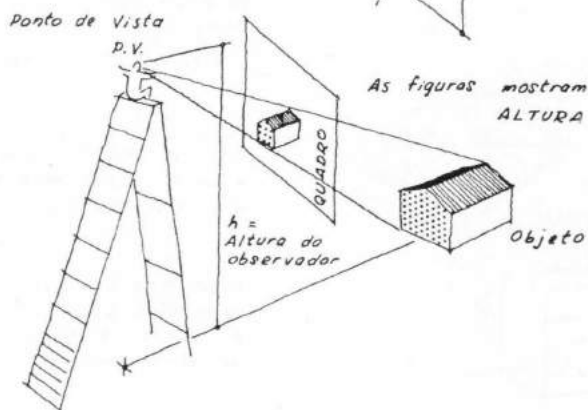
A palavra PERSPECTIVA significa "VER ATRAVÉS DE..."

Se você se colocar atrás de uma janela envidraçada e, sem se mover do lugar, riscar no vidro o que está "VENDO ATRAVÉS DA" janela, terá feito uma perspectiva.

O lugar onde você está é o PONTO DE VISTA - P.V. - e corresponde ao olho do observador.



O vidro da janela tem o nome de QUADRO: é o plano onde se desenha a perspectiva.



As figuras mostram a ALTURA DO OBSERVADOR ou h.



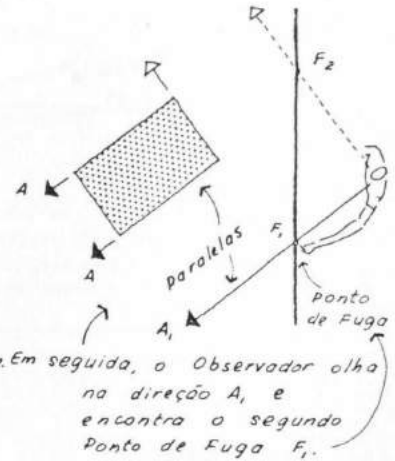
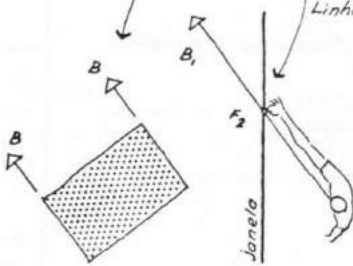
# A Construção da Perspectiva

Voltamos à janela envidraçada. Estamos no alto, bem ALTO, e lá em baixo, sobre o terreno está

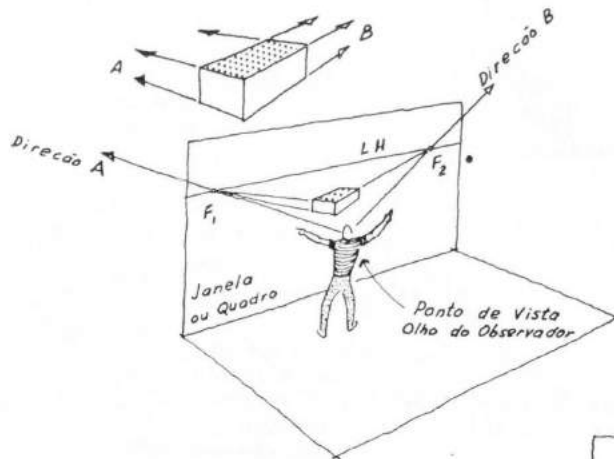
uma CAIXA, a JANELA e o OBSERVADOR.



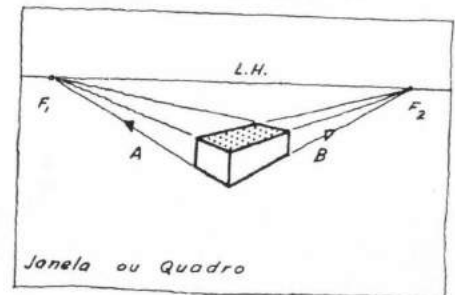
Para encontrar um ponto de Fuga o Observador olha na direção B, - paralela ao lado B da caixa. O ponto de Fuga estará sobre a Linha de Horizonte. Em seguida, o Observador olha na direção A, e encontra o segundo ponto de Fuga F<sub>1</sub>.



os PONTOS de FUGA são obtidos por retas que passam pelo olho do observador na mesma direção dos lados do objeto.

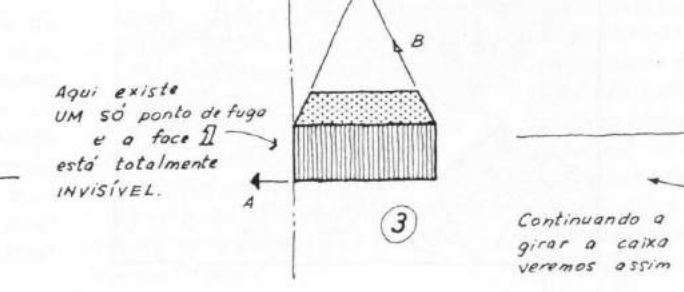
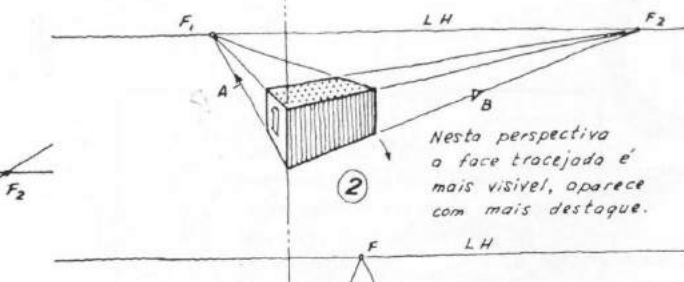
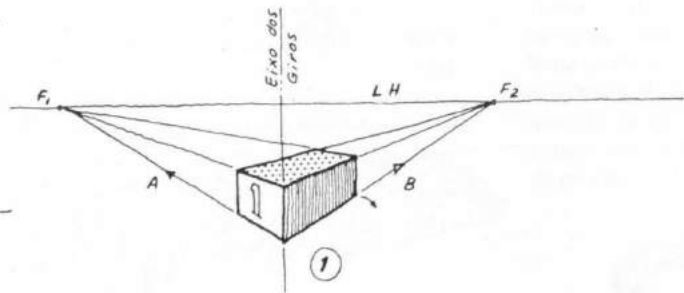
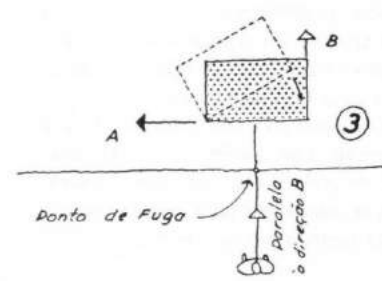
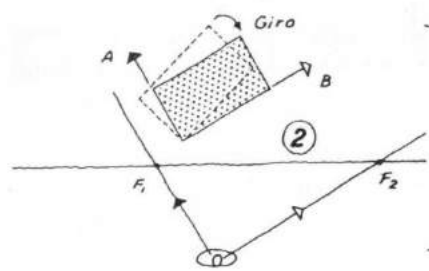
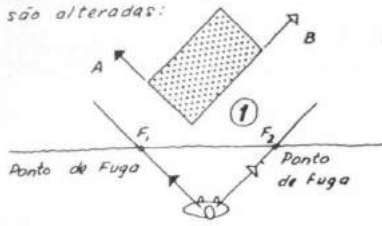


O que o Observador desenha:



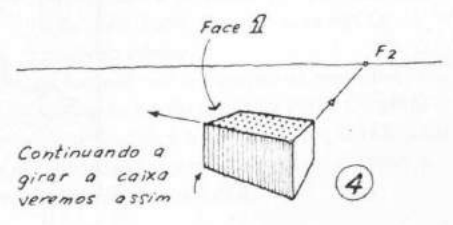
O QUE É PERSPECTIVA

Se a caixa girar, as posições dos pontos de fuga são alteradas:



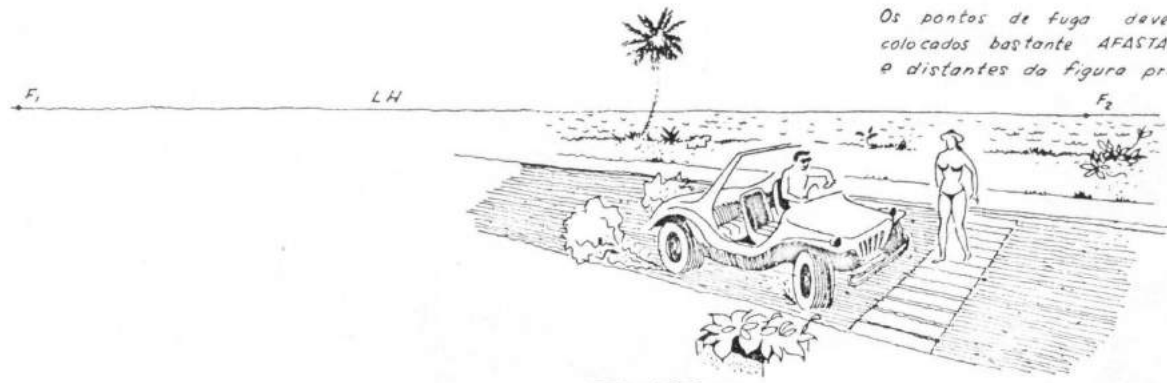
Nesta perspectiva a face tracejada é mais visível, aparece com mais destaque.

Aqui existe UM SÓ ponto de fuga e a face II está totalmente INVISÍVEL.



Continuando a girar a caixa veremos assim

A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS



Os pontos de fuga devem ser colocados bastante AFASTADOS ENTRE SI e distantes da figura principal.

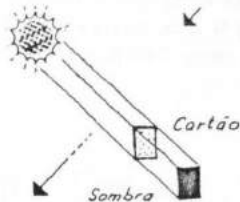


Aqui os pontos de fuga estão MUITO PRÓXIMOS entre si e PERTO da figura. As coisas aparecem DEFORMADAS, COMPRIMIDAS.

Até aqui apresentamos as noções básicas da Perspectiva sem utilizar a Geometria Descritiva e sem citar termos técnicos. Mas a coisa vai mudar: vamos fazer o desenho exato da Perspectiva, segundo a Geometria; tudo, porém, dentro da idéia inicial de explicar o traçado sem palavras técnicas desnecessárias e sempre com figuras acompanhando o texto.

# TIPOS DE PROJEÇÕES

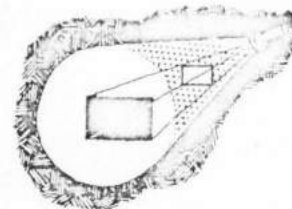
Imagine que você segura um cartão exposto ao sol de modo a formar sombra no piso. Podemos *considerar* o sol como fonte de luz a uma distância *infinita* (matematicamente a distância é conhecida, portanto, *finita!*) sendo os raios de luz paralelos entre si.



Generalizando: temos *projetantes paralelas* (raios de luz) e podemos dizer que o centro de projeções está no infinito.

A projeção ortogonal é um caso particular da projeção paralela. No exemplo acima, se os raios de luz forem *perpendiculares* ao piso teremos a *projeção ortogonal*. A representação usada nos desenhos de arquitetura, de móveis, de concreto armado, de topografia, de desenho mecânico e, em geral, quando se trabalha com medidas exatas, é uma aplicação da projeção ortogonal.

Vejamos outra situação: agora você está numa sala pouco iluminada e acende uma lâmpada diante do cartão. O cartão cria na parede uma área de sombra. Podemos dizer que a fonte de luz emite raios capazes de projetar a sombra do cartão sobre o plano da parede.

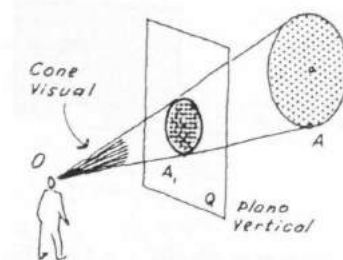


Em linguagem geométrica diremos: do centro de projeções (fonte de luz) partem as *projetantes* (raios de luz) que determinam a projeção (sombra) da figura sobre um plano. Este é o conceito de *projeção cônica*.

A fonte de luz é o centro de projeções, colocado a uma distância finita. O centro de projeções é o vértice de um CONE cujas geratrizes ou projetantes ligam o objeto à sua projeção (sombra).

A idéia da projeção cônica visualizada no exemplo da "fonte de luz — cartão — sombra" será agora generalizada. Na figura ao lado consideramos o centro de projeções correspondente ao olho do observador ou ponto de vista (o ponto O — vértice do cone). O ponto A da figura no espaço projeta-se no plano vertical em A<sub>1</sub>, ponto em que a projetante OA encontra e atravessa o plano transparente Q. O ponto A<sub>1</sub> é a PERSPECTIVA CÔNICA do ponto A no plano Q.

## A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS



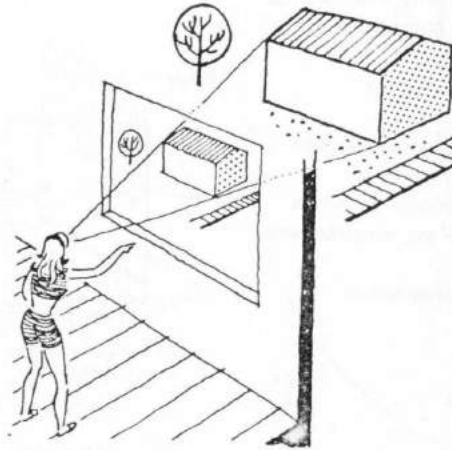
Esta é a *idéia fundamental* da perspectiva cônica a ser desenvolvida neste livro.

A projeção cônica é conhecida sob outros nomes:

- Perspectiva cônica
- projeção central
- perspectiva central
- perspectiva geométrica
- perspectiva aérea
- perspectiva linear
- perspectiva de observação

Em continuação, admitiremos conhecidas as noções de projeção ortogonal estudadas em Geometria Descritiva, assim como suas operações principais.

# PERSPECTIVA CÔNICA



A palavra *perspectiva* deriva-se da expressão latina "PERSPICERE" que significa "VER ATRAVÉS DE". É este o significado básico da perspectiva, ponto de partida para conceitos mais *abstratos*, que poderão ser estudados em livros indicados na página 151.

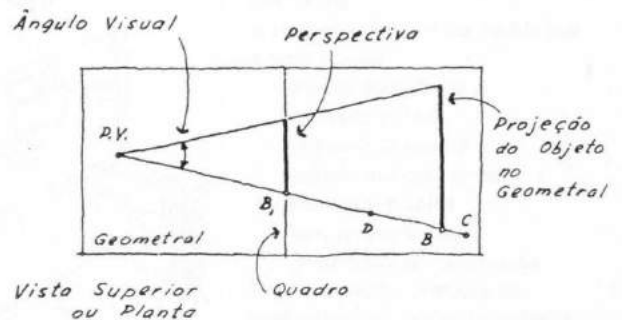
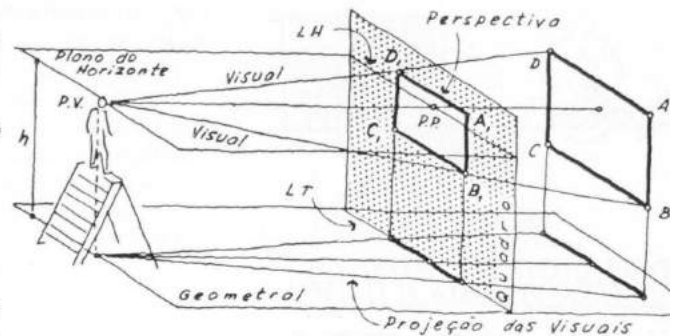
Aqui está, outra vez, a janela envidraçada e a pessoa que, dentro da sala, observa o exterior. Com um giz ela vai desenhando no vidro os contornos daquilo que está "vendo através da" janela: uma árvore, uma casa, o passeio, etc. Supõe-se o observador sem se mover de sua posição, tendo um dos olhos fechados e movimentando somente a mão com o giz. A perspectiva fica desenhada no vidro da janela.

A *perspectiva cônica* de um objeto de 3 dimensões é a sua projeção sobre um plano. Pode-se generalizar por meio da projeção não sobre um plano, mas sobre uma superfície cilíndrica, ou esférica, ou sobre uma superfície geométrica qualquer.

Alguns dos termos técnicos aqui reunidos já foram vistos no capítulo anterior.

- 1 — PONTO DE VISTA, representado pelo olho do observador, é o centro das projeções.
- 2 — QUADRO, representado pelo vidro da janela, é o plano onde é desenhada a perspectiva.
- 3 — A reta que passa pelo ponto de vista e por cada um dos pontos do objeto (como B na figura) é uma projetante, ou VISUAL ou, ainda, raio visual.
- 4 — O ponto  $B_1$  do quadro é a PERSPECTIVA do ponto B do objeto, isto é,  $B_1$  é o ponto em que a projetante de B atravessa o quadro.  
O ponto  $B_1$  é, também, a perspectiva dos pontos C, D, pertencentes à projetante ou visual  $B_1B$ .
- 5 — O conjunto de todas as visuais de um objeto forma um ângulo sólido que se chama CONE VISUAL ou *ângulo visual*.
- 6 — O plano horizontal de projeções usado na Geometria Descritiva tem na Perspectiva o nome de plano geométral ou, simplesmente, GEOMETRAL.

Precisamos, ainda, conhecer outros elementos da perspectiva.

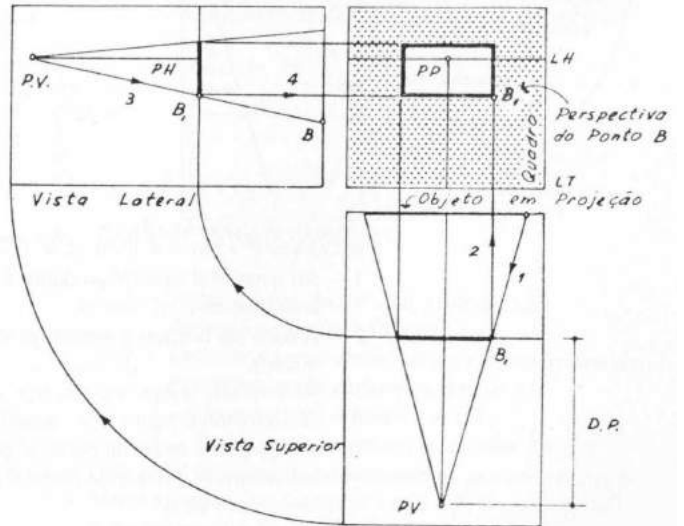
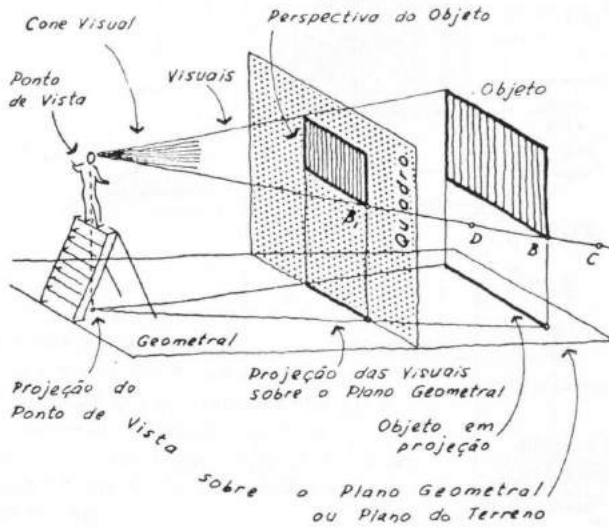


- 7 — O plano horizontal que contém o ponto de vista (P.V.) é o plano do horizonte ou P.H.
- 8 — A interseção do plano horizontal com o quadro é a LINHA DO HORIZONTE ou L.H.
- 9 — VISUAL PRINCIPAL é o raio visual perpendicular ao quadro e passando pelo ponto de vista P.V. A interseção desta perpendicular com o quadro recebe o nome de PONTO PRINCIPAL ou P.P. O dito P.P. está sempre sobre a L.H.
- 10 — A distância do ponto de vista ao ponto

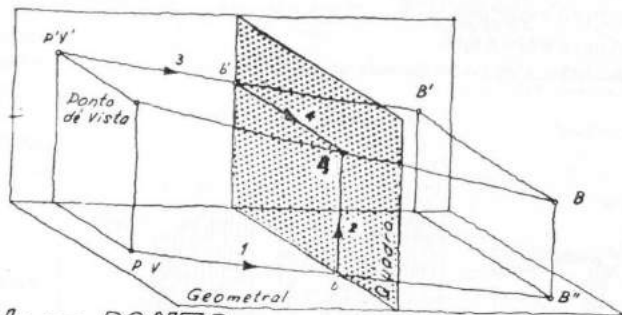
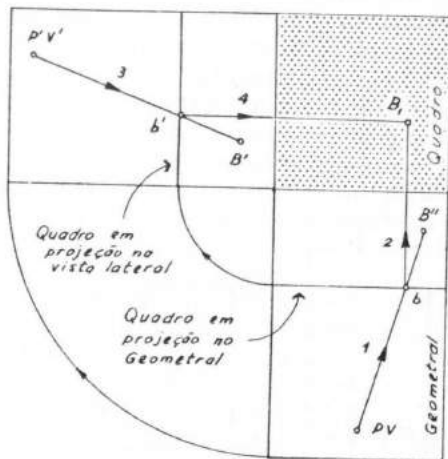
principal (portanto, ao quadro) é conhecida como DISTÂNCIA PRINCIPAL ou D.P.

- 11 — A interseção do quadro com o geometral é a LINHA DE TERRA ou L.T.
- 12 — A cota ou altura que mede a distância do P.H. (plano do horizonte) ao geometral é a ALTURA DO OBSERVADOR ou  $h$ . Observe que  $h$  é igual à distância de L.T. a L.H.

Difícilmente você consegue gravar todas estas definições AGORA e de uma só vez. Vá em frente e sempre que tiver dúvida volte a ler esta parte.



Vamos isolar na figura anterior a ponto B e a sua perspectiva. Os passos para obter a perspectiva podem ser acompanhados na projeção à esquerda ou na vista de conjunto



### PERSPECTIVA de um PONTO

- 1 — No geometral ligar PV ao ponto B'' encontrando b no quadro.
- 2 — A partir de b traçar a projetante vertical no quadro.
- 3 — Na vista lateral ligar o ponto P'V' ao ponto B' encontrando o ponto b' no quadro.
- 4 — Transportar a altura do ponto b' para o quadro até encontrar a reta 2 no ponto B<sub>1</sub>, que é a perspectiva de B.

## O PONTO DE FUGA

Vimos no capítulo 1 a existência do ponto de fuga. Agora veremos outro conceito, mais geométrico do que o anterior. Seja uma reta AB pertencente ao plano geometral, portanto, uma reta horizontal, e admitamos que o ponto A pertence ao quadro. Assim o ponto A é a sua própria perspectiva, pois os pontos do quadro são, eles mesmos, sua própria perspectiva.

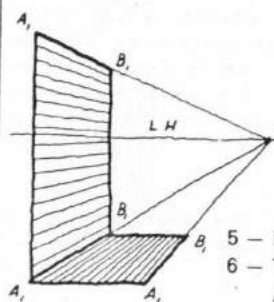


O Quadro projeta-se na Vista Lateral...  
... e no Geometral

Segmento dado

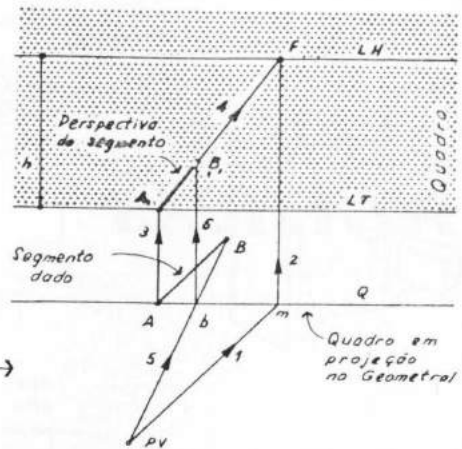
O ponto B tem sua perspectiva obtida, como no exemplo anterior, em  $B_1$ . Se passarmos por  $P^*V'$  o plano horizontal L.H. e prolongarmos a reta  $A_1B_1$  encontraremos o ponto limite, na perspectiva, da reta horizontal AB em F, ou seja, o ponto F é o ponto de fuga das direções paralelas a AB.

Baseado no fato de as retas horizontais terem sua fuga na Linha de Horizonte (figura abaixo), o traçado da perspectiva pode ser simplificado com a eliminação da Vista Lateral, como está aqui.



- 1 - Traçar a partir do PV uma paralela à reta dada até encontrar o Quadro em  $m$ .
- 2 - Levantar o ponto obtido para a LH, determinando F, que é o ponto de fuga da direção AB.
- 3 - Levar o ponto A para  $A_1$  na L.T.
- 4 - Traçar  $A_1F$ , perspectiva da direção AB.
- 5 - Ligar o PV ao ponto B, encontrando no quadro o ponto  $b$ .
- 6 - Traçar a vertical até encontrar a reta  $A_1F$ , determinando  $A_1B_1$ , perspectiva de AB.

Dados: o segmento AB no Geometral  
a altura h do observador  
o ponto de vista PV  
a posição do quadro

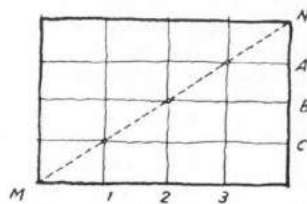


Capítulo

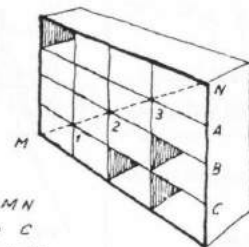


## REGRAS PRÁTICAS

A utilização de DIAGONAIS simplifica o traçado da perspectiva.

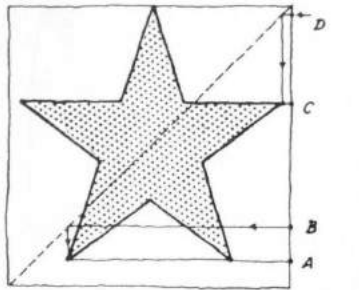


Aqui está a VISTA FRONTAL de uma estante. Na perspectiva, depois de desenhada a "CAIXA", traçamos as prateleiras HORIZONTAIS A, B e C. Agora traçamos a DIAGONAL MN que corta as Horizontais A, B e C nas pontos 1, 2 e 3 - por onde passam as verticais.

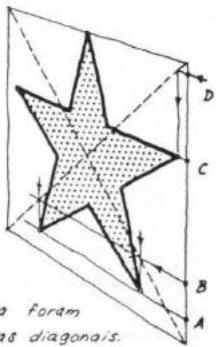


Nas páginas seguintes veremos outras aplicações das diagonais.

A utilização das diagonais torna mais simples o desenho de linhas oblíquas nas perspectivas.

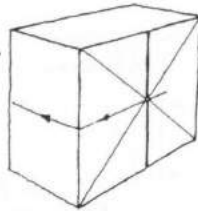


perspectivas.



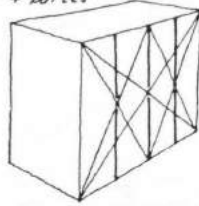
Na perspectiva foram usadas as duas diagonais.

As diagonais permitem encontrar o CENTRO de qualquer lado ou face que seja quadrado ou retângulo.

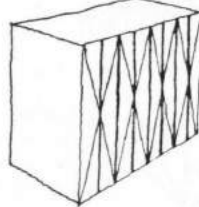


Divisão em 2 partes

Divisão em 4 partes

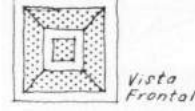


Divisão em 8 partes

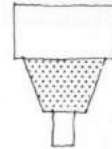


LH Fuga

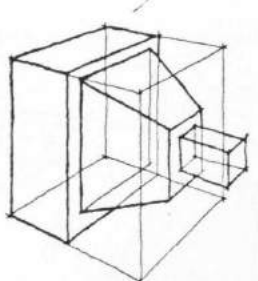
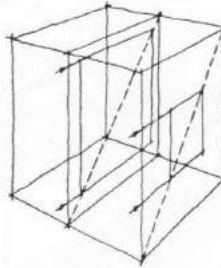
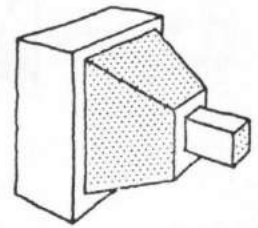
Outro exemplo:



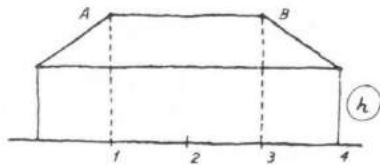
Vista Frontal



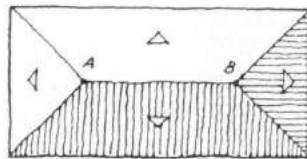
Vista Superior



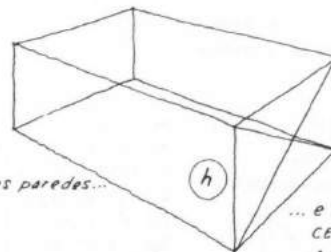
Outro exemplo: conhecemos a Vista Frontal...



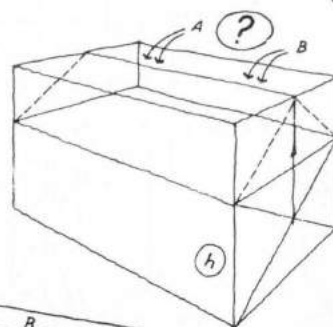
... e a Planta de Coberta de uma casa.



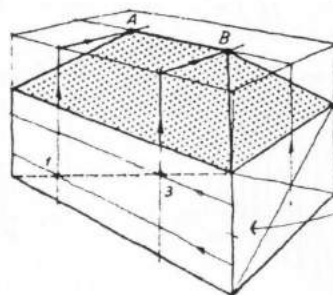
Começamos desenhando as paredes...



... e achamos o CENTRO do face lateral.

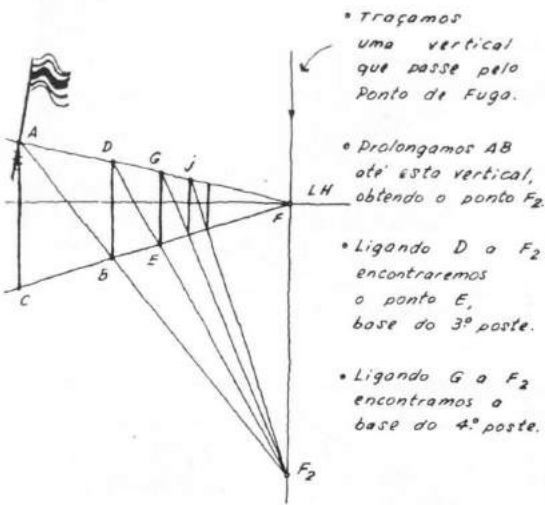


O telhado está desenhado. MAS...  
... onde vamos colocar os pontos A e B?



A altura (h) será dividida em 4 partes iguais. Traçamos as horizontais (para a fuga) e a diagonal, que vai determinar os pontos 1 e 3 e, daí, as verticais que levam aos pontos A e B.

Numa perspectiva estão desenhados dois postes AC e DB. Onde colocar os postes seguintes, equidistantes desses?



- Traçamos uma vertical que passe pelo Ponto de Fuga.
- Prolongamos AB até esta vertical, obtendo o ponto  $F_2$ .
- Ligando D a  $F_2$  encontraremos o ponto E, base do 3º poste.
- Ligando G a  $F_2$  encontramos a base do 4º poste.

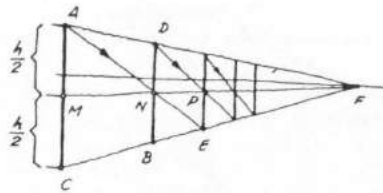
ALTERNATIVA:

Poderíamos ligar C ao ponto D e obter um ponto  $F_3$  - NÃO DESENHADO AQUI - na parte superior da figura, semelhante a  $F_2$ .

Outro processo:

Dividimos a vertical na metade da altura.

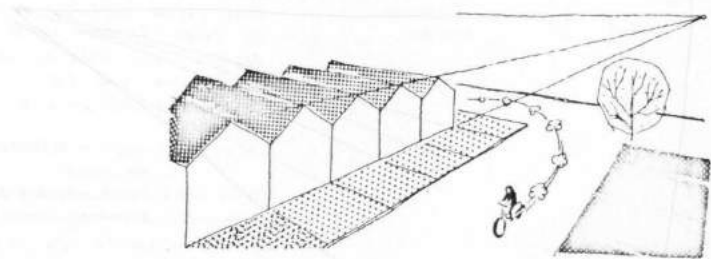
Encontramos o ponto M, que se liga à fuga.



A diagonal AN determina o ponto E do 3º poste.

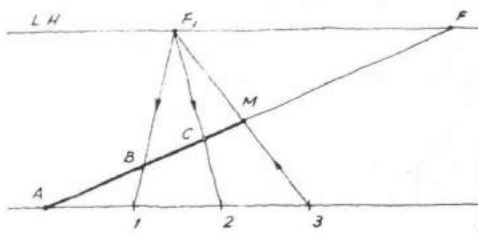
A diagonal DP determina o 4º poste.

Onde houver repetição de elementos iguais vale a pena aplicar o que ficou dito.



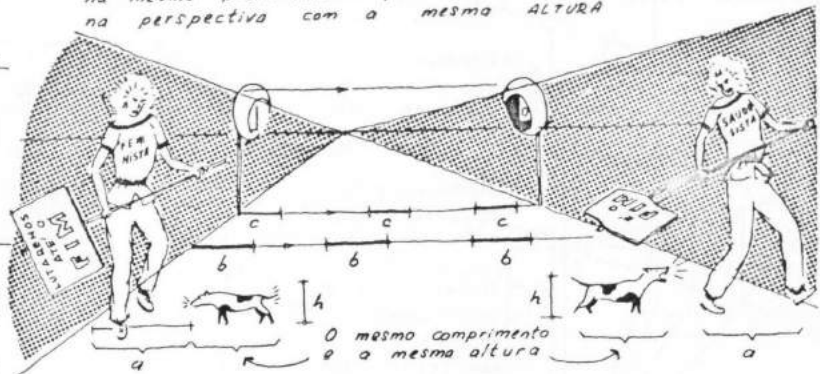
Agora precisamos dividir em PARTES IGUAIS um segmento já desenhado em perspectiva.

Como dividir o segmento AM em 3 partes iguais?



Na extremidade A - a mais afastada da fuga - traçamos uma paralela a LH e marcamos 3 segmentos iguais. Ligando o ponto 3 até M encontramos uma fuga  $F_1$  e, daí, os pontos procurados B e C - como mostram as setas.

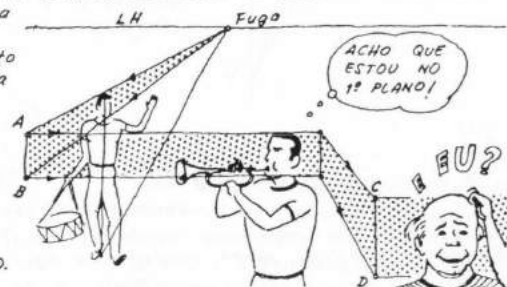
Figuras que tenham igual ALTURA e que estejam na mesma profundidade (ou distância) aparecem na perspectiva com a mesma ALTURA



Para colocar uma figura no 1º PLANO - sem fazer o DESENHO COMPLETO - podemos usar uma parte para obter a proporção:

Duas retas partindo do ponto de fuga trazem parte da figura - a cabeça - para o 1º plano em AB. Deslocamos AB para a direita...

... eu para a esquerda, ... ou para local ainda mais próximo, como CD.



ACHO QUE ESTOU NO 1º PLANO!

EU?



# PROCESSO DOS ARQUIMÉDITOS

O traçado que apresentaremos é também conhecido com o nome de

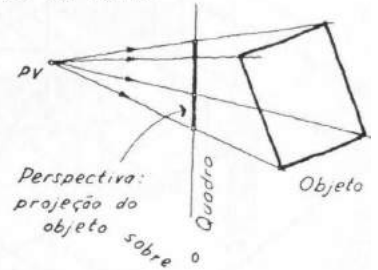
## PROCESSO DAS PROJEÇÕES

Porque usa DIRETAMENTE as projeções ou vistas das figuras.

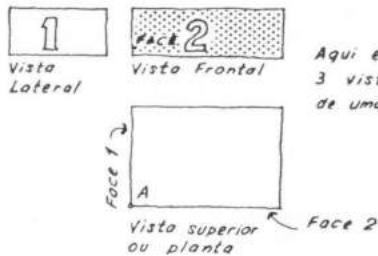
ou, ainda, como

## PROCESSO DE IRRADIAÇÃO

Porque o traçado se faz por irradiação a partir do ponto de vista.

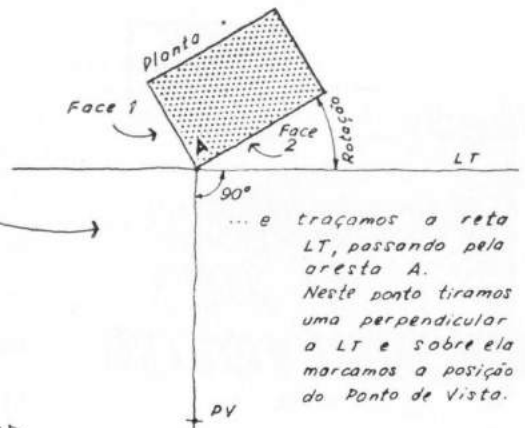


A apresentação INICIAL será feita para leitores menos habituados à linguagem da Geometria Descritiva.

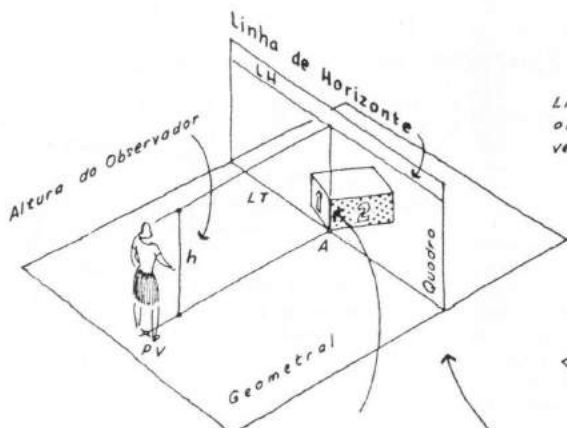


Aqui estão 3 vistas de uma caixa. Para a perspectiva daremos uma ROTAÇÃO na caixa de modo a ver as faces 1 e 2...

### A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS



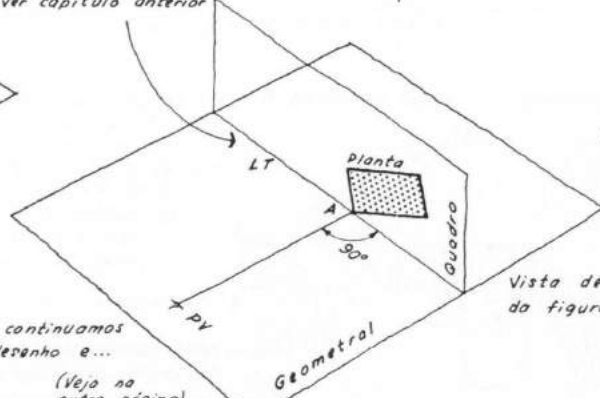
... e traçamos a reta LT, passando pela aresta A. Neste ponto tiramos uma perpendicular a LT e sobre ela marcamos a posição do Ponto de Vista.



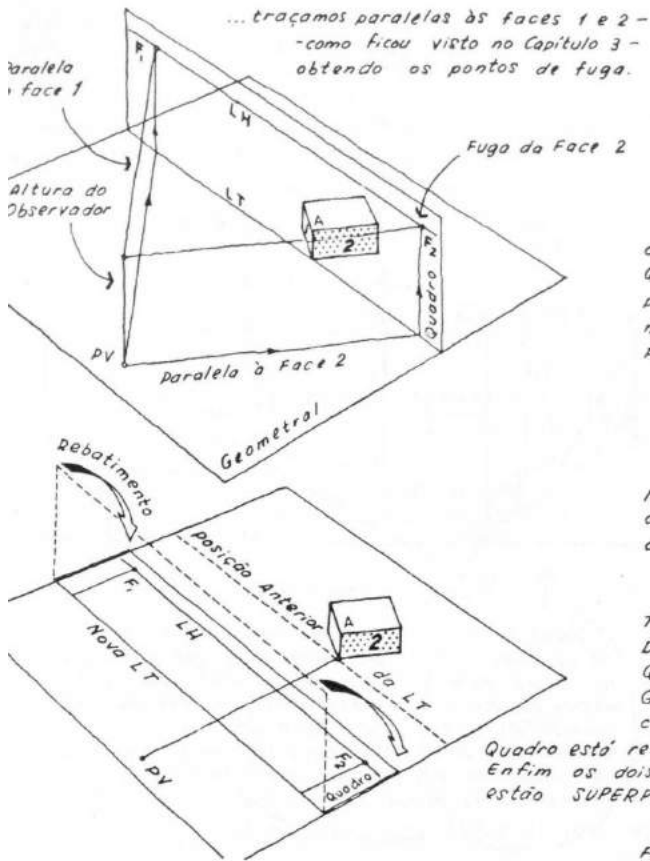
Verdadeira Grandeza da altura da caixa: estando no QUADRO ela é a sua própria PERSPECTIVA e não sofre DEFORMAÇÃO.

Linha de Terra e outras definições: ver capítulo anterior

Aqui continuamos o desenho e... (Veja na outra página)



Vista de conjunto da figura acima



Estamos com 2 PLANOS { O Plano Geometral e o plano do Quadro.

