

Projeção ortográfica da figura plana

Aula 6

As formas de um objeto representado em perspectiva isométrica apresentam certa deformação, isto é, não são mostradas em verdadeira grandeza, apesar de conservarem as mesmas proporções do comprimento, da largura e da altura do objeto.

Além disso, a representação em perspectiva isométrica nem sempre mostra claramente os detalhes internos da peça.

Na indústria, em geral, o profissional que vai produzir uma peça não recebe o desenho em perspectiva, mas sim sua representação em projeção ortográfica.

Nesta aula, você ficará sabendo:

- o que é uma projeção ortográfica;
- como se dá a projeção ortográfica de figuras geométricas elementares em um plano;
- que, às vezes, é necessário mais de um plano para representar a projeção ortográfica;
- o que são diedros.

Modelo, observador e plano de projeção

A projeção ortográfica é uma forma de representar graficamente objetos tridimensionais em superfícies planas, de modo a transmitir suas características com precisão e demonstrar sua verdadeira grandeza.

Para entender bem como é feita a projeção ortográfica, você precisa conhecer três elementos: o modelo, o observador e o plano de projeção.

Modelo

É o objeto a ser representado em projeção ortográfica. Qualquer objeto pode ser tomado como modelo: uma figura geométrica, um sólido geométrico, uma peça de máquina ou mesmo um conjunto de peças.

Veja alguns exemplos de modelos:



Figura 1

Geralmente, o modelo é representado em posição que mostra a maior parte de seus elementos. Pode, também, ser representado em posição de trabalho, isto é, aquela que fica em funcionamento.

Quando o modelo faz parte de um conjunto mecânico, ele vem representado na posição que ocupa no conjunto.

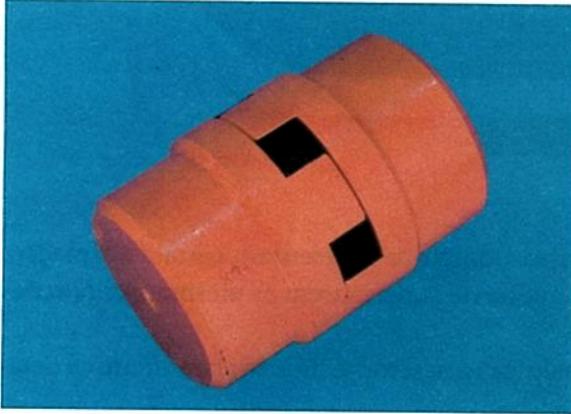


Figura 2a: União de eixos (conjunto)

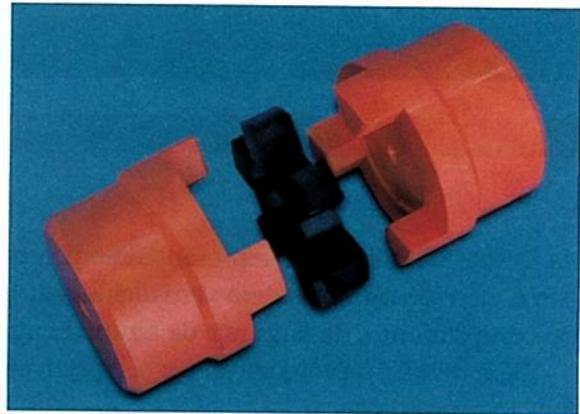


Figura 2b: União de eixos (componentes)

Observador

É a pessoa que vê, analisa, imagina ou desenha o modelo.

Para representar o modelo em projeção ortográfica, o observador deve analisá-lo cuidadosamente em várias posições.

As ilustrações a seguir mostram o observador vendo o modelo de frente, de cima e de lado:

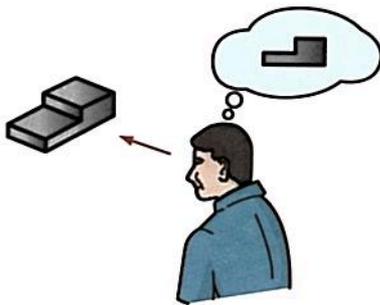


Figura 3a: De frente



Figura 3b: De cima

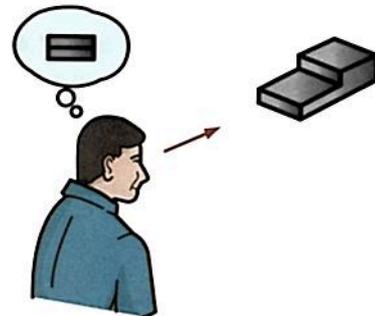


Figura 3c: De lado

Em projeção ortográfica, deve-se imaginar o observador localizado a uma distância infinita do modelo. Por essa razão, apenas a direção de onde o observador está vendo o modelo será indicada por uma seta, como mostra a Figura 4:

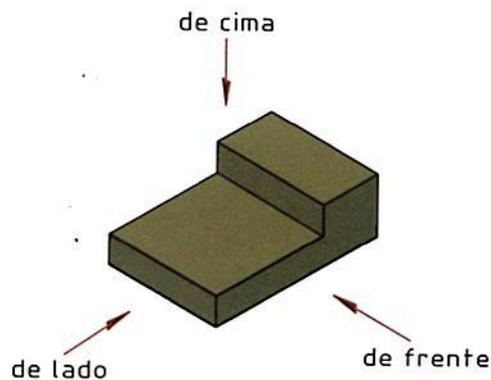


Figura 4

Plano de projeção

É a superfície na qual se projeta o modelo. A tela de cinema é um bom exemplo de plano de projeção:

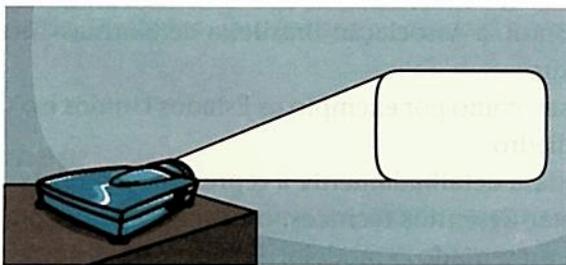


Figura 5

Os planos de projeção podem ocupar várias posições no espaço. Em desenho técnico, usamos dois planos básicos para representar as projeções de modelos: um vertical e um horizontal que se cortam perpendicularmente. Os planos são identificados por letras gregas (α , β , γ , ...).

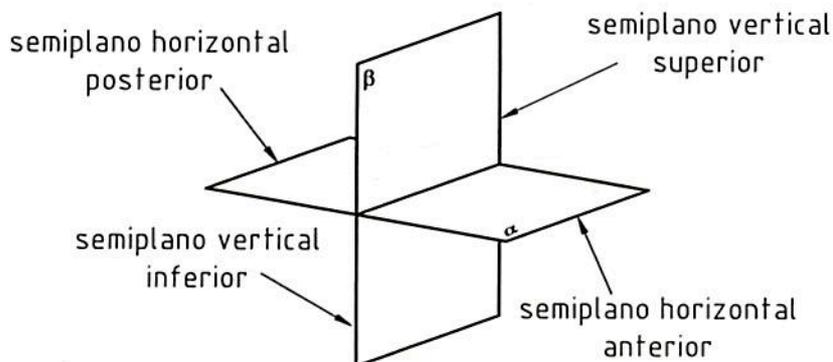


Figura 6

Esses dois planos, perpendiculares entre si, dividem o espaço em quatro regiões chamadas de diedros.

Diedros

Cada diedro é a região limitada por dois semiplanos perpendiculares entre si. Os diedros são numerados no sentido anti-horário, isto é, no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio.

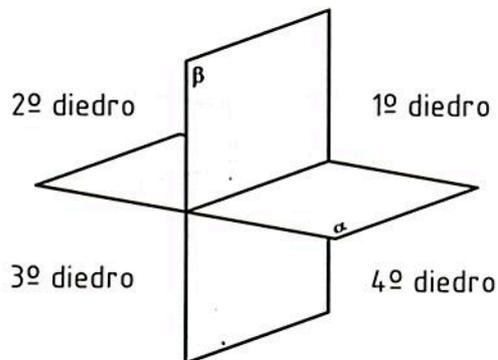


Figura 7

O método de representação de objetos em dois semiplanos perpendiculares entre si, criado por Gaspar Monge, é também conhecido como método mongeano.

Atualmente, a maioria dos países que utilizam o método mongeano adotam a projeção ortográfica no 1º diedro. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda a representação no 1º diedro.

Entretanto, alguns países, como por exemplo os Estados Unidos e o Canadá, representam seus desenhos técnicos no 3º diedro.

Neste curso, você estudará detalhadamente a representação no 1º diedro, como recomenda a ABNT. Ao ler e interpretar desenhos técnicos, o primeiro cuidado que se deve ter é identificar em que diedro está representado o modelo. Esse cuidado é importante para evitar o risco de interpretar de forma errônea as características do objeto.

Para simplificar o entendimento da projeção ortográfica passaremos a representar apenas o 1º diedro, o que é normalizado pela ABNT.

Chamaremos o semiplano vertical superior de **plano vertical** (β). O semiplano horizontal anterior passará a ser chamado de **plano horizontal** (α).

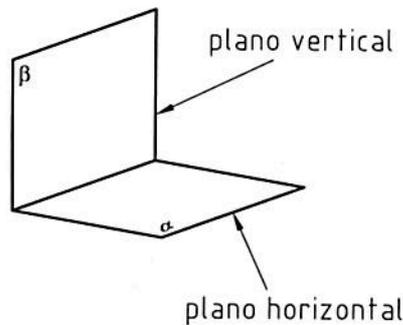


Figura 8

O símbolo a seguir indica que o desenho técnico está representado no 1º diedro. Este símbolo aparece no **canto inferior direito** da folha de papel dos desenhos técnicos, dentro da legenda.

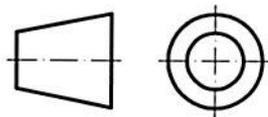


Figura 9

Quando o desenho técnico estiver representado no 3º diedro, você verá este outro símbolo:

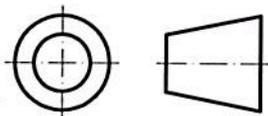


Figura 10

Ao interpretar um desenho técnico procure identificar, de imediato, em que diedro ele está representado.



Dica

Cuidado para não confundir os símbolos. Procure gravar bem, principalmente o símbolo do 1º diedro, que é o que você usará com mais frequência.



Em tempo

As representações no 3º diedro requerem preparo específico para sua leitura e interpretação. O estudo das representações no 3º diedro foge aos objetivos deste curso.

Projeção ortográfica do ponto

Todo sólido geométrico nada mais é do que um conjunto de pontos organizados no espaço de uma determinada forma. Por essa razão, o primeiro modelo a ser tomado como objeto de estudo será o ponto.

Imagine um plano vertical β e um ponto A não pertencente a esse plano observados na direção indicada pela seta, como mostra a Figura 11.

Traçando uma perpendicular do ponto A até o plano, o ponto $A1$ – no qual a perpendicular encontra o plano – é a projeção do ponto A .