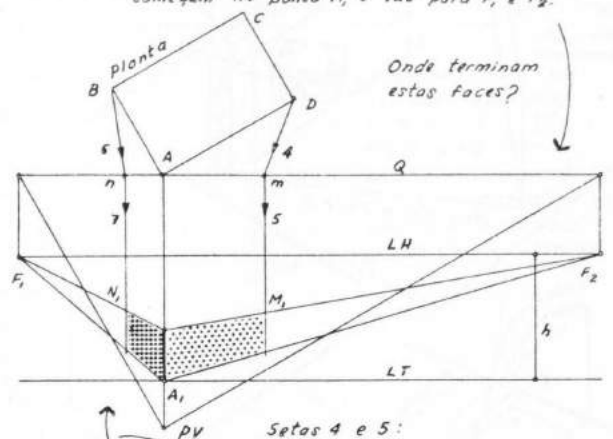
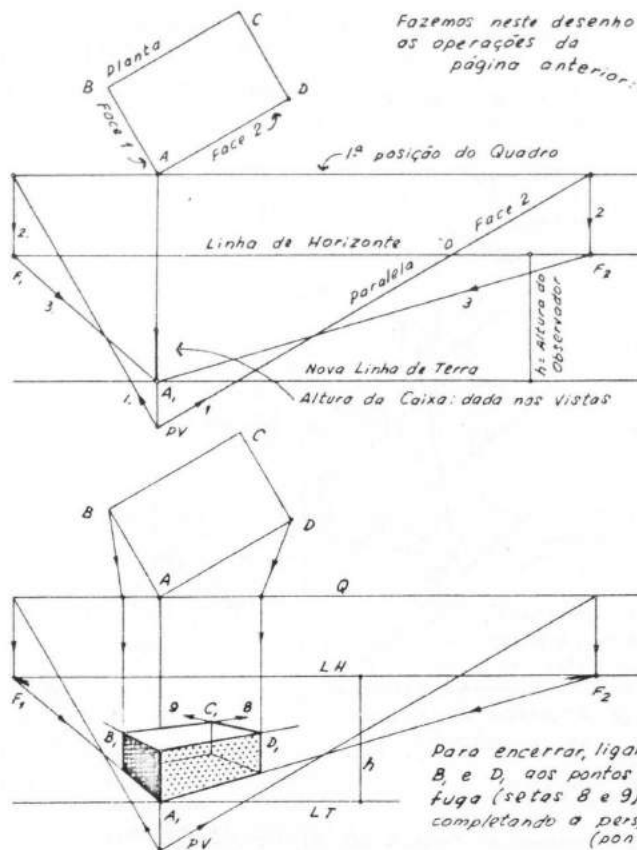
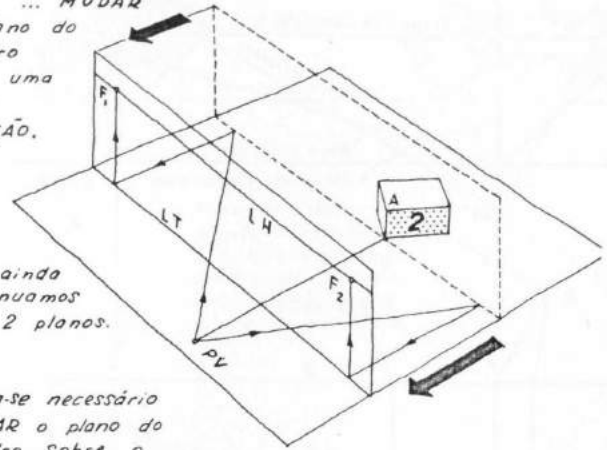
A folha do desenho tem **UM SÓ PLANO!**  
Por isso usamos o artifício de...

... MUDAR o plano do Quadro para uma nova POSIÇÃO.

Mas ainda continuamos com 2 planos.

Torna-se necessário DEITAR o plano do Quadro sobre o Geometral. Em Geometria Descritiva chama-se **REBATER**: o plano do Quadro está rebatido sobre o Geometral. Enfim os dois planos estão **SUPERPOSTOS** num só.

Feito isso voltamos ao traçado da PERSPECTIVA.



Setas 4 e 5:

Se ligarmos PV ao ponto D da Planta encontraremos no Quadro o ponto (m) que corresponde à extremidade da face (2). O ponto (m) dará a vertical M, na perspectiva.

Setas 6 e 7:

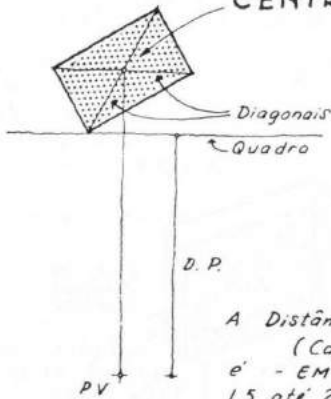
A vertical N1, foi obtida pelo mesmo raciocínio: ligamos PV a B1, obtendo N1, e em seguida, a vertical N4.

Até aqui não orientamos quanto à colocação do Ponto de Vista - P.V. O assunto é tratado no Capítulo 9. Entretanto, será necessário antecipar alguns detalhes.

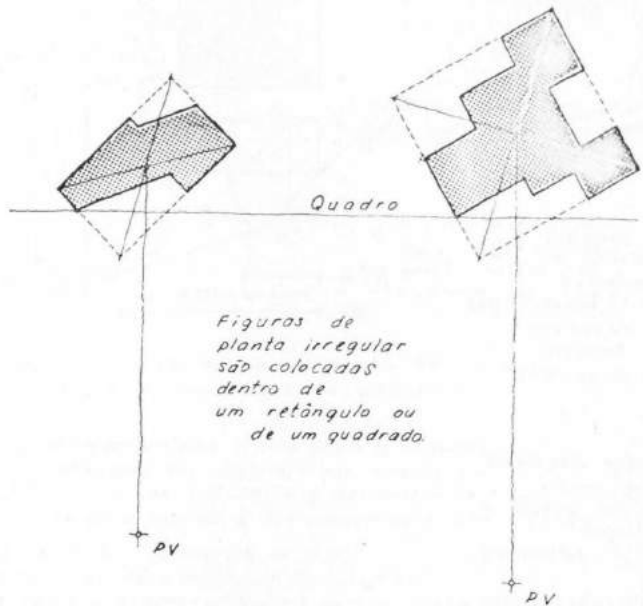
Nos desenhos anteriores colocamos o P.V. na posição que resultasse em MAIOR SIMPLICIDADE da apresentação.

MAS ISSO NÃO DEVE SER FEITO À TOA!

A colocação **CLÁSSICA** do Ponto de Vista é dada pela VISUAL que passa pelo **CENTRO GEOMÉTRICO** do Objeto



A Distância Principal D.P. (Capítulo 3: está lembrado?) é - EM GERAL - igual a 1,5 até 2,5 vezes a maior dimensão do objeto, mas...



Figuras de planta irregular são colocadas dentro de um retângulo ou de um quadrado.

... **ATENÇÃO:** Este assunto é melhor apresentado no Capítulo 9.



Os demais processos de Perspectiva são SIMPLIFICAÇÕES ou VARIANTES do Processo dos Arquitetos.

Tentar DECORAR será inútil. Reflete desde o princípio. **DEVAGAR!**

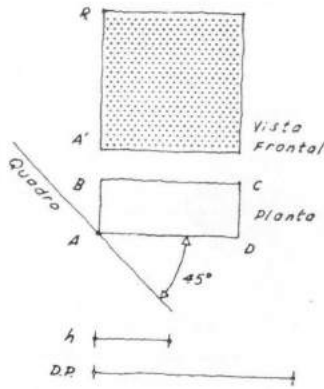
E vá desenhando.

**PRATIQUE**

SEMPRE QUE PUDER.

E quando não puder, ... também!

Aqui está outro exemplo:

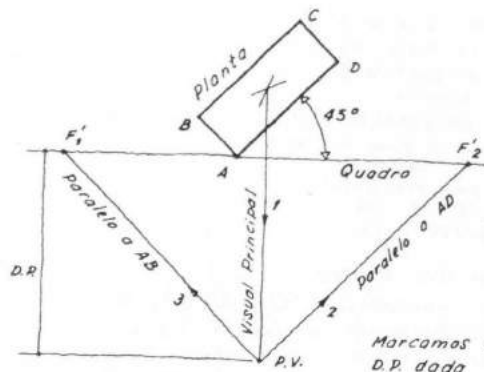


A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

Desenhamos a Planta de modo que AD faça ângulo de 45° com o Quadro

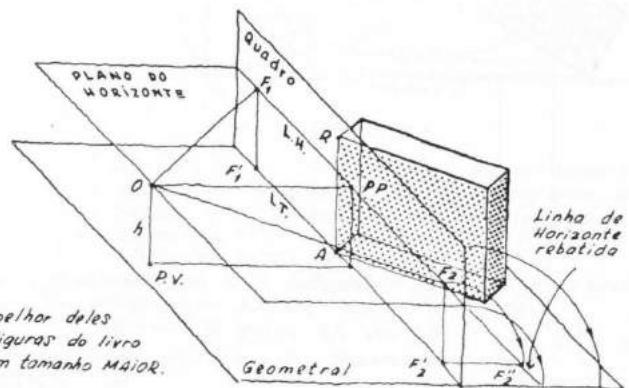
As diagonais determinam o Centro Geométrico...

... por onde passa a Visual Principal, perpendicular ao Quadro (Seta 1).



Marcamos o P.V. com a distância D.P. dada e tiramos as paralelas 2 e 3 a AD e AB, encontrando as Fugas F1 e F2.

Esta é uma vista de conjunto.



EXERCÍCIOS? O melhor deles é desenhar as figuras do livro a instrumento, em tamanho MAIOR.

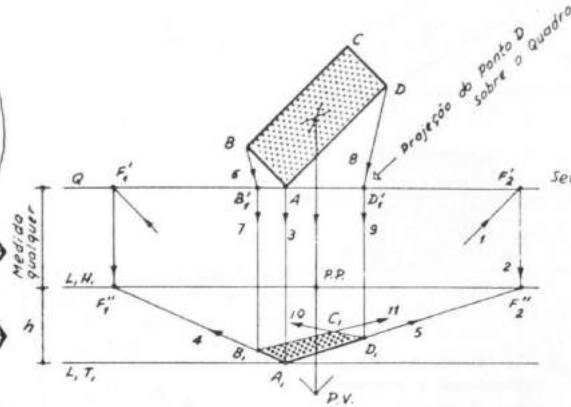
Teremos de rebater o Quadro sobre o Geometral.

**VEJA SÓ!**  
A posição da nova L.T. em nada vai alterar a perspectiva.

Juntamente com o Quadro serão rebatidas seus pontos e suas retas: os Pontos de Fuga  $F_1$  e  $F_2$  rebatem-se em  $F_1''$  e  $F_2''$  e a L.H. rebate-se em  $L_1H_1$ .

Na prática não se diferenciam os pontos  $F_1, F_1'', F_1''''$ .

Nos desenhos seguintes SIMPLIFICAREMOS!



Entre o P.V. e o Quadro colocamos a L.T. A partir dela medimos  $h$  - dado - e traçamos  $L_1H_1$ .

Seta ① Transportamos para  $L_1H_1$  a posição das fugas  $F_1''$  e  $F_2''$ .

③ O ponto A está no Quadro: ele é a sua própria perspectiva e levamos para  $L_1T_1$  em  $A_1$ .

Esta medida foi dada

Seta ④  $A_1F_1''$  é a perspectiva da direção AB do Objeto.  
⑤  $A_1F_2''$  é a perspectiva da direção AD.

⑥ A reta que liga P.V. ao ponto B encontra o quadro no ponto  $B_1'$  - que levamos para a direção  $A_1F_1''$ :  $B_1$  é a perspectiva de B, ou, em outras palavras,  $B_1$  é a projeção de B sobre o Quadro.

⑧ COMO OBTER  $D_1$ , PERSPECTIVA DE  $\underline{D}$ ?  
⑨ Ligando D ao P.V. encontramos  $D_1'$  - projeção de D sobre o quadro - e levamos para a direção  $A_1F_2''$ .

⑩ COMPLETEMOS A BASE: Ligando D, à Fuga  $F_1''$  e B, a  $F_2''$  teremos C, na interseção destas retas.

VERIFICAÇÃO: Ligando C a P.V. encontraríamos no Quadro um ponto pertencente à vertical que passa por  $C_1$ . Confirme!

Desenhada a planta ou base inferior  $A_1B_1C_1D_1$ , falta a 3ª DIMENSÃO: a altura!

Neste exemplo as alturas são retas VERTICAIS e, portanto, paralelas entre si e paralelas ao Quadro. Então, na Perspectiva, elas conservam o PARALELISMO.

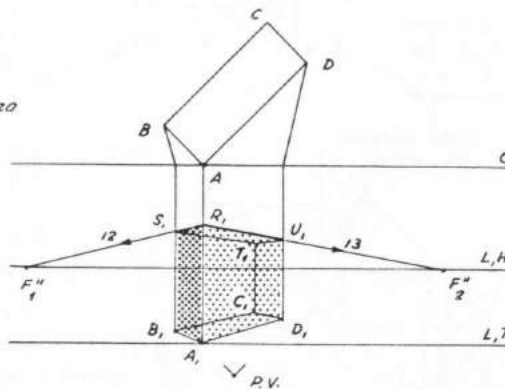
Assim, a perspectiva de cada aresta vertical será uma reta vertical passando nos vértices da base  $A_1, B_1, C_1, D_1$ .

Está definida a DIREÇÃO, mas não a GRANDEZA das arestas (ALTURA).

A aresta  $\overline{AR}$  está sobre o Quadro: ela é a sua própria perspectiva.

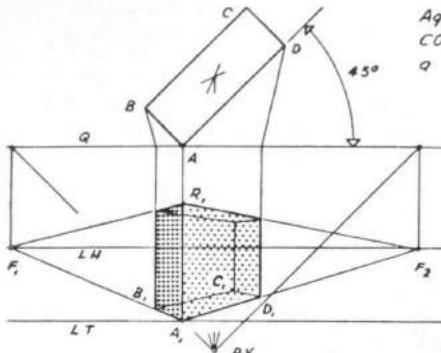
Marcamos a grandeza  $\overline{AR}$  - dada na Vista Frontal - em  $A_1R_1$ .  
A aresta  $\overline{RS}$  da base superior - paralela a  $\overline{AB}$  da base inferior - concorre (ou foge), na Perspectiva, para o Ponto  $F_1''$ .

Seta ⑫

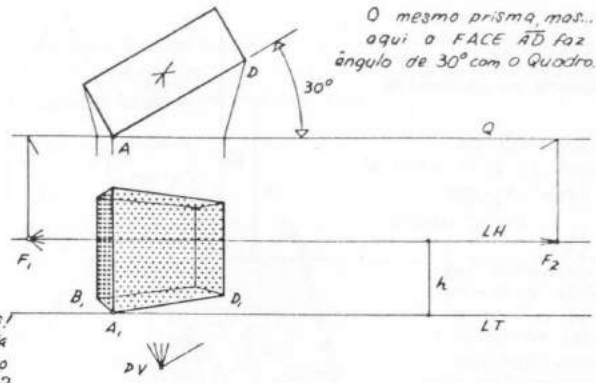


⑬ Ligando  $R_1$  a  $F_2''$  obtemos a aresta  $R_1U_1$ , da base superior (paralela a  $\overline{AD}$  no Objeto).

Completamos o traçado da base superior com as arestas  $S_1T_1$  e  $U_1T_1$ .



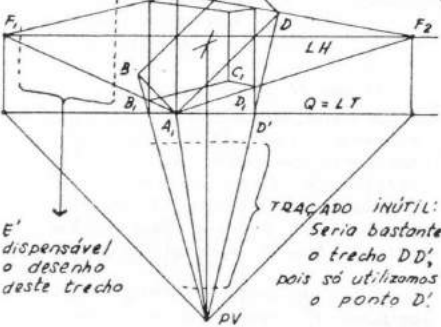
Aqui está o desenho COMPLETO e com a notação (letras) simplificada.



O mesmo prisma, mas... aqui a FACE  $\overline{AD}$  faz ângulo de  $30^\circ$  com o Quadro.

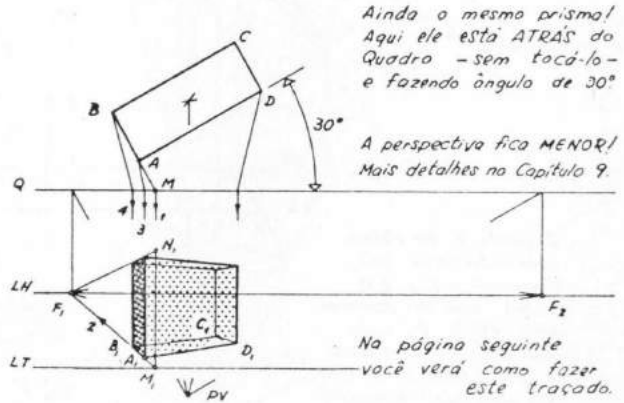
COMPARE estas perspectivas! Notou a predominância da face  $A, D$ , sobre  $A, B$ , no desenho da direita?

No desenho abaixo não fizemos o deslocamento da LT (ver pag. 31) e a perspectiva ficou superposta à planta: CONFUSÃO GENERALISADA!



TRACADO INÚTIL: Seria bastante o trecho  $DD_1$ , pois só utilizamos o ponto  $D'$ .

$E'$  dispensável o desenho deste trecho



Ainda o mesmo prisma! Aqui ele está ATRÁS do Quadro - sem tocá-lo - e fazendo ângulo de  $30^\circ$

A perspectiva fica MENOR! Mais detalhes no Capítulo 9.

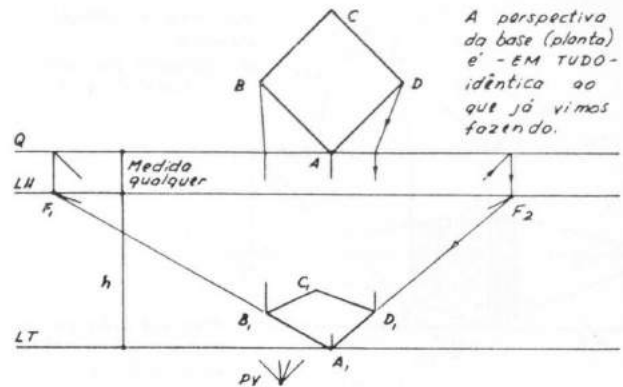
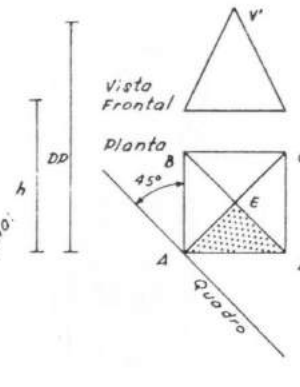
Na página seguinte você verá como fazer este traçado.

No último desenho da página anterior você viu um problema muito FREQUENTE, em perspectiva:

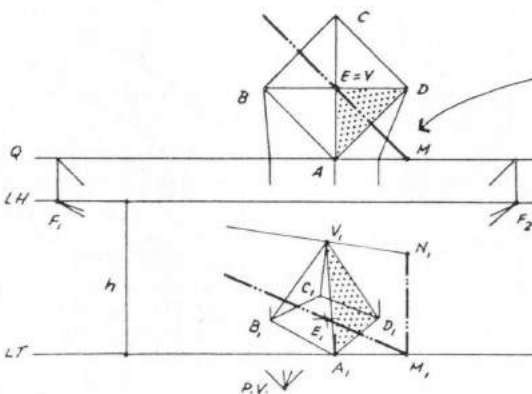
A MARCAÇÃO DA ALTURA DE UMA ARESTA QUE ESTÁ FORA DO QUADRO.

Mas acontece que somente podemos marcar alturas de arestas NO QUADRO, a única posição da perspectiva onde elas estão em sua Verdadeira Grandeza. Como sair desse impasse? Eis

os dados para o problema:



A perspectiva da base (planta) é - EM TUDO - idêntica ao que já vimos fazendo.



Para obter a perspectiva do vértice  $V$  ou altura da pirâmide, introduzimos um PLANO AUXILIAR vertical que passe pelo vértice: é o plano  $EM$ .

... sendo  $M$  a interseção deste plano com o Quadro. Levamos  $M$  para  $LT$  em  $M_1$ . Marcamos em  $M_1N_1$  a ALTURA da Pirâmide em Verdadeira Grandeza e ligamos para  $F_1$ , pois o plano  $EM$  é paralelo a  $AB$  e tem a mesma fuga  $F_1$ .

O vértice  $V_1$  está no encontro da vertical  $E_1$  com  $N_1F_1$ .

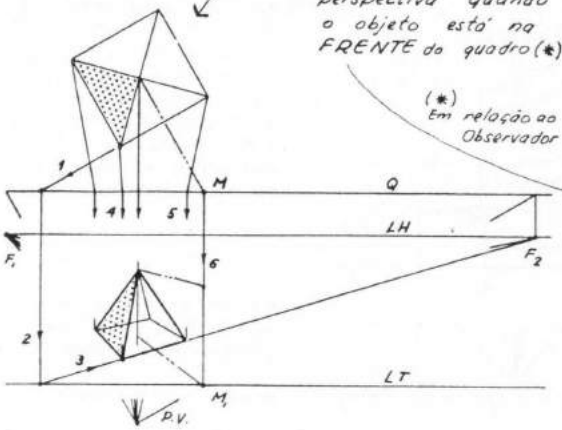
O ponto  $E$  foi obtido pela interseção das diagonais  $A, C$  e  $B, D$ . Outra solução: podemos ligar  $PV$  a  $E$ , achar sua projeção no Quadro e levar sobre a direção  $M, F_1$  - sem usar diagonais.

A modificação da posição do objeto em relação ao quadro NÃO ALTERA o processo de construção apresentado.

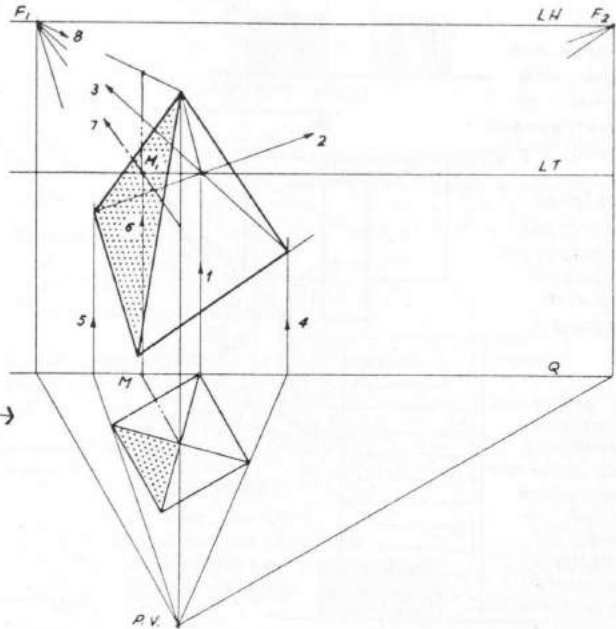
As modificações e deformações aparentes na perspectivas são analisadas no Capítulo 9, onde se estudam as posições relativas do objeto, do quadro e do observador.

Nas perspectivas desta página podemos observar:

- 1 A utilização do PLANO AUXILIAR M, apresentado na página anterior;
- 2 A REDUÇÃO da perspectiva quando o objeto está ATRÁS do Quadro (\*);
- 3 A AMPLIAÇÃO da perspectiva quando o objeto está na FRENTE do quadro (\*).



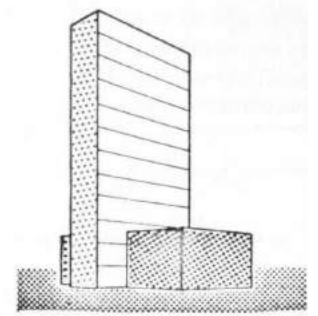
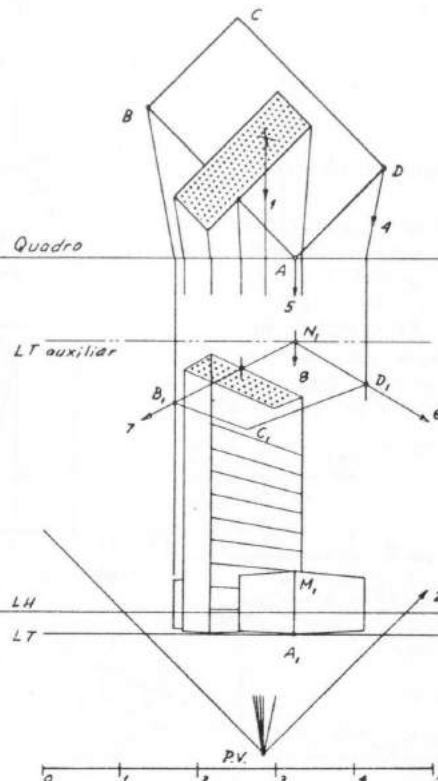
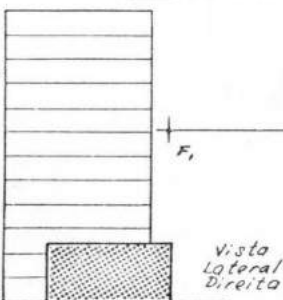
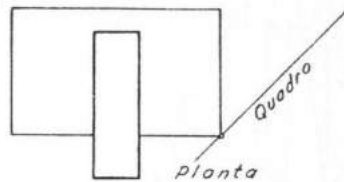
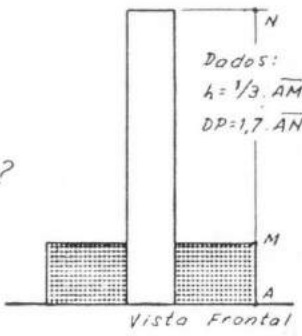
(\*). Em relação ao Observador



Qual destes pontos está melhor DEFINIDO?

Se você concluiu pelo número dois, estamos de acordo: quando as retas tendem a se tornar PARALELAS a marcação da interseção (o ponto) é menos PRECISA!

Isso ocorre nas perspectivas quando as retas pertencem a um plano próximo do PLANO DO HORIZONTE. Veja nesta página a solução.



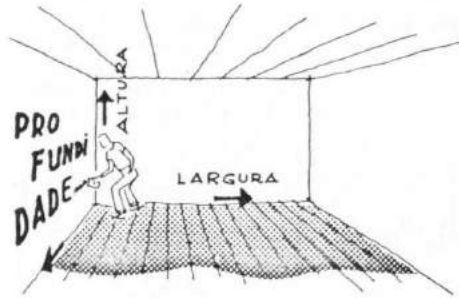
A sequência habitual está dada pelas setas. A modificação está na seta 5: marcar o ponto A, e, depois, a maior altura A, N, do objeto. Traçar em N, uma L.T. auxiliar e fazer nesta L.T. a perspectiva da planta em N, B, C, D, A seguir...

... marcar as alturas do objeto PARA BAIXO da L.T. auxiliar - E completar!

Acabou o Capítulo 5.

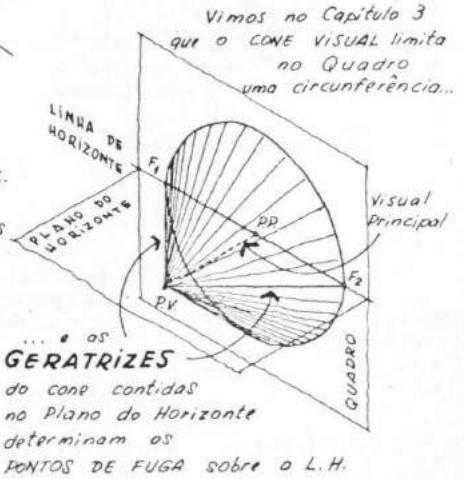
Qual é a razão do nome "3 ESCALAS" ?

# PROCESSO DAS 3 ESCALAS

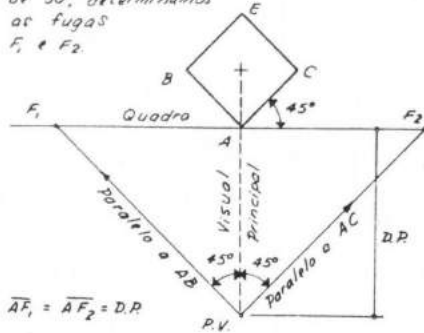


Neste desenho, tal como no espaço, percebemos a existência de 3 EIXOS que definem as medidas ou dimensões do ESPAÇO TRIDIMENSIONAL.

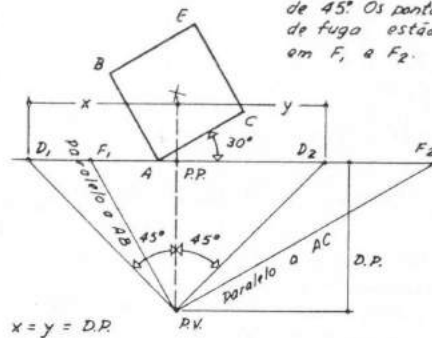
As medidas dos objetos são marcadas em ESCALA, portanto, 3 eixos ou 3 dimensões ou 3 ESCALAS.



Desenhando no Geometral o objeto (abaixo: o quadrado ABEC), o Quadro, a D.P. e o CONE VISUAL de 90°, determinamos as fugas  $F_1$  e  $F_2$ .



Aqui as direções principais AB e AC formam com o Quadro ângulo DIFERENTE de 45°. Os pontos de fuga estão em  $F_1$  e  $F_2$ .



O Cone Visual de 90° determina no Quadro os pontos  $D_1$  e  $D_2$  que são chamados **PONTOS DE DISTÂNCIA**.

No desenho ao lado os Pontos de Distância e de Fuga estavam coincidindo, assim como na página 41.

**PONTO DE DISTÂNCIA** é a posição limite ou ponto de Fuga das retas horizontais que formam ângulo de 45° com o Quadro.

CONSEQUÊNCIA

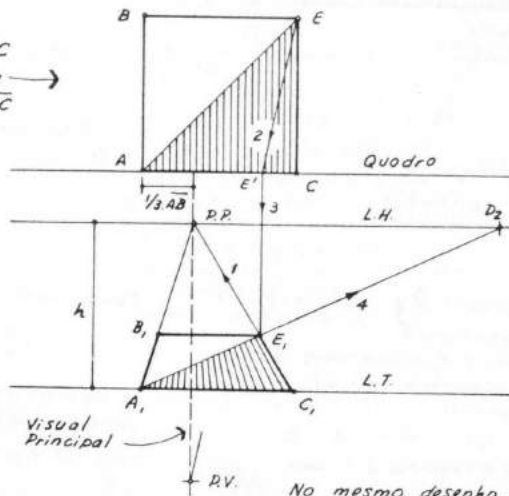
Na página seguinte uma perspectiva feita pelo processo das 3 ESCALAS - precedida pelo processo dos Arquitetos - deixa claro que estes processos têm muitas SEMELHANÇAS.

Uma vez definido o P.P. sobre a L.H. e, sendo conhecida a D.P., podemos imediatamente marcar  $D_1$  e  $D_2$ .

O processo das 3 ESCALAS baseia-se na construção de pontos definidos pela interseção de 2 retas:  
 1- A que vai para o Ponto Principal P.P.  
 2- A que vai para o PONTO de DISTÂNCIA.

Por exemplo:

No plano Geometral está o quadrado ABEC  
 Planta  
 Visual Principal a  $\frac{1}{3}$  de AC  
 $h$   
 $DP = 2 \cdot \overline{AC}$



Pelo PROCESSO DOS ARQUITETOS:  
 $A, C, E$  é a perspectiva de AC, que pertence ao Quadro e não se deforma.

A perspectiva de  $\overline{CE}$  está sobre o eixo que vai de C, até o P.P. (seta 1).

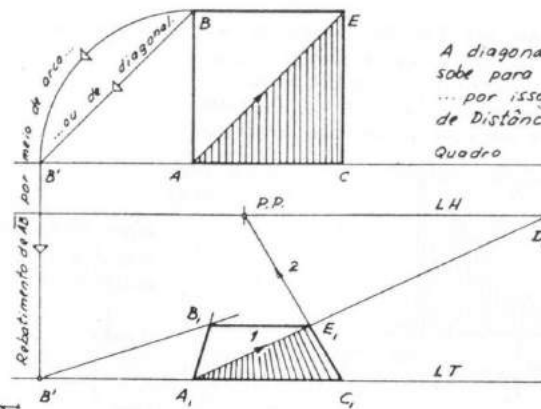
Com a reta que liga P.V. a E (seta 2) projetamos E em  $E'$  no Quadro e levamos para E, (seta 3) obtendo  $\overline{C, E}$ .

$\overline{B, E}$  será paralela a  $\overline{A, C}$ .

No mesmo desenho, pelo PROCESSO DAS 3 ESCALAS...

... marcamos  $D_2$  na L.H., sendo  $PP-D_2 = D.R.$  (dado).  
 Ligamos C ao P.P. (seta 1) e, depois,  $A_1$  a  $D_2$  encontrando  $E_1$  (seta 4) no eixo  $C_1-P.P.$   
 Traçamos  $B_1 E_1$  paralela a  $A_1 C_1$ .

Ao simplificarmos o desenho torna-se mais visível a construção:



A diagonal do quadrado sobe para a DIREITA...  
 ... por isso usamos o Ponto de Distância da direita:  $D_2$ .

$A, C, E$  é a perspectiva do triângulo ACE...  
 ... ou - na linguagem da Geometria Descritiva -  $A, C, E$  é a PROJEÇÃO de ACE sobre o Quadro

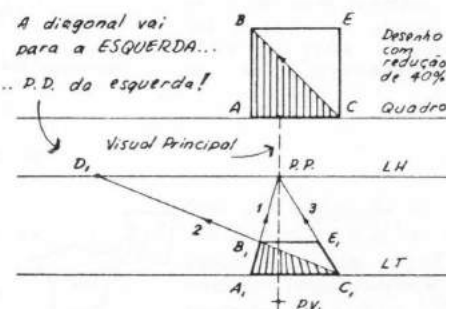
O desenho da planta é DISPENSÁVEL!  
 Marcando a profundidade  $\overline{CE}$  sobre a L.T. em  $C_1 A_1$ , encontramos a perspectiva de CE.

**OBSERVE!**

Após medir  $A_1 C_1$  sobre a L.T. uma extremidade  $A_1$  é ligada a  $D_2$ ... (1)  
 ... e a outra extremidade  $C_1$  é ligada ao Ponto Principal. (2)

ALTERNATIVA: Podemos marcar  $A_1 B_1$  (profundidade) na L.T. e ligar para  $D_2$ , obtendo  $B_1$  no eixo  $A_1-P.P.$

Como usar o Ponto de Distância da ESQUERDA?



A diagonal vai para a ESQUERDA...  
 ... P.D. da esquerda!

Desenho com redução de 40%

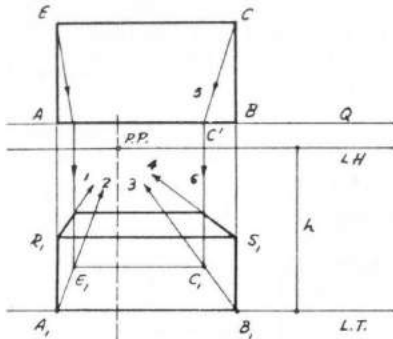
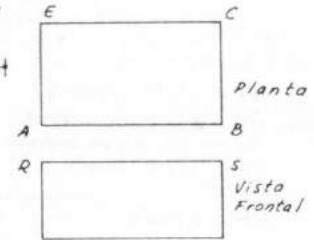


Relembrando:  
A distância do Ponto Principal P.P. ao Ponto de Distância (D<sub>1</sub> ou D<sub>2</sub>) é igual à Distância Principal D.P. ...

... portanto, uma vez definida a Visual Principal, temos na L.H. o P.P. e os pontos de distância D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>.

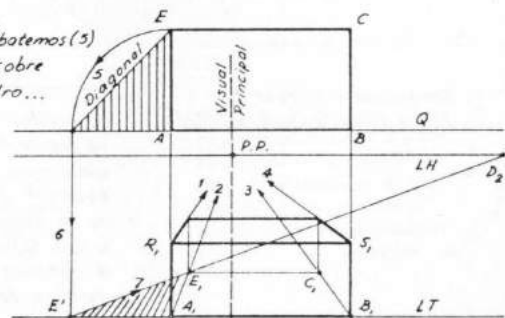
Fazer o Aplicação: perspectiva de um prisma

Visual Principal a 1/3 de AB Dados: Quadro na Face ABSR



Nos dois desenhos: A face frontal está sobre o Quadro, portanto, em sua Verdadeira Grandeza. De seus vértices A, B, S, R, partem retas que convergem para o P.P. (Fuga das direções AE e BC, perpendiculares ao Quadro). Setas 1 a 4.

Pelo processo das 3 escalas:



Pelo processo das Arquitectos (para comparação)

A profundidade BC é obtida projetando o ponto C no Quadro (setas) em C' e levando para C, no eixo B, C, P.P. (setas).

Rebatermos (5) AE sobre o Quadro...  
... e levamos até a L.T. (6). Ligamos E' a D<sub>2</sub> e obtemos E<sub>1</sub> (7). Completamos a base com E, C, paralela a L.T. e desenhamos a face posterior.

A utilização de diagonais e de Pontos de Distância caracteriza o PROCESSO DAS 3 ESCALAS.

Veja neste exemplo: Perspectiva da mesma figura da página anterior com NOVOS DADOS.

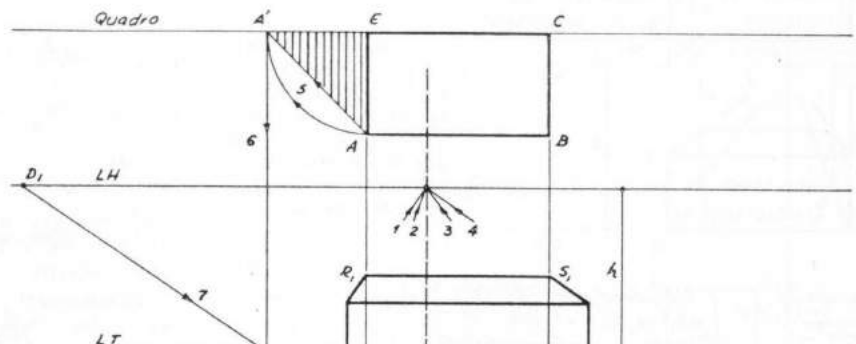
D.P. = 2,2 x AB

Quadro passando na face ECSR, isto é, o objeto está NA FRENTE do Quadro!  
A Visual Principal passa a 1/3 de AB.

Desenhamos a face E, C, S, R, no Quadro e, depois, ...

Escolhida a diagonal que vai para a ESQUERDA. Portanto, usamos o P.D. da esquerda: D<sub>1</sub>.

Deixamos espaço para você desenhar com o P.D. da direita.



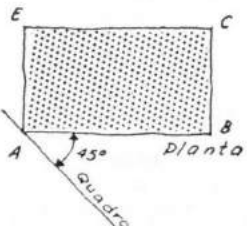
as arestas que estão na frente do Quadro (setas 1 a 4) e convergem para o P.P. Levamos A para o Quadro com o arco ou a diagonal (5) e transportamos para a L.T. (6) em A'. Ligamos D<sub>1</sub> a A' (7) e obtemos A, no eixo que liga E, ao P.P. Feita a base, arestas verticais completarão a figura.

O desenho da planta é DISPENSÁVEL! Podemos marcar E, A' (a profundidade) diretamente na L.T.

O traçado da perspectiva pelo processo das 3 escalas é MAIS CÔMODO quando a figura tem uma face PARALELA ao Quadro.

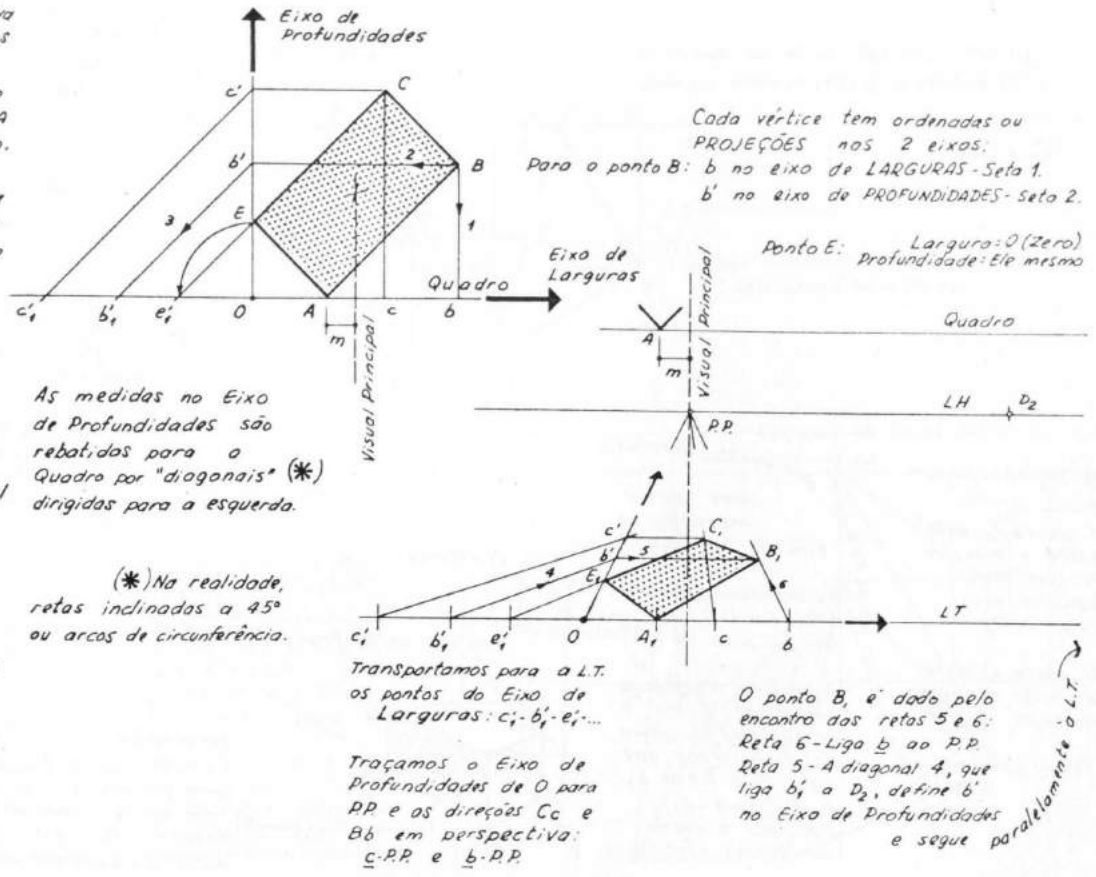
Mas o processo pode ser usado para as figuras OBLIQUAS em relação ao Quadro.

Eis os dados para um exemplo:

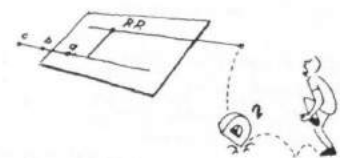


$DP = 1,7 \times \overline{AB}$   
 $h = 2 \cdot \overline{EA}$

Marcação CLÁSSICA da Visual Principal: pag. 33



Não é RARO acontecer que o Ponto de Distância e a marcação de Profundidades sobre a L.T. CAIAM FORA da prancheta.

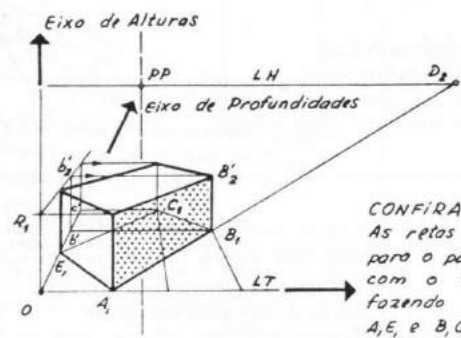


QUE FAZER? para evitar isso?