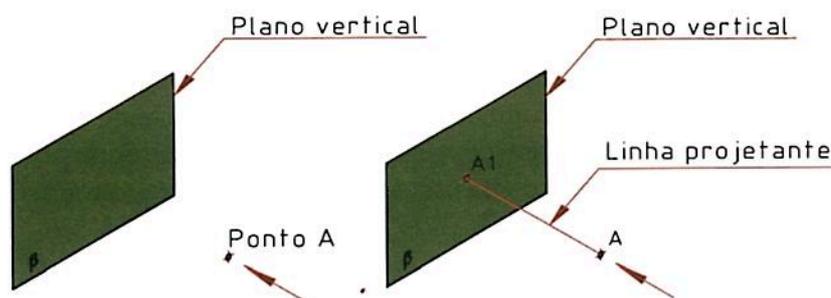


Figura 11

A linha perpendicular que vai do ponto tomado como modelo ao plano de projeção é chamada de linha projetante.

A projeção ortográfica de um ponto num plano é sempre um ponto idêntico a ele mesmo.

Projeção ortográfica do segmento de reta

Reta paralela ao plano

A projeção ortográfica de um segmento de reta em um plano depende da posição que esse segmento ocupa em relação ao plano.

Para começar, imagine um segmento de reta AB , paralelo a um plano vertical β , observado na direção indicada pela seta, como mostra a Figura 12.

Traçando duas linhas projetantes perpendiculares ao plano vertical β a partir das extremidades, nos pontos **A** e **B** do segmento de reta, ficarão determinados no plano vertical os pontos **A1** e **B1**.

Unindo esses pontos, temos o segmento **A1B1**, que representa a projeção do segmento **AB**.

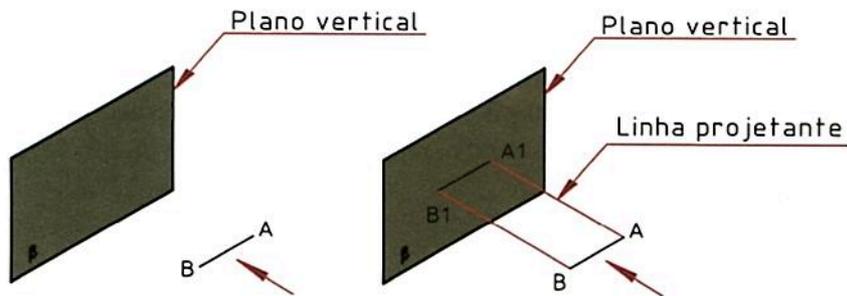


Figura 12

Os segmentos **AB** e **A1B1** são congruentes, isto é, têm a mesma medida. A projeção ortográfica de um segmento paralelo a um plano de projeção é sempre um segmento que tem a mesma medida do segmento tomado como modelo.

Nesse caso, a projeção ortográfica representa o modelo em verdadeira grandeza, ou seja, sem deformação.

Reta oblíqua (inclinada) ao plano

Imagine um plano vertical β e um segmento de reta **AB** oblíquo em relação a esse plano, observados na direção indicada pela seta, como mostra a Figura 13. Traçando as linhas projetantes perpendiculares ao plano vertical β a partir das extremidades **A** e **B**, determinamos os pontos **A1** e **B1**. Unindo esses pontos, obtemos o segmento **A1B1**, que representa a projeção ortográfica do segmento **AB**.

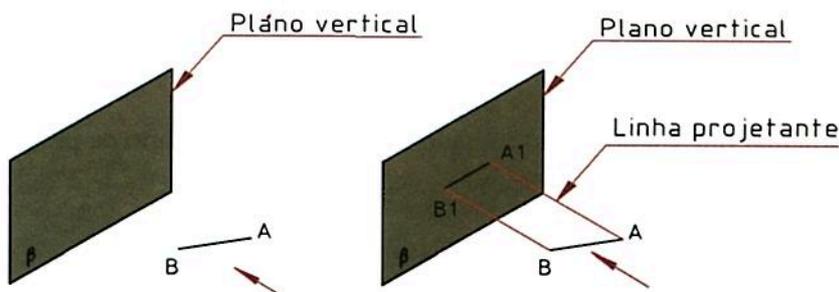


Figura 13

Observe que o segmento **A1B1** é menor do que o segmento **AB**. Isso ocorre porque a projeção de um segmento oblíquo a um plano de projeção é sempre um segmento menor do que o modelo. Nesse caso, a projeção ortográfica não representa a verdadeira grandeza do segmento que foi usado como modelo.

Reta perpendicular ao plano

Quando o segmento **AB** é perpendicular ao plano vertical β , a projeção ortográfica de todos os pontos do segmento é representada por um único ponto.

Isso ocorre porque as linhas projetantes traçadas a partir dos pontos **A** e **B** e de todos os pontos que formam o segmento coincidem. Essas linhas projetantes vão encontrar o plano num mesmo ponto.

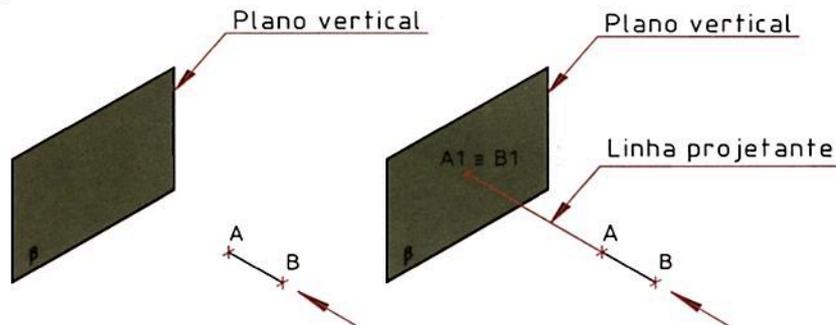


Figura 14

O sinal \equiv representa **coincidência**. Os pontos **A1** e **B1** são, portanto, coincidentes ($A1 \equiv B1$).

Projeção ortográfica do retângulo

A projeção ortográfica de uma figura plana depende da posição que ela ocupa em relação ao plano.

Retângulo paralelo ao plano

Imagine um observador vendo um retângulo **ABCD** paralelo a um plano de projeção, como mostra a Figura 15.

Para obter a projeção ortográfica do retângulo **ABCD** no plano vertical β , você deve traçar linhas projetantes a partir dos vértices **A**, **B**, **C** e **D**.

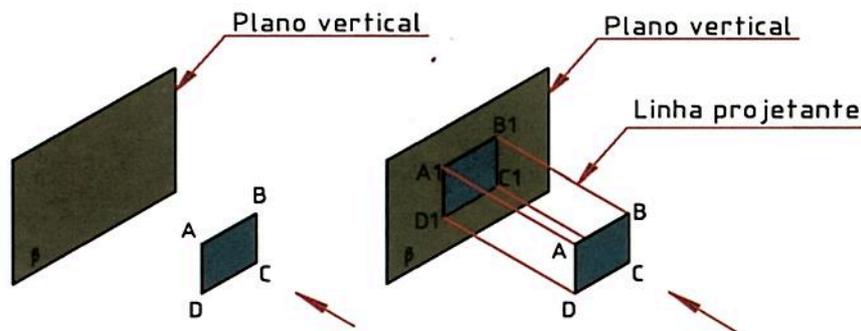


Figura 15

Ligando os pontos **A1**, **B1**, **C1** e **D1**, que são as projeções dos pontos **A**, **B**, **C** e **D**, fica definida a projeção ortográfica do retângulo **ABCD** no plano vertical.

O retângulo **A1B1C1D1** é idêntico ao retângulo **ABCD**.

Quando a figura plana é **paralela** ao plano de projeção, sua projeção ortográfica é **representada em verdadeira grandeza**.

Retângulo oblíquo (inclinado) ao plano

Quando a figura plana é oblíqua ao plano de projeção, sua projeção ortográfica não é representada em verdadeira grandeza. Acompanhe o próximo exemplo para entender melhor.

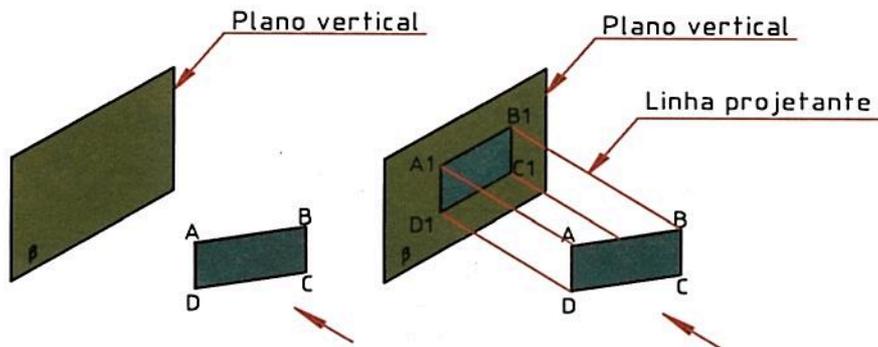


Figura 16

Imagine o mesmo retângulo **ABCD** **oblíquo** a um plano vertical β . Para obter a projeção ortográfica desse retângulo no plano vertical β , você deve traçar as linhas projetantes a partir dos vértices **ABCD**, até atingir o plano. Ligando as projeções dos vértices, você terá um novo retângulo **A1B1C1D1**, que representa a projeção ortográfica do retângulo **ABCD**. O retângulo **A1B1C1D1** é menor do que o retângulo **ABCD**.

Retângulo perpendicular ao plano

Imagine o retângulo **ABCD** **perpendicular** ao plano vertical β observado na direção apontada pela seta, como mostra a figura a seguir, e analise sua projeção ortográfica:

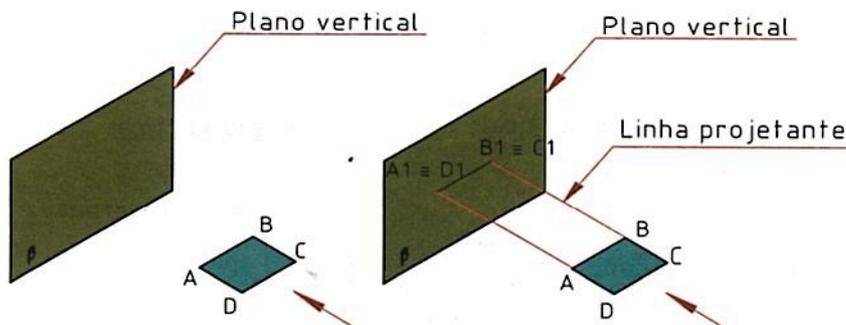


Figura 17

A projeção ortográfica do retângulo **ABCD** no plano é representada por um **segmento de reta**. Observe que os lados **AB** e **CD** são segmentos paralelos entre si e paralelos ao plano de projeção. A projeção ortográfica desses dois lados é **representada em verdadeira grandeza por um segmento de reta**. Os outros dois lados **AD** e **BC** são perpendiculares ao plano de projeção.

Você já sabe que a projeção ortográfica de um segmento de reta perpendicular a um plano de projeção é representada por um ponto. Assim, a projeção do retângulo **ABCD** perpendicular ao plano vertical β fica reduzida a um segmento de reta.

Quando a figura plana é perpendicular ao plano de projeção, sua projeção ortográfica **não é representada em verdadeira grandeza**.