Na página seguinte repetimos a construção do ponto B, e mostramos um ARTIFÍCIO usado para tais coisas.

Na página anterior o ponto E<sub>1</sub> está sobre o eixo de Profundidades, definido pela reta E<sub>1</sub>D<sub>2</sub>.  
 O ponto C, será definido da mesma maneira que B<sub>1</sub>.  
 Temos a base. Restam

das arestas laterais. Elas serão marcadas no Eixo de ALTURAS. A Verdadeira Grandeza está em OR<sub>1</sub>, que levamos para o P.P. A vertical traçada a partir de b' dá a perspectiva da altura de B<sub>1</sub> na reta que liga R<sub>1</sub> a P.P. em b'<sub>2</sub> e, daí, para B<sub>2</sub>. Fazemos o mesmo nos demais vértices.



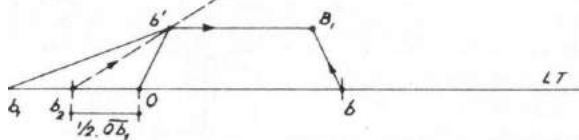
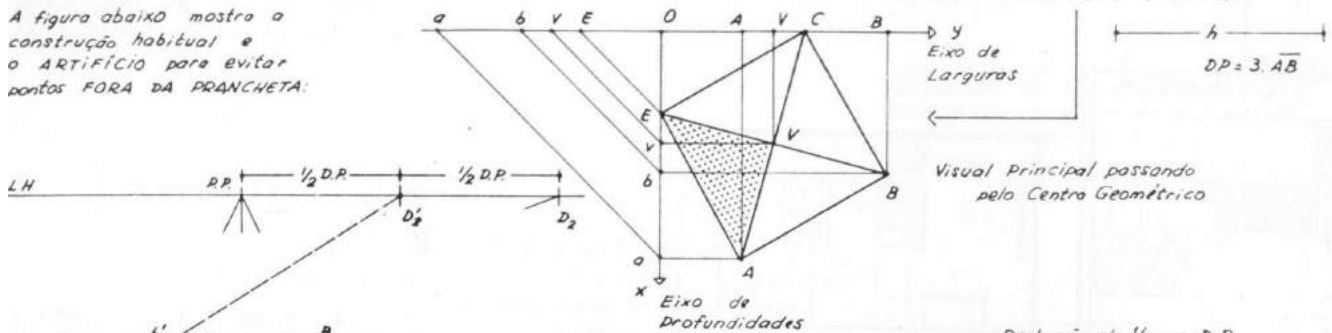
CONFIRA!  
 As retas A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> e E<sub>1</sub>C<sub>1</sub> convergem para o ponto F<sub>2</sub> - que coincide com o D<sub>2</sub> - por serem retas fazendo 45° com o Quadro. A<sub>1</sub>E<sub>1</sub> e B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> convergem para F<sub>2</sub>=D<sub>2</sub>.

# PONTOS DE DISTÂNCIA REDUZIDOS

A figura abaixo mostra a construção habitual e o ARTIFÍCIO para evitar pontos FORA DA PRANCHETA:

Dados para um exemplo:

Pirâmide com Altura  $V = h$   
Base da Pirâmide: ABCE e Vértice V

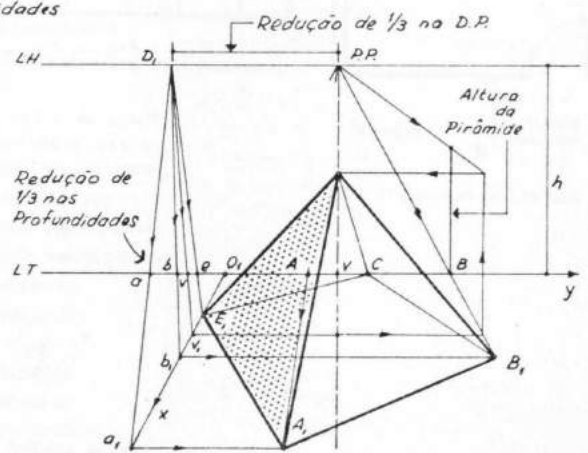


Com Pontos de Distância REDUZIDOS:

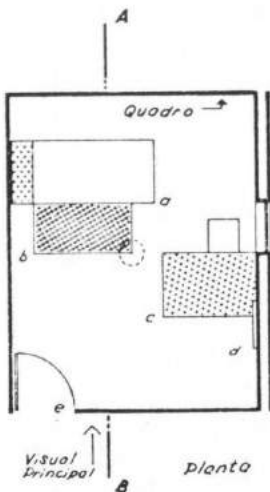
- 1- Marcar no LH a metade da Distância Principal  $D.P.$ , obtendo  $D'_2$ .
- 2- Marcar na LT a metade da profundidade do ponto:  $\overline{Ob}_2 = \frac{1}{2} \overline{Ob}_1$
- 3- A reta  $D'_2 b_2$  determina o ponto  $b'_2$ , que se leva para B, sobre a reta  $b-PP$ .

## ATENÇÃO:

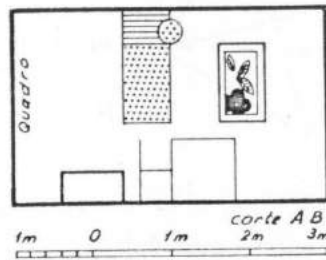
A REDUÇÃO pode ser feita para qualquer proporção -  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{4}$  - desde que seja a mesma para o Ponto de Distância e para as Profundidades. CUIDADO! AS larguras e as alturas não sofrem alteração.



O processo das 3 ESCALAS é muito usado nas perspectivas de interiores.

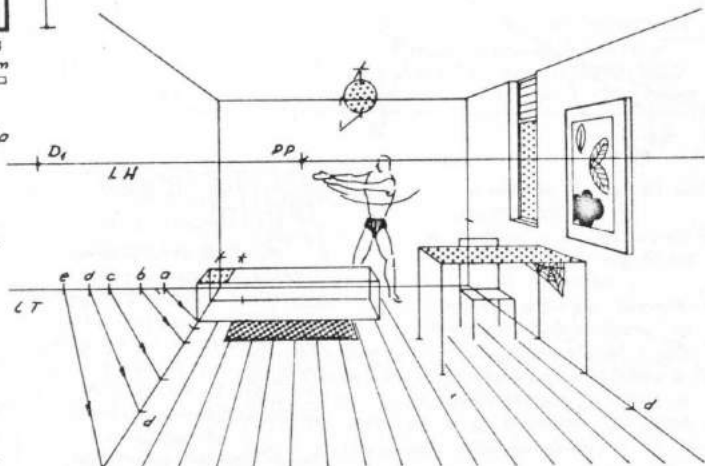


Distância Principal = 6,80m



Ponto de Distância da esquerda com redução de  $\frac{1}{2}$

Profundidades com redução de  $\frac{1}{2}$



# PROCESSO DOS MEDIDORES

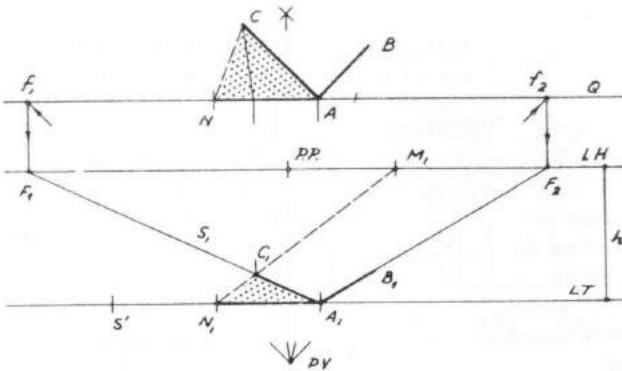
*Qual é o melhor?*

*Depois de concluído este capítulo teremos condições de comparar os 3 processos.*

E, também, conhecido com o nome de "processo de isometria". É de autoria do Professor Gastão Bahiana, do Rio de Janeiro, que divulgou em 1927 um estudo completo. No entanto, o nome do autor é omitido na maioria dos livros de Perspectiva.

O processo dos Pontos Medidores ou, simplesmente, Processo dos Medidores é uma VARIANTE do processo das 3 escalas (coisa que de forma alguma diminui o mérito do descobridor) e, como esse, dispensa o desenho do objeto no geometral. Entretanto, na apresentação inicial do assunto, usaremos o plano geometral e o processo dos arquitetos com o objetivo de melhor visualizar o raciocínio, tal como fizemos para explicar o processo das 3 escalas.

*Pelo Processo dos Arquitetos, a perspectiva das direções  $\overline{AB}$  e  $\overline{AC}$ , dados no Geometral, é feita assim:*



O ângulo  $\overline{NAC}$  - dado no Plano Geometral - tem por perspectiva o ângulo  $\overline{N_1A_1C_1}$ .  
Em outras palavras:  $\overline{A_1C_1}$  é a perspectiva de  $\overline{AC}$  e  $\overline{A_1N_1} = \overline{AC}$ .

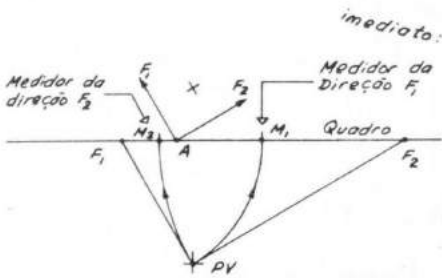
Ligando  $N_1$  ao ponto  $C_1$  encontraremos na L.H. o ponto  $M_1$ ; ele é o ponto de isometria ou PONTO MEDIDOR da direção  $\overline{AC}$ , que na perspectiva tem por fuga  $F_1$ .

O Professor Gastão Bahiana demonstrou que há um LUGAR GEOMETRICO entre os segmentos medidos no Quadro  $\overline{A_1N_1} \cdot \overline{N_1S_1}$  e a sua perspectiva  $\overline{A_1C_1} \cdot \overline{C_1S_1}$ , sobre uma direção ou eixo. Assim,  $M_1$  é o PONTO MEDIDOR da direção  $F_1$  ou  $\overline{AC}$ .

VERIFIQUE: Se fizermos  $\overline{N_1S_1} = \overline{AC} = \overline{C_1S_1}$  e ligarmos  $S_1$  a  $M_1$ , encontraremos sobre o eixo  $\overline{A_1C_1}$  a perspectiva  $S_1$  do ponto  $S$ .

O mesmo raciocínio se aplica à direção  $\overline{AB}$ , com fuga  $F_2$ , determinando o Ponto Medidor  $M_2$  desta direção. No desenho desta página podemos determinar  $M_2$  com bem poucos traços!

Na prática fazemos a determinação dos Pontos Medidores por processo simples e



mediato:

Os eixos ou direções dominantes da planta são desenhados no Geometral, juntamente com o Quadro, o P.V. e as fugas. Depois,...

...com o centro do arco em  $F_2$  e raio igual a  $F_2 \cdot PV$  traçamos o arco que determina  $M_2$  sobre o Quadro. Com centro na fuga  $F_1$  e raio  $F_1 \cdot PV$  encontramos  $M_1$ . Os pontos  $F_1 - F_2 - M_1 - M_2$  serão levados para a L.H.

Ao transportar para a L.H. os pontos obtidos no Quadro usamos como ponto de partida:  
 1 - O ponto A que pertence à L.T. ou...  
 2 - O encontro da Visual Principal com o Quadro, isto é, o P.P. na L.H.

Nas perspectivas de projetos de Arquitetura costuma-se usar a planta de LOCAÇÃO, que é feita - em geral - na escala de 1:200 - 1:500 ou 1:1000.

O professor Gastão Bahiana, em seu estudo, apresenta uma tabela com a determinação dos pontos de fuga e dos medidores para as diversas posições das direções dominantes (eixos) em relação ao quadro. A determinação analítica é mais exata do que o processo gráfico (diagrama) que apresentamos; na prática profissional, entretanto, o diagrama que usamos satisfaz plenamente às necessidades de precisão no desenho.

No Capítulo 13 estudaremos a chamada redução dos pontos medidores, análoga à dos pontos de distância apresentada no capítulo anterior.

Já é tempo de apresentar exemplos.

Dados: Prisma regular de base retangular ABCD no Geometral

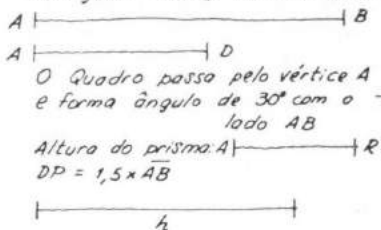
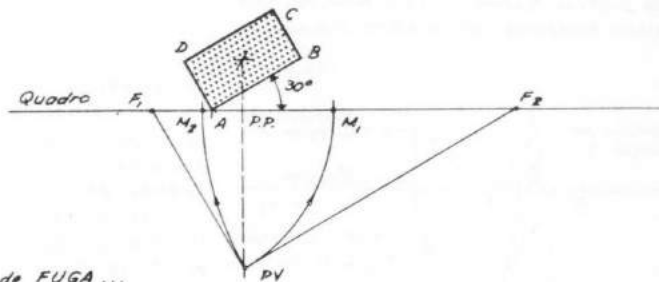
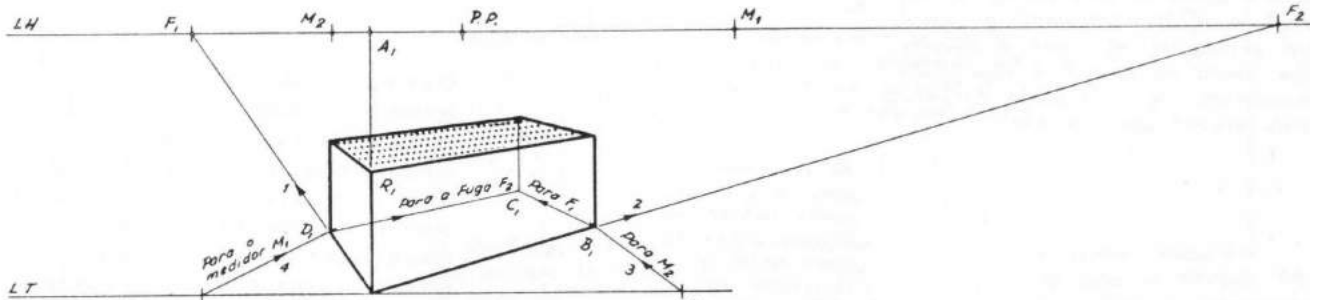


Diagrama com redução de 1/3 para obter os PONTOS MEDIDORES e de FUGA ...



... que são levados para a L.H. depois de MULTIPLICADOS por 3 (inverso da redução):



Sequência:  
 1 A partir de A, para as fugas traçamos os eixos e ou direções dominantes  
 2 AB e AD em perspectiva.

3 Marcamos na LT o lado A<sub>1</sub>B (dado) e traçamos B<sub>1</sub>M<sub>2</sub>. O ponto B<sub>1</sub> - perspectiva de B - está no eixo 2.  
 No Eixo 2 → Medidor M<sub>2</sub> com fuga F<sub>2</sub>

4 Marcamos na LT o lado A<sub>1</sub>D = AD (dado) e ligamos D a M<sub>1</sub>. Obtemos D<sub>1</sub> - perspectiva do ponto D.  
 No Eixo 1 → Medidor M<sub>1</sub> com Fuga F<sub>1</sub>

As alturas são marcadas do mesmo modo usado nos processos anteriores.

DOIS LEMBRETES

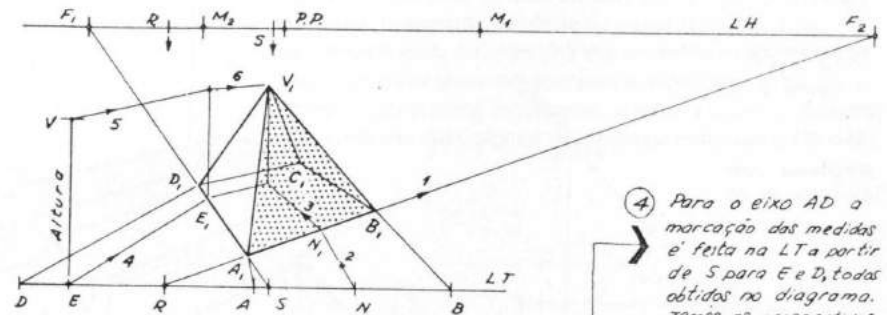
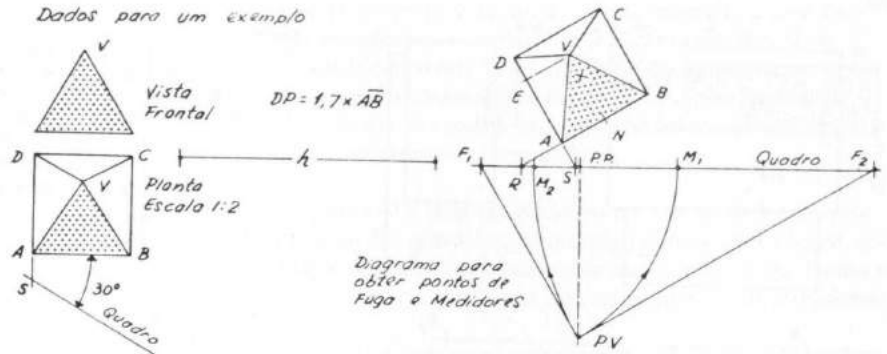
1

O Ponto de Distância — estudado no Capítulo anterior — é um CASO PARTICULAR do Ponto Medidor quando os eixos fazem ângulo de 45° com o Quadro.

2

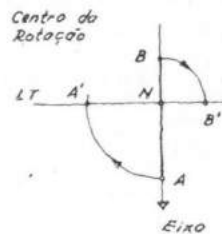
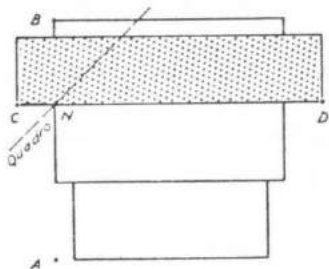
Os Pontos Medidores são usados EXCLUSIVAMENTE para obter PONTOS sobre direções desenhadas em perspectiva. Nunca, de modo algum, para obter direções: as direções (eixos) vão para os pontos de fuga!

Dados para um exemplo



- ① Traçamos o eixo AB a partir de R para F2. Na LT marcamos  $\overline{RA}$ ,  $\overline{RN}$  e  $\overline{RB}$  — lidos no diagrama — e multiplicados por 2.
- ② Ligamos A, N e B para M2 — medidor da direção AB, ... — obtendo A', N' e B', que ligamos para F1.

- ④ Para o eixo AD a marcação das medidas é feita na LT a partir de S para E e D, todas obtidas no diagrama. Temos as perspectivas E' e D', sobre o eixo SF1, com o medidor M1.
- ⑤ A altura é marcada em EV e levada para M1, até E', e, daí, para a fuga F2 até V.

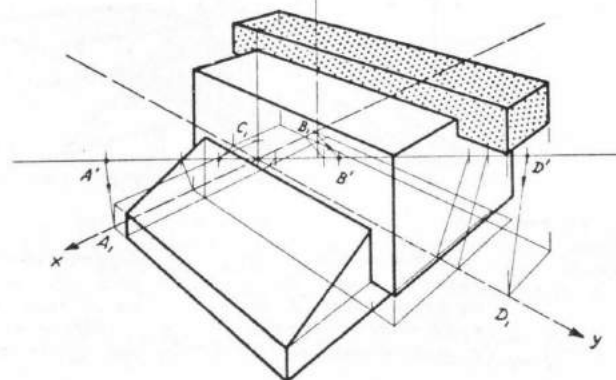
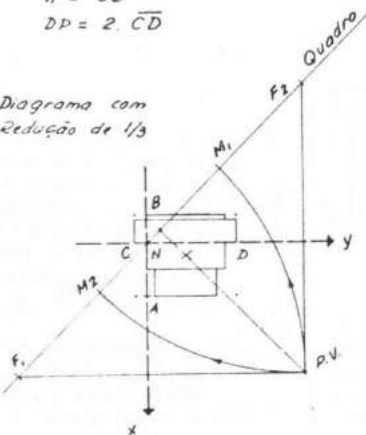


Aqui aparecem pontos na frente e atrás do Quadro, respectivamente, A e B no eixo dos X. A marcação de medidas na L.T. é feita considerando uma ROTAÇÃO de AB (eixo X) em torno de seu ponto N, que está sobre o Quadro. No eixo dos Y ocorre, também, a rotação do segmento CD em torno de N até que venha colocar-se sobre a L.T.

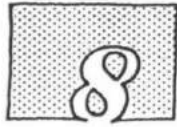


$h = \overline{CD}$   
 $DP = 2 \cdot \overline{CD}$

Diagrama com Redução de 1/3



O sentido da rotação do segmento é tal que a extremidade na frente do Quadro venha colocar-se no L.T. com a MAIS AFASTADA do Fuga de seu eixo.



# COMPARAÇÕES & SEGREDOS

Não é fácil comparar coisas diferentes, entretanto o desenhista que vai aplicar seus conhecimentos de Perspectiva deve ser orientado para a escolha do processo *mais adequado*. É claro que o conhecimento de um só processo não dá essa possibilidade de *escolha*, daí a razão de termos apresentado os 3 processos básicos de Perspectiva.

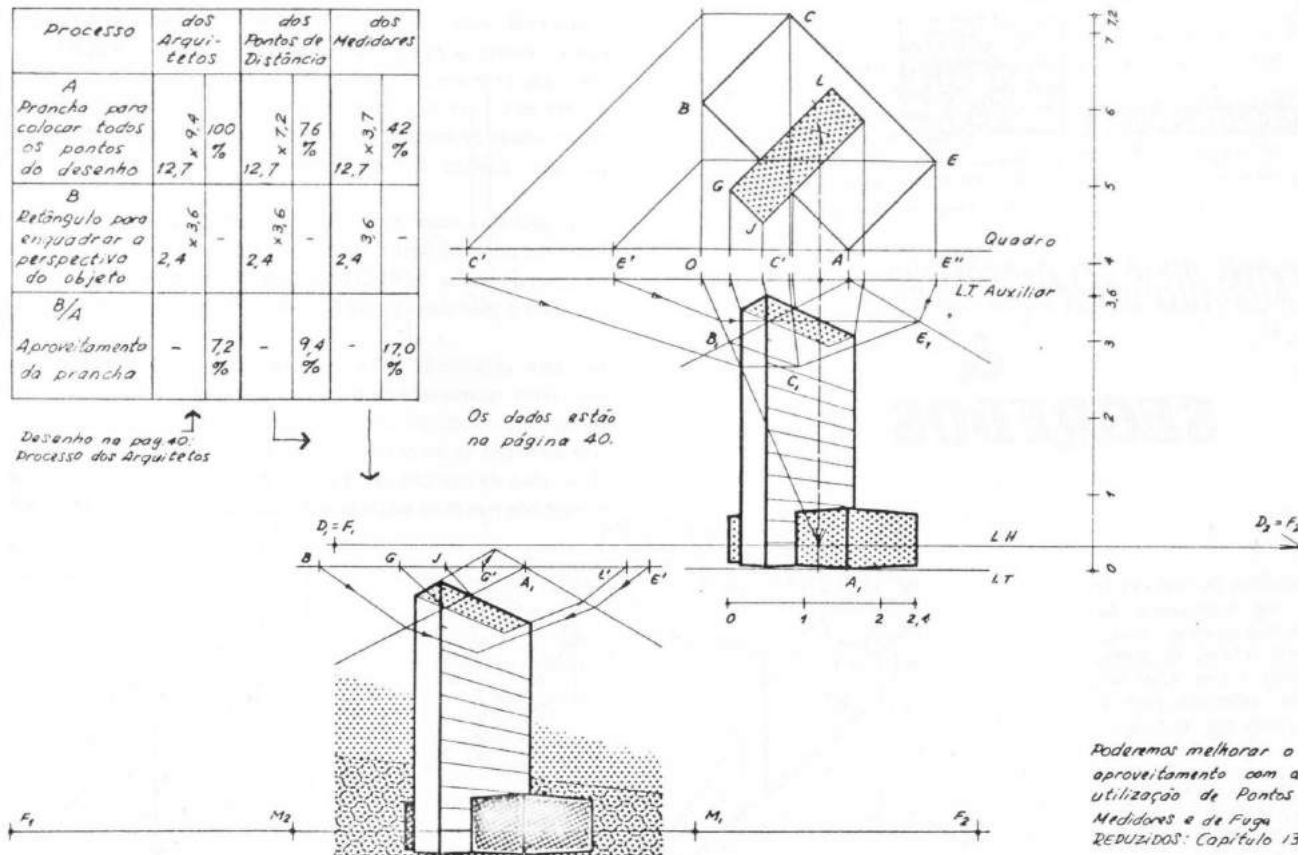
Na página 40 o leitor encontra uma perspectiva desenhada pelo Processo dos Arquitetos; na próxima página a mesma figura, com os mesmos dados, está desenhada pelos Processos dos Pontos de Distância e pelo dos Pontos Medidores, para fins de comparação.

Podemos estabelecer os mais diversos critérios de comparação, tais como: quantidade de traços ou de pontos necessários, rapidez do traçado ou outros. O exame resulta mais objetivo se compararmos as áreas de papel para desenho, isto é, as dimensões da prancha de desenho. A mesma escala gráfica está desenhada nas duas páginas que estamos examinando (40 e 58).

| Processo  | dos Arquitetos |       | dos Pontos de Distância |       | dos Medidores |        |
|---|----------------|-------|-------------------------|-------|---------------|--------|
| A<br>Prancha para colocar todos os pontos do desenho  | 12,7           | 100 % | 12,7                    | 76 %  | 12,7          | 42 %   |
| B<br>Retângulo para enquadrar a perspectiva do objeto | 2,4            | -     | 2,4                     | -     | 2,4           | -      |
| B/A<br>Aproveitamento da prancha                      | -              | 7,2 % | -                       | 9,4 % | -             | 17,0 % |

Desenho na pag. 40.  
Processo dos Arquitetos

Os dados estão na página 40.



Podemos melhorar o aproveitamento com a utilização de Pontos Medidores e de Fuga REDUZIDOS: Capítulo 13

A tabela da página anterior demonstra que o Processo dos Pontos Medidores é o mais eficiente, em termos de aproveitamento da prancha e, por consequência, é o que exige prancheta de menores dimensões.

Evidentemente este não é o único fator a pesar na decisão do processo a utilizar. O matemático e filósofo Henri Poincaré dizia que, até mesmo na Matemática, a COMODIDADE é um fator de grande peso, e a Perspectiva Cônica — aplicação da Geometria — é exata, é Matemática!

O desenhista, portanto, estará em boa companhia quando optar pelo processo mais CÔMODO. Daí a razão de termos apresentado os três processos a fim de que a escolha seja a mais adequada, a mais *cômoda* para cada caso. A prática diária orientará na escolha, mas o desenhista não deve limitar-se a um processo único: a comodidade dirá, por exemplo, quando deve usar o Processo dos Medidores e *misturá-lo*, a partir de determinado ponto ou problema particular, com o Processo dos Arquitetos ou o dos Pontos de Distância. Para o profissional importa que o processo seja GRÁFICO e EXATO — pouco interessa o nome — desde que leve ao correto resultado final.

60

Muita gente somente faz desenhos de perspectiva a sentimento, isto é, a mão livre, e justifica: “São mais rápidos!”. E, por esta mesma razão, representam aproximações mais ou menos grosseiras do objeto. Pondo à margem a falsificação intencional da realidade — condenável do ponto de vista ético, pelo menos — a perspectiva exata não apresenta o inconveniente, *tantas vezes alegado*, da lentidão no traçado.

Um profissional hábil e conhecedor dos segredos (macetes ou bizus, na linguagem vulgar) da perspectiva não demora mais no desenho exato, do que aquele que faz desenho a sentimento, torcendo aqui e ali as dimensões e direções.

Preferimos dizer — a bem da verdade — que relativamente pouca gente se dedica a conhecer os segredos da perspectiva e, talvez por má orientação, a decisão de aplicar um *processo único*, ao invés de adotar o processo *adequado* para cada problema específico, pode deixar de ser a escolha correta.

Assim, por exemplo, a escolha das posições relativas do objeto, do observador e do quadro é, de preferência, feita pelo processo dos arquitetos (Essa escolha é estudada no Capítulo seguinte). Nenhum outro processo gráfico pode antecipar e visualizar os resultados tão bem e tão rapidamente como este. É óbvio que o trabalho feito por computador é analítico, não gráfico, e não se pode comparar ao desenho manual.

O diagrama que mostramos na página 53, ainda que desenhado a mão livre mas em escala, fornecerá suficientes elementos para o desenho final da perspectiva.

A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

Por outro lado, a falta de experiência pode levar o desenhista a colocar na perspectiva exata muitos detalhes secundários; é evidente que isso faria o desenho exato bem mais demorado que o desenho a sentimento. O desenhista experiente marcará as LINHAS PRINCIPAIS no desenho *exato* e complementarará, *a sentimento*, com boa margem de aproximação, os detalhes. O resultado final deverá ser a soma de exatidão e de sentimento, de Geometria e de Arte!

Ao dominar os “segredos” deste livro o desenhista — com algum treino — tem condições de desenvolver bem e rapidamente as perspectivas cônicas.



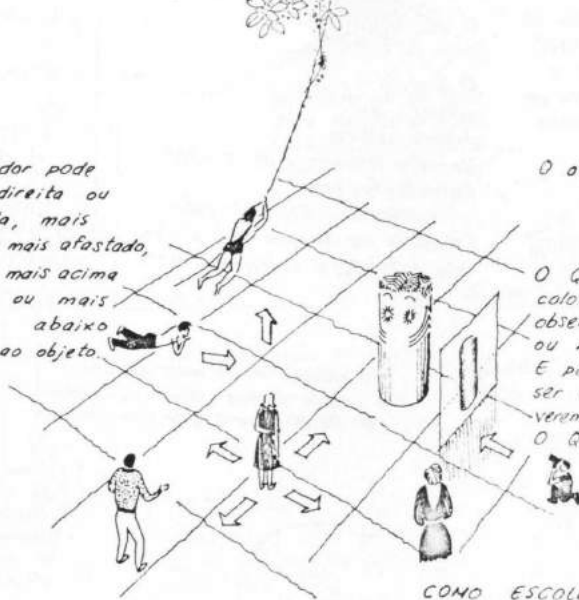
# POSIÇÕES DO OBSERVADOR DO QUADRO E DO OBJETO

Para obter BOM RESULTADO de uma perspectiva é fundamental a CORRETA POSIÇÃO do Observador e do Quadro em relação ao objeto.

O observador pode estar à direita ou à esquerda, mais próximo ou mais afastado, mais acima ou mais abaixo em relação ao objeto.

O objeto permanece IMÓVEL!

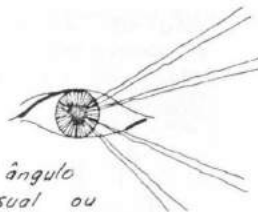
O QUADRO pode ser colocado ENTRE o observador e o objeto, ou ATRÁS do objeto. E poderá deixar de ser vertical, como veremos no Capítulo 14: O Quadro Inclinado.



COMO ESCOLHER BEM?

A 1ª providência antes de fazer uma perspectiva é DESENHAR UM ESBOÇO a mão livre, porém em escala, de modo a ter uma ideia APROXIMADA do resultado final.

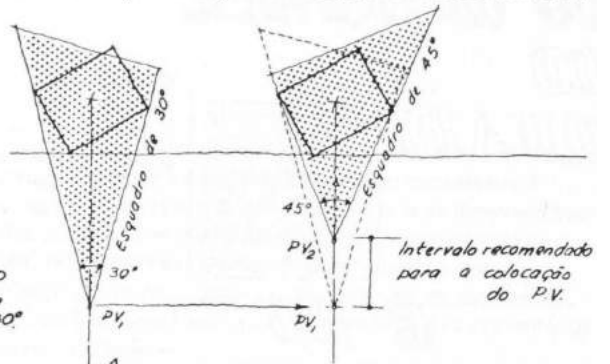
É uma complementação do DIAGRAMA que fizemos nas páginas 53 e 54 e permite AJUSTES a fim de obter o efeito procurado.



O ângulo visual ou ângulo ótico do olho humano é de  $\pm 120^\circ$ ; entretanto, seu CAMPO DE DEFINIÇÃO (a parte da imagem que é vista com NITIDEZ) é inferior a  $45^\circ$ .

Na posição do PV mais AFASTADO o objeto ficará compreendido por raios visuais que formam  $30^\circ$ .

Por esta razão o objeto deve ser colocado na perspectiva DENTRO do ângulo compreendido entre  $30^\circ$  e  $45^\circ$ ; desenhada a planta, determina-se o Centro Geométrico, a DIREÇÃO do Quadro e a Visual Principal.



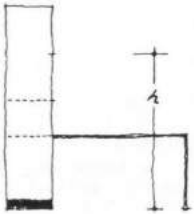
Se o Ponto de Vista estiver muito AFASTADO do objeto (como A) a perspectiva tende a perder o efeito de relevo, de profundidade: parecerá uma FACHADA.

Se o Ponto de Vista for colocado muito PRÓXIMO do objeto, a perspectiva aparecerá DEFORMADA.

Já sabemos que a colocação CLÁSSICA é a de fazer o Visual Principal passar pelo Centro Geométrico do objeto na planta (projeção horizontal no Geométral).

Podemos fugir deste hábito, desde que seja feito um estudo preliminar para evitar DEFORMAÇÕES na perspectiva.

Vista Lateral Esquerda de Armário com Mesa



## A POSIÇÃO DO QUADRO (1º)

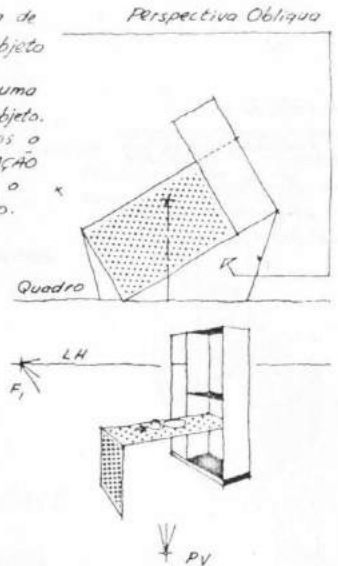
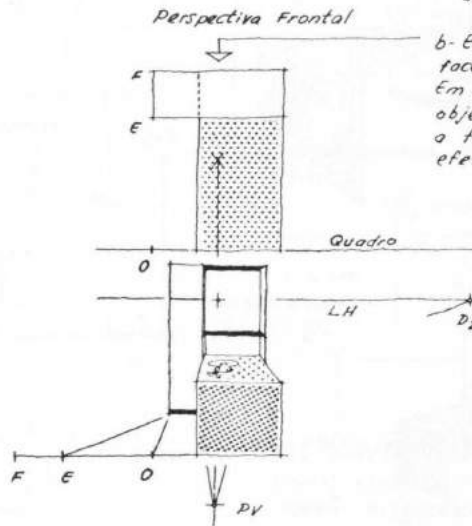
A colocação do Quadro em relação ao objeto deve atender a DUAS finalidades:

- 1- A VISIBILIDADE das faces do objeto;
- 2- As DIMENSÕES da prancha do desenho.

No 1º caso pode-se desejar:

a - Predominância de uma face do objeto

b - Existência de uma face frontal do objeto. Em ambos os casos o objeto sofre ROTAÇÃO a fim de obter o efeito desejado.

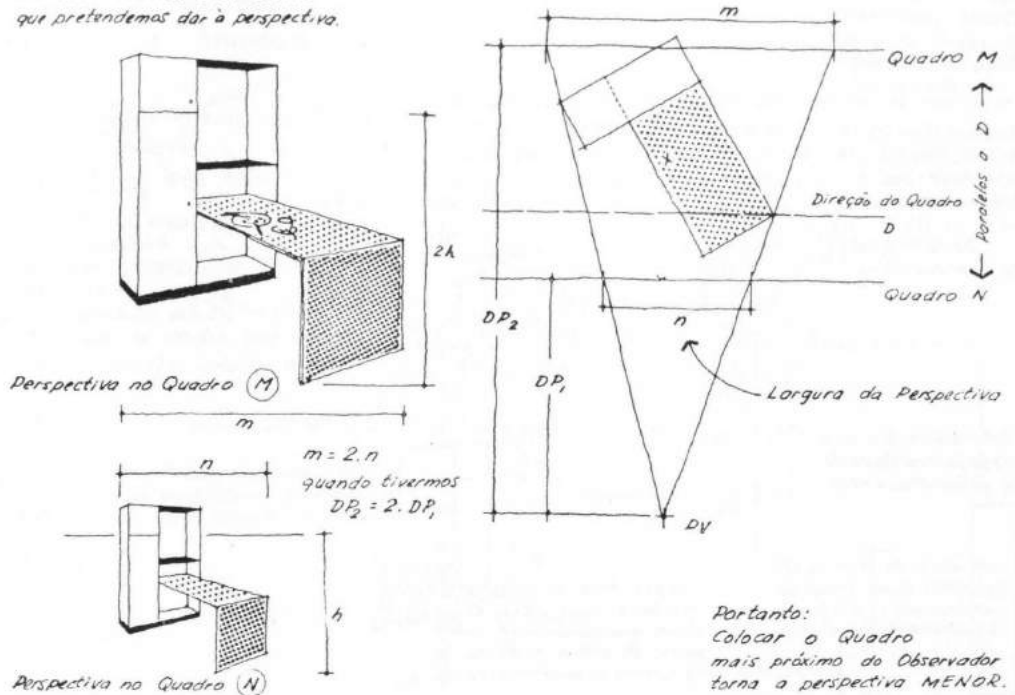


A DIREÇÃO do Quadro ficou definida pela predominância que se deseja dar a uma das faces do objeto

## A POSIÇÃO DO QUADRO (2º)

Agora trataremos da LOCALIZAÇÃO do Quadro: ela deve atender à DIMENSÃO que pretendemos dar à perspectiva.

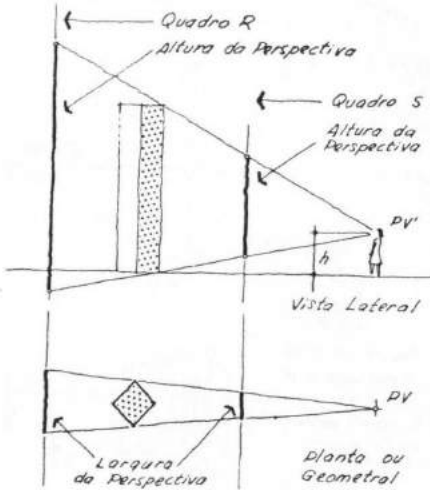
A rotação que mencionamos na página anterior é do Objeto ou do Quadro?... A pergunta é do tipo do ovo e da galinha!



Portanto: Colocar o Quadro mais próximo do Observador torna a perspectiva MENOR.

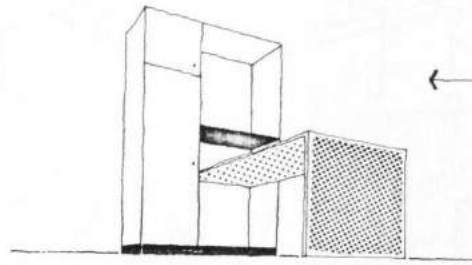
O raciocínio quanto à LARGURA da perspectiva, em função da posição do Quadro, aplica-se, também, à ALTURA.

Esta consideração terá de ser feita OBRIGATORIAMENTE quando a medida da altura do objeto predomina sobre as demais.



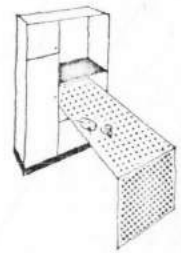
As deformações na perspectiva podem ser INTENCIONAIS, quando se deseja acentuar um detalhe qualquer do objeto ou, ainda, quando se pretende despertar a ATENÇÃO por meio de um ângulo não habitual, como é o caso da publicidade.

Isto pode ser obtido pela colocação do observador...



← ...na altura h: zero ...

...ou em altura bastante elevada, ambas pouco comuns para este objeto.

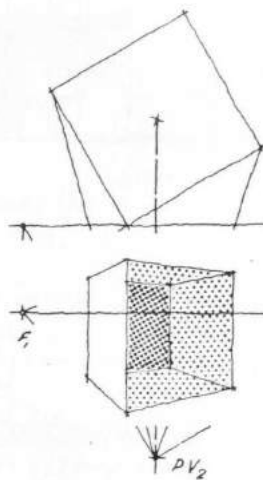
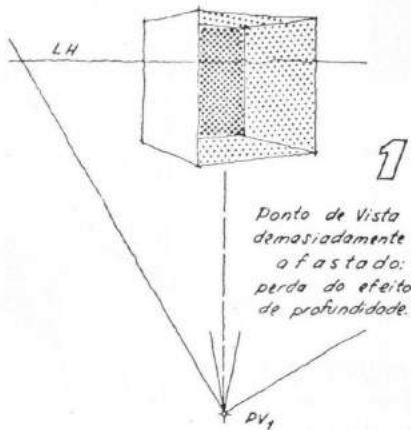
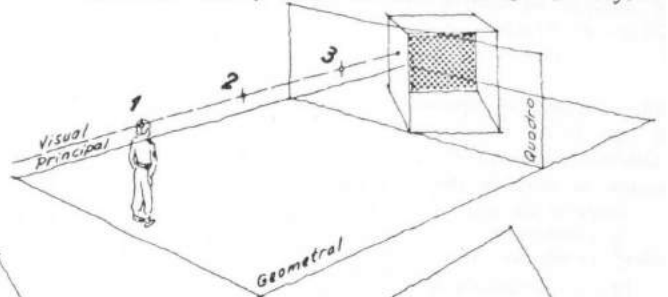
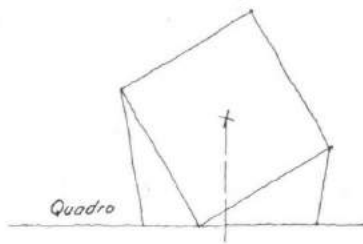


DEFORMAÇÕES ACIDENTAIS, como aquelas desenhadas na página 67, devem ser corrigidas.

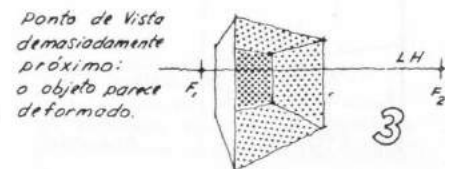
Consideramos já definidas a direção e a posição do Quadro

## A POSIÇÃO DO OBSERVADOR (1ª)

1 - O observador mais próximo ou mais afastado do objeto



Objeto dentro do ângulo visual de 30 a 45°: afastamento correto.