Projeção ortográfica de sólidos geométricos

Aula 7

Na Aula 6, você ficou sabendo que a projeção ortográfica de um modelo em um único plano, algumas vezes, não representa o modelo ou partes dele em verdadeira grandeza.

Mas, para produzir um objeto, é necessário conhecer todos os seus elementos em verdadeira grandeza.

Por essa razão, em desenho técnico, quando usamos sólidos geométricos ou objetos tridimensionais como modelos, costumamos representar sua projeção ortográfica em mais de um plano de projeção.

No Brasil, onde se adota a representação no 1º diedro, além do **plano vertical β** e do **plano horizontal α** , utiliza-se um terceiro plano de projeção: o **plano lateral γ** .

Esse plano é, ao mesmo tempo, perpendicular ao plano vertical e ao plano horizontal.

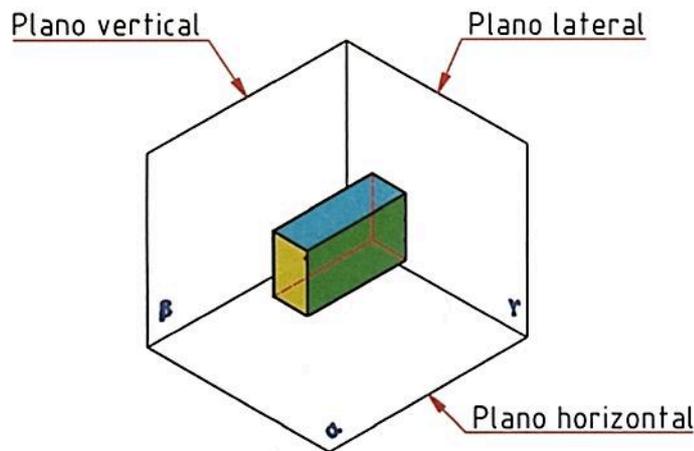


Figura 1

Projeção ortográfica do prisma retangular no 1º diedro

Para entender melhor a projeção ortográfica de um modelo em três planos de projeção, serão demonstradas, separadamente, as projeções nos seus respectivos planos.

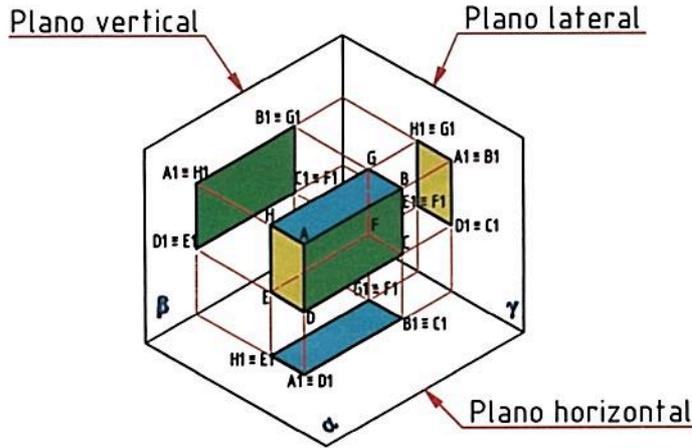


Figura 2

Plano vertical (vista frontal)

Imagine um prisma retangular paralelo a um plano de projeção vertical visto **de frente** por um observador, na direção indicada pela seta, como mostra a Figura 3.

Esse prisma é limitado externamente por **seis faces retangulares**: duas são **paralelas** ao plano de projeção (ABCD e HGFE) e quatro são **perpendiculares** ao plano de projeção (HADE, GBCF, HGBA e EFCD).

Traçando linhas projetantes a partir de todos os vértices do prisma, obteremos a projeção ortográfica do prisma no plano vertical. Essa projeção é um retângulo idêntico às faces paralelas ao plano de projeção.

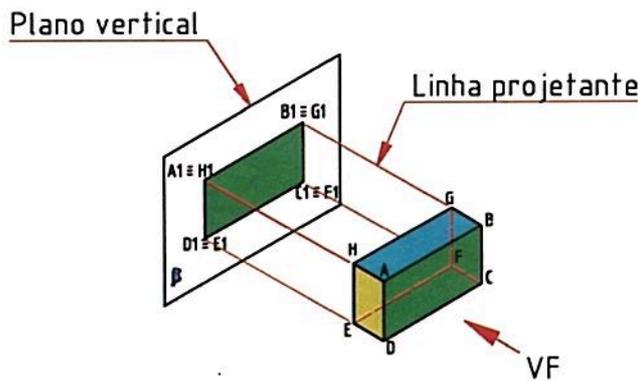


Figura 3

Imagi
do pri

A proj
gráfic

Plano
A vista
vistas,
Ima
direção

A proje
HGBA

Imagine que o modelo foi retirado e você verá, no plano vertical, apenas a projeção ortográfica do prisma visto de frente.

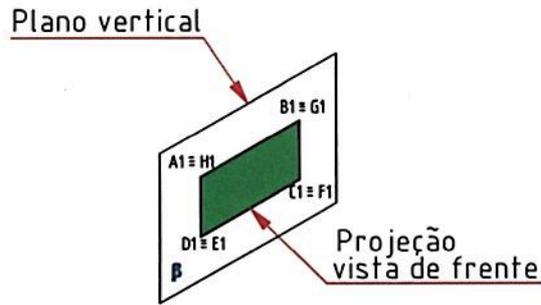


Figura 4

A projeção ortográfica do prisma, visto de frente no **plano vertical** β , dá origem à **vista ortográfica** chamada de **vista frontal**.

Plano horizontal (vista superior)

A vista frontal não é suficiente para mostrar as formas do prisma. Para isso, necessitamos de outras vistas, que podem ser obtidas por meio da projeção do prisma em outros planos do **1º diedro**.

Imagine, então, a projeção ortográfica do mesmo prisma visto de cima por um observador na direção indicada pela seta, como aparece na figura a seguir:

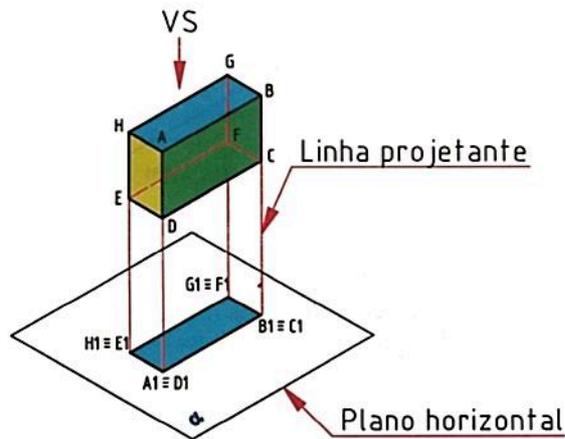


Figura 5

A projeção do prisma, visto de cima no plano horizontal α , é um retângulo idêntico às faces HGBA e EFCD, que são paralelas ao plano de projeção horizontal.

Removendo o modelo, você verá no plano horizontal apenas a projeção ortográfica do prisma, visto de cima.

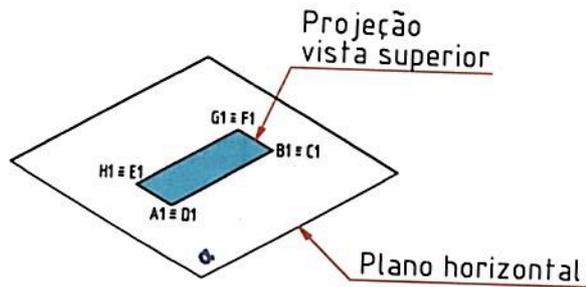


Figura 6

A projeção do prisma, visto de cima no plano horizontal α , determina a vista ortográfica chamada de **vista superior**.

Plano lateral (vista lateral esquerda)

Para completar a ideia do modelo, além das vistas frontal e superior, uma terceira vista é importante: a vista lateral esquerda.

Imagine, agora, um observador vendo o mesmo modelo de lado, na direção indicada pela seta, como mostra a figura a seguir:

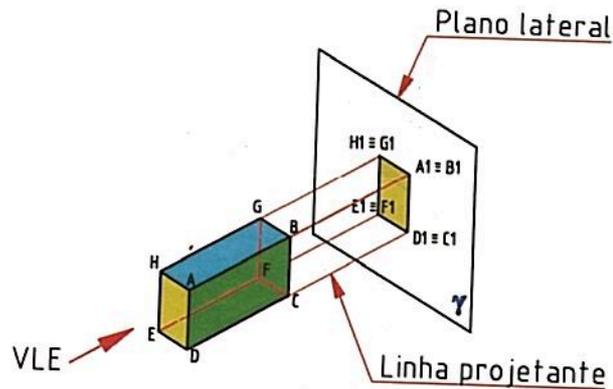


Figura 7

Co
nu
voc
lat

Você
jeção
apare
- a p
- a p
- a p

Reb
Agora
cada p
como

As linhas
jeção são
As der
projetan
diferentes

Como o prisma está em posição paralela ao plano lateral γ , sua projeção ortográfica resulta num retângulo idêntico às faces HADE e GBCF, paralelas ao plano lateral. Retirando o modelo, você verá no plano lateral a projeção ortográfica do prisma visto de lado, isto é, a **vista lateral esquerda**.

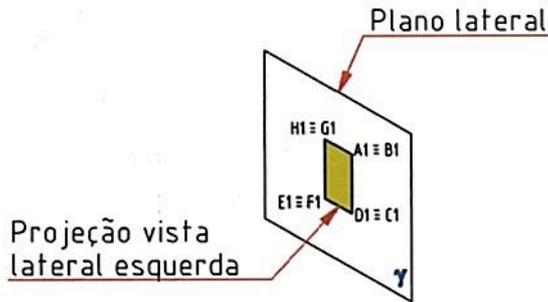


Figura 8

Você acabou de analisar os resultados das projeções de um mesmo modelo em três planos de projeção. Ficou sabendo que cada projeção recebe um nome diferente, conforme o plano em que aparece representada:

- a projeção do modelo no **plano vertical** β dá origem à **vista frontal (VF)**;
- a projeção do modelo no **plano horizontal** α dá origem à **vista superior (VS)**;
- a projeção do modelo no **plano lateral** γ dá origem à **vista lateral esquerda (VLE)**.

Rebatimento dos planos de projeção

Agora que você já sabe como se determina a projeção do prisma retangular separadamente em cada plano, fica mais fácil entender as projeções do prisma em três planos simultaneamente, como mostra a figura a seguir:

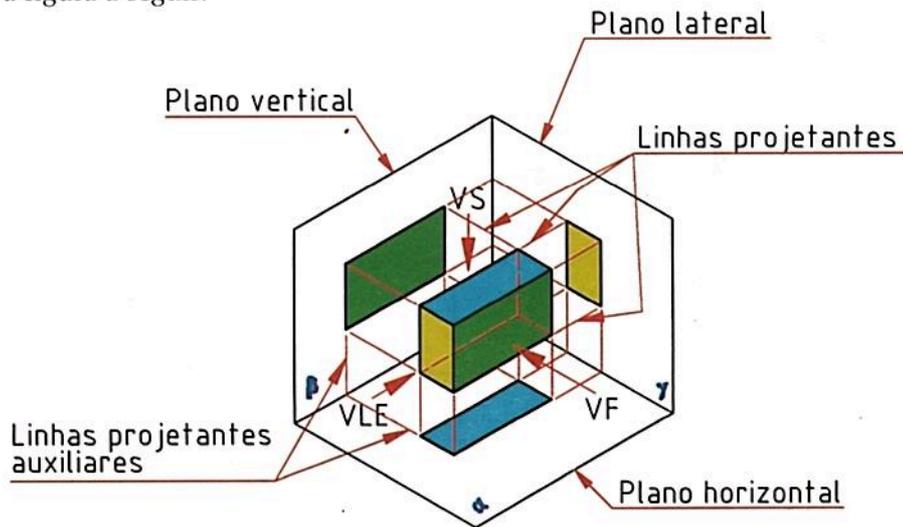


Figura 9

As linhas estreitas que partem perpendicularmente dos vértices do modelo até os planos de projeção são as **linhas projetantes**.

As demais linhas estreitas que ligam as projeções nos três planos são chamadas de **linhas projetantes auxiliares**. Essas linhas ajudam a relacionar os elementos do modelo nas diferentes vistas.

Ao retirar o modelo, observe nos planos apenas as vistas e suas linhas projetantes auxiliares.

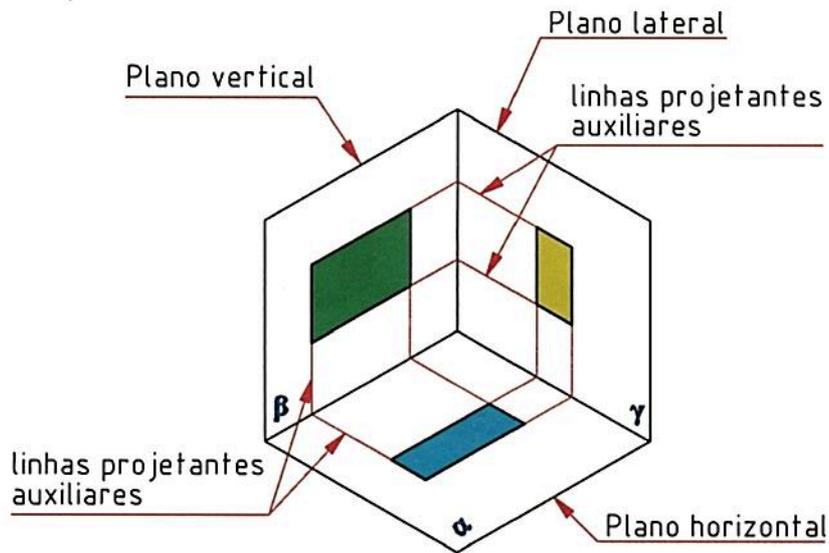


Figura 10

Mas, em desenho técnico, as vistas devem ser mostradas em um **único** plano. Para tanto, usamos um recurso que consiste no **rebatimento dos planos de projeção horizontal e lateral**. Veja como isso é feito no 1º diedro:

- o **plano vertical**, no qual se projeta a vista frontal, deve ser imaginado sempre numa posição fixa;
- o **plano horizontal** sofre uma rotação de 90° para baixo, em torno do eixo de giro com o plano vertical. O eixo de giro é a aresta comum aos dois semiplanos.

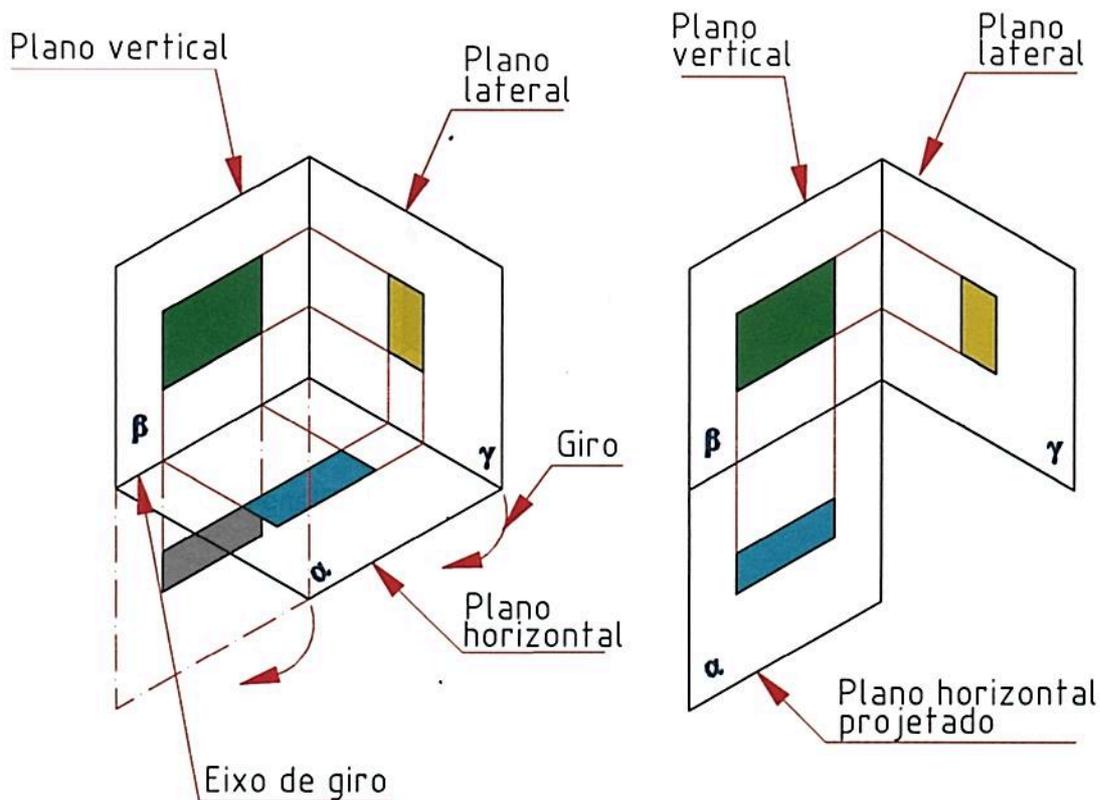


Figura 11

- para rebater o plano de projeção lateral, imaginamos que ele sofre uma rotação de 90°, para a direita, em torno do eixo de giro com o plano vertical.