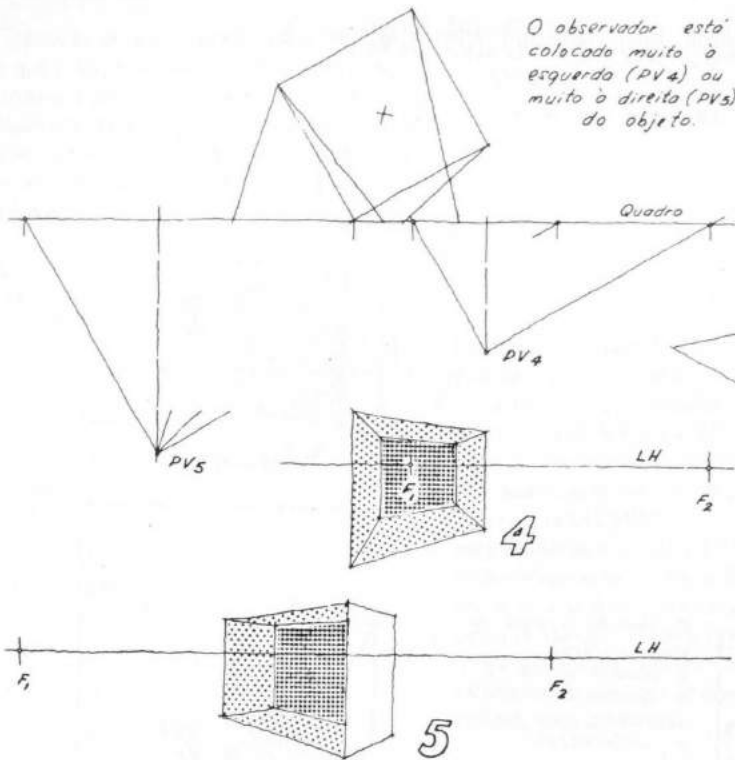


Ponto de Vista demasiadamente próximo: o objeto parece deformado.

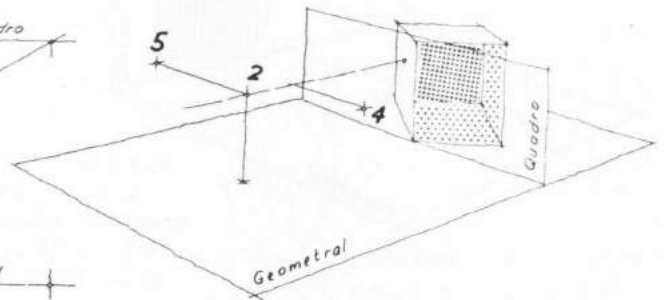
# A POSIÇÃO DO OBSERVADOR

(2°)

b- Deslocamento Lateral



O observador está colocado muito à esquerda (PV4) ou muito à direita (PV5) do objeto.

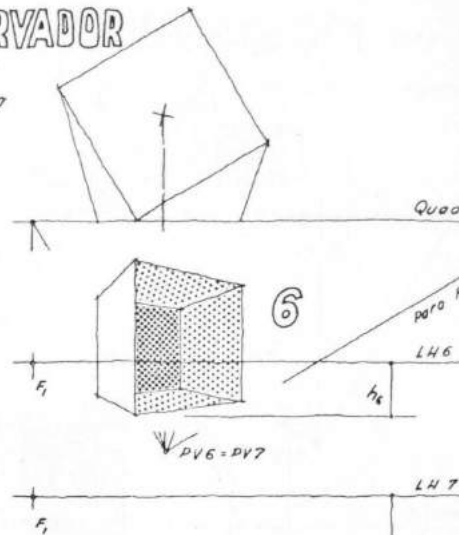
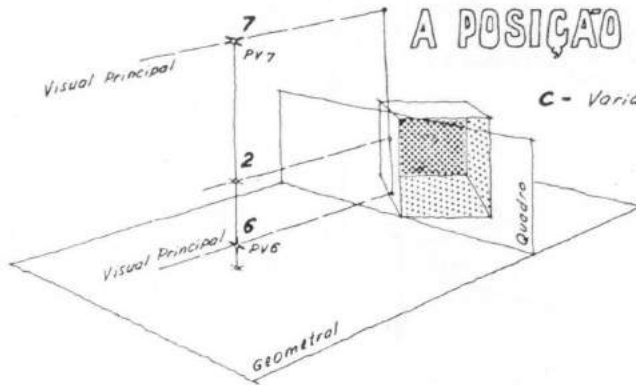


Em (4) e em (5) a Visual Principal passa fora do Centro Geométrico e as perspectivas resultam DEFORMADAS!

# A POSIÇÃO DO OBSERVADOR

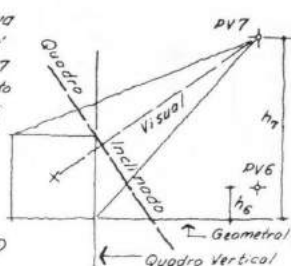
(3°)

c- Variação da Altura



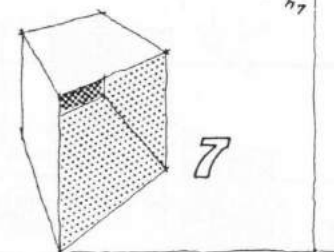
A primeira vista a perspectiva no 7 parece deformada. E é verdade! Entretanto, o PV7 está colocado com afastamento CORRETO: o mesmo que foi usado para as perspectivas nos 2 (pag.67) e 6, nesta página. Então...

... COMO SE EXPLICA A DEFORMAÇÃO?



O desenho mostra na Vista Lateral o Quadro usado e o Quadro INCLINADO necessário para evitar a deformação.

O assunto é desenvolvido no Capítulo 14.



A utilização do ponto de vista mais elevado do que a altura normal do observador, isto é, a chamada perspectiva celeste ou a vôo de pássaro, dá excelente idéia de CONJUNTO, de volumetria, pois apresenta, em uma única figura, três faces do objeto.

Veja no Capítulo 21 os exemplos do que dizemos aqui.

Nos projetos arquitetônicos costuma-se colocar o PV acima da altura *normal* ( $h > 1,50$  m) do observador. O resultado é um efeito de MAIOR AMPLITUDE do espaço, seja interno ou externo. Ainda nos desenhos de arquitetura podemos obter efeito INCOMUM ou surpreendente, fazendo a perspectiva com o observador no Plano Geométral, isto é,  $h = 0$ , o que fará coincidir a Linha de Horizonte com a Linha de Terra. É recurso usado com bons resultados no desenho de locais de entrada, escadarias, etc.

Chama-se perspectiva *frontal* aquela em que o objeto apresenta uma face paralela ao quadro. É o caso da página 71 no desenho à direita.

Na perspectiva frontal de INTERIORES a colocação da visual principal passando pelo Centro Geométrico do ambiente dá efeito pouco agradável, especialmente se as paredes laterais forem simétricas. Daí se justifica o hábito de colocar o Ponto de Vista a 1/3 da largura da parede frontal, como aparece na página 81.

70

A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

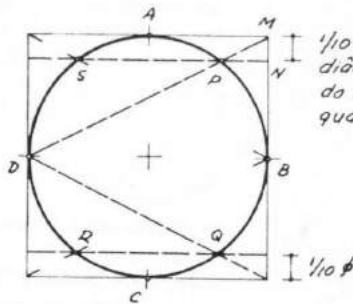
Resumindo:

Você está com um desenho completo (plantas - cortes - vistas) do objeto a ser desenhado em perspectiva. Por onde começar?

- 1 — Escolha da face predominante, por meio de rotação do quadro ou do objeto, de modo a definir a DIREÇÃO do Quadro.
- 2 — Colocação do Ponto de Vista sobre uma perpendicular ao Quadro e de modo que o objeto fique compreendido por raios visuais formando ângulo entre 30 e 45°.
- 3 — Definição do TAMANHO para a perspectiva, por meio do deslocamento do Quadro para a frente ou para trás do objeto, paralelamente à direção fixada no item 1.
- 4 — Determinação de PONTOS PARA O TRAÇADO: pontos de fuga, pontos medidores ou de distância, ponto principal, etc.
- 5 — Representação da LT e da LH (a altura  $h$  do observador foi dada ou fica a critério do desenhista?)
- 6 — Preparo de diagramas e de ESBOÇOS a mão livre, em tamanho reduzido, de modo a confirmar o efeito procurado para a perspectiva.
- 7 — Início do traçado geométrico da perspectiva *exata*.

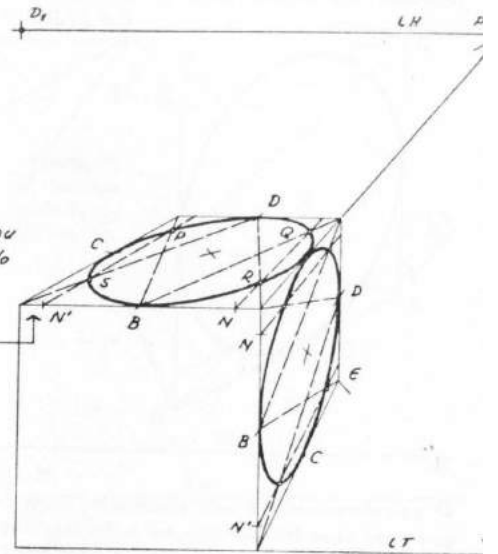
A tentativa de queimar as etapas do nº 1 ao 6, começando a partir do nº 7, poderá significar perda de tempo, de trabalho e de papel. E deixa um nada agradável sentimento de frustração!

Em qualquer processo de Perspectiva, o desenho da CIRCUNFERÊNCIA pode ser simplificado por meio da utilização de PONTOS ESPECIAIS, como...



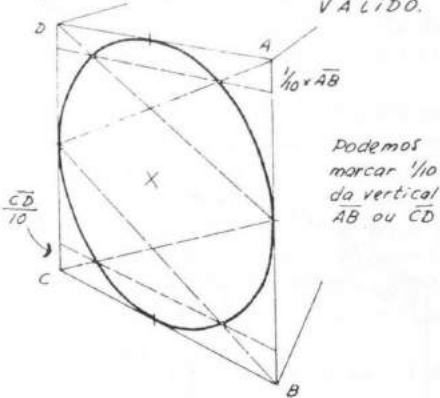
1- Pontos de tangência:  
A, B, C, D;

2- Pontos P, Q, R, S resultantes do encontro da oblíqua, como DM, com a paralela ao lado AM do quadrado e dele afastada de  $\frac{1}{10}$  de seu comprimento.



- 1- Determinar por meio das diagonais o centro e os pontos de tangência da circunferência no quadrado.
- 2- Num lado do quadrado que seja PARALELO AO QUADRO marcar  $\frac{1}{10}$  do lado, obtendo os pontos N e N'.
- 3- Ligar N e N' à fuga (perspectiva da reta).
- 4- Ligar o ponto de tangência B aos vértices do lado oposto.

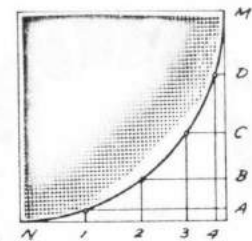
Quando o plano da circunferência é oblíquo em relação ao Quadro, o traçado da página anterior permanece VÁLIDO.



Podemos marcar  $\frac{1}{10}$  da vertical AB ou CD

Nos casos em que se fizer necessária GRANDE PRECISÃO na perspectiva da Circunferência, além dos 8 pontos já mostrados, serão definidos novos pontos em função da precisão desejada.

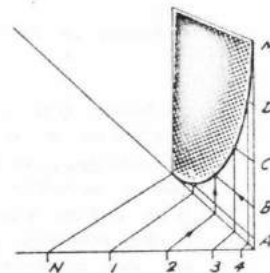
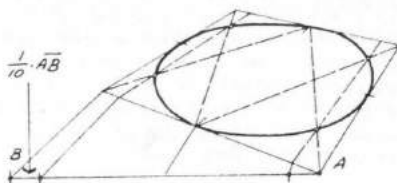
Os pontos são definidos por meio de suas ordenadas (A, 1), (B, 2), ...



... e levadas para a perspectiva.

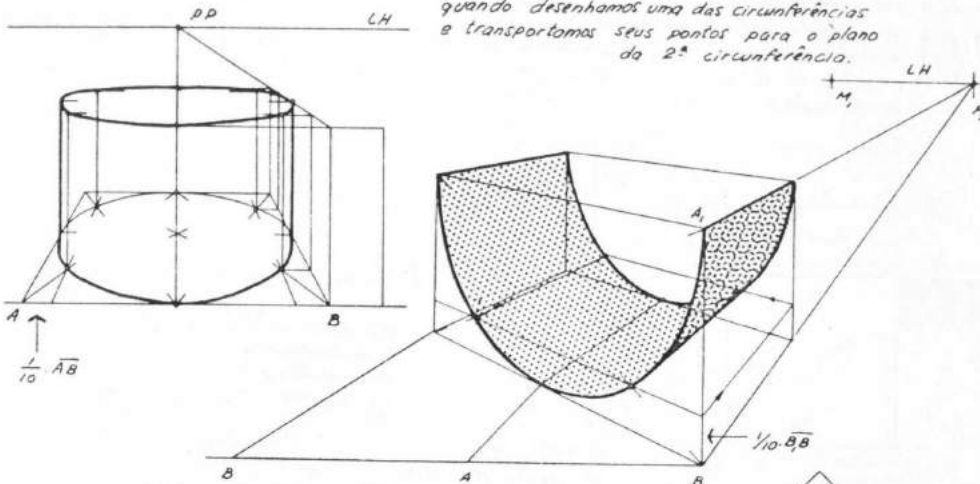
Aqui, pelo processo dos Pontos de Distância.

O quadrado abaixo não apresenta lado que seja paralelo ao Quadro: a DÉCIMA PARTE do lado é obtida por um dos 3 processos de Perspectiva: aqui o dos Pontos Medidores.

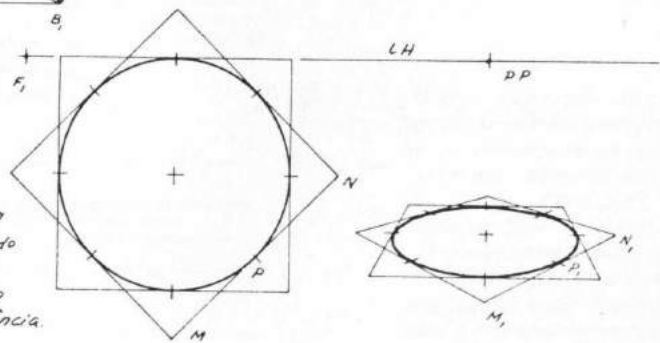


A simetria da figura permite traçar os demais quadrantes da circunferência.

A representação de circunferências paralelas (caso do cilindro) fica simplificada quando desenhamos uma das circunferências e transportamos seus pontos para o plano da 2ª circunferência.



Em alguns desenhos é mais simples usar DOIS QUADRADOS circunscritos à circunferência: a tangente MN corta a diagonal do 2º quadrado no ponto P sobre a circunferência. Ao todo são 8 pontos de tangência.

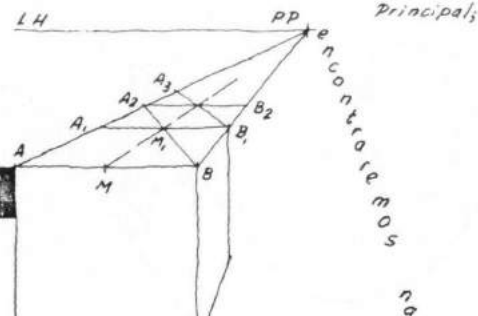


Copitudo

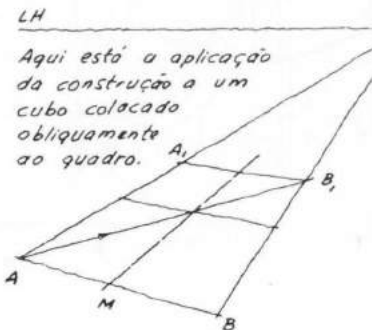


Em qualquer que seja o processo de perspectiva e sendo dada a representação do cubo, podemos desenhar o cubo vizinho. No exemplo abaixo determinamos o ponto de fuga PP e ligamos M - ponto médio da aresta AB - ao ponto

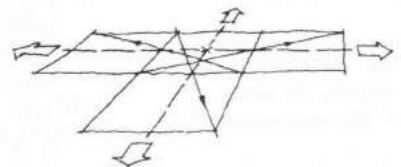
QUADRÍCULAS



aresta A, B, o ponto M<sub>1</sub>. A reta B M<sub>1</sub> nos dá o ponto A<sub>2</sub> por onde passa a aresta A<sub>2</sub> B<sub>2</sub> do cubo vizinho.



A construção é aplicável à repetição de quadrados em QUALQUER DIREÇÃO sobre um pla



A construção pode ser aplicada ao problema inverso: dado um quadrado ou retângulo, dividi-lo em quadrículas.

Exemplo:

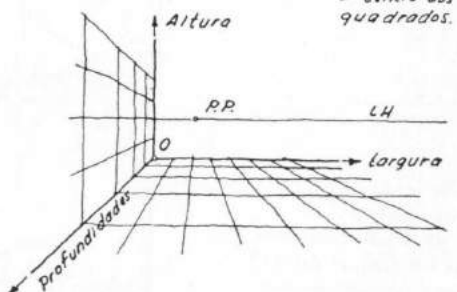
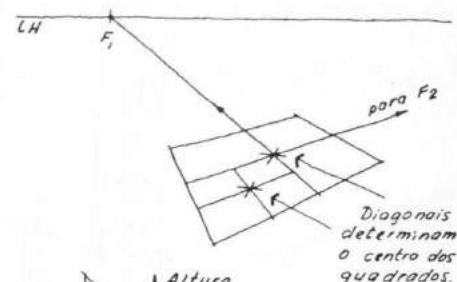
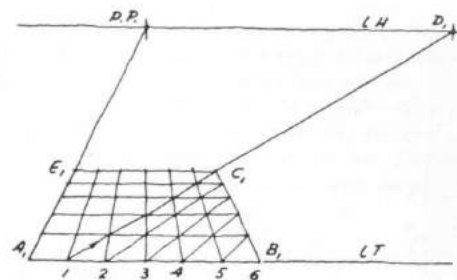
Dados:

O retângulo ABCE a dividir em  $6 \times 5 = 30$  quadrados



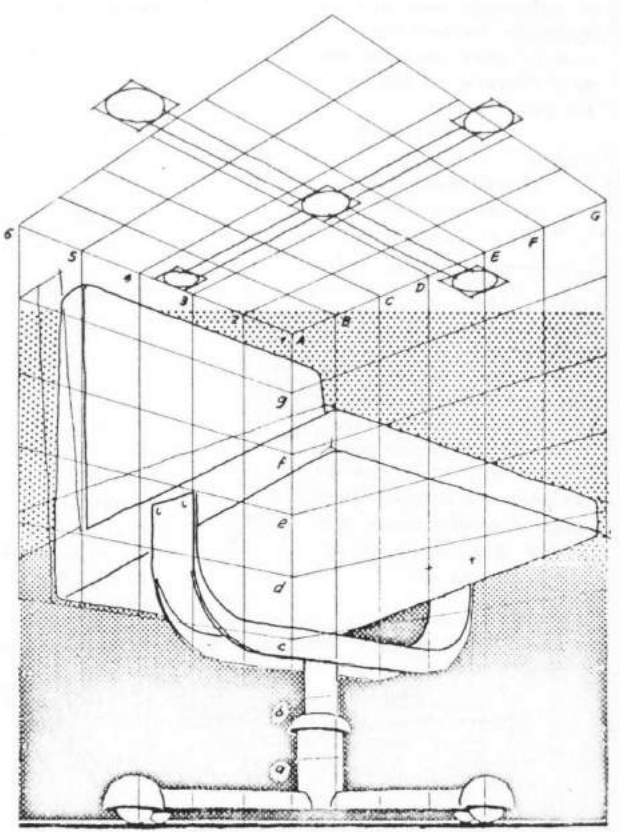
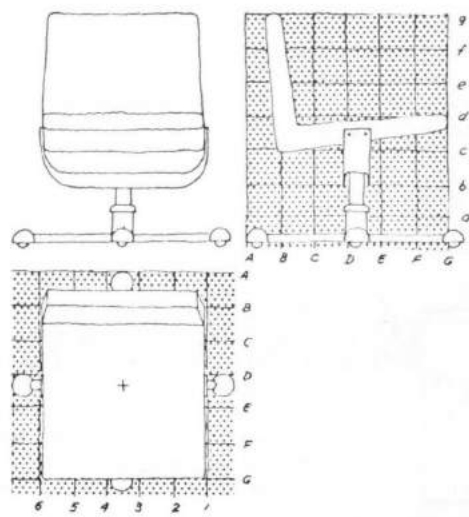
$DP = 1/4 \cdot \overline{AB}$      $h = 3/4 \cdot \overline{AB}$

Como a Visual Principal não foi definida, ela será colocada pelo processo clássico. Teremos o P.P., o Ponto de Distância e o retângulo ABCE, sendo a profundidade BC, obtida a partir de  $\overline{AB} = BC$  marcado na LT.



No caso do quadrado podemos fazer divisões sucessivas, se elas forem iguais a  $2^n$  ( $n =$  número inteiro qualquer). Trata-se da construção apresentada no Capítulo 4 e que é feita por meio de diagonais.

Outra aplicação das quadrículas em perspectiva é a construção de um SISTEMA RETICULADO ESPACIAL definido por 3 eixos perpendiculares entre si. É fácil transferir as medidas das plantas e das fachadas para o reticulado já desenhado.



Aqui está uma aplicação do reticulado espacial à perspectiva OBLIQUA. Uma parte das linhas de construção está desenhada. Ao lado do efeito INCOMUM obtido pelo Observador na altura  $h=0$  (isto é,  $LH=LT$ ) nota-se o desenho da planta sobre um plano auxiliar no alto.



# Capítulo

# 12

# RETAS E PLANOS INCLINADOS

Temos visto que os pontos de fuga das RETAS HORIZONTAIS estão sobre a Linha de Horizonte.

Quando se trata de RETAS OBLIQUAS

(ascendentes ou descendentes)

o ponto de fuga está FORA DA L.H. mas sobre a vertical que passa pelo ponto de fuga dessas retas horizontais.

Por exemplo:

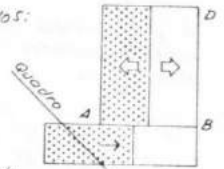
A reta horizontal AB tem fuga em  $F_2$ .

A reta ascendente AC tem fuga em  $F_3$ .

A reta descendente CB tem fuga em  $F_4$ .

Eles são simétricos em relação a L.H.

Dados:



Planta

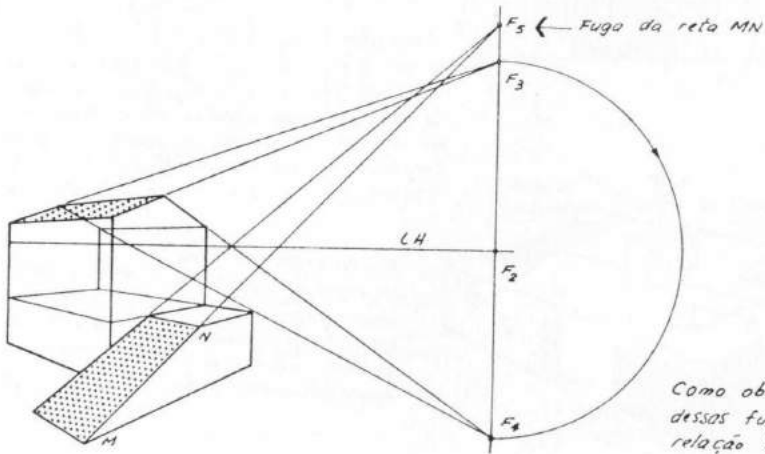
Escala 1:2

DP = 2 AB

h = 1/2 DD

Vista

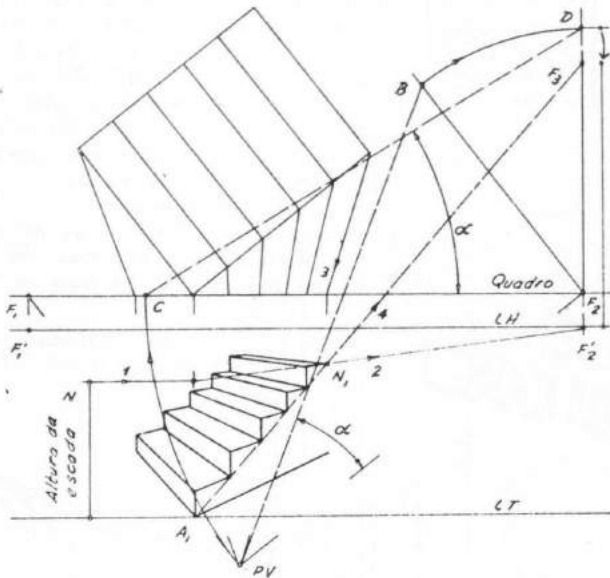
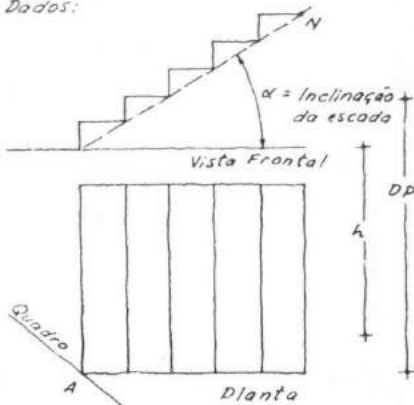
Frontal



Como obter as alturas dessas fugas em relação a L.H.?

A determinação da altura das fugas de retas ascendentes é mostrada aqui.

Dados:



## A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONA

### 1º PROCESS

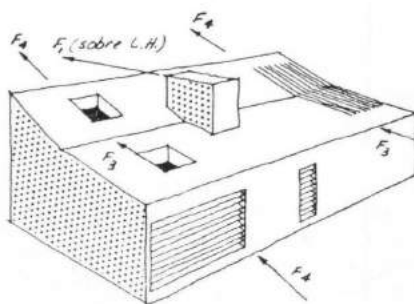
Com centro em  $F_2$  levamos o lado  $PV \cdot F_2$  para o Quadro em  $1$  e aí marcamos o ângulo  $\alpha$  dado. Obtemos a altura em  $D$  sobre a vertical que passa por  $F_2$ . Levamos o cateto  $F_2 D$  = altura da fuga acima do Geometra para a posição  $F_2' F_2$  acima da L.H.

### 2º PROCES.

Construímos o triângulo retângulo  $PV \cdot F_2 \cdot B$  ser o cateto  $F_2 B$  a altura determinar. Conhecemos o ângulo  $\alpha$  no vértice e o cateto  $PV \cdot F_2$ . Encontramos  $F_2 B$  = altura que levamos para  $F_2' F_2$ .

Em resumo

Os dois processos diferem apenas pela POSIÇÃO do triângulo



A utilização da fuga de retas ascendentes ou descendentes é especialmente recomendada quando ocorre a repetição dessas retas.

Verificação: Conferir a página anterior a fugas  $F_3$  e  $F_4$ !

# PONTOS MEDIDORES E DE FUGA REDUZIDOS

Quando um Ponto Medidor ou um Ponto de Fuga está fora dos limites do papel de desenho podemos usar construções auxiliares:

## 1- SUBSTITUIÇÃO DE PONTO DE FUGA (duas soluções)

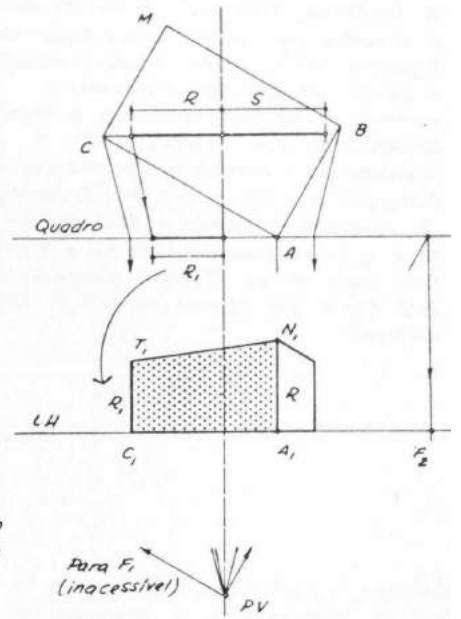
A face AB sendo construída por qualquer processo marcamos em A, N, a VERDADEIRA GRANDEZA R da aresta AN (altura) e levamos para F<sub>2</sub>.

Na face AC - quando o Ponto de Fuga fica fora dos limites do desenho - surge o problema!

Eis a 1ª solução:

Pelo ponto C do Geometral traçamos uma perpendicular à Visual Principal e sobre ela marcamos a altura AN = R. A PARTIR DA VISUAL para o ponto C. Esta grandeza projeta-se no Quadro em R<sub>1</sub>, que transportamos para a posição C<sub>1</sub>, ACIMA DA LINHA DE HORIZONTE!

Uma altura S - ABAIXO DA LINHA DE HORIZONTE - seria marcada à direita da Visual Principal, isto é, no sentido OPOSTO a R, que está acima da L.H.

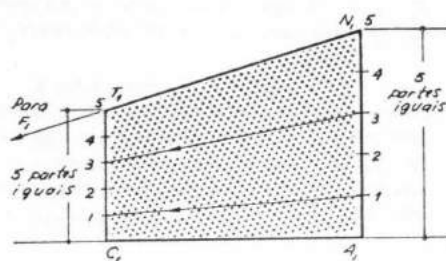
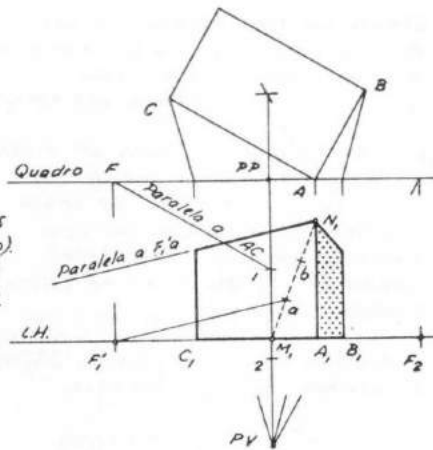


Para o traçado da face BM como você obterá a altura no vértice M, ?

Aqui está a 2ª solução:

### O PONTO DE FUGA FRACIONÁRIO.

A Distância Principal - de PV até PP - é dividida em partes iguais: aqui em 3 partes. Pelo ponto 1 da 1ª divisão a partir do Quadro traçamos a paralela a AC determinando a Fuga Reduzida F' que substituirá F. A construção é baseada na semelhança dos triângulos 1-F-PP e PV-F'-PP (não desenhado). Na perspectiva ligamos o Ponto Principal M1 a N1 e dividimos também em 3 partes. Pelo ponto a da 1ª divisão traçamos a reta F'a e por N1, uma paralela a esta direção.



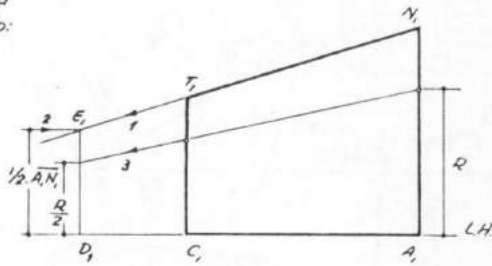
### RETAS PARALELAS

Nas duas construções apresentadas poderá aparecer o problema de SUBDIVIDIR as alturas a fim de traçar paralelas. O Ponto de Fuga é inacessível e as direções estão indefinidas. Solução: dividimos as verticais em igual quantidade de partes (no exemplo: 5) e ligamos os pontos de divisão. Mas há outras soluções.

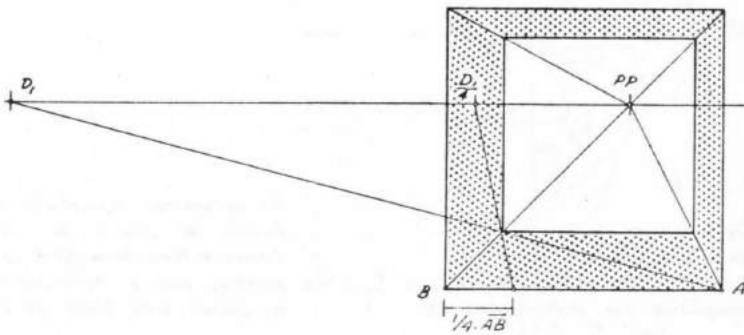
Outra maneira de traçar as retas que têm a mesma direção e o ponto de fuga INACESSÍVEL: Estando desenhado em perspectiva o plano das arestas (face  $A_1 N_1 T_1 C_1$  no exemplo) introduzimos uma VERTICAL  $D_1 E_1$  que esteja numa razão SIMPLES para  $A_1 N_1$ . Por exemplo:

$$D_1 E_1 = \frac{1}{2} \cdot A_1 N_1$$

Assim, a medida  $R$  - marcada em  $A_1 N_1$ , terá METADE ( $\frac{1}{2}$ ) de sua grandeza marcada em  $D_1 E_1$ , o que permite traçar a direção de fuga (seta 3).

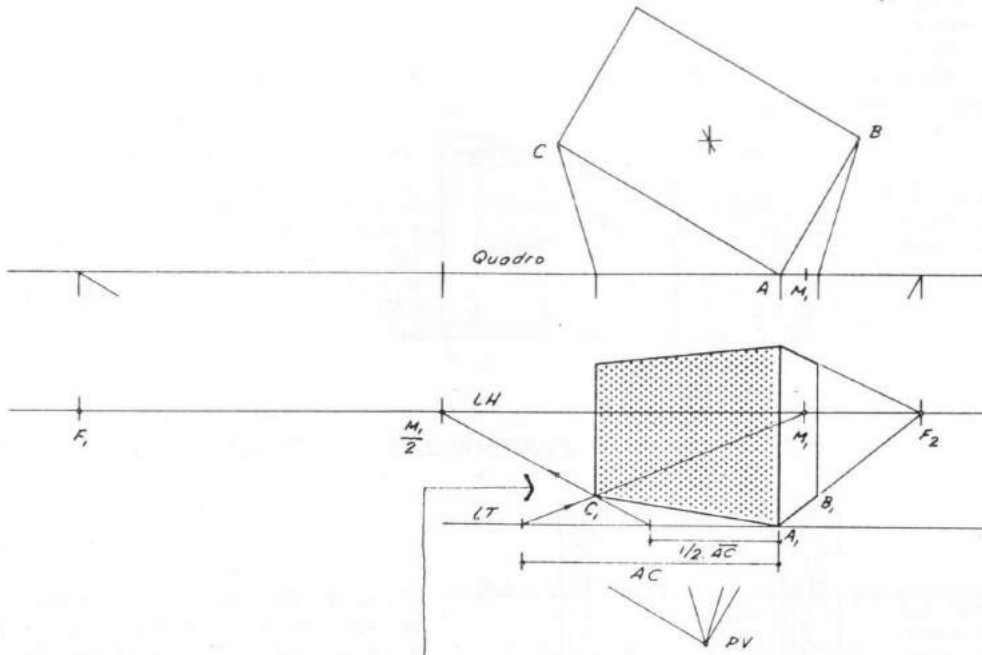


### 2- SUBSTITUIÇÃO DE PONTOS DE DISTÂNCIA



O assunto foi apresentado no Capítulo 6. No exemplo, a profundidade do cubo, igual a  $AB$ , foi reduzida de  $\frac{1}{4}$ ; a mesma redução foi aplicada ao Ponto de Distância.

### 3- SUBSTITUIÇÃO DE PONTOS MEDIDORES



O Ponto Medidor Reduzido pode ser obtido ao tomarmos uma FRAÇÃO da distância. No exemplo a fração é  $\frac{1}{2}$  e marcamos na L.H. o ponto  $M_1$ , tal que  $\frac{F_1 M_1}{2} = \frac{M_1 M_2}{2}$ .

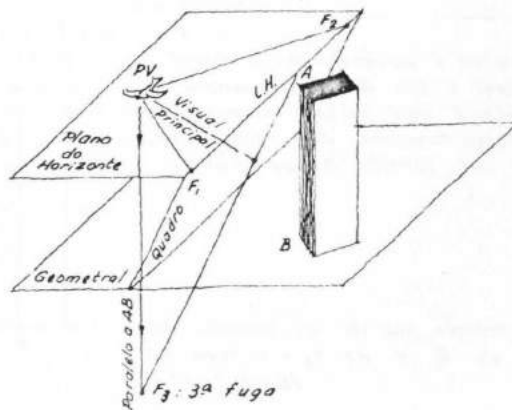
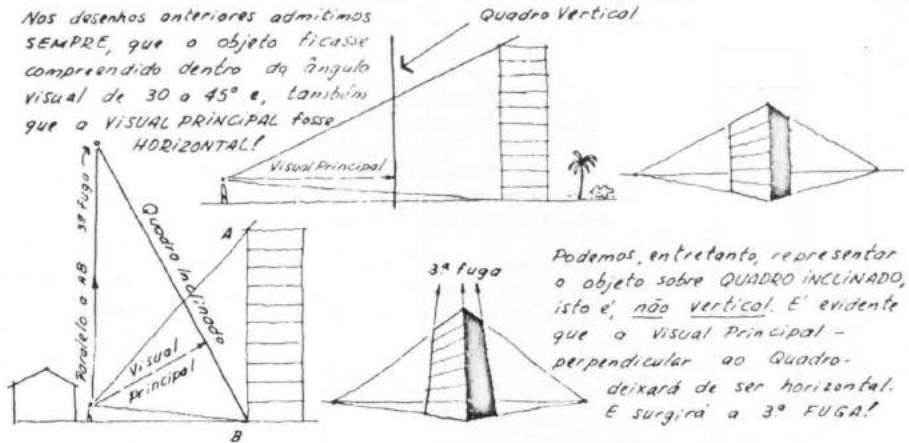
O ponto C, da perspectiva obtido marcando na L.T. a dimensão  $\frac{1}{2} \cdot AC$  (fração igual à do Ponto Medidor Reduzido e ligando para  $\frac{M_1}{2}$ ).

Notamos que o ponto C, fica definido pelas direções que vão para  $M_1$  e  $\frac{M_1}{2}$ , tornando DISPENSÁVEL o uso da fuga  $F_1, \dots$  exceto no diagrama que determinará  $M_1$ .

Se refizermos o cálculo da tabela da página 58 com Fugas e Medidores Reduzido veremos que o aproveitamento do papel será bem melhor.

# O QUADRO INCLINADO

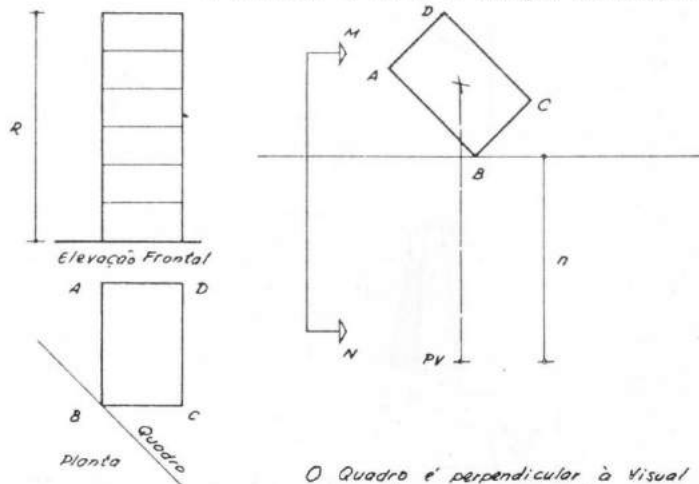
Nos desenhos anteriores admitimos SEMPRE, que o objeto ficasse compreendido dentro do ângulo visual de 30 a 45° e, também, que a VISUAL PRINCIPAL fosse HORIZONTAL!



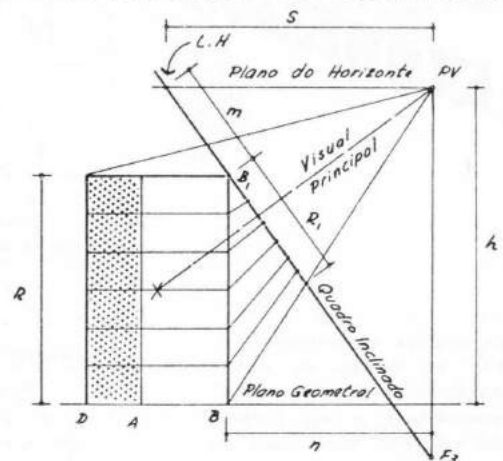
Esta situação ocorre, por exemplo, na Perspectiva a VÃO DE PÁSSARO (ou vista do alto: figura ao lado) ou no caso de uma construção alta e localizada numa rua onde o Observador está impedido de se colocar na distância correta.

Dados:

Começamos desenhando a planta no Geometral e marcamos o PV e a direção do Quadro.



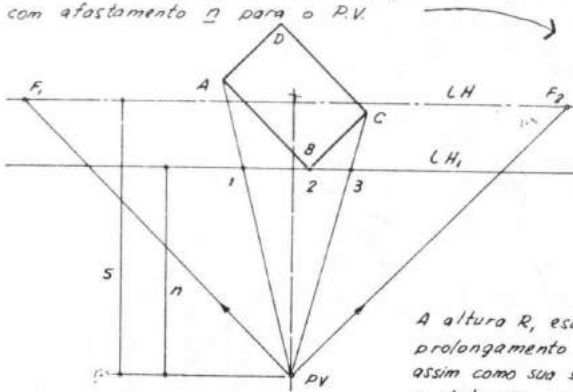
Agora desenhemos a vista lateral MN, onde apareçam o Objeto, o PV, a Visual Principal e o Quadro. A altura  $h$  do observador, não tendo sido dada, foi marcada arbitrariamente.



O Quadro é perpendicular à Visual Principal e sua posição dependerá de desejarmos uma perspectiva de maior ou menor tamanho. Admitamos que passe pelo vértice B da figura

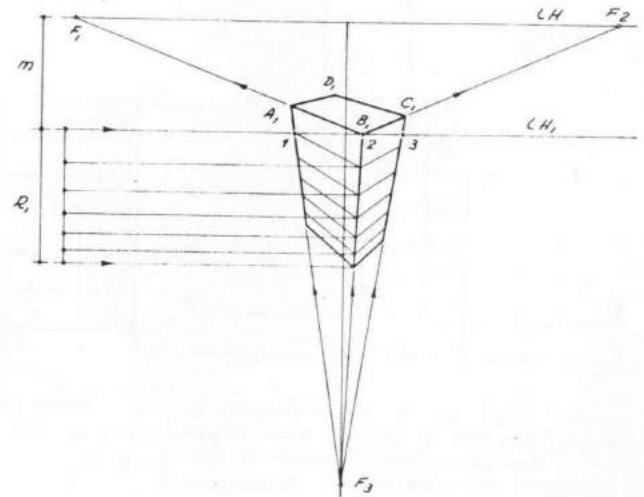
Este desenho nos dá as posições da L.H., de B, e de F<sub>3</sub> - a fuga das VERTICAIS!