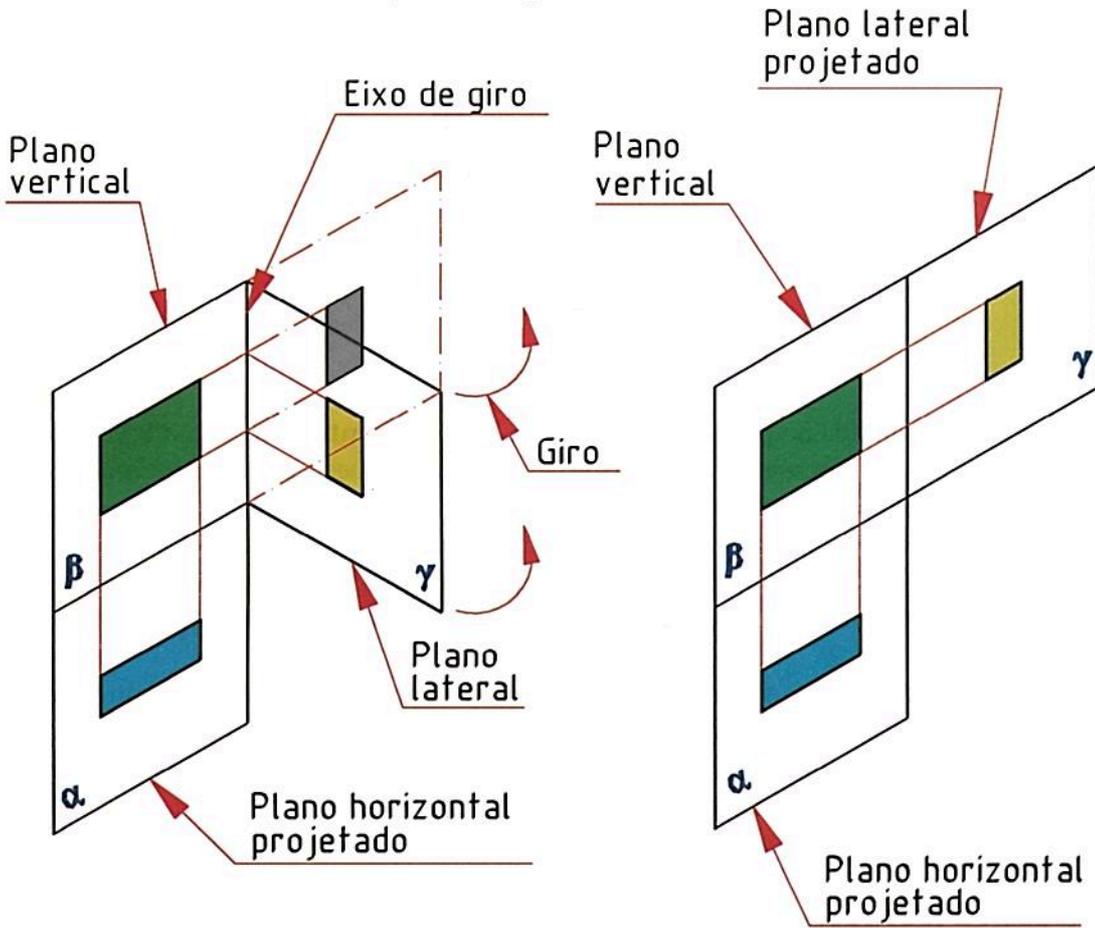


Figura 12

Agora, você tem os três planos de projeção: vertical, horizontal e lateral, representados num único plano, em perspectiva isométrica. Observe, agora, como ficam os planos rebatidos vistos de frente:

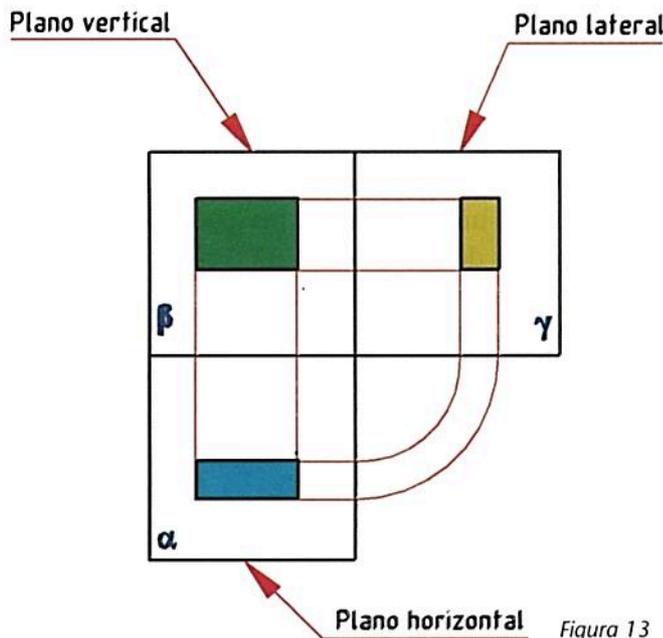


Figura 13