Voltando ao Geometral marcamos L.H. com afastamento  $s$  para o PV-conforme mostra a Vista Lateral-e projetamos os vértices ABC em 1, 2 e 3 sobre LH, com afastamento  $n$  para o P.V.

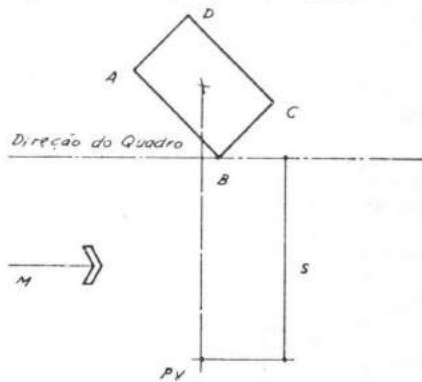


Traçamos LH e marcamos  $F_1, F_2$  e a posição da perpendicular onde estará a fuga  $F_3$ : tudo no Quadro Inclinado. Com afastamento  $m$  para LH traçamos  $LH_1$ , onde marcamos os pontos 1, 2 e 3 obtidos no desenho anterior. Ligamos 1, 2 e 3 a  $F_3$  e o vértice 2 (igual a  $B_1$ ) levamos para as fugas  $F_1$  e  $F_2$ , de modo a traçar a base superior A, B, C, D.

A altura  $R$ , está no prolongamento de  $m$  - assim como sua subdivisão - e é levada para a aresta B. Cada ponto de divisão da altura  $R$ , é levada para as fugas  $F_1$  e  $F_2$ .

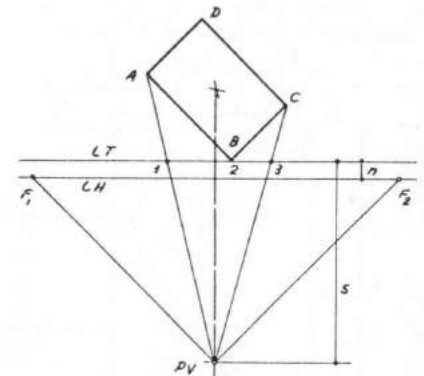
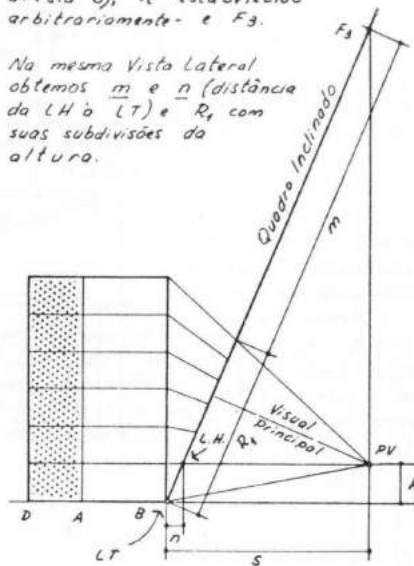


A mesma figura da página 84 pode ser vista de baixo para cima: começamos desenhando no Geometral a planta, o P.V. e a direção do Quadro.



A Vista Lateral M permite obter LT, LH, a posição do Quadro (admitimos que passe no vértice inferior da aresta B),  $h$  - estabelecido arbitrariamente - e  $F_3$ .

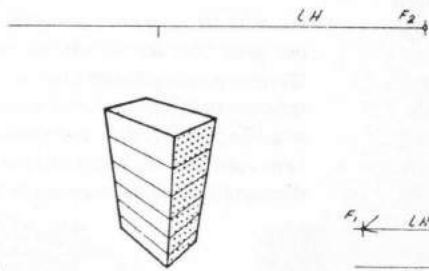
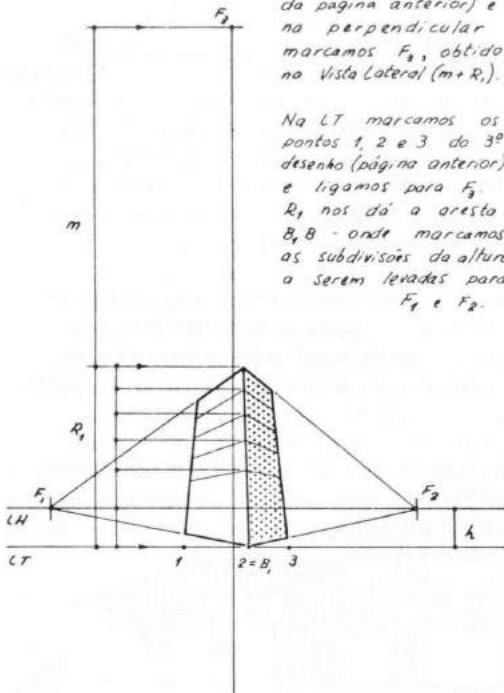
Na mesma Vista Lateral obtemos  $m$  e  $n$  (distância da LH à LT) e  $R_1$  com suas subdivisões da altura.



Voltamos ao 1º desenho desta página que completamos com a LH e obtemos as Fugas  $F_1$  e  $F_2$ , assim como as projeções da base - 1, 2 e 3 - sobre a L.T.

Traçamos a LT e a LH com espaçamento igual a  $h$  e uma perpendicular a LH. Sobre a LH marcamos  $F_1$  e  $F_2$  (obtidos no 3º desenho da página anterior) e na perpendicular marcamos  $F_3$ , obtido na Vista Lateral ( $m+R_1$ ).

Na LT marcamos os pontos 1, 2 e 3 do 3º desenho (página anterior) e ligamos para  $F_3$ .  $R_1$  nos dá a aresta  $B_1 B_2$  - onde marcamos as subdivisões da altura a serem levadas para  $F_1$  e  $F_2$ .



Repetição da figura da página 85.

A perspectiva da mesma figura - feita com a Visual Principal na horizontal, isto é, com o Quadro Vertical - permite a comparação das formas e das dimensões.

Capítulo

15

SOMBRA

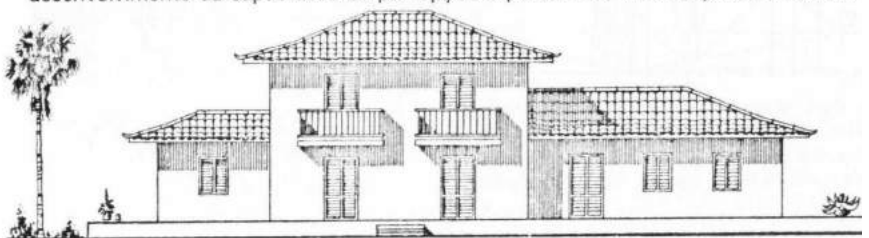
NAS PROJEÇÕES ORTOGONAIS



A representação de um projeto de Arquitetura ou de Desenho Industrial procura dar informação clara, necessária e exata capaz de permitir a interpretação da idéia do projetista por terceiros. Há uma dificuldade fundamental naquela representação: procura-se desenhar em duas dimensões um objeto tridimensional. Para suprir no desenho a ausência da 3ª dimensão procura-se, nas fachadas ou vistas, dar o efeito de relevo por meio de linhas de força. É o caso da figura acima.

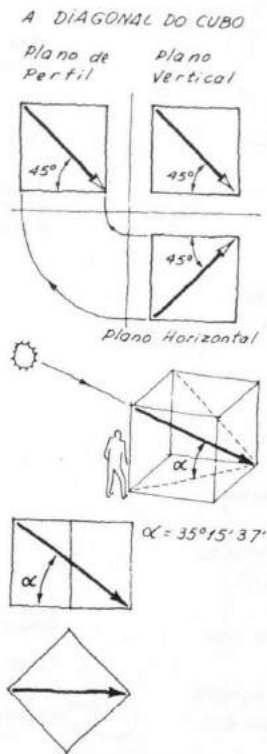
Há, entretanto, outro tipo de representação menos usado por ser mais trabalhoso e por exigir bom domínio da Geometria Descritiva, porém de excelente efeito gráfico. Observe a figura abaixo onde utilizamos as sombras projetadas. Trata-se de uma representação convencional e o seu estudo muito ajudará na compreensão do capítulo seguinte: Perspectivas das sombras.

Uma aplicação do traçado das sombras, pouco mencionada, refere-se ao desenvolvimento da capacidade de percepção espacial e da visualização das formas.

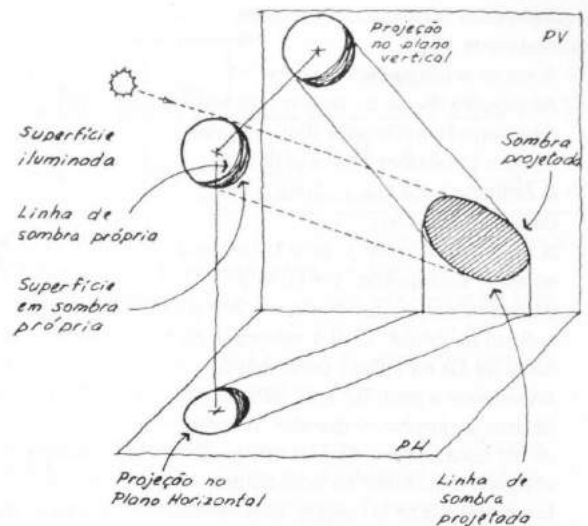


As *convenções* estabelecidas e aceitas universalmente são:

- 1 — A luz se propaga em linha reta.  
As porções de luz ou de sombras em uma superfície dão idéia de sua forma, de suas dimensões e de sua posição.
- 2 — A fonte de luz é única, direta e colocada no infinito.  
A luz vindo de mais de uma fonte daria sombras superpostas, confusas e difíceis; o mesmo aconteceria com a luz indireta ou difusa. Com a colocação da fonte de luz no infinito consegue-se uniformizar a posição, quer se trate de objetos pequenos ou grandes. A fonte de luz colocada em distância finita obrigaria à definição de posição da fonte em relação ao objeto, além de não permitir *comparação* entre objetos e fontes diferentes. A colocação da fonte de luz no infinito dá origem a raios de luz paralelos, com melhor aproveitamento dos instrumentos de desenho.



- 3 — A direção da luz é paralela à diagonal de um cubo.  
A criação de uma linguagem gráfica universal é possível com a colocação do Sol no infinito, em uma posição única e fixa, de modo que seus raios de luz, além de paralelos entre si, cheguem ao objeto com direção, sentido e ângulo constantes.  
A diagonal do cubo é paralela a essa direção: ela forma em suas 3 projeções ângulo de 45°, passando pelo ombro esquerdo e descendo para a frente e para a direita.  
A vantagem de ter o mesmo ângulo de 45° em qualquer dos três planos de projeção dá origem a simplificações nos traçados.  
Deve-se notar que o ângulo de 45° é formado pelas projeções da diagonal com o plano horizontal, pois o verdadeiro ângulo formado pela diagonal do cubo com o plano horizontal é de 35° 15' 37\".

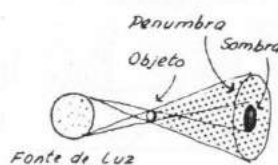


A finalidade principal do desenho convencional de sombras é ressaltar a verdadeira grandeza e as posições relativas das superfícies adjacentes.

Com relação à luz as superfícies podem ser:

- 1 — Superfície iluminada é a parte da superfície de um corpo que recebe luz direta.
- 2 — Superfície em sombra própria é a parte do corpo que não recebe luz direta.
- 3 — Superfície em sombra projetada é a superfície que deixa de receber luz porque há outra superfície mais próxima da fonte que intercepta a luz.

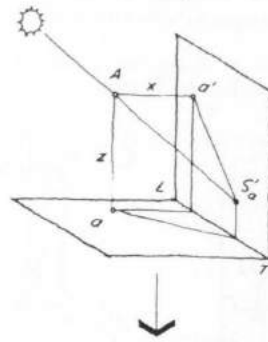
A figura mostra as linhas de sombra, própria ou projetada, que separam as partes iluminadas e as de sombra. Existe, em alguns casos, uma faixa intermediária entre a sombra projetada e a superfície iluminada chamada penumbra, que não estudaremos por se tratar de raios não paralelos.



Da explicação anterior decorrem os princípios:

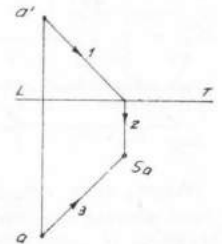
- 1 - A linha de sombra própria é determinada por raios de luz tangentes ao objeto.
- 2 - A linha de sombra projetada de um objeto sobre uma superfície é a sombra projetada por sua linha de sombra própria.
- 3 - As sombras projetadas estão sempre sobre superfícies iluminadas, isto é, voltadas para a luz.
- 4 - As superfícies não voltadas para a luz são superfícies em sombra, logo não podem receber sombras projetadas.
- 5 - Uma superfície, ou parte dela, que esteja em sombra própria ou projetada não pode lançar sombra porque não intercepta a luz.
- 6 - Para cada superfície iluminada há uma sombra projetada, não necessariamente visível.
- 7 - A forma da sombra visível projetada por um objeto depende de:
  - a) forma da superfície que projeta sombra;
  - b) forma da superfície que recebe a sombra projetada;
  - c) posição relativa destas duas superfícies.

**DETERMINAÇÃO DAS SOMBRAS**



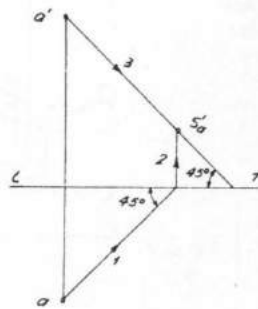
SOMBRA DE UM PONTO sobre uma superfície é o ponto em que o raio de luz que passa pelo ponto dado encontra esta superfície;

na linguagem da Geometria Descritiva: é o TRAÇO da reta (raio de luz) que passa pelo ponto dado.

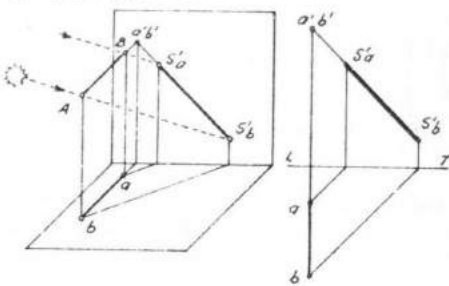


A sombra  $S_a$  do ponto  $A(a', a)$  estará sobre o plano horizontal de projeções (desenho acima) ou...

... sobre o plano vertical de projeções em  $S_a$  (nas figuras à esquerda) dependendo da posição do ponto no espaço: sendo  $Z > X$  a sombra estará no plano vertical.  $Z = cota$ ;  $X = afastamento$ . Para  $x > z$ : a sombra fica no plano horizontal. Para  $x = z$  a sombra estará sobre a LT.



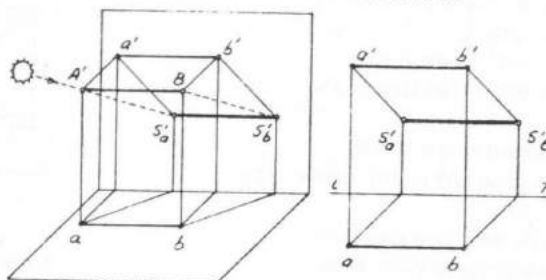
Para a determinação da sombra de uma reta, muitas vezes, é suficiente encontrar a sombra de dois de seus pontos.



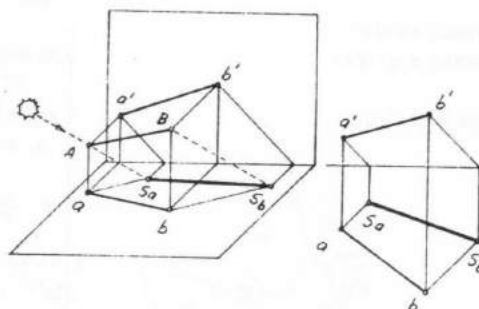
Acima está um segmento  $\overline{AB}$ , de nível ou horizontal.  $S_a S_b$  é sua sombra sobre o plano vertical de projeções. A sombra de cada um dos pontos A e B foi obtida como na página anterior.

**A SOMBRA DE UMA RETA**

é, em geral, outra reta. Será um ponto quando a reta for paralela à direção do raio luminoso.



A sombra da reta  $\overline{AB}$  é obtida, também, pelo mesmo processo anterior em  $S_a S_b$ .

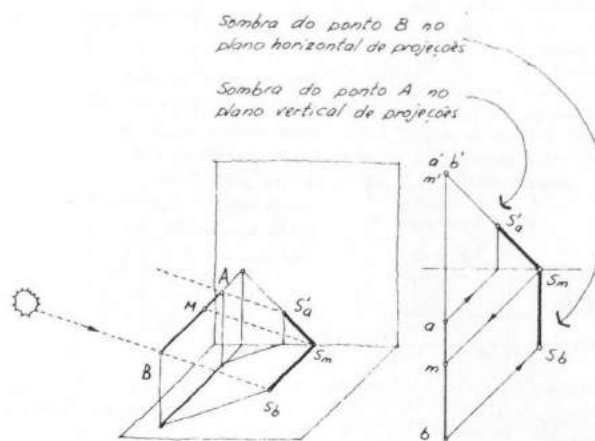


O raciocínio não se modifica quando se trata de obter sombra do segmento  $\overline{AB}$  que tem posição e direção quaisquer no espaço.

Determinamos para cada ponto A e B o traço do raio luminoso a  $45^\circ$ , ou seja os pontos  $S_a$  e  $S_b$ : interseção dos raios luminosos passando em A e em B com o plano horizontal de projeções.



Nos desenhos da página anterior ambas as extremidades do segmento determinam sombra sobre o mesmo plano de projeção. Mas... o que acontece quando cada extremidade tem sombra sobre um dos planos de projeção?



Sombra do ponto B no plano horizontal de projeção  
Sombra do ponto A no plano vertical de projeção

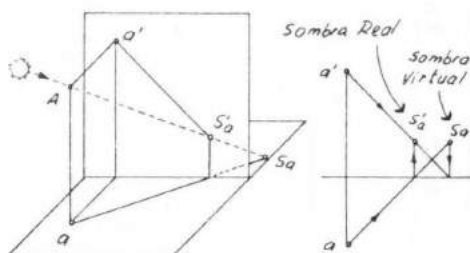
Não podemos ligar por uma reta  $S'a$  e  $S'b$ , pois são pontos NÃO COPLANARES, isto é, não pertencem ao mesmo plano.

Observamos que  $S_m$  é a sombra de um ponto  $M$  - pertencente ao segmento dado, de tal modo que a porção  $AM$  tem sombra sobre o plano vertical em  $S'aS_m$  e a porção  $MB$  tem sombra em  $S_mS'b$  no plano horizontal de projeção.

O ponto  $S_m$  da Linha de Terra é a sombra do ponto  $M(m', m)$ , de cota e afastamento iguais entre si. O ponto  $M$  é obtido a partir de  $m'$ , traçando uma paralela ao raio luminoso - em cada plano de projeção - na mesma direção, porém em sentido contrário, isto é, conhecido  $S_m$  (sombra) determinamos  $m', m$  (ponto do segmento dado).

Antes de generalizar este problema para o caso de uma reta qualquer, será necessário definir o que vem a ser "SOMBRA VIRTUAL".

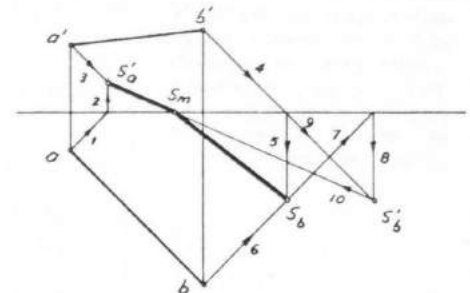
Voltemos ao estudo da sombra de um ponto  $A$ , no início do capítulo: vimos que  $S'a$  é a sombra do ponto  $A$  e que ela está no primeiro plano a ser atingido pelo raio de luz após sua passagem pelo ponto  $A$ .



Se admitirmos que os planos de projeção são transparentes o raio luminoso ou reta projetante prossegue em seu caminho até encontrar o plano horizontal de projeção em  $S'a$ .

No desenho técnico os planos de projeção são OPACOS de modo que a SOMBRA VIRTUAL é um elemento imaginário ou artifício para auxiliar a obtenção da SOMBRA REAL.

Podemos, agora, estudar a sombra de uma reta qualquer  $AB$ .



Obtidas as sombras  $S'a$  e  $S'b$  verificamos que são pontos pertencentes a dois planos diferentes:  $S'a$  no vertical e  $S'b$  no horizontal. Portanto, não podem ser ligados por uma reta.

Recorremos à SOMBRA VIRTUAL de uma das extremidades ( $B$  - no exemplo) e obtemos  $S'b$  que pode ser ligado por uma reta a  $S'a$ , por serem ambos pontos do mesmo plano vertical de projeção.

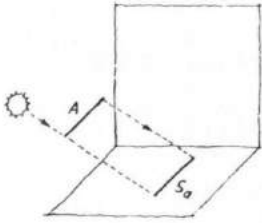
$S'aS'm$  é a porção de sombra real, no plano vertical, da reta dada.

O ponto  $S_m$  da Linha de Terra será ligado a  $S'b$  determinando a sombra restante, no plano horizontal, do segmento  $AB$ .

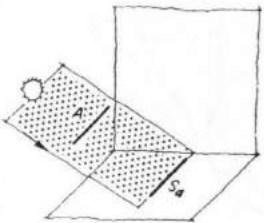
A partir destes problemas básicos podemos passar à prática da determinação das sombras, de modo a criar um VOCABULÁRIO das sombras.

Embora o resultado final seja sempre o mesmo e único, o RACIOCÍNIO para obter as sombras pode ser conduzido de duas maneiras:

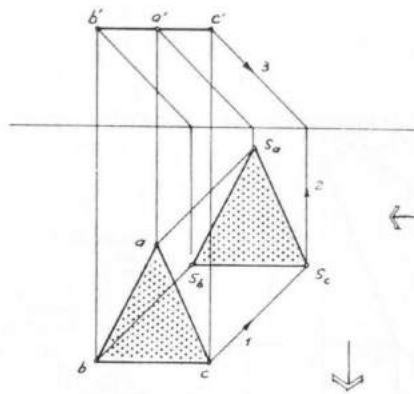
1) A sombra é obtida por meio de retas projetantes (ou raios de luz) oblíquas:



2) A sombra é obtida por meio de planos projetantes paralelos aos raios de luz.



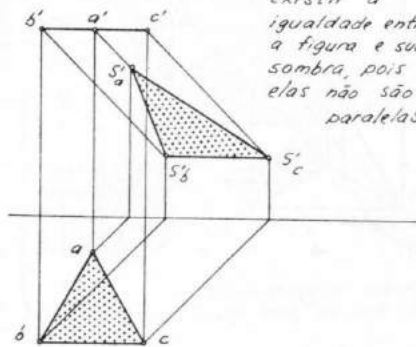
### SOMBRA DO TRIÂNGULO



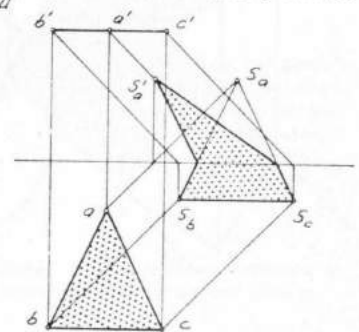
Desenhadas as projeções horizontais e verticais da figura, obtemos a projeção de cada um dos vértices pelo processo da página 91: setas 1 a 3 para o vértice C e sombra  $S_c$ .

A figura dada, por ser paralela ao plano horizontal de projeções, terá sua sombra com a mesma forma e as mesmas dimensões sobre o plano horizontal.

Aqui a sombra está sobre o plano vertical de projeções deixa de existir a igualdade entre a figura e sua sombra, pois elas não são paralelas.



Agora teremos de recorrer à sombra virtual do vértice A para resolver este problema:

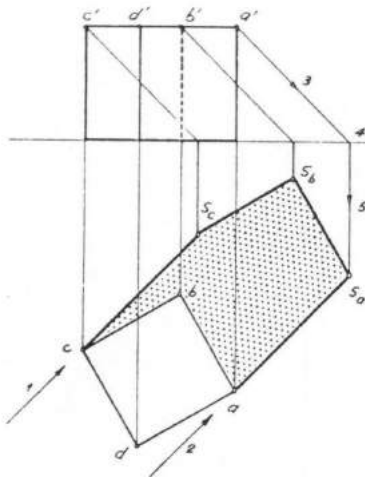


### SOMBRAS DO CUBO

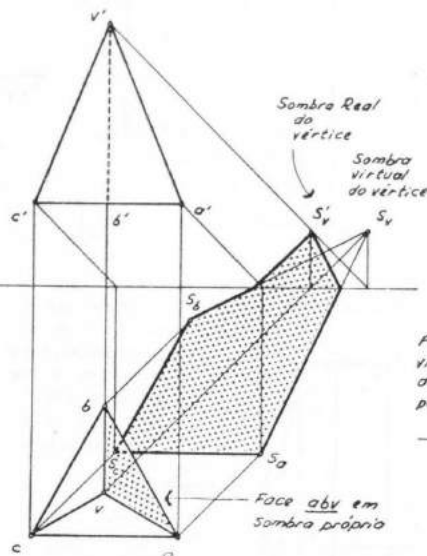
No plano horizontal a sombra está compreendida entre os vértices  $a$  e  $c$ , por onde passam os raios luminosos 1 e 2.

Pela projeção vertical  $a'$  passa o raio luminoso 3, que vai encontrar a L.T. no ponto 4. Neste ponto traçamos a linha de chamada 5 até encontrar o raio 2 no ponto  $S_a$ : sombra do ponto A ( $a, a'$ ).

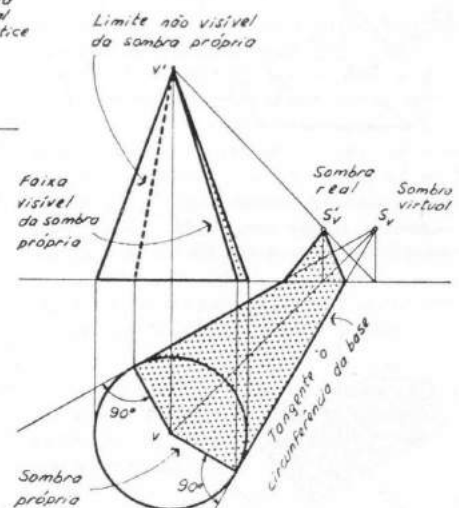
O mesmo raciocínio aplica-se aos vértices B e C do cubo.



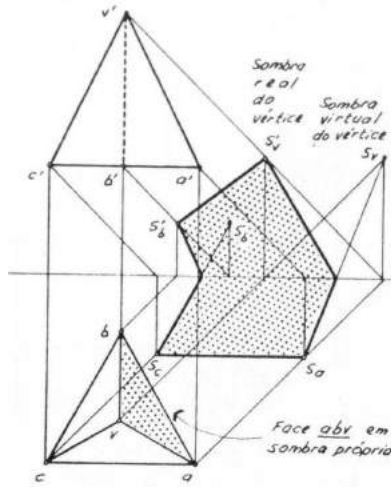
### SOMBRAS DA PIRÂMIDE



### SOMBRAS DO CONE



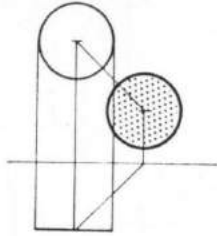
Observe como pequenas alterações nas cotas e nos afastamentos da pirâmide modificam muito a sombra:



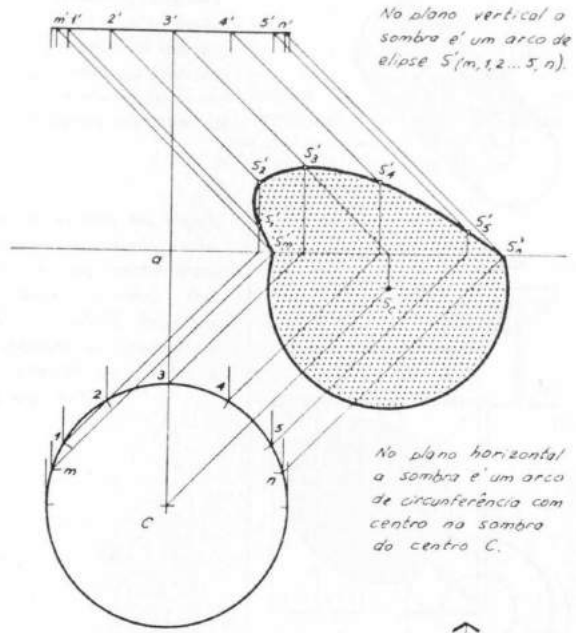
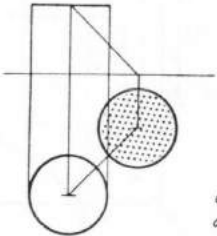
**SOMBRA DO CÍRCULO**

O círculo está paralelo ao plano vertical e projeta sua sombra neste plano:

é um círculo igual à projeção sobre o plano vertical.



No desenho abaixo o círculo é paralelo ao plano horizontal e projeta sua sombra neste plano: é também um círculo.

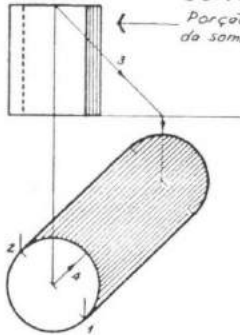


No plano vertical a sombra é um arco de elipse  $S'(m, 1, 2 \dots 5, n)$ .

No plano horizontal a sombra é um arco de circunferência com centro na sombra do centro C.

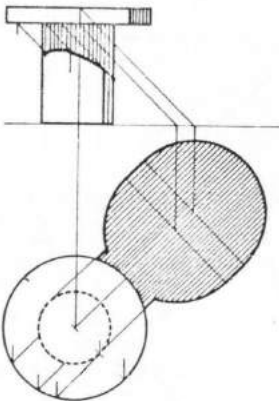
Como exercício o leitor poderá desenhar novo problema mediante o acréscimo de 100% na cota 3º, mantidas todas as demais dadas.

**SOMBRA DO CILINDRO**

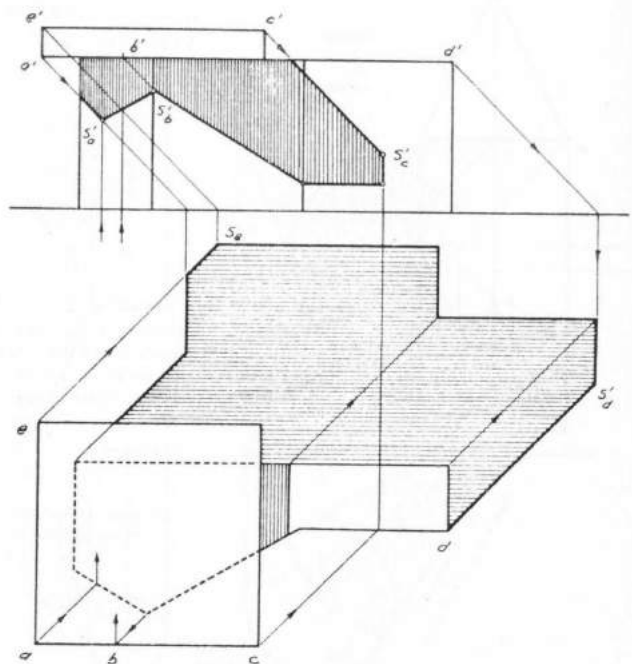


Porção visível da sombra própria

- 1 e 2 - Raios luminosos tangentes à base e limitando a sombra.
- 3 e 4 - Determinam a sombra do centro da base superior no plano horizontal em verdadeira grandeza.



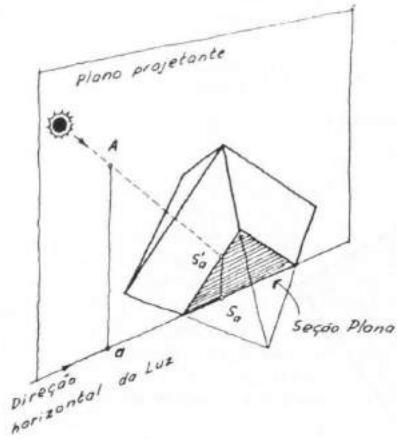
Daqui por diante as sombras serão projetadas sobre as superfícies da figura e não sobre os planos de projeção. Entretanto, o plano horizontal permanece como o plano do terreno ou plano da base.



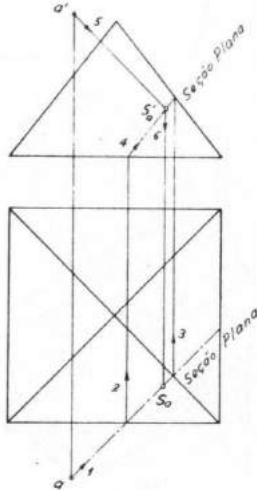
A sombra de uma figura geométrica ao ser projetada sobre uma outra deverá ser determinada pelo

**PROCESSO DAS SEÇÕES PLANAS,**

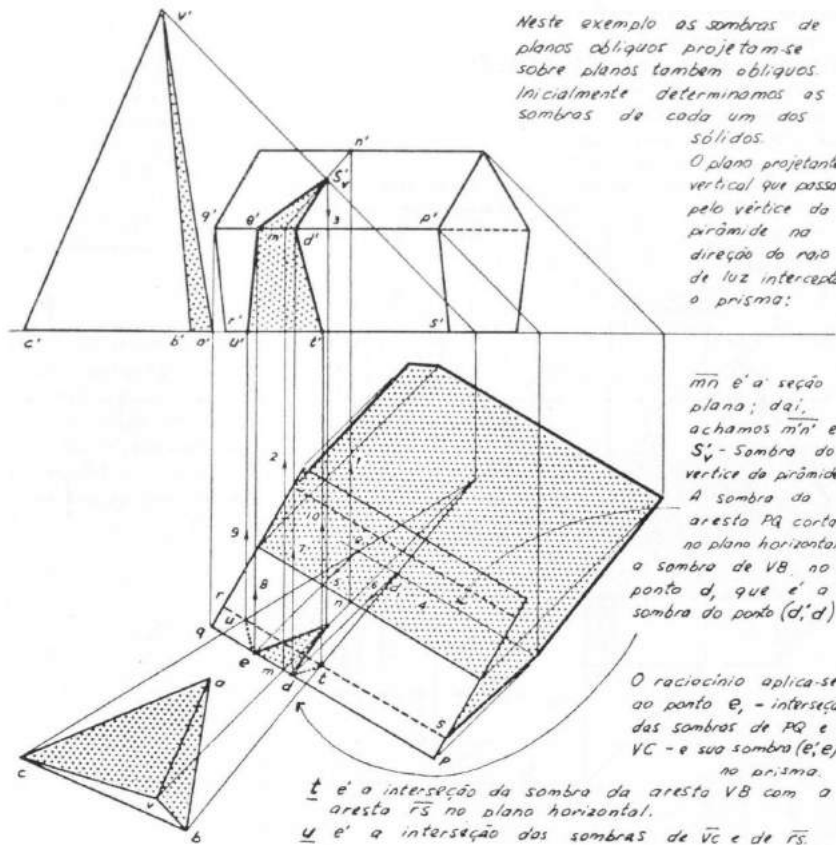
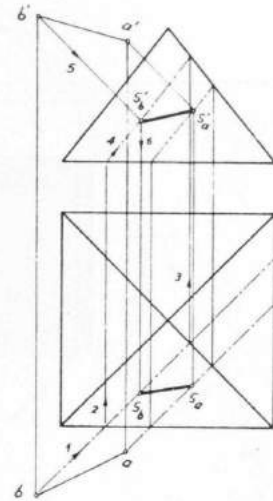
quando se tratar de planos oblíquos. A sombra do ponto A está contida no plano projetante que passa por este ponto e tem a direção da luz.



Nas projeções ortogonais temos a sombra do ponto A ( $a'; a$ ) sobre a pirâmide:



A sombra do segmento  $\overline{AB}$  sobre a pirâmide foi determinada por uma seção plana para cada extremidade do segmento.



Neste exemplo as sombras de planos oblíquos projetam-se sobre planos também oblíquos. Inicialmente determinamos as sombras de cada um dos sólidos.

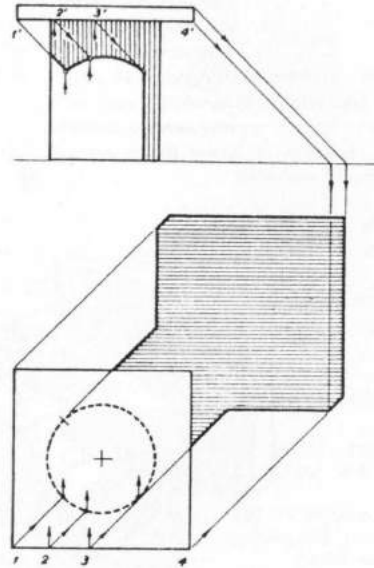
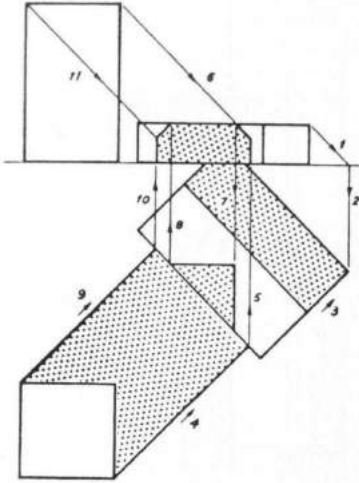
O plano projetante vertical que passa pelo vértice da pirâmide na direção do raio de luz intercepta o prisma:

$\overline{mn}$  é a seção plana; daí, achamos  $\overline{m'n'}$  e  $S'_v$  - Sombra do vértice da pirâmide. A sombra da aresta PQ corta no plano horizontal a sombra de VB no ponto d, que é a sombra do ponto ( $d'; d$ )

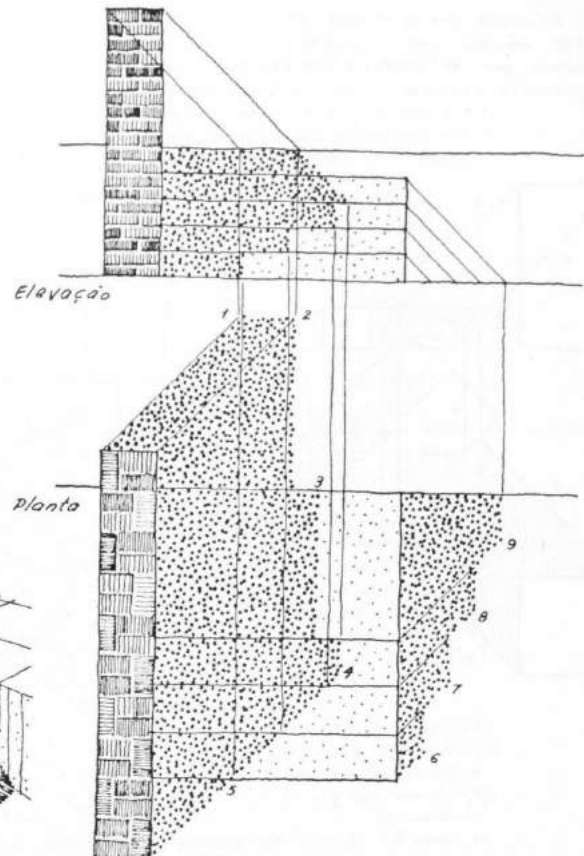
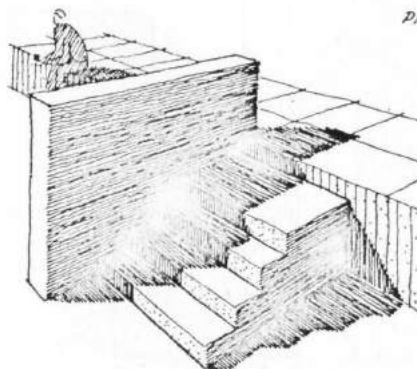
O raciocínio aplica-se ao ponto e, - interseção das sombras de PQ e VC - e sua sombra ( $e'; e$ ) no prisma.

$t$  é a interseção da sombra da aresta VB com a aresta  $\overline{rs}$  no plano horizontal.  $u$  é a interseção das sombras de  $\overline{vc}$  e de  $\overline{rs}$ .

Nos exemplos que se seguem os planos não são ambos oblíquos, de modo que voltamos a usar o processo anterior.



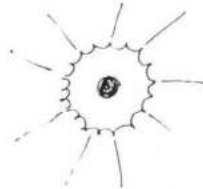
O desenhista deve pesquisar diversas técnicas de apresentação. Além das apresentadas neste capítulo sugerimos o ensaio de técnica mista, usando lapis no traçado a instrumento e hidrocar nas sombras. No capítulo seguinte estudamos a Perspectiva das Sombras; aqui vai uma pequena amostra para tomar gosto:



Há quem prefira falar de "Sombras na Perspectiva" ou, ainda, de "Perspectiva Aérea."

Porém, todos concordam em que existem 2 tipos de sombra quanto à ORIGEM da fonte de luz:

# PERSPECTIVA DAS SOMBRAS



## 1º SOMBRAS COM ILUMINAÇÃO NATURAL

Com relação ao observador existem 3 POSIÇÕES do Sol:

- a- O sol está AO LADO do observador; Páginas 102 e 103
- b- O Sol está na FRENTE do observador; 104 e 105
- c- O Sol está por TRÁS do observador 106 e 107

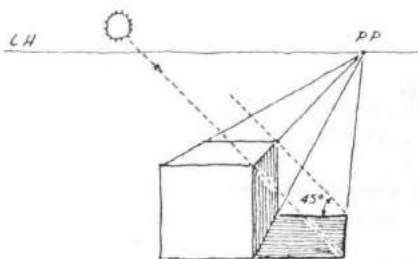


## 2º SOMBRAS COM LUZ ARTIFICIAL

Nos livros mais antigos é conhecido como "sombra ao archote."

### O SOL ESTÁ AO LADO DO OBSERVADOR (1. a)

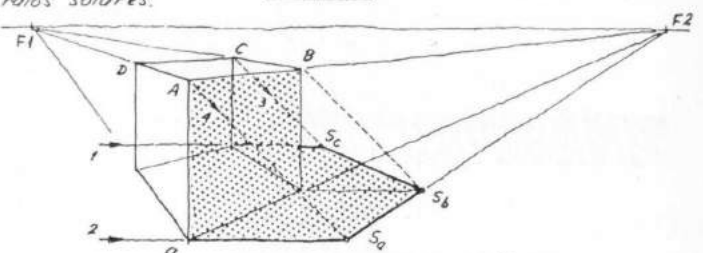
Os raios luminosos são paralelos ao Quadro; portanto, seu paralelismo se mantém na perspectiva.



A inclinação habitualmente usada é a que faz ângulo de 45° com o plano horizontal, vindo os raios da esquerda para a direita.

O traçado é relativamente rápido e o efeito gráfico é agradável.

Desenhada a perspectiva do cubo, admitamos dada a INCLINAÇÃO dos raios solares.



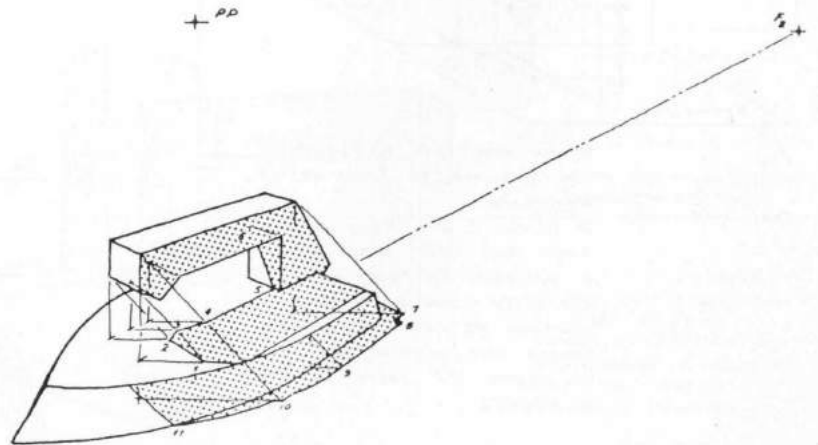
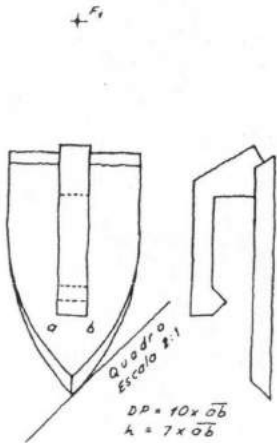
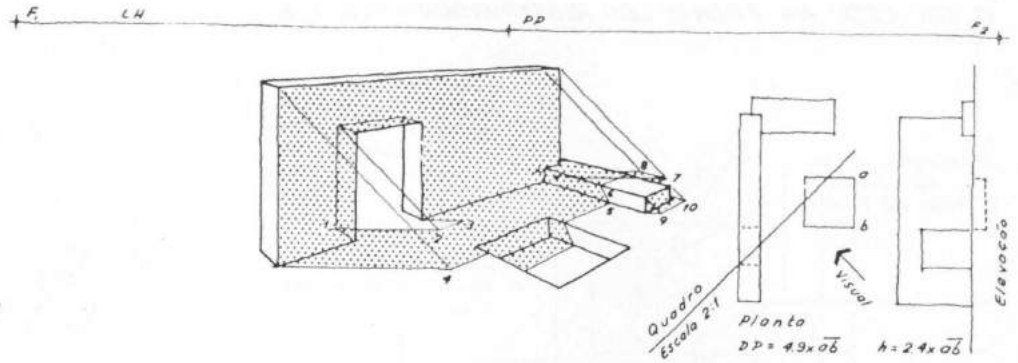
A sombra de uma vertical  $\overline{AO}$  é dada por 2 retas: uma horizontal passando pela base ou  $PE'$  (a) e a outra é o raio de luz passando pelo ponto mais alto ou CABEÇA (A). Elas se encontram em  $S_0$ . Esta ideia de  $PE'$  e CABEÇA será usada nos próximos desenhos.

**O TRAÇADO:** No Plano Geométral (=horizontal) traçamos os raios limites 1 e 2 (pés). Nos vértices A e C (cabeças) traçamos paralelos aos raios dados: 3 e 4. Obtemos as sombras  $S_c$  e  $S_a$ . A mesma construção faremos na aresta B.

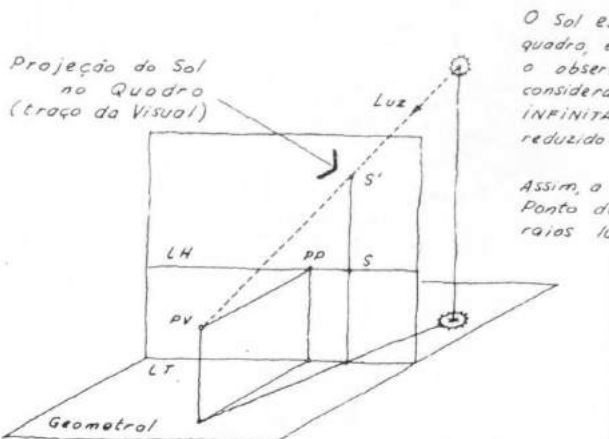
**Verificações:** A sombra  $\overline{S_0S_2}$  da aresta  $\overline{AB}$  tem como fuga  $F_2$ , pois são ambas retas paralelas e horizontais. Das mesmas razões  $\overline{BC}$  e sua sombra  $\overline{S_0S_1}$  têm por fuga  $F_1$ .

Dois exemplos:  
O Sol ao lado do observador (f. a)

A numeração em cada figura corresponde à sequência do desenho: a sombra de cada ponto é obtida pelas retas "PÉ e CABEÇA"



O SOL ESTA' NA FRENTE DO OBSERVADOR - Caso 1. b



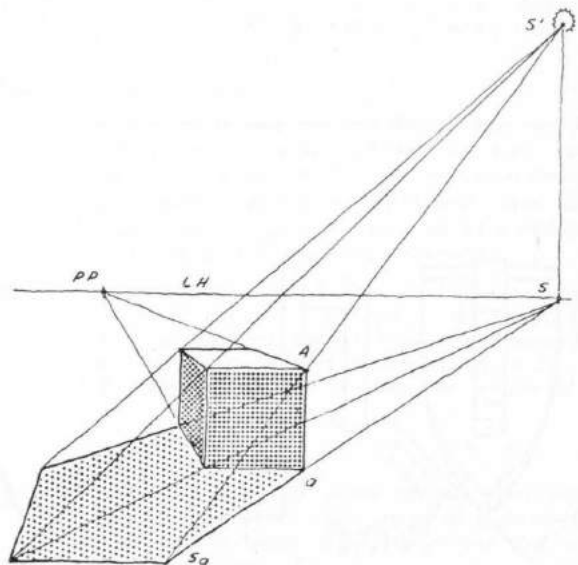
O Sol está atrás do quadro, e é VISÍVEL para o observador e é considerado a distância INFINITA, portanto reduzido a um ponto.

Assim, a fonte de luz é Ponto de Fuga dos raios luminosos.

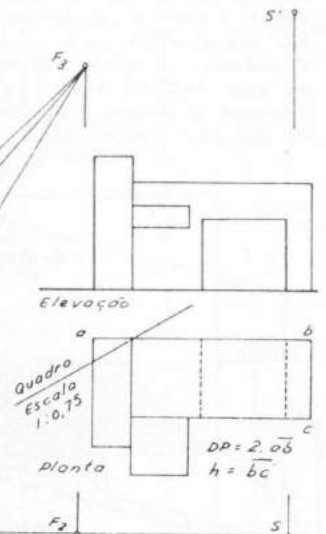
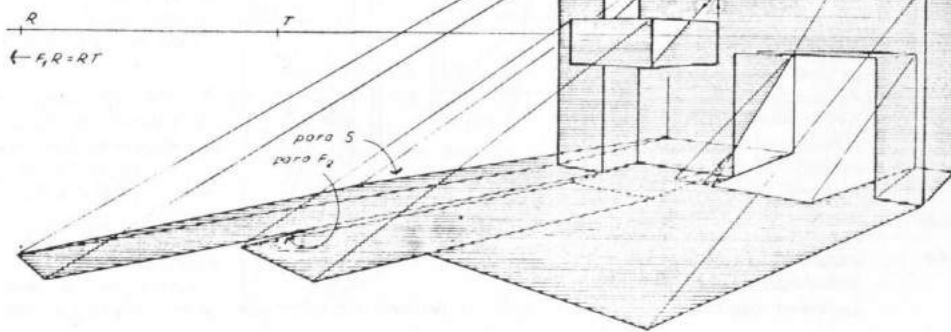
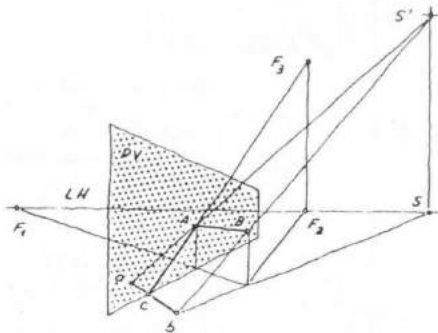
A projeção (ou imagem) do Sol está no Quadro e pode ser desenhada arbitrariamente...

- 1 ... à DIREITA do observador;
- 2 ... na frente do observador (sobre o ponto principal);
- 3 ... à esquerda do observador.

O Sol projeta-se no Quadro em S', acima da Linha de Horizonte.  
O ponto S é o Ponto de Fuga das retas paralelas à projeção do raio de luz. Este ponto é, também, chamado PE' DA LUZ, em função das observações da página 102 sobre PE' e CABEÇA.



A sombra da horizontal  $\overline{AB}$  e  $\overline{a'b'}$  sobre o Geométral (plano do terreno). Se houver um ANTEPARO como o plano vertical PV, a sombra de AB passa a ser  $\overline{bc} + \overline{cA}$ , permitindo determinar - sobre a vertical que passa no Ponto de Fuga  $F_2$  - o ponto  $F_3$ : fuga das sombras de retas horizontais sobre os planos verticais paralelos a PV.

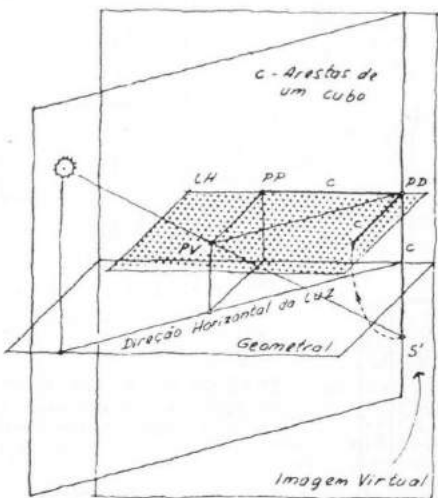


O objeto está em CONTRALUZ as sombras predominam sobre as superfícies iluminadas.

Não há recomendação alguma sobre a colocação do fonte de luz! Somente a EXPERIÊNCIA do desenhista e algumas tentativas poderão orientar o trabalho.

O SOL POR TRÁS DO OBSERVADOR

Estando por detrás do observador o Sol não é visível e NÃO DÁ IMAGEM REAL, ao contrário do caso anterior (t.b). O processo de construção é idêntico ao caso anterior, sendo bastante introduzir o conceito de IMAGEM VIRTUAL do Sol, que estará abaixo da Linha de Horizonte.



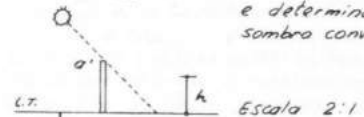
DD = c = Arestas de um Cubo  
 $\overline{PV-S'}$  - Diagonal do Cubo

No estudo deste caso admitiremos a direção dos raios solares sendo paralela à DIAGONAL DE UM CUBO, isto é, a direção convencional usada no estudo das sombras nas projeções ortogonais.

Não será difícil adaptar o traçado mostrado em seguida para outra posição do Sol. Isto será necessário quando se pretende colocar na perspectiva a SOMBRA REAL produzida num determinado lugar, dia e hora ou quando se trata de Fotomontagem. São dois assuntos a serem estudados nos próximos capítulos.

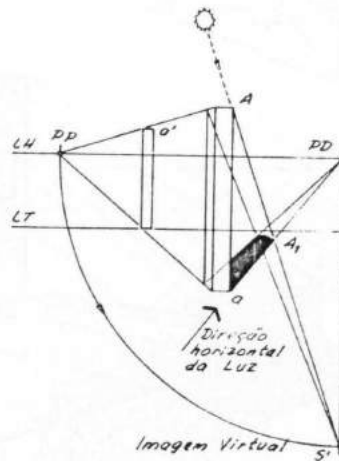
(t.c)

No exemplo desenhado abaixo são dados o poste, por suas projeções, o Ponto de Vista e  $\underline{h}$ . Pede-se: fazer a perspectiva e determinar a sombra convencional.



Escala 2:1

Depois de feita a perspectiva determinamos a IMAGEM VIRTUAL do Sol em  $S'$  na perpendicular a PD e por rebatimento do R.P.



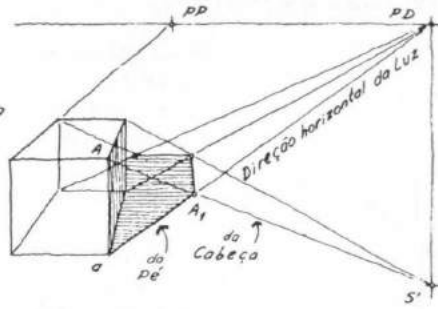
Tracamos a reta  $\overline{a-PD}$  que liga o pé do poste ao Ponto de Distância: é a direção da luz no plano horizontal.

A reta  $\overline{AS'}$ , que vai da "cabeça" do poste à imagem virtual do Sol  $S'$ , encontra a reta  $\overline{a-PD}$  em  $A_1$ .

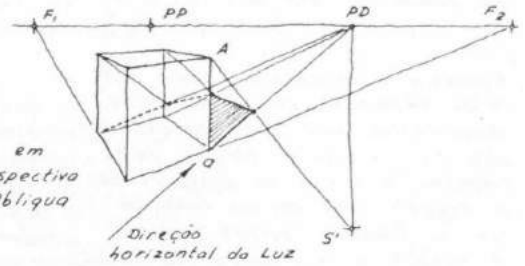
A sombra do poste está em  $\overline{a-A_1}$ . Compare com a projeção ortogonal, acima.



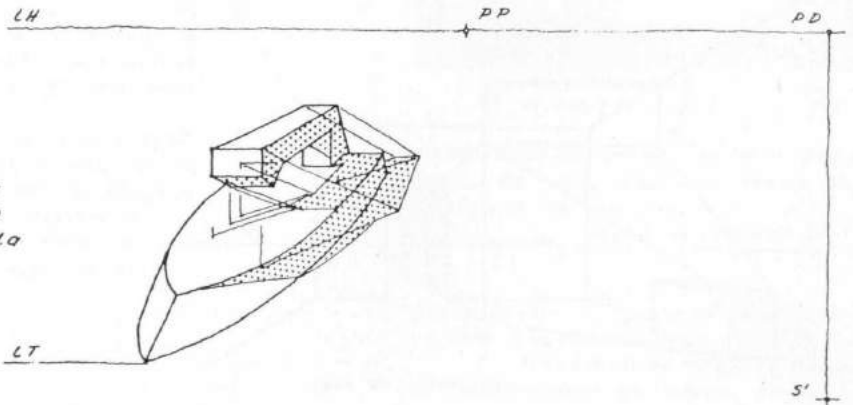
O processo da página anterior nos dá a sombra de um cubo em Perspectiva Frontal...



... ou em Perspectiva Oblíqua



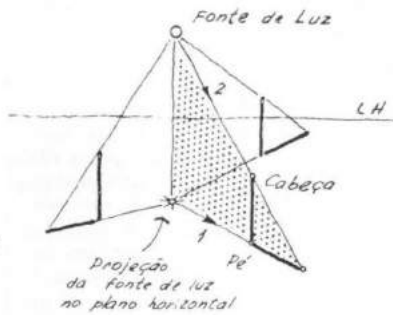
Exemplo de aplicação, onde usamos o mesmo objeto do caso 1.º



A iluminação artificial difere da luz solar por ter RAIOS luminosos DIVERGENTES, que formam um CONE cujo vértice é a fonte de luz.

SOMBRAS COM LUZ ARTIFICIAL

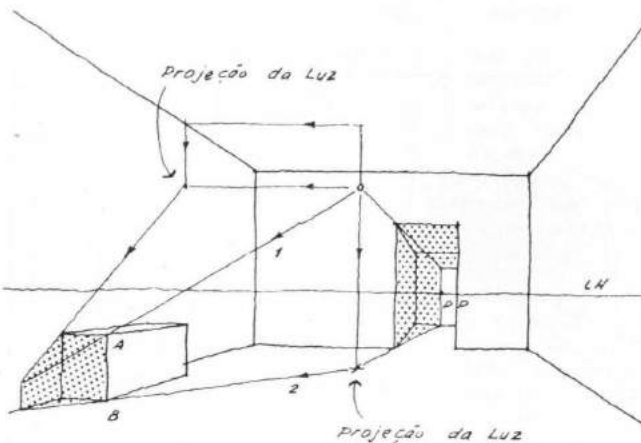
A sombra é determinada, como nos casos anteriores, por duas retas concorrentes: uma (nº1) passando pelo PE' ou base e também pela projeção horizontal da fonte de luz; a 2ª reta (nº2) vai da fonte de luz à CABEÇA (vértice superior). A reta 1.ª é a projeção horizontal da reta 2.ª e corresponde à direção horizontal da luz.



Nos desenhos de acabamento (arte final), quando a iluminação artificial é usada, devemos considerar que:

- 1 - Os objetos mais próximos da fonte são iluminados com maior intensidade.
- 2 - As superfícies perpendiculares à direção de luz são mais iluminadas que as inclinadas em relação a essa direção.
- 3 - As superfícies claras e muito iluminadas refletem a luz recebida e dão origem a reflexos sobre as sombras.
- 4 - A sombra projetada é mais intensa que a sombra própria.

Finalmente, a observação de casos reais ensina muito sobre luz, sombras, penumbra e reflexos.



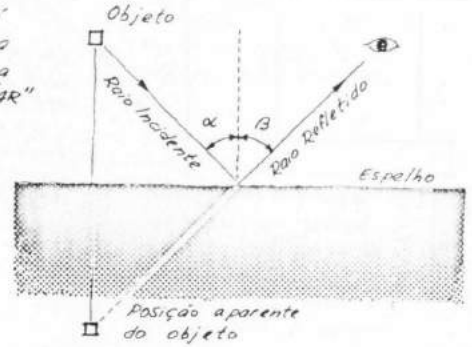
Podemos usar planos auxiliares definidos por retas como 1 e 2 (pe' e cabeça) e que contenham a aresta cuja sombra iremos determinar, como em AB, ao lado.

Devemos obter a interseção desse plano com a superfície onde se projeta a sombra. Sobre esta interseção estará a sombra da aresta, definida pelo raio de luz que parte da fonte.

A superfície polida ou ESPELHO tem a propriedade de refletir as imagens dos objetos colocados na sua frente.

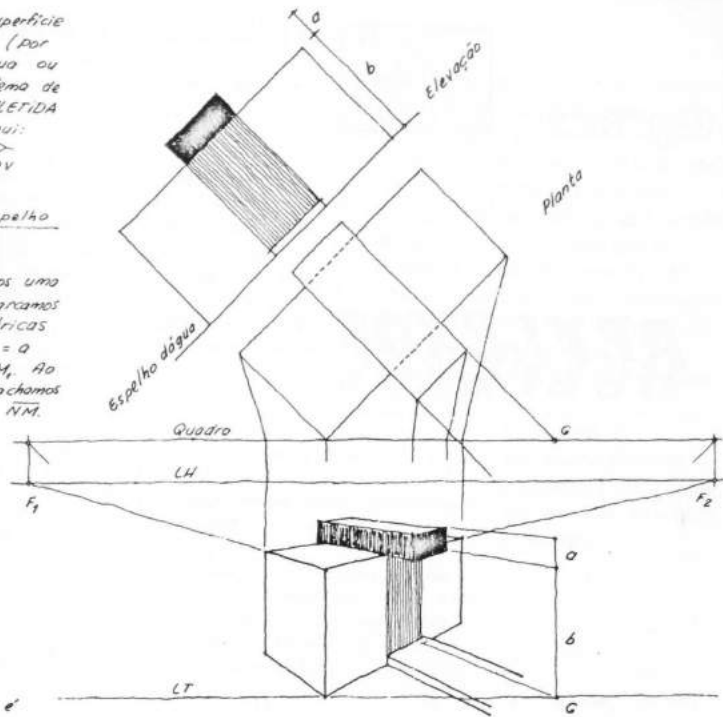
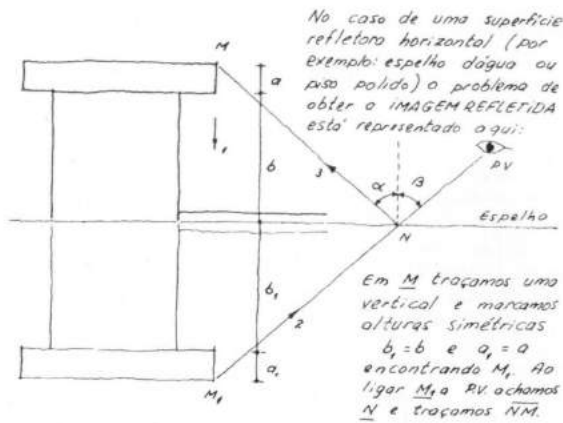
# REFLEXOS DE REFLEXOS

Um PONTO REAL e sua imagem refletida estão a igual distância da superfície refletora, portanto, o espelho - quando é plano - é uma superfície de simetria entre a imagem real e a refletida. Daí a razão do nome "SIMETRIA ESPECULAR" dada aos reflexos.

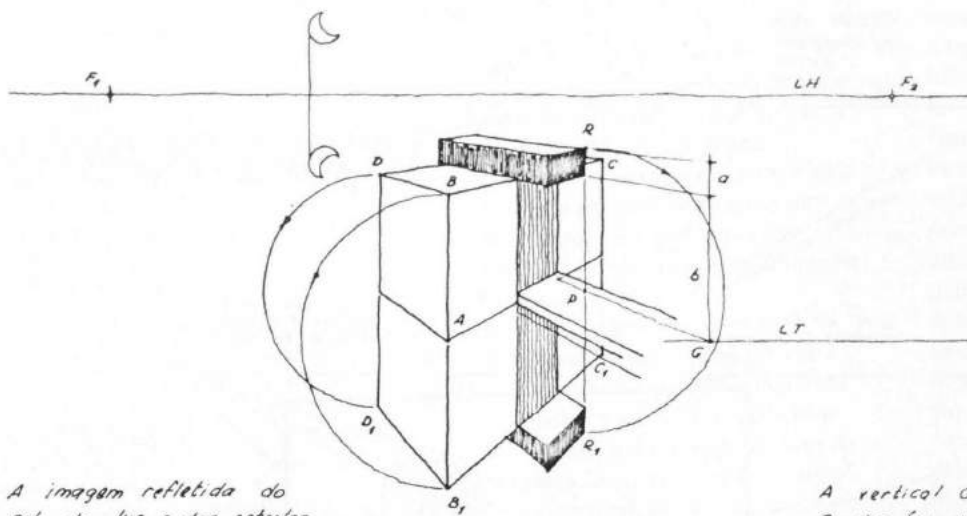


Todo espelho plano reflete os raios de luz, sendo o ângulo de incidência  $\alpha$  igual ao ângulo de reflexão  $\beta$ .

Graficamente o problema da reflexão consiste em determinar a FIGURA SIMÉTRICA, em relação ao espelho plano, do objeto dado.



A perspectiva é desenhada por um dos processos já conhecidos.



A vertical  $\overline{AB}$  aparece refletida abaixo da superfície, com sua altura em  $\overline{AB_1}$ . Ligamos  $B_1$  às fugas  $F_1$  e  $F_2$  e prolongamos para baixo as arestas verticais  $C$  e  $D$ , de modo a completar o reflexo do bloco maior.

∴ Para obter a imagem refletida do bloco superior daremos a solução geral para as imagens de pontos situados fora do quadro.

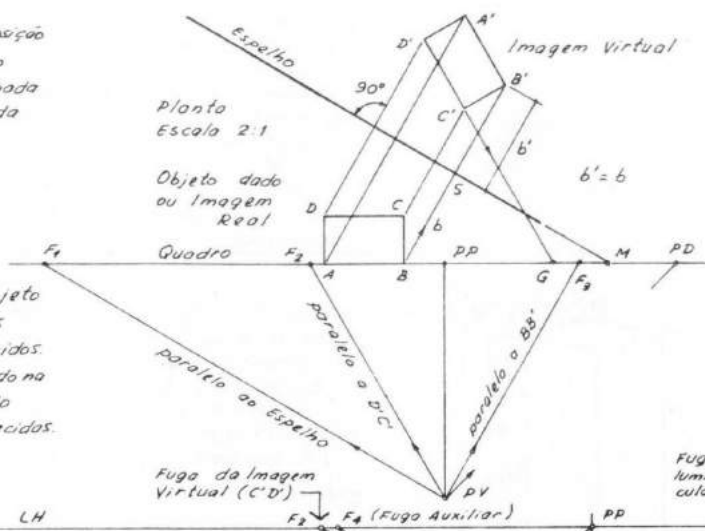
A imagem refletida do sol, da lua e das estrelas, por se tratar de figuras extremamente afastadas, é obtida por traçado SIMPLIFICADO onde usamos a linha de horizonte como eixo de simetria.

A vertical  $G$ , por estar situada no Quadro (ver desenho anterior) fornece a escala de alturas em Verdadeira Grandeza  $a$ , sobre ela, encontra-se a horizontal  $GP$  de cota (altura) NULA, isto é, pertencente ao espelho d'água. A altura  $PR$  ao ser marcada simetricamente em  $PR_1$ , permite construir o bloco.

Para o espelho em posição VERTICAL a imagem refletida será desenhada depois do traçado da imagem virtual no Plano Geométrico.

A perspectiva do objeto é feita por um dos processos já conhecidos. O espelho é desenhado na perspectiva supondo suas medidas conhecidas.

Os raios luminosos perpendiculares ao Espelho têm fuga em  $F_3$ , de onde tracamos retas para cada um dos vértices  $A-B-C-D$ . A face  $D'C'$  estará em Verdadeira Grandeza na vertical  $G$  do Quadro e terá por fuga o ponto  $F_2$ ; assim, obtemos os pontos  $C'$  e  $D'$  e as arestas verticais que passam por eles.  
Continua no texto à direita



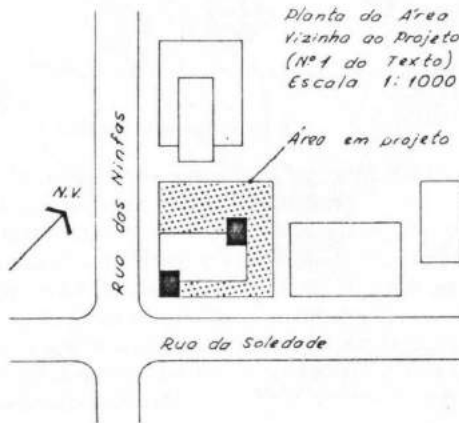
A outra face  $A'B'$  é obtida por processo diferente. Vemos que a distância  $\underline{b}$  do vértice  $B$  ao espelho é igual a  $\underline{b'}$ : Simétrico de  $\underline{b}$  e igual à distância da imagem virtual ao espelho.

Na perspectiva, marcando a distância  $BR = BS = \underline{b}$  sobre a  $LH$ , e ligando  $R$  a  $S_1$  obtemos a Fuga Auxiliar  $F_4$  na  $LH$ . Agora marcamos  $RT = \underline{b} = \underline{b'}$  e a reta  $\overline{F_4T}$  nos dá o ...

... ponto  $B'$  sobre  $\overline{BS_1F_3}$  e a ser ligado a  $F_2$  - Fuga da direção  $A'B'$ . A complementação da imagem se faz da maneira já conhecida.

O estudo da Fuga Auxiliar está no Capítulo 13.

# FOTOMONTAGEM



A fotomontagem é um meio de dar a sensação da existência real de um projeto ainda não construído. A imagem do projeto a construir será colocada na fotografia a partir de uma perspectiva desenhada com sombras e muita arte ou da fotografia da maquete.

Para isso serão necessários:

- 1 - Levantamentos planimétricos e altimétricos da área fotografada (vizinhança do local onde será colocado o projeto). No caso de áreas externas as plantas serão acompanhadas da orientação do terreno: Norte verdadeiro ou Norte Magnético.
- 2 - Fotografia da área onde será locado o projeto, incluindo o entorno, isto é, os arredores, prédios ou objetos vizinhos.
- 3 - Indicação do dia, do mês e da hora em que foi tirada a

fotografia, no caso de local ao ar livre.

- 4 - Indicação da altura do observador, em outras palavras, a altura do eixo ótico da máquina fotográfica. Nas fotografias aéreas, tiradas de avião ou helicóptero, esta altura deverá ser fornecida juntamente com a indicação do Ponto de Vista.
- 5 - A fotografia (nº 2) deverá incluir elementos assinalados no levantamentos do item 1 (ruas, edifícios, portas, etc.) e será tirada em hora favorável aos efeitos de sombra, isto é, serão evitadas as sombras excessivamente alongadas ou encurtadas, dando-se preferência às direções aproximadas da diagonal do cubo (45° nas projeções ortogonais; ver Capítulos 15 e 16).
- 6 - Desenhos completos do projeto a construir, incluindo plantas, cortes e fachadas que permitam o desenho da perspectiva, ou a maquete, de modo que sua fotografia substitua a perspectiva.

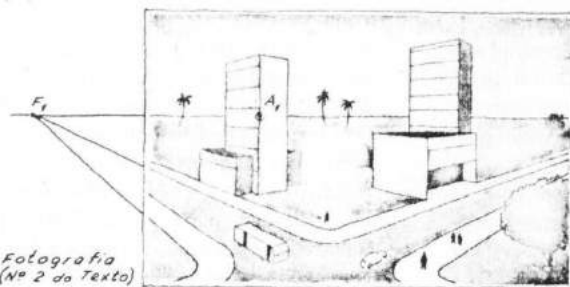
Como proceder num caso concreto?

A planta do nº 1 serve, inicialmente, para escolher a posição do Ponto de Vista, de onde será tirada a fotografia do nº 2.

A partir da fotografia ampliada (nº 2 da lista) devem ser determinados os pontos de fuga.

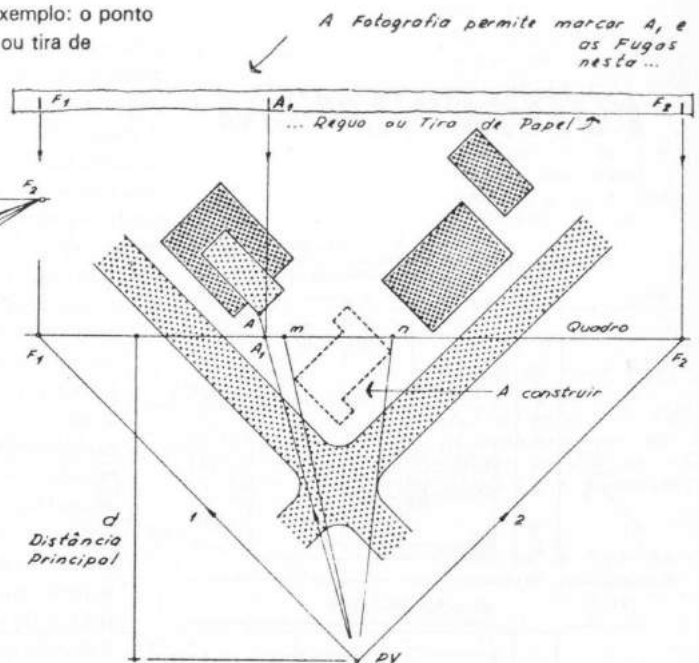
As linhas horizontais prolongadas darão as fugas e, em consequência, a linha de horizonte, que será perpendicular às linhas verticais.

Um ponto da fotografia deverá estar bem definido na planta; por exemplo: o ponto A. Estes três pontos, A,  $F_1$  e  $F_2$ , serão marcados sobre uma régua ou tira de papelão.



Voltamos à planta e colocamos sobre ela a régua onde estão assinalados os pontos A,  $F_1$  e  $F_2$ . Ao deslizar e girar esta régua conseguiremos encontrar a posição única em que estes pontos encontram as direções 1, 2 e A, traçadas na planta a partir do Ponto de Vista estabelecido previamente. Fica, pois, definida a direção e a posição do quadro.

Agora o plano do Quadro corresponde ao plano da fotografia. Fizemos uma operação inversa da perspectiva, pois normalmente marcamos o quadro e, em seguida, determinamos os pontos de fuga.

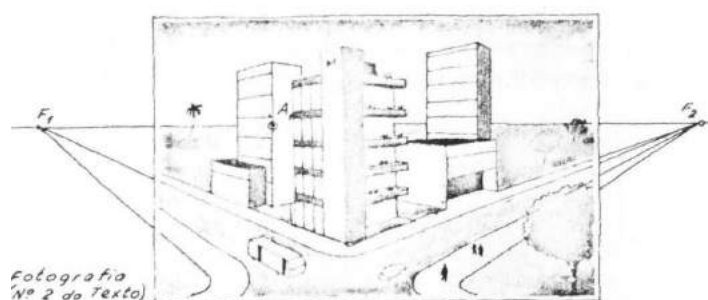
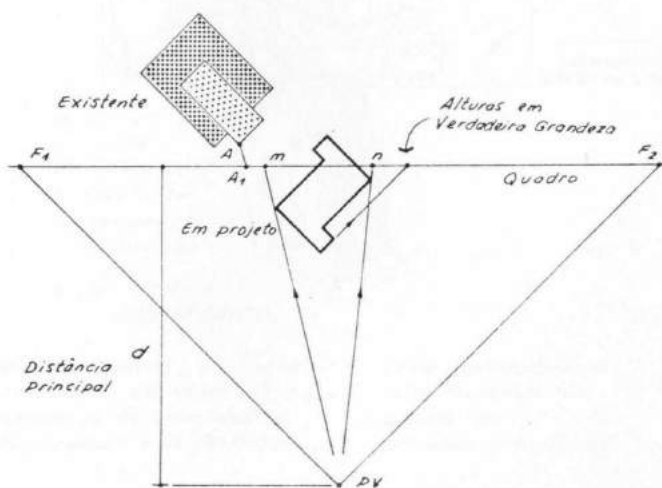


Em geral a planta é fornecida nas escalas que vão de 1:1000 a 1:200; é a planta de locação ou de situação do item 1. Entretanto, as plantas baixas e os cortes são desenhados na escala de 1:100 ou de 1:50. É impraticável fazer a perspectiva com o quadro na escala de 1:200 ou 1:500 da planta de locação, pois os detalhes se perdem. A solução: na planta do projeto (suponhamos que seja de 1:100) marcamos o Ponto de Vista na MESMA POSIÇÃO da planta de locação, naturalmente obedecendo às escalas, isto é, se o P.V. está na planta 1 (locação) a 35 metros de distância, esta mesma distância será marcada na planta do projeto (planta baixa) na escala de 1:100 ou 35 centímetros.

Portanto, atenção! A distância principal (D.P. ou  $d$ , na figura) que vai do Ponto de Vista ao Quadro NÃO VARIA, sejam quais forem os desenhos. Em outras palavras: a D.P. é constante, em cada exemplo, e será marcada na mesma escala da planta.

A finalidade destas operações é fazer com que a medida  $mn$  da perspectiva seja a mesma da fotografia.

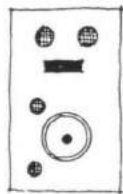
Agora a perspectiva do projeto será traçada por um dos processos conhecidos. Uma vez concluída, seu contorno será recortado do papel e colado sobre a fotografia (n.º 2), desde que se tenha o cuidado prévio de usar como referência a LH e uma das fugas. Tudo agora vai depender do artista. Cabe-lhe completar o traçado geométrico da perspectiva com sombras, tons de cores, reflexos, texturas gráficas, etc.



Por meio da fotografia n.º 2, quando é externa, podemos reconstituir as posições dos pontos de fuga  $S$  e  $S'$  das sombras. (Ver no Capítulo 16 o caso 1.c) Não sendo isto possível, devemos recorrer ao gráfico de insolação do lugar e marcar as posições de  $S$  e  $S'$  na perspectiva. É esta a razão do item 3 da lista.

Depois de concluídos os trabalhos de arte na perspectiva tira-se uma nova fotografia da montagem (perspectiva + fotografia n.º 2). Este novo negativo será ampliado para o tamanho que se desejar, dando a idéia de um conjunto real. Quando usamos a maquete em substituição à perspectiva, a planta n.º 1 fornecerá a posição em que deverá ser colocada a máquina fotográfica de modo a manter as mesmas fugas na fotografia do terreno e da maquete. Não deveremos esquecer de anotar a posição e altura da fonte de luz a fim de harmonizar as sombras da maquete com as da fotografia n.º 2.

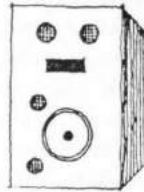
Nas fotografias tiradas de cima para baixo ou de baixo para cima o quadro é oblíquo (ver o capítulo 14), e não vertical, surgindo daí o terceiro ponto de fuga. Para não alongar demasiadamente esta obra preferimos remeter o leitor interessado a um bom livro ou a um estudioso da perspectiva.



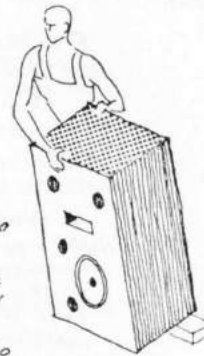
Bem à nossa frente está um sonofletor ou caixa de som.

# PERSPECTIVA PARALELA

Se girarmos um pouco a caixa, torna-se visível uma face lateral:



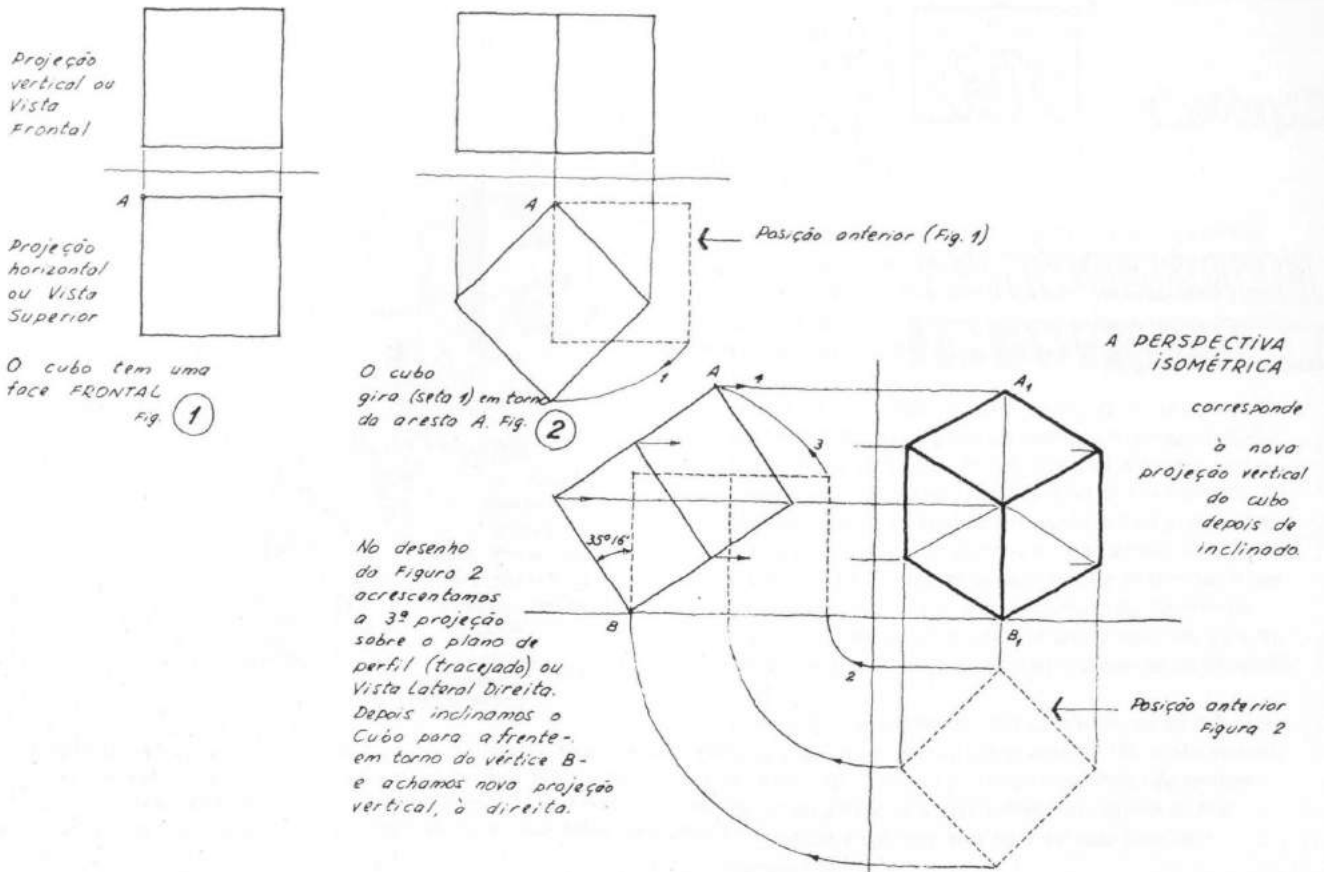
Agora inclinamos a caixa um pouco para a frente, em nossa direção. Pronto!



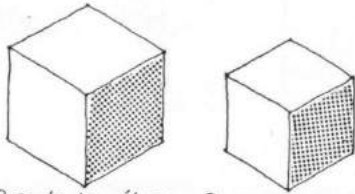
É o desenho ISOMÉTRICO.

Três faces são visíveis; a figura tornou-se INTELIGÍVEL até mesmo para quem desconhece o Desenho Técnico, as projeções ortogonais e as Geometrias.

Como representaremos estas mudanças de posição em projeções ortogonais?



Por causa da inclinação - ver página anterior - as arestas do cubo aparecem reduzidas: o comprimento de 10mm projeta-se com 8,16mm, o que se observa ao comparar as arestas do 1º desenho com as do último cubo (isometria). Na prática não se faz esta redução, mas alguns autores diferenciam:



Desenho Isométrico (sem redução)      Perspectiva Isométrica (com redução de 0,816)

Quando o desenho isométrico é apresentado ao lado das projeções mongeanas a figura isométrica dá a impressão de aumento de tamanho. Em troca a isometria apresenta as seguintes vantagens:

- 1 - A síntese da perspectiva: tudo se resume a uma só figura.
- 2 - Facilidade de compreensão.
- 3 - Clareza da ilustração.
- 4 - Possibilidade de fazer medições no desenho.
- 5 - Rapidez do traçado.

Os inconvenientes são:

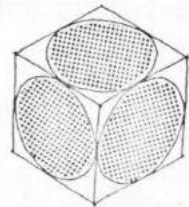
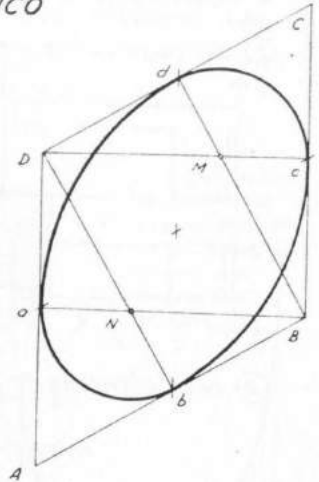
- 1 - Deformação dando efeito irreal
- 2 - Somente podem ser medidas as linhas paralelas aos eixos.
- 3 - O desenho de linhas curvas é trabalhoso.
- 4 - A dificuldade de colocar muitas cotas.

## O CIRCULO ISOMETRICO

Na isometria as faces do cubo aparecem todas iguais e, por esta razão, as circunferências inscritas nestas faces são também iguais.

O processo aproximado para o traçado das elipses correspondentes às circunferências é:

- 1 - Achar os pontos de tangência (meio de cada aresta): a, b, c, d.
- 2 - Ligar os vértices dos ângulos obtusos (B e D) aos pontos de tangência mais afastados.
- 3 - Com centro em B e raio Ba traçar o arco ad.
- 4 - Com centro em M e raio Md traçar o arco dc.
- 5 - O restante da curva é traçado por meio de arcos cujos centros são N e D.

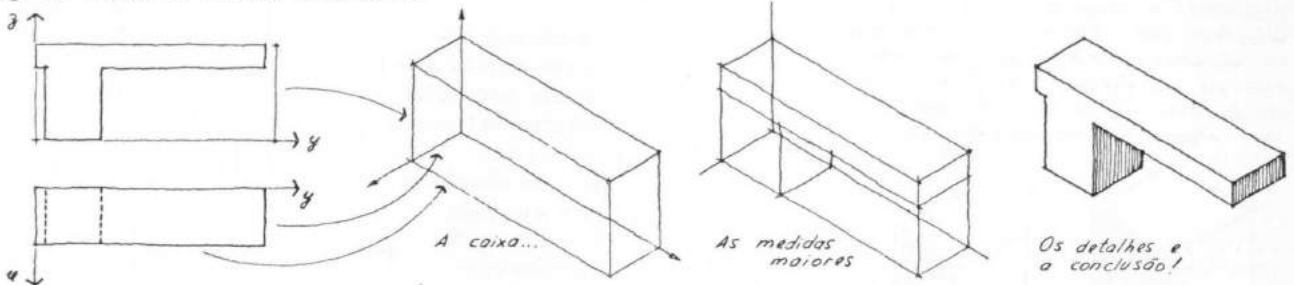


Círculos isométricos traçados nas faces do Cubo.

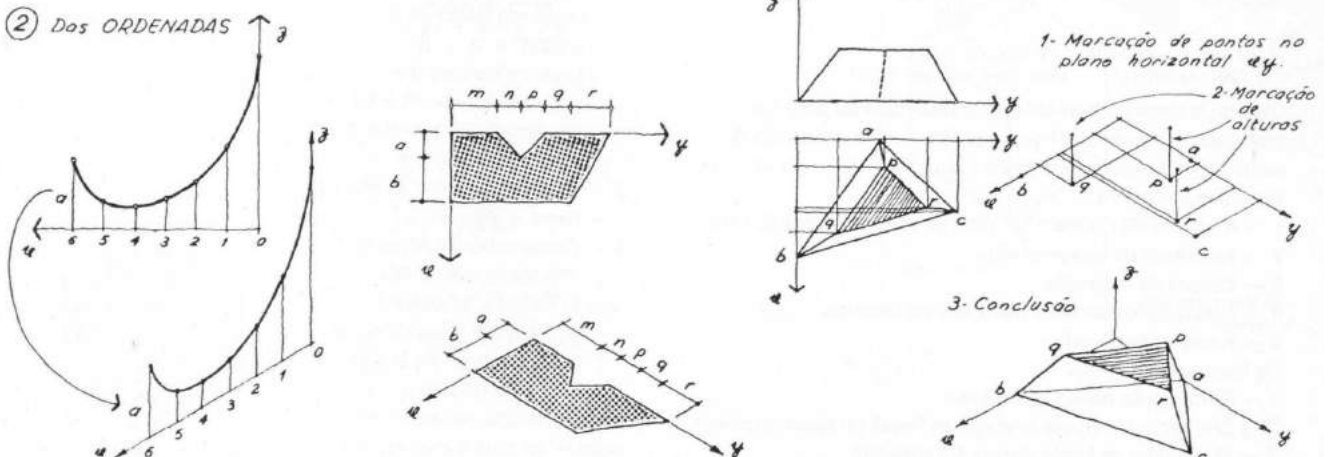
Atenção: este traçado é APROXIMADO, embora satisfatório para a maioria dos desenhos.

A representação se faz por meio de DOIS processos:

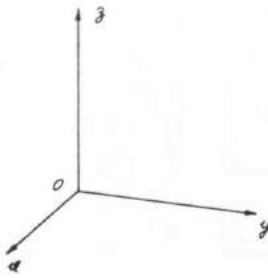
### 1) Da CAIXA ou FIGURA ENVOLVENTE



### 2) Das ORDENADAS

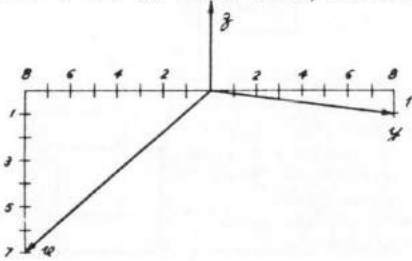


Uma outra representação axonométrica é obtida quando mudamos a direção dos eixos para esta:

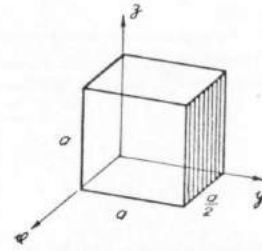


É a PERSPECTIVA DIMÉTRICA! Seu nome vem do fato de possuir DOIS (=di) eixos com MEDIDAS (=metron) iguais.

Podemos desenhar os eixos dimétricos, sem o uso do transferidor, fazendo:



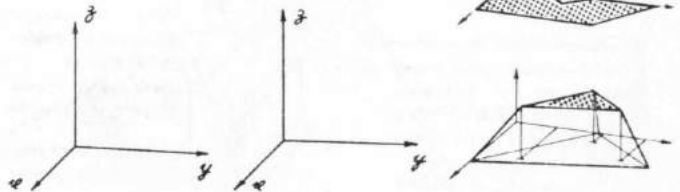
As medidas sobre os eixos  $Oy$  (comprimentos) e  $Oz$  (alturas) serão marcadas com suas dimensões inalteradas, enquanto que as medidas sobre o eixo  $Ox$  serão reduzidas à METADE. Eis o cubo desenhado em perspectiva dimétrica:



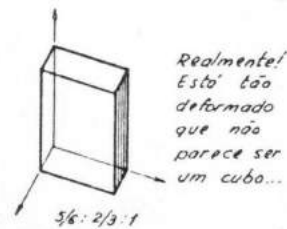
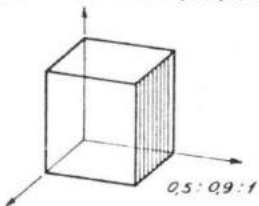
Exemplos: As figuras da página anterior estão desenhadas abaixo em Perspectiva Dimétrica.

Desprezamos a redução das arestas por efeito de sua projeção, tal como fizemos no desenho isométrico.

Existem outras direções de eixos axonométricos, porém de menor aceitação, que podem ser usadas na Perspectiva Dimétrica:



Existe, ainda, uma outra representação com eixos axonométricos chamada PERSPECTIVA TRIMÉTRICA, pelo fato de ter REDUÇÕES DIFERENTES para cada um dos 3 eixos. Aqui estão 2 desenhos do CUBO nessa perspectiva:



A perspectiva trimétrica é pouco usada por conta da demora e do cuidado necessários para fazer reduções específicas para cada um dos 3 eixos.

Em resumo: já vimos a

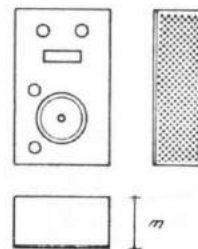
- Perspectiva Axonométrica { Isometria
- { Dimetria
- { Trimetria

Passaremos ao estudo de uma outra projeção cilíndrica (Ver o Capítulo 2 sobre os tipos de projeções). Desta vez serão as projeções cilíndricas OBLIQUAS, e não mais ortogonais:

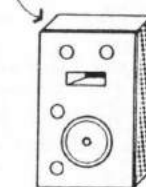
é a chamada PERSPECTIVA CAVALEIRA.

Nela as projeções são paralelas entre si, portanto, cilíndricas (nos capítulos anteriores vimos estudando as projeções cônicas), porém... NÃO PERPENDICULARES ao plano de projeções

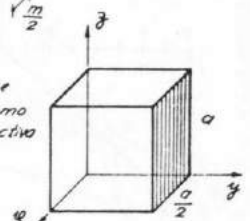
A caixa de som ou sonofletor vista no início deste capítulo aparece em projeções ortogonais assim:



Se colocarmos na face frontal um eixo oblíquo ou fúgitiva, teremos:

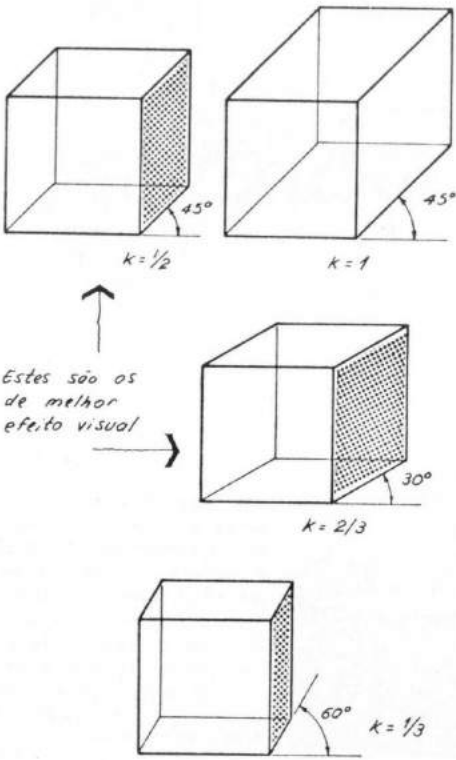


Há SEMPRE uma face paralela ao plano vertical, que é considerado como Quadro na Perspectiva Cavaleira. Eis o cubo nesta representação:



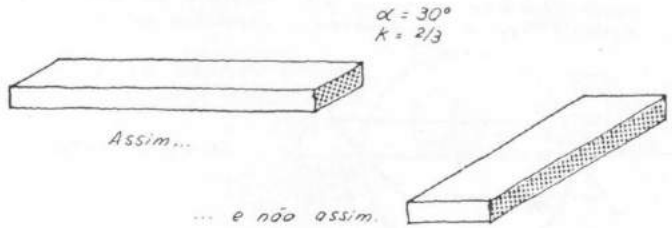


No perspectiva cavaleira as inclinações das fúgtivas, e respectivas reduções  $k$ , mais usadas são:

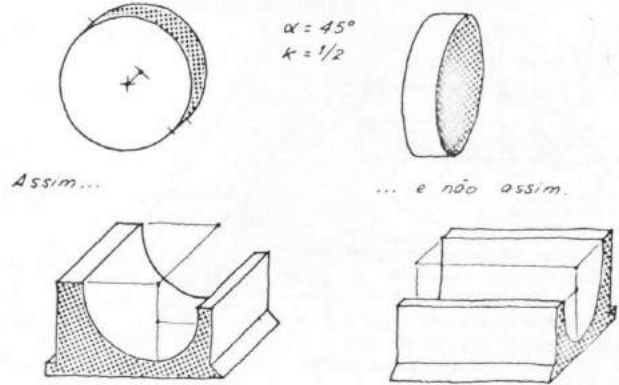


Para uma boa apresentação dos desenhos em perspectiva cavaleira é necessário:

1) Colocar a maior dimensão do objeto no plano paralelo ao Quadro.

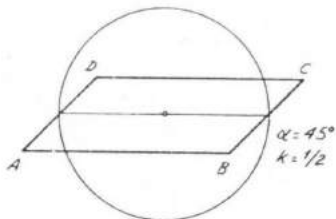


2) Uma face do objeto, quando tiver circunferência ou forma irregular, deverá ser colocada no Plano Vertical ou Quadro.

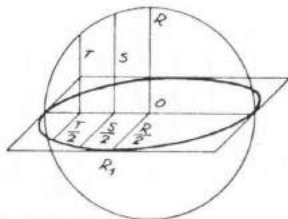


Como desenhar a circunferência contida num plano NÃO PARALELO ao quadro?

Por meio de ordenadas nesta sequência: 1) Traçar a circunferência e seu diâmetro;



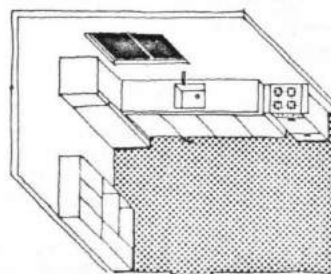
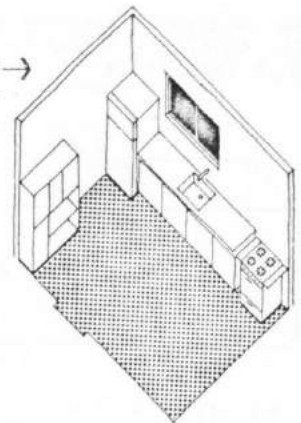
2) Desenhar no plano não paralelo o quadrado ABCD onde será inscrita a circunferência;



3) O raio OR (verdadeira grandeza) estará em  $OR_1$  - paralelo à fúgtiva BC - sendo  $OR_1 = k \cdot OR = \frac{OR}{2}$ . O raciocínio aplica-se a  $\frac{S}{2}$  e  $\frac{T}{2}$  e, por simetria, repete-se nos demais quadrantes.

Qual dos desenhos - o da direita ou o de mais abaixo da página - lhe parece mais agradável à primeira vista?

Provavelmente você escolherá o da direita. Veja, agora, com atenção: ambos são iguais! Eles diferem unicamente pela posição dos eixos  $x$  e  $y$ .

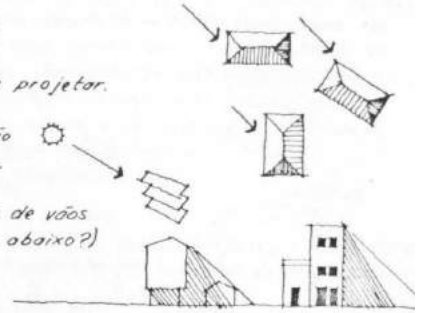


Com base no aspecto ético somos daqueles que acreditam que o cliente deve ENTENDER e discutir o projeto. Cabe ao projetista usar os imensos recursos gráficos das perspectivas até o desenho artístico. Com isso evitaremos que o cliente DENSE uma coisa bem diferente daquilo que será construído.

# INSOLAÇÃO

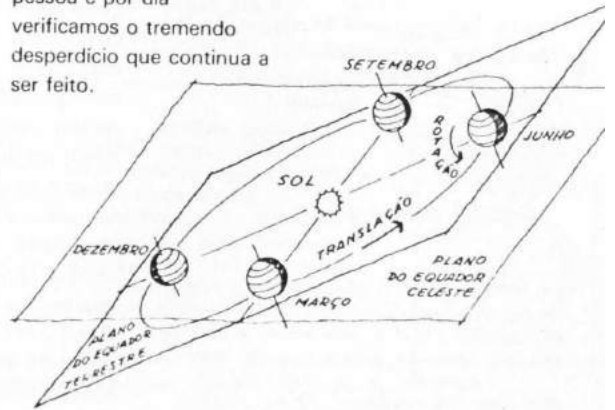
Para os arquitetos o estudo da Insolação tem como OBJETIVOS principais:

- 1- A orientação mais adequada do prédio a projetar.
- 2- O projeto de elementos de proteção contra a insolação direta ou excessiva.
- 3- A solução de problemas de abertura de vãos (maiores ou menores? Mais acima ou mais abaixo?)
- 4- O efeito das construções entre si.

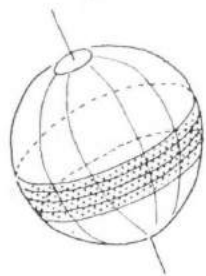


É possível que, em futuro não muito remoto, a humanidade faça aproveitamento dos 81,3 quilowatts que o Sol fornece sem poluição, sem usinas, sem fios e gratuitamente, por dia sobre cada 100 metros quadrados da superfície terrestre. Comparando o consumo residencial de energia elétrica que é, em média, de UM quilowatt por

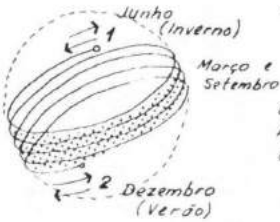
uma pessoa e por dia verificamos o tremendo desperdício que continua a ser feito.



Ao considerar, também, o movimento de ROTAÇÃO da Terra iremos obter sobre sua superfície as projeções da caminho do Sol: uma hélice esférica percorrida no sentido de 1 para 2 de JUNHO até DEZEMBRO e,

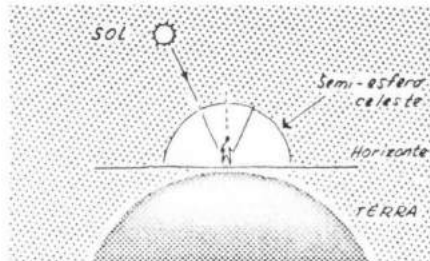


em seguida, no sentido inverso, de 2 para 1, de DEZEMBRO a JUNHO. Isso é o que ocorre no hemisfério Sul.



Cada volta da hélice (passo) corresponde a UM DIA.

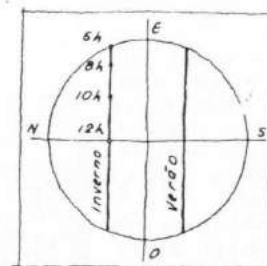
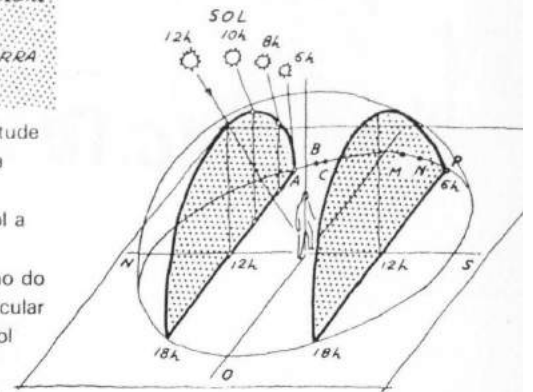
Em MARÇO e SETEMBRO os dias e as noites têm igual duração: é o EQUINÓCIO. Nos pontos 1 e 2 o movimento muda de sentido, como se tivesse havido uma parada: é o SOLSTÍCIO. Solstício de Inverno: 21 de JUNHO Solstício de Verão: 21 de DEZEMBRO



Estando o observador no Equador (Latitude Zero) imaginamos sobre ele uma cúpula transparente (meia esfera) onde serão projetadas as diferentes posições do Sol a cada hora, ao longo de um ano. O observador vê o Sol percorrer o caminho do Leste para o Oeste num plano perpendicular ao do terreno. No dia 21 de Junho o Sol nasce em A, passa pelo ponto mais elevado (ZÊNITE) ao meio dia e se põe no lado oposto às 18 horas. A cada dia o Sol nasce em posição B, C, ... mais para o Leste, até que no dia 21 de março nasce exatamente sobre o Leste e ao meio dia estará sobre o observador, projetando sombras na direção vertical. Uma vareta perpendicular ao terreno, neste dia e hora, não teria sombra! O Sol continua seu percurso e em Dezembro nasce em M, depois em N, até atingir a posição limite P às 6 horas do dia 21 de Dezembro. Por efeito do movimento de

A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

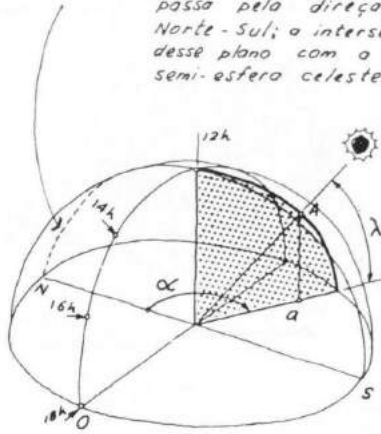
translação da Terra o Sol fará o percurso inverso, nascendo em N, depois em M, passa pelo Leste em 21 de Setembro, nasce depois em C, em B, até voltar a atingir o ponto A em 21 de Junho.



Projeções no Plano Horizontal

Algumas definições:

**MERIDIANO** - plano Vertical que passa pela direção Norte-Sul; a interseção desse plano com a semi-esfera celeste.



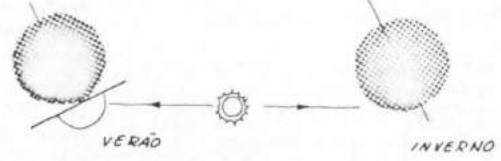
A - Posição aparente do Sol projetado sobre a semi-esfera celeste. A posição é definida por:

$\alpha$  - Azimute: ângulo horizontal medido a partir do Norte.

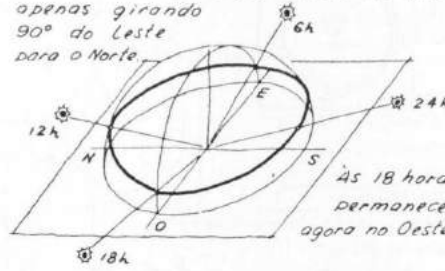
$\lambda$  - Ângulo que corresponde à ALTITUDE do Sol.

a - Projeção da posição do Sol sobre o plano Horizontal.

O observador colocado no Polo Sul tem 6 meses de Sol, durante 24 horas por dia. É o VERÃO:

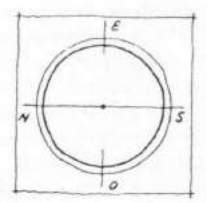


... surge o Sol no horizonte. São 6 horas do dia 21 de Setembro. Ao meio-dia o Sol permanece no horizonte, quase sem subir, apenas girando 90° do Leste para o Norte.



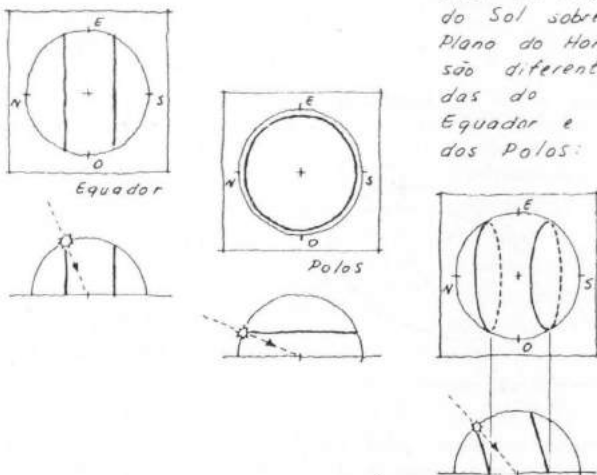
Às 18 horas o Sol ainda permanece no horizonte, agora no Oeste. Mas não se põe!

O relógio marcará meia noite e o Sol permanece muito pouco acima do plano do Horizonte, na direção Sul. A cada dia, a altitude do Sol sobre o plano do Horizonte cresce lentamente. Até que atinge, em 31 de Dezembro, a declinação ou altitude máxima: 23°27', aproximadamente.



E torna a descer até que desaparece, em 21 de Março, quando começa o inverno: a noite de 6 meses.

Entre as posições do Equador e dos Polos estão as regiões tropicais e as temperadas, onde as projeções do Sol sobre o Plano do Horizonte são diferentes das do Equador e dos Polos:



Projeção do percurso do Sol na Esfera Celeste (Hélice esférica, muito próxima da circunferência).

Projeção desta circunferência no Plano Horizontal.

Os Gráficos de Insolação são também, chamados a Diagrama de AZIMUTES ou a Movimento APARENTE do Sol (o movimento na realidade, é da Terra).

### CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE INSOLAÇÃO

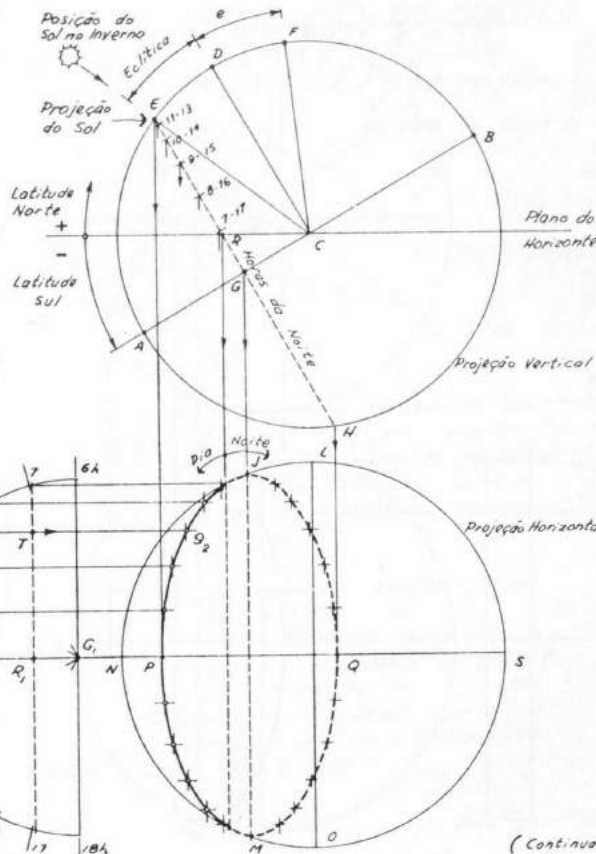
Eclictica  $e = 23^{\circ}30'$   
 Latitude  $-30^{\circ}$  ou  $30^{\circ}$  SUL; corresponde à cidade de Porto Alegre

1- Com raio qualquer representamos a esfera celeste na projeção vertical e marcamos a latitude igual ao diâmetro AB.

2- Traçamos CD, perpendicular a AB; o ponto D é o zênite nos meses de Março e Setembro.

3- De um lado e de outro de CD marcamos a eclictica  $e$ , em E e F. Em E temos o zênite no Solstício de Inverno (21-JUN) e em F, o zênite no Solstício de Verão (21-DEZ).

4- Desenhamos a projeção horizontal da esfera celeste com os diâmetros Norte-Sul e Leste-Oeste.



5- A hélice esférica ou circunferência percorrida pelo Sol na esfera celeste no dia 21-JUN é a linha tracejada EH (diâmetro) na projeção vertical.

6- Essa circunferência projeta-se no plano horizontal como uma ELIPSE: seu diâmetro maior é JM, e seu diâmetro menor é PQ, projeção de EH.

7- A circunferência do Nº 5 tem seu centro em G e está rebatida em Verdadeira Grandeza sobre o plano horizontal com centro em G.

8- Dividimos a metade superior da circunferência rebatida em 12 partes, correspondentes às horas de 6 às 18h e transportamos  $\overline{GR}$  da projeção vertical, para o rebatimento em  $G_1R_1$ . O arco de circunferência à esquerda de  $R_1$  corresponde às horas do DIA; à direita de  $R_1$ , às horas da NOITE.

9- Os pontos de divisão do Nº 8 nos dão as horas na elipse do Nº 6; por exemplo: na circunferência rebatida, às 9h corresponde o altura  $9_1T$ , acima de  $R_1$ , que prolongamos para a direita e transportamos para  $R_1-9$  na projeção vertical. Projetando o ponto 9 para a projeção horizontal obtemos  $9_2$  da elipse.

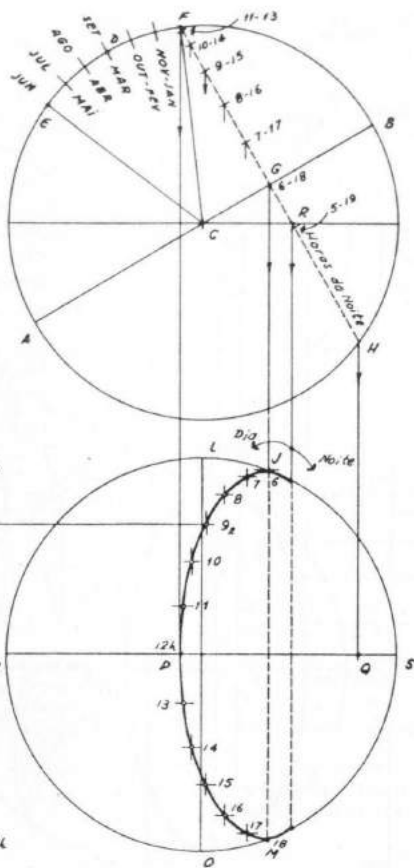
(Continua)

### CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE INSOLAÇÃO

(continuação)

10- Em F teremos a hélice esférica ou circunferência que corresponde ao movimento do Sol no Solstício de VERAÕ: é uma 2ª elipse na Projeção Horizontal a ser traçada de modo idêntico aos Nºs 6-7-8-9 da página anterior.

11- Dividimos o arco  $\widehat{EF} = 2e$  em 6 partes iguais que corresponderão aos meses de JUN-JUL-AGO-SET-OUT-NOV-DEZ, no sentido horário, e, no sentido anti-horário, a DEZ-JAN-FEV-MAR-ABR-MAI-JUN. Assim, nos meses de JAN e NOV a insolação é a mesma; assim como em FEV e OUT.



12- Projetamos no plano horizontal os pontos da divisão do arco EF, obtendo os diâmetros de cada elipse (par de meses). Os diâmetros maiores estão na Projeção Vertical, como no item 5. O rebatimento dessas circunferências, como no item 7, permitirá traçar a elipse na Projeção Horizontal.

13- A construção repete-se para cada um dos 5 pares de meses: JAN-NOV, FEV-OUT, etc.

14- Nos gráficos que acompanham este livro os ângulos de ALTITUDE do Sol estão desenhados separadamente. Trata-se de comodidade para fins profissionais na Arquitetura, pois a Altitude do Sol pode ser obtida a partir da Projeção Horizontal: o Gráfico propriamente dito, como mostraremos nos problemas resolvidos a seguir.

Ver Gráficos de Insolação nas páginas 152 a 155.

# 1 DETERMINAÇÃO DA ALTITUDE DO SOL

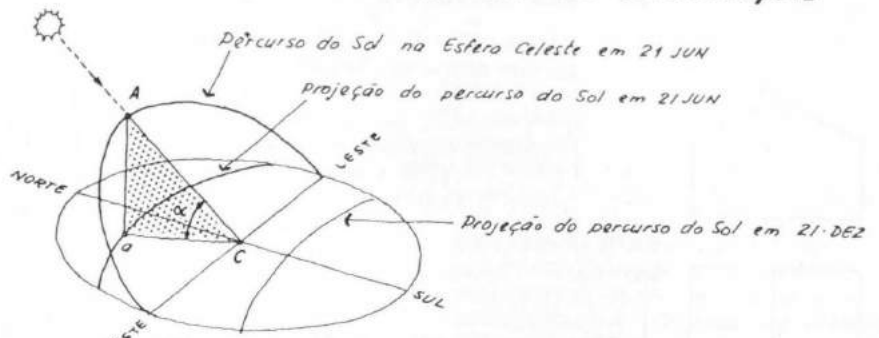
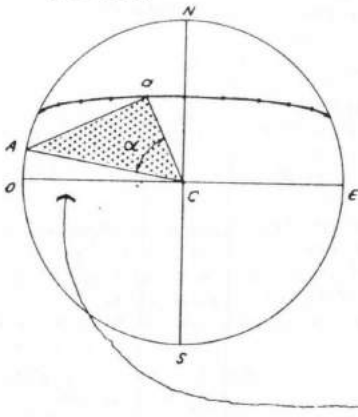
Devemos conhecer os seguintes dados:

Data: 21 JUN  
Hora: 13h

Gráfico de Insolação do lugar:

Recife-Latitude 8°SUL.

É reproduzida apenas a parte que interessa ao problema:



O ponto A em que a direção do raio de Sol encontra a esfera celeste projeta-se em *a*, no plano horizontal que corresponde ao Gráfico, sobre a elipse do mês de Junho.

AaC é um triângulo retângulo, sendo  $\widehat{AaC} = 90^\circ$   
OC = AC = raio do Gráfico  
a CA =  $\alpha$  = altitude do Sol

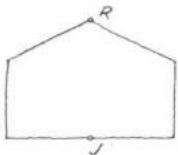
O triângulo AaC, contido num plano vertical, pode ser rebatido sobre o plano horizontal.

Nas aplicações à Arquitetura a solução deste problema acarreta perda de tempo: Daí, a indicação destas altitudes, de hora a hora e de mês a mês, em nossos gráficos.

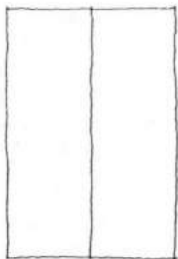
Estes desenhos permitem a construção do ângulo  $\alpha$  (altitude) por meio de ordenadas ou por meio de compasso, dispensando o uso do transferidor - pouco preciso e nem sempre à mão.

# 2 DETERMINAÇÃO DAS SOMBRAS

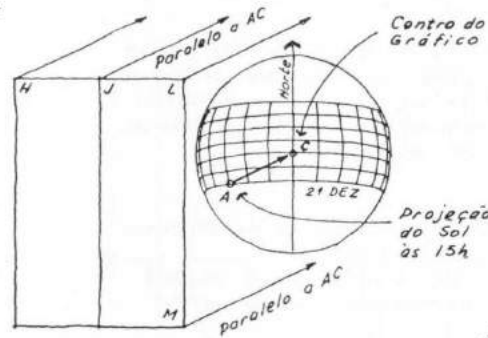
São dados:  
Dia: 21 DEZ  
Hora: 15h  
Latitude: -8°  
{ Orientação, planta e altura do prédio



Norte



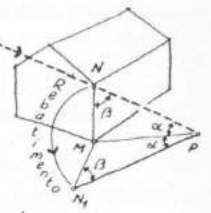
Em papel transparente desenhemos a planta e o corte. Colocando nosso desenho SOBRE o Gráfico de Insolação do lugar, fazemos coincidir o Norte indicado na planta e o do Gráfico.



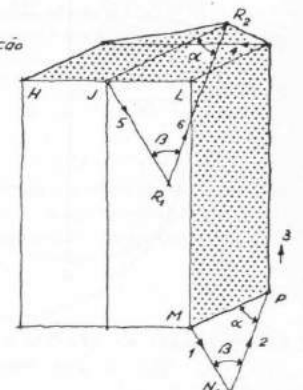
No dia e hora dados a DIREÇÃO HORIZONTAL da insolação é AC, que traçamos nos vértices da planta: H-J-L-M.

Nos vértices do prédio forma-se um triângulo retângulo NMP, onde conhecemos:  
MP - Paralelo à direção AC do Sol  
MN - Altura do prédio  
NMP - Ângulo reto  
 $\alpha$  - Altitude do Sol dada no Gráfico ou obtida pelo processo da página anterior.

O triângulo MNP pode ser desenhado, já rebatido sobre o plano horizontal, depois de desenhado em 14 (abaixo) o ângulo  $\beta = 90 - \alpha$ . Sobre a direção M, P, paralela a AC, encontraremos o ponto R.



Nos vértices H e L a construção é idêntica à do ponto M, enquanto que no vértice J ela difere apenas pela maior ALTURA: a cumeeira JR.

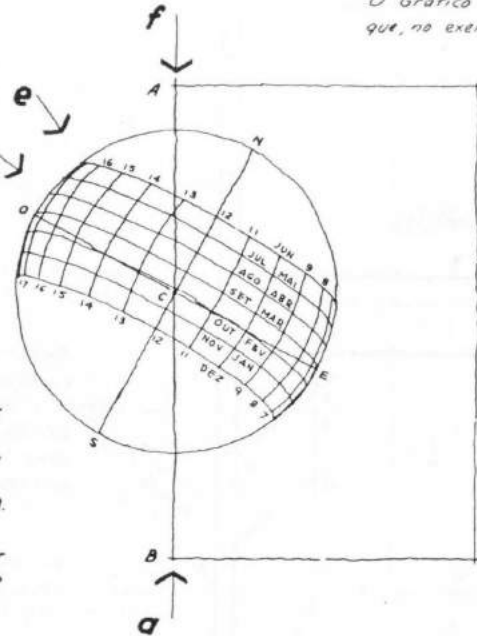


### B DURAÇÃO DA INSOLAÇÃO

Trata-se de determinar o horário de insolação de uma fachada, de mês a mês.

Conhecemos: A orientação da fachada  
O Gráfico de Insolação do lugar, que, no exemplo, é o de Latitude 8° SUL.

As direções de insolação convergem sempre para o Centro do Gráfico



Desenhamos a planta em papel transparente e fazemos coincidir o Norte da planta e o do Gráfico. A fachada AB receberá Sol nas direções compreendidas entre (a) e (f), à esquerda, no desenho.

Fazendo as leituras no gráfico, temos:  
a- No Solstício de Verão (21 DEZ) a fachada AB recebe sol de 11h30m até 18h10m, aproximadamente.

b- No Solstício de Inverno (21 JUN) a fachada AB recebe Sol de 13h15m até as 17h30m, aproximadamente.

c- No dia 21 dos meses de JAN e NOV a fachada AB recebe Sol de 11h45m até as 18h05m, aproximadamente.

Para os meses restantes a leitura será feita pelo mesmo processo.

O Gráfico marca as posições do Sol de hora a hora. Portanto, o erro de leitura ou a aproximação será INFERIOR a UMA HORA.

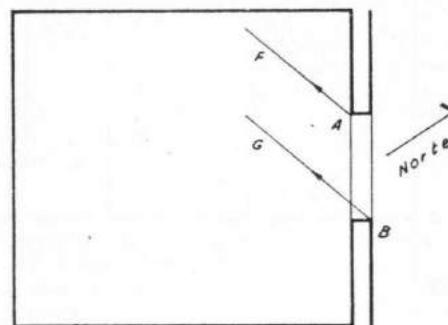
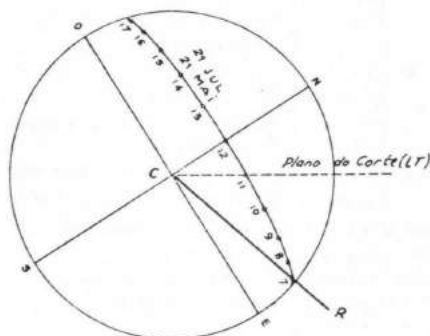
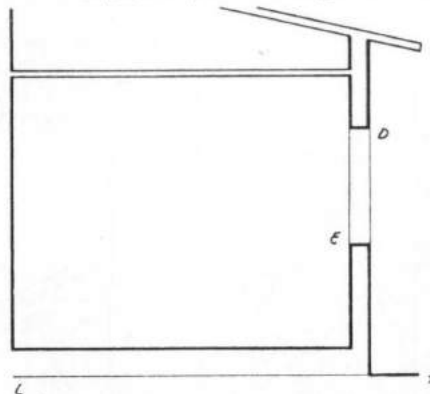
Quando a planta apresentar somente o Norte Magnético deverá ser determinado o Norte Verdadeiro ou Norte Astronômico.

### 4 PROJEÇÃO DE UM VÃO NAS PAREDES E NO PISO

Trata-se de determinar a ÁREA BANHADA DE LUZ. A solução que apresentaremos refere-se a uma data pré-fixada; o estudo poderá ser ampliado para abranger um intervalo maior de tempo.

Dados:

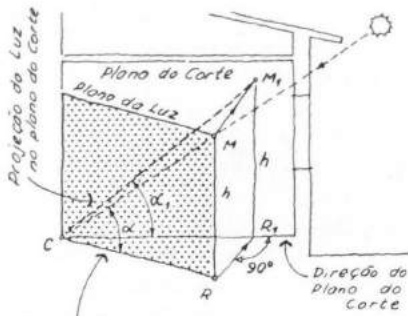
- a- O vão ABED da parede de uma sala representada em PLANTA e em CORTE
- b- Latitude 8° SUL (Recife)
- c- Data 21 JUL  
21 MAI



Depois de ajustar o Norte da planta, desenhada em papel transparente, e o do Gráfico, marcaremos na planta as direções AF e BG, paralelas a RC do Gráfico - que corresponde às 7 horas.

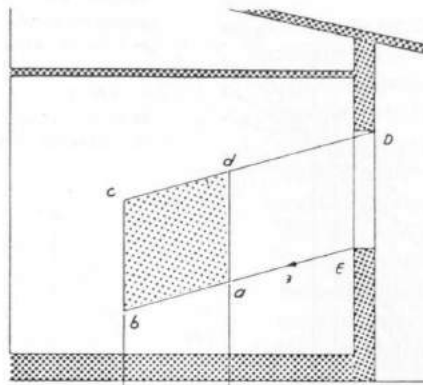
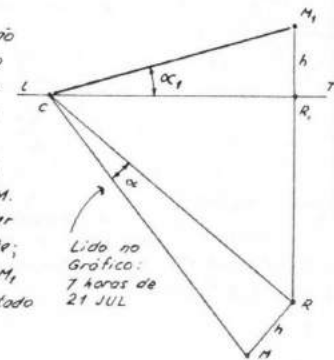
Na Projeção Vertical (Corte) o traçado deverá sofrer um ajuste...

Não podemos levar DIRETAMENTE para o plano do Corte a Altitude  $\alpha$  do Sol - dada no Gráfico - pois o plano do Corte NÃO COINCIDE com o plano do Raio de Luz!

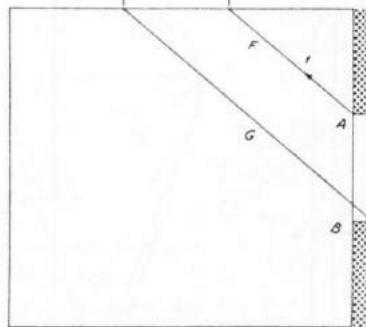


Direção Horizontal ou Projeção Horizontal da Luz (dada no Gráfico)

Faremos, portanto a projeção do plano que contém o Raio de Luz sobre o plano do corte: a direção RC da luz projeta-se em CR, e a altura  $h$  é obtida ao construirmos o ângulo  $\alpha = RCM$ . A altura será a mesma ao ser projetada no plano do Corte; assim, obtemos a direção CM, ou ângulo  $\alpha$ , a ser transportado para o Corte dado.

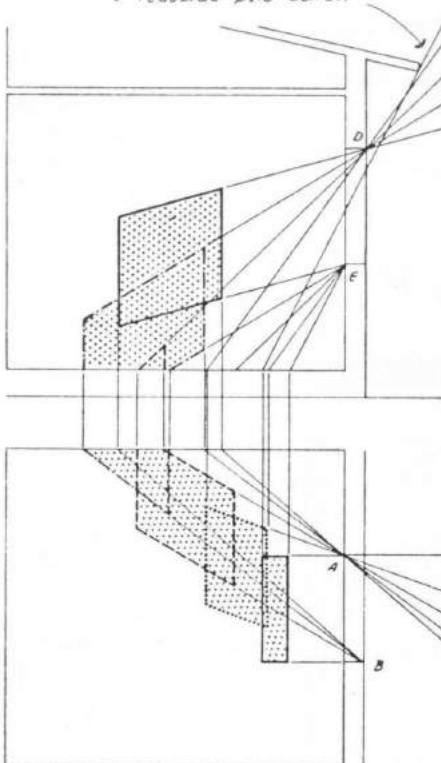


Uma vez conhecidas as direções das projetantes horizontais e verticais obtemos abcd (ver setas) na parede lateral, como projeção do vão ABED. E a  $C'_{var. c.} = 1.46$ .

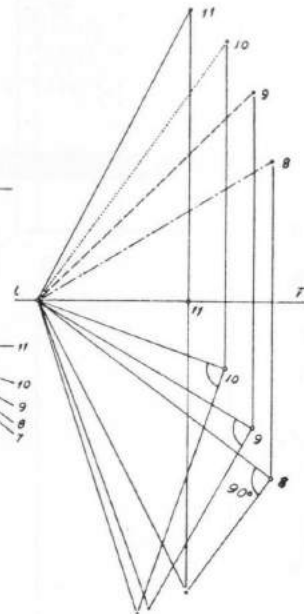


A sequência e a conclusão deste traçado para as demais horas está na página seguinte.

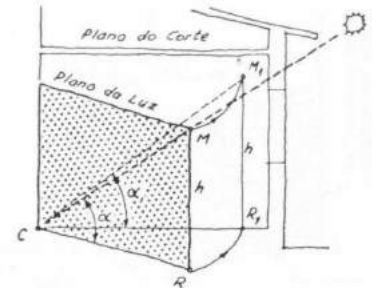
Às 11 horas, parte da insolação é reduzida pelo beiral.



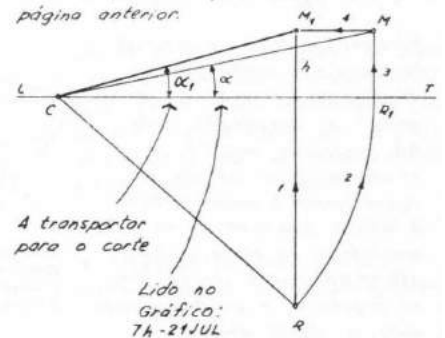
Abaixo está a projeção das horas 8-9-10-11 sobre o plano do corte e, à esquerda, a sua aplicação no desenho final.



Poderemos fazer, em lugar da PROJEÇÃO do raio de luz sobre o plano do CORTE, a rotação ou REBATIMENTO do triângulo MRC sobre o plano do Corte, assim:



O resultado, evidentemente, será o mesmo! Basta comparar a figura abaixo com a da página anterior.



A transportar para o corte

Lido no Gráfico: 7h-21JUL

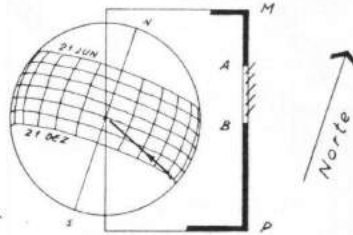
## 5 O QUEBRA-SOL VERTICAL

É o "brise-soleil" das francesas.

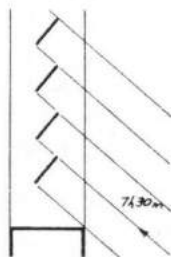
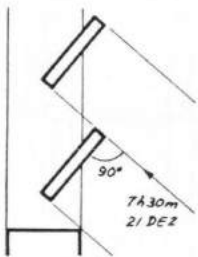
A análise dos gráficos de insolação apresentados, todos do hemisfério sul, mostra que se uma fachada estiver voltada para o Leste ou Oeste — de uma maneira geral — poderemos proteger um vão ou a própria parede de maneira a impedir a passagem dos raios solares. É possível, ainda, limitar a passagem a um horário pré-fixado, por exemplo, das 8 da manhã até as 16 horas.

No problema ao lado, que resolveremos em seguida, a passagem do Sol deverá ser bloqueada das 8 horas até as 17 horas, isto é, durante o período em que o aquecimento pelo Sol é mais acentuado.

*Problema: O vão AB da Fachada MP deverá ser protegido da insolação por meio de lâminas verticais.*  
*Dados: Latitude 8° SUL (Recife)*



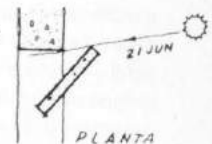
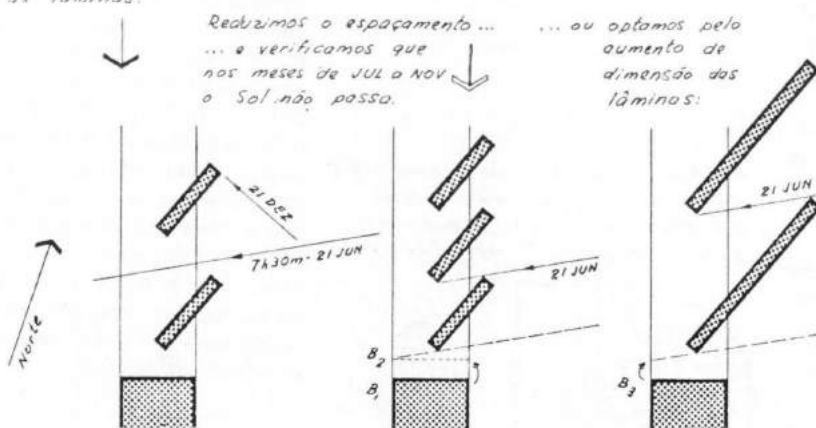
Entendemos que a proteção deverá ser feita durante o ano inteiro, pois a Fachada MP recebe calor no horário da manhã durante todos os meses do ano.



O estudo de duas da lâminas do quebra-sol mostrará seu espaçamento e sua direção; definidas estas condições, as lâminas serão repetidas de modo a preencher todo o vão AB. Ampliamos, portanto, o desenho em que colocaremos DUAS lâminas capazes de evitar a penetração do Sol a partir das 7h 30m de 21 DEZ: a direção do Sol é obtida no Gráfico e as lâminas serão desenhadas perpendicularmente a esta direção. O projetista deverá ter em mente se deseja lâminas de grandes dimensões e espaçadas ou, ao contrário, peças leves e repetidas a espaços curtos. A maneira de resolver é a mesma nos dois casos, entretanto, escolhemos a 1ª hipótese pela melhor visualização do desenho.

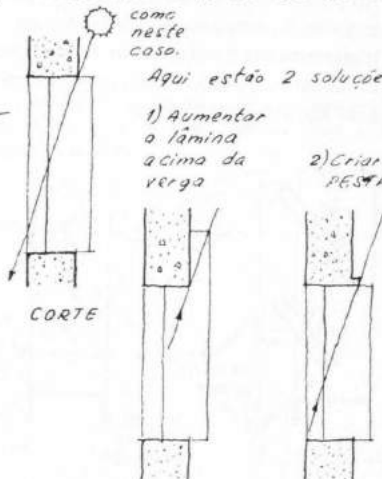
No extremo oposto, no Inverno, dia 21 JUN, a direção dos raios solares é outra e o espaçamento do desenho anterior já não satisfaz, pois o Sol passa entre as lâminas.

Devemos verificar na planta se ocorre a passagem de Sol entre a lâmina e o ombreira do vão, como no ponto B<sub>1</sub> do 2º desenho, que será deslocado para B<sub>2</sub>. Na outra extremidade do vão poderá ocorrer a mesma coisa:



Uma última precaução é examinar no corte VERTICAL se existe passagem de luz entre a VERGA e o PEITORIL, como neste caso.

- Aqui estão 2 soluções:
- 1) Aumentar a lâmina acima da verga
  - 2) Criar uma RESTANA



Observemos que as lâminas poderão ter direção pré-fixada (por exemplo: fazendo ângulo de 45° com o plano da fachada), diferentemente da colocação perpendicular ao Sol, como fizemos no desenho acima. Portanto, não só o ESPAÇAMENTO é variável; a DIREÇÃO das lâminas pode variar, assim como a sua DIMENSÃO.



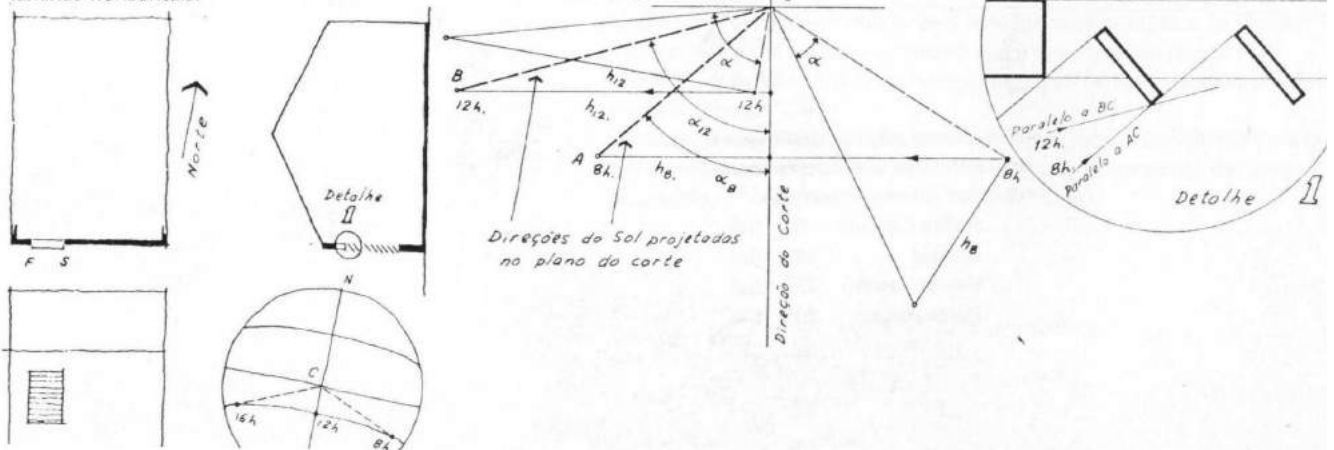
No hemisfério sul uma fachada ou um vão voltados para o Sul não recebem proteção satisfatória contra a insolação quando pretendemos usar lâminas verticais: no solstício de verão as lâminas que protegem do Sol da manhã deixam passar livremente os raios solares nas horas da tarde. O problema poderá ser resolvido por meio de QUEBRA-SOL móvel ou por meio de lâminas HORIZONTAIS.

Estudaremos a 2ª hipótese:

O vão FS da Fachada Sul deverá ser protegido da insolação no intervalo entre as 8 e 16 horas por meio de um quebra-sol de lâminas horizontais.

## 6 O QUEBRA-SOL HORIZONTAL

Deveremos limitar o estudo às horas em que as altitudes do Sol são mínima e máxima, respectivamente 8h e 12h. Para o traçado usamos as posições extremas; desta forma entre as horas 8 e 16h, escolhemos 8h, uma vez que às 16h a direção de insolação tende para a paralela à Fachada MN. A direção e o espaçamento das lâminas serão desenhados no corte; isso faz recair no PROBLEMA Nº 4: projetar sobre o plano do corte o ângulo  $\alpha$  (altura do Sol) lido no Gráfico.



Estes são os problemas básicos sobre insolação; dezenas de outros podem ser formulados. O correto entendimento da matéria aqui exposta dará ao leitor a condição de resolvê-los. O assunto, no entanto, é muito vasto e este capítulo deve ser o ponto de partida para estudos mais profundos.

Nas últimas páginas deste livro o leitor encontrará os Gráficos de Insolação de diversas cidades brasileiras:

|                |          |     |     |
|----------------|----------|-----|-----|
| Recife         | Latitude | 8°  | Sul |
| Brasília       | Latitude | 16° | Sul |
| Rio de Janeiro | Latitude | 23° | Sul |
| Porto Alegre   | Latitude | 30° | Sul |

# AÇÃO E DECISÃO

Soa bem, mas, na realidade, devemos usar a ordem inversa: a decisão preceder a ação! E a decisão será resultante de atividade RACIONAL: e pesar as condições e os fatores envolvidos.

Nos desenhos que apresentaremos, exemplos de trabalhos profissionais Arquitetos, o leitor poderá observar:

1 — O traçado geométrico não é o objetivo FINAL da perspectiva. Ele MEIO para atingir o FIM: um trabalho artístico, exato, e compreensível sobretudo, *agradável à vista*.

2 — O tratamento artístico, a expressão gráfica, varia com o gosto, a tendência e a habilidade de cada desenhista.

Lembramos mais uma vez, que o cliente, em muitos casos privado de formação técnica específica, não entende de plantas, de cortes, de fachas de especificações, mas apreciará SEMPRE uma perspectiva bem feita. Em palavras mais diretas: muitas vezes o cliente compra a Perspectiva. *projeto* vai a reboque!

Nosso livro, simples introdução para estudos mais profundos de Perspectiva não trata da parte artística. Limitamo-nos à apresentação destes bons exemplos que seguem. E reconhecemos que faz falta, nesta área, um li livro direto e objetivo.

Antes de chegar aos exemplos, digamos que o leitor é consultado para algumas Perspectivas. Como agir? Como decidir? Tentaremos dar uma orientação.

Você recebe a coleção de plantas de um PROJETO e é consultado para fazer as PERSPECTIVAS.

Por onde começar?

1- Quantas perspectivas você tem tempo para fazer? Estude as prioridades.



2- Que TIPO de perspectiva?

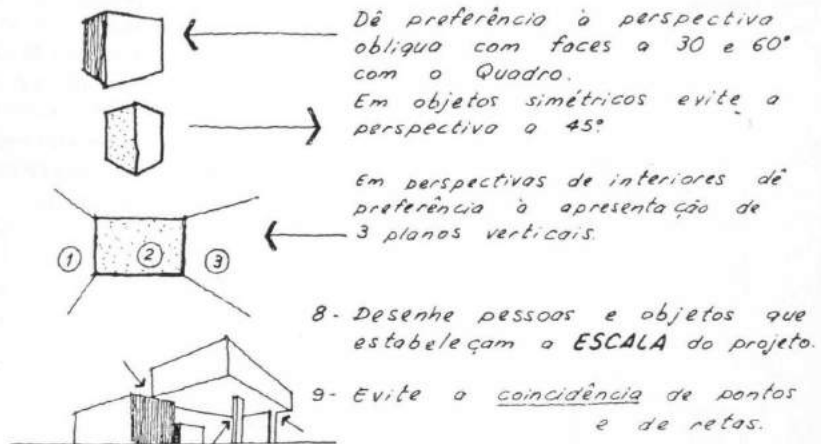
a- Apenas a ideia geral da forma (volumetria).

b- Desenhos mais elaborados.

c- Uso de cores.

d- Que tipo de papel? Como ficarão as cópias?

e- De que materiais você vai precisar? Você tem em estoque? A loja está aberta?



3- Qual o tamanho dos desenhos?

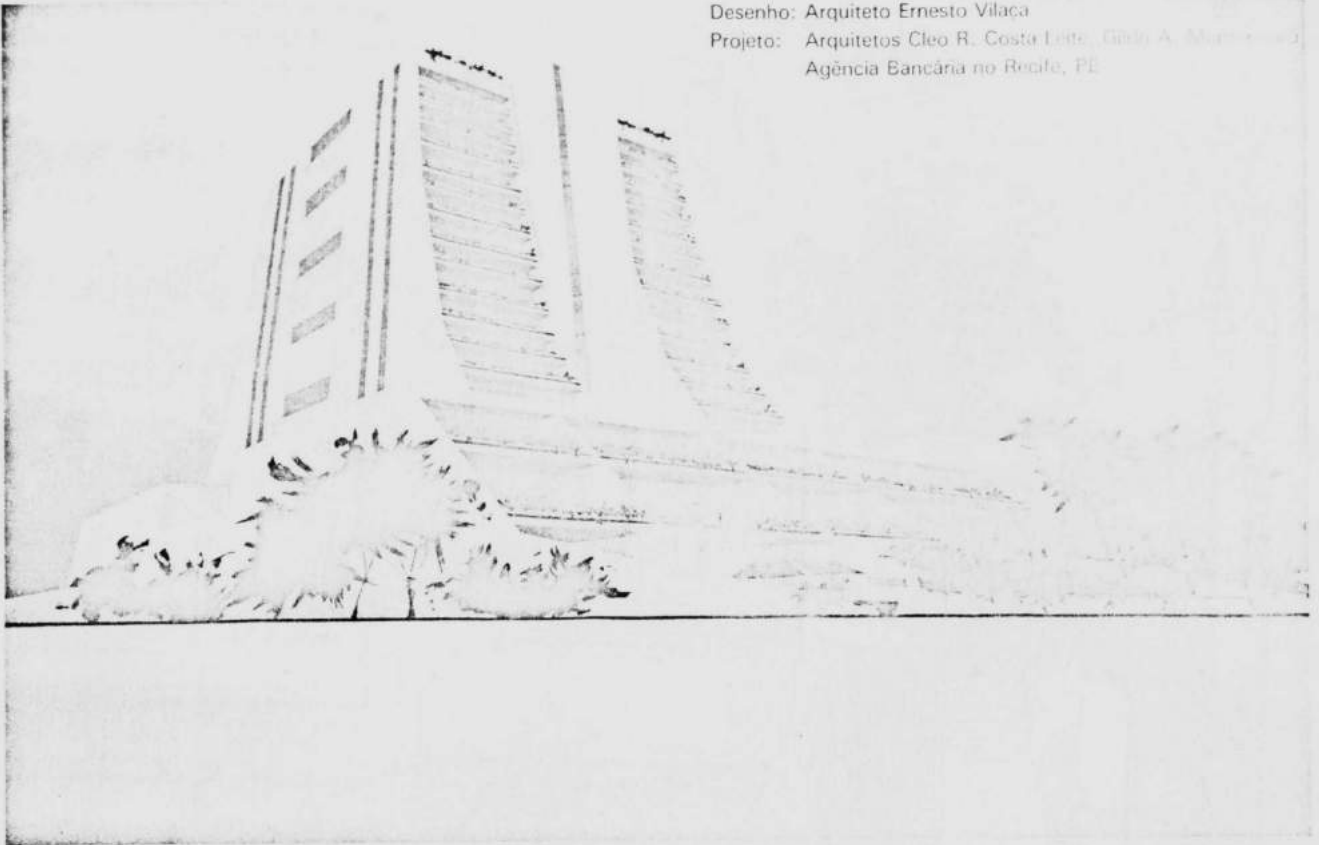
4- Quais as vistas que melhor definem o projeto? Perspectiva de exterior ou de interior? Perspectiva da entrada?

5- Acentue os aspectos ORIGINAIS do projeto e os seus pontos positivos.

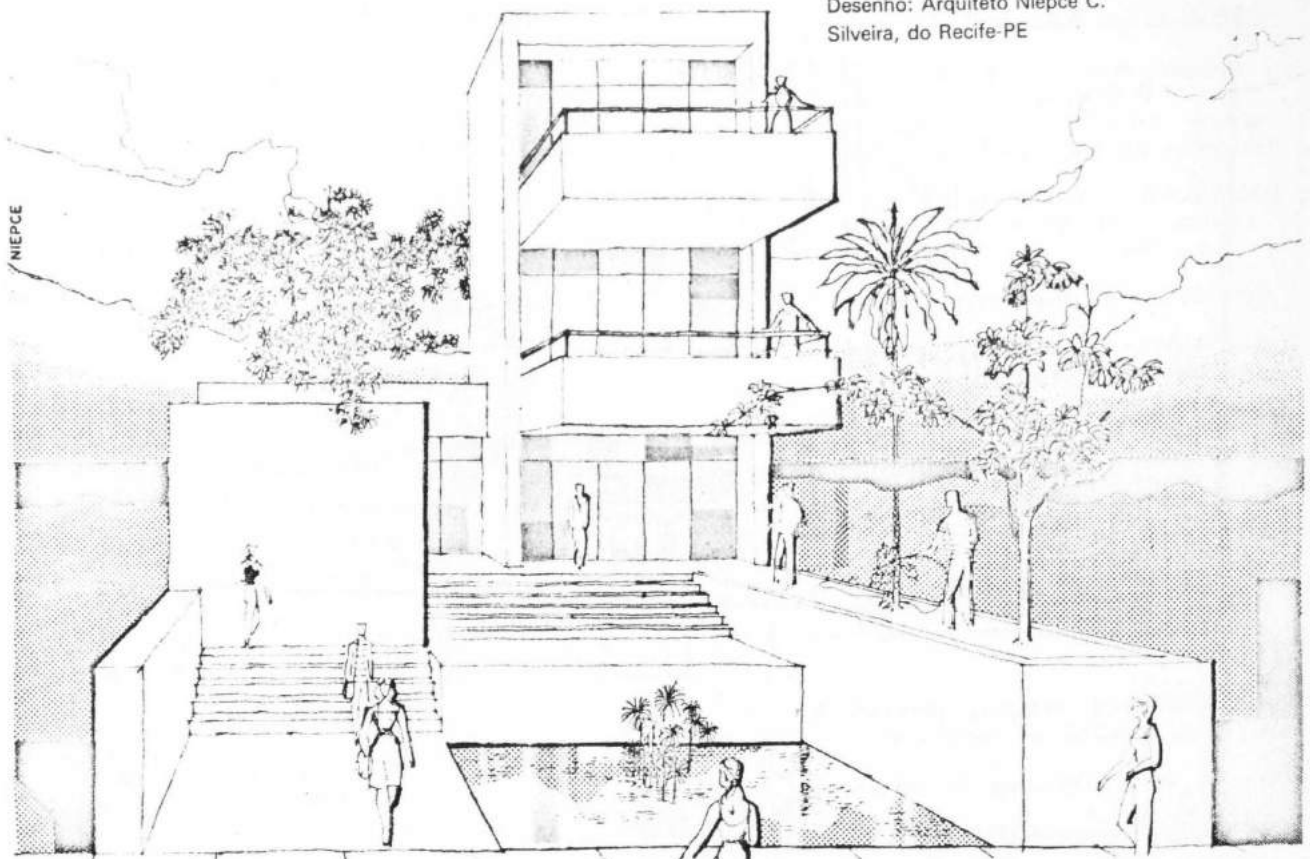
6- Faça perspectiva de detalhes.

7- Escolha o Ponto de Vista e a Altura do Observador.

Desenho: Arquiteto Ernesto Vilça  
Projeto: Arquitetos Cleo R. Costa Leite, João A. Moura e  
Agência Bancária no Recife, PE

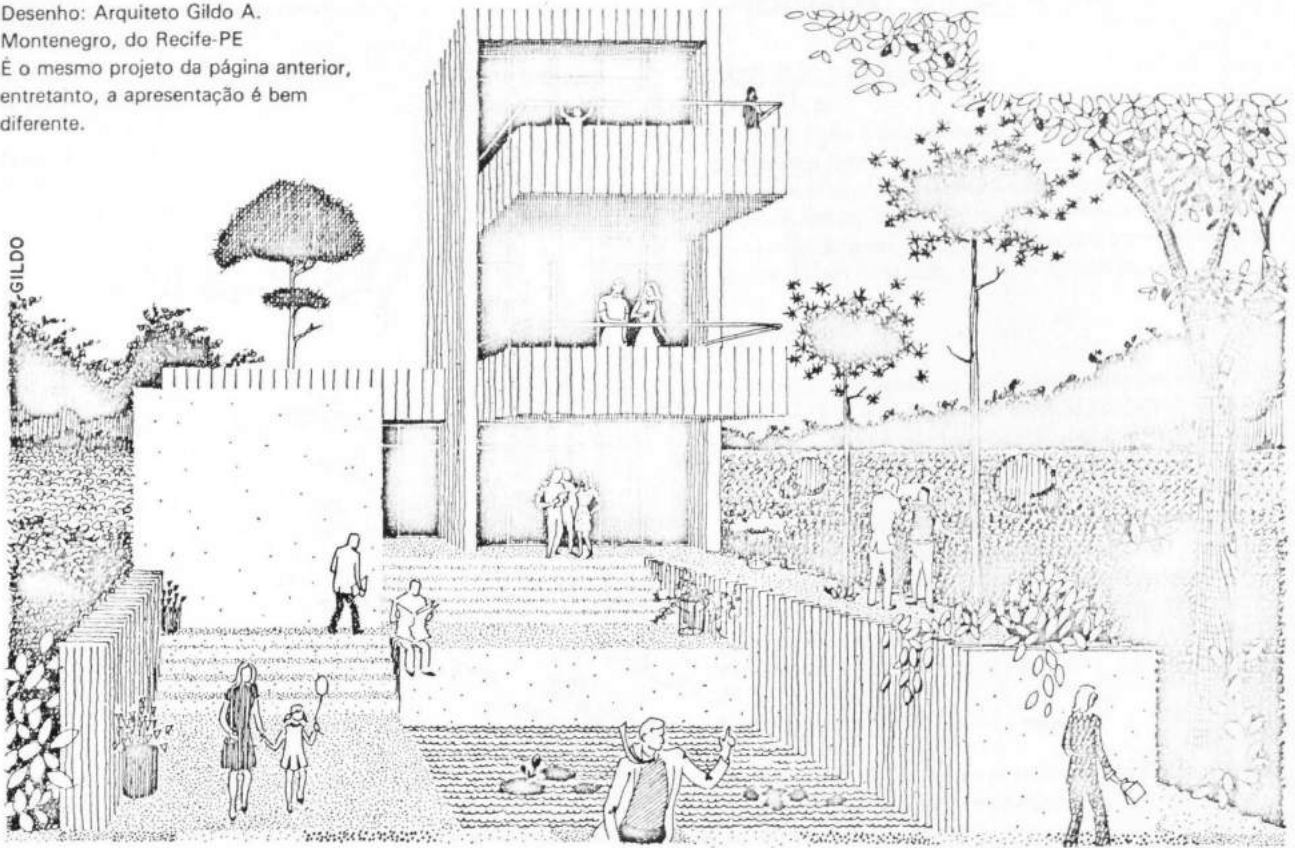


Desenho: Arquiteto Niepce C.  
Silveira, do Recife-PE



Desenho: Arquiteto Gildo A. Montenegro, do Recife-PE  
 É o mesmo projeto da página anterior, entretanto, a apresentação é bem diferente.

GILDO



A PERSPECTIVA DOS PROFISSION

Desenho: Arquiteto Ernesto Vilça  
 Projeto: Arquitetos Ale Lomachinsky Emmanu Lins e Mello  
 Edifício de Apartament em Boa Viagem (Recife PE)



# HISTÓRIA

150

Na época barroca os artistas europeus descobrem a pintura chinesa com sua perspectiva imprecisa, apesar de ser, como arte, quase fotográfica. Entretanto, os chineses usavam vários pontos de vista em uma só pintura e essa maneira acabou sendo usada na pintura mural rococó.

Pode ser coincidência ou não, porém quando a Perspectiva atingiu tal grau de complicação e inexactidão, foi descoberta a Fotografia.

## Tempos Atuais

A Fotografia deixou a Perspectiva fora de moda. Contudo, o fotógrafo deve conhecer as regras para escolher bons pontos de fuga, a correta colocação do ponto de vista, uma adequada disposição das sombras.

Em época recente, o computador gráfico criou novas ampliações da perspectiva, em particular, pela rapidez de trabalho. Em questão de segundos podem ser feitas perspectivas externas, como se o observador andasse em volta do prédio; ou perspectivas de interiores do prédio projetado. Isso permite ao projetista corrigir, eventualmente, sua concepção antes de transportá-la para o projeto definitivo.

Desta forma, o projetista pode apresentar seu trabalho com perspectivas autênticas, independentemente da conclusão das maquetes ou da construção.

Uma outra aplicação da Perspectiva conjugada a computadores e a raios "lasers", é a complementação e interpretação da fotografia de modo a permitir o levantamento de edificações, de terrenos ou de obras de arte, tais como esculturas e jóias. É um levantamento tão completo como exato.

## PASSADO E FUTURO

### 2.800 A.C.: o começo?

No Antigo Egito a representação do espaço tridimensional resumia-se a fazer as coisas mais próximas aparecerem maiores e os objetos mais afastados serem desenhados em tamanho menor. A representação porém, não era fiel; a hierarquia predominava. Assim, o faraó e o sacerdote eram desenhados maiores do que o soldado, o felá, o homem do povo.

### Os helenos

Na Grécia já se conheciam, pelo menos, as regras elementares da Perspectiva. A fama de seus pintores persiste ainda hoje, mas suas obras não chegaram até nós. Euclides, matemático e geômetra, escreveu um livro sobre Perspectiva.

Tal como as pinturas gregas, as pinturas murais de Pompéia, certamente, refletem a continuação dos conhecimentos dos gregos transmitidos aos pintores romanos.

Com o passar dos anos a Perspectiva deixou de ser usada, provavelmente, por desconhecimento. Na Idade Média os pintores retomam as experiências que levarão à redescoberta da Perspectiva.

### O Renascimento

Em fins do século XV, pintores italianos vão, pouco a pouco, estabelecendo a teoria da Perspectiva.

A PERSPECTIVA DOS PROFISSIONAIS

### E no Futuro?

A perspectiva cônica tem vários inconvenientes: o ponto de vista estático, a deformação lateral, o paralelismo das verticais, o ângulo visual pequeno. Os dois últimos podem ser corrigidos, em parte, quando usamos o *quadro inclinado*; mas o desenho de prancheta resulta extremamente trabalhoso. É um inconveniente que se pode superar com o computador gráfico... que é pouco acessível.

Se aceitarmos as teorias recentes sobre o funcionamento da visão e do cérebro deveremos partir para a adoção de novos princípios: o ponto de vista (olho) movimenta-se, percorre os objetos (como a televisão) em linhas e pontos sucessivos que são localizados e focalizados. No cérebro forma-se a imagem completa, soma de muitas imagens parciais. Cada imagem tendo seu próprio ângulo visual, as aberturas angulares serão definidas por *arcos* e não por retas. (Não se trata de puro acaso o fato de que esta idéia coincide com a moderna teoria da estrutura do Universo!) E os arcos devem ser representados sobre uma superfície esférica. É o que já se vem fazendo na Fotografia com a lente grandeangular do tipo "olho de peixe".

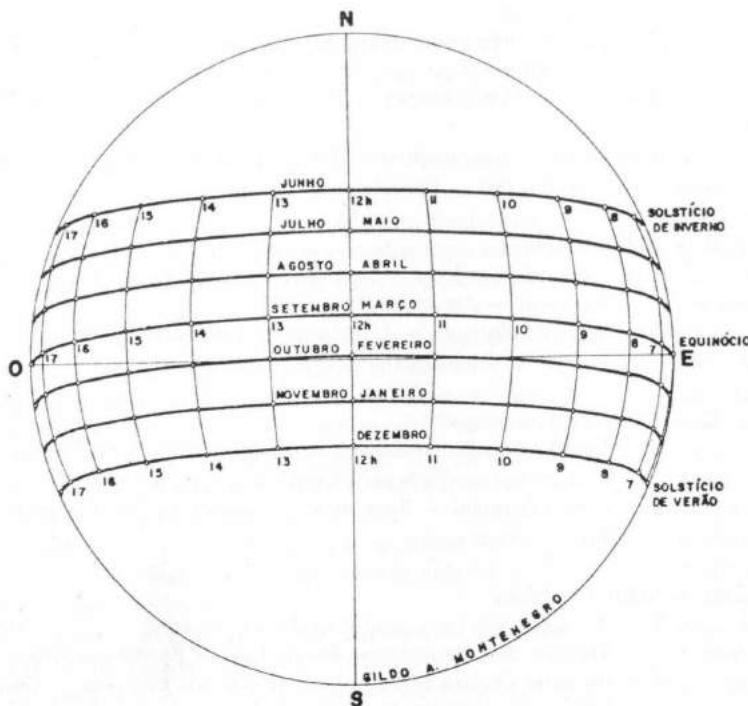
A teoria da Perspectiva Esférica não é mais complicada do que a da Perspectiva Cônica, que acabamos de estudar. Ocorre, apenas, que a *representação* da perspectiva esférica não é *cômoda*, não é adequada aos instrumentos tradicionais: régua, esquadros e compasso.

O computador gráfico superou essa inadequação. É, portanto, um vasto campo aberto aos estudiosos.

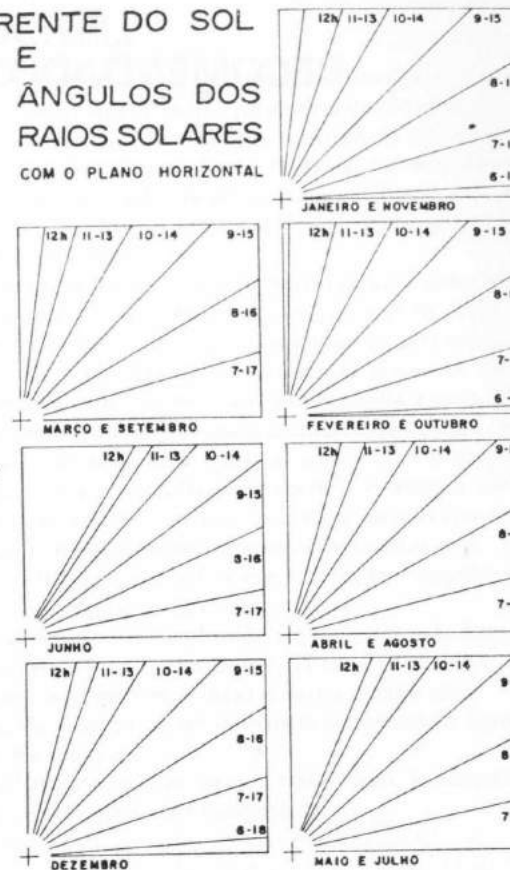
# LIVROS RECOMENDADOS

- A – Sobre Perspectiva
- 1 – Álvaro José Rodrigues – Perspectiva Paralela – Imprensa Oficial – Rio de Janeiro – L 1948 (O título pode enganar: o livro trata também da Perspectiva Cônica e da Classificação das Projeções)
  - 2 – Fred Dubery – Drawing Systems – Editora Van Nostrand – New York
  - 3 – Ignacio Maria Adroer – Proyecciones Cônicas - Editora Dossat - Madrid
  - 4 – Georg Schaarwächter – Perspectiva para Arquitectos – Editora Gustavo Gili – Barcelona
- B – Sobre Sombras
- 1 – Armando Cardoso – Sombras e Perspectivas – Editora Livraria Bertrand – Amadora (Portugal)
  - 2 – Willy A. Bartschi – El Estudio de Las Sombras en la Perspectiva – Editora Gustavo Gili – Barcelona
- C – Sobre Fotomontagem
- 1 – Maurício do Passo Castro – A Fotogrametria no Programa de Perspectiva – Tese para Concurso – Recife (1960)
  - 2 – Renzo Giannini – Perspectiva – Libreria y Editorial Alsina – Buenos Aires
- D – Sobre Insolação
- 1 – Atilio Correia Lima – Insolação da Fachada – Suplemento Técnico de Engenharia e Arquitetura – Rio de Janeiro – 1944
  - 2 – Hêlio de Oliveira Gonçalves – O Sol nos Edifícios – Companhia Editora e Comercial F. Lemos – Rio de Janeiro

## RECIFE . PE LATITUDE 8° SUL



### MOVIMENTO APARENTE DO SOL E ÂNGULOS DOS RAIOS SOLARES COM O PLANO HORIZONTAL

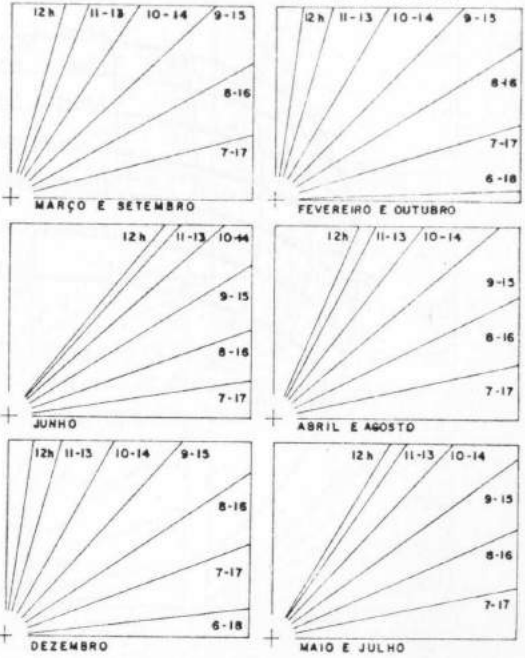
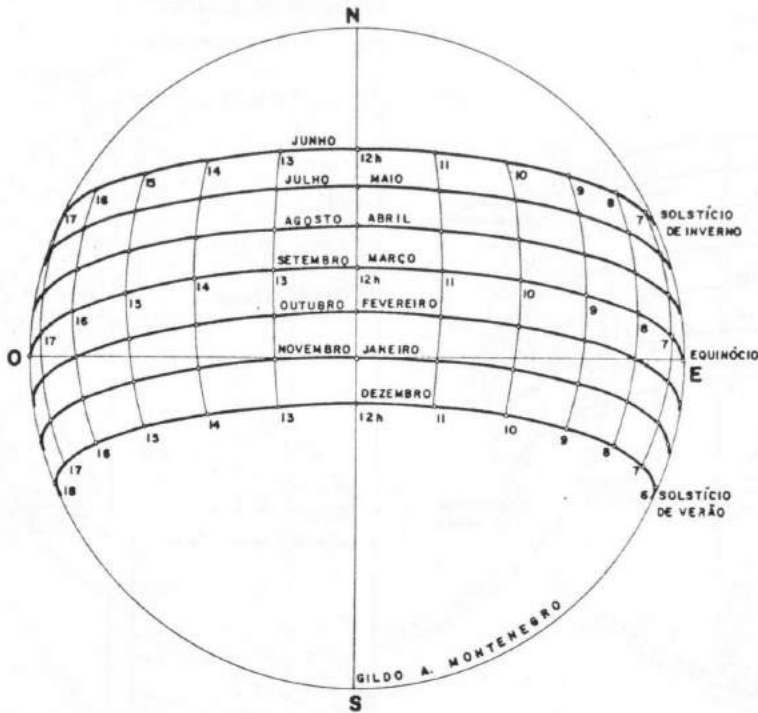


**BRASÍLIA** • DF

LATITUDE 16° SUL

MOVIMENTO APARENTE DO SOL

E  
ANGULOS DOS  
RAIOS SOLARES  
COM O PLANO HORIZONTAL

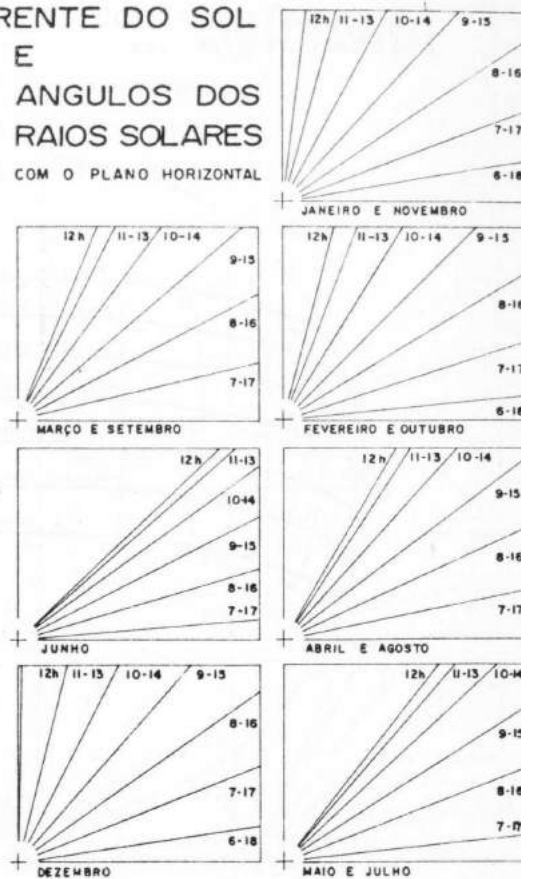
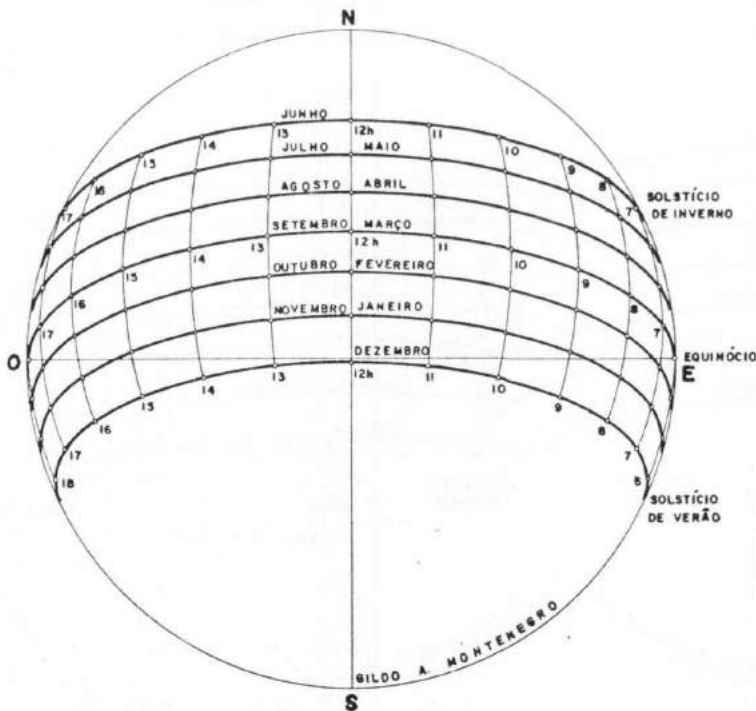


**RIO DE JANEIRO** • RJ

LATITUDE 23° SUL

MOVIMENTO APARENTE DO SOL

E  
ANGULOS DOS  
RAIOS SOLARES  
COM O PLANO HORIZONTAL





MOVIMENTO APARENTE DO SOL  
E  
ÂNGULOS DOS  
RAIOS SOLARES  
COM O PLANO HORIZONTAL

