

# 2

## RETA

O alfabeto da reta é o conjunto das posições genéricas que uma reta pode ter em relação aos planos de projeção. Neste capítulo apresentam-se essas posições, assim como posições particulares que algumas retas podem ter. Mostra-se também como se determinam as projeções laterais de algumas retas, como se marcam pontos nas retas e como se determina o percurso de uma reta.

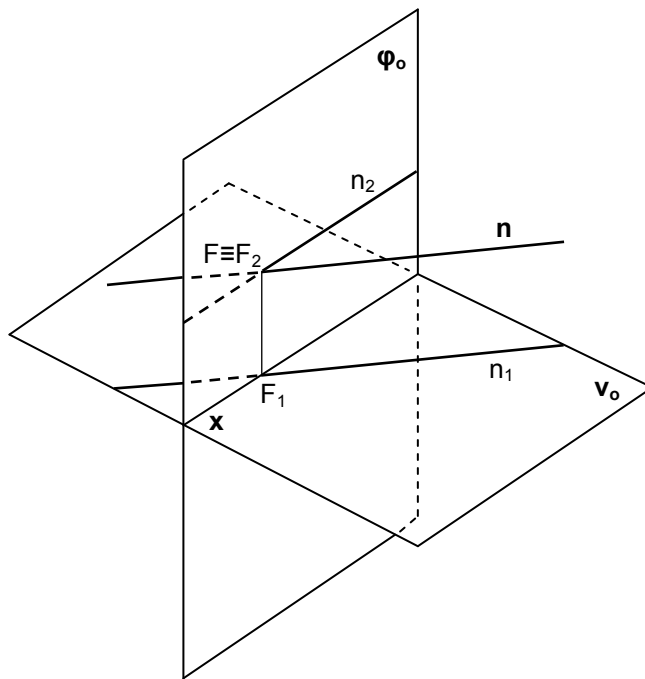
Sumário:

2. Reta horizontal
3. Reta frontal
4. Reta fronto-horizontal
5. Reta de topo
6. Reta vertical
7. Reta oblíqua
8. Reta de perfil
9. Posições particulares da reta fronto-horizontal
10. Posições particulares da reta oblíqua
11. Posições particulares da reta de perfil
- 12 e 13. A projeção lateral da reta de perfil
14. A projeção lateral das retas vertical, de topo e fronto-horizontal
15. A projeção lateral das retas horizontal, frontal e oblíqua
16. Marcação de pontos nas retas fronto-horizontal, de topo e vertical
17. Marcação de pontos nas retas horizontal e frontal
18. Marcação de pontos na retas oblíqua e de perfil
19. Percurso das retas horizontal e frontal
20. Percurso das retas oblíqua e de perfil
21. Percurso das retas de topo e vertical
22. Exercícios

## Reta horizontal

A reta horizontal, ou de nível, é paralela ao plano horizontal de projeção e oblíqua ao plano frontal de projeção. Tem apenas traço frontal. Esta reta pode ter abertura para a esquerda ou para a direita, que se considera do lado onde o afastamento é positivo.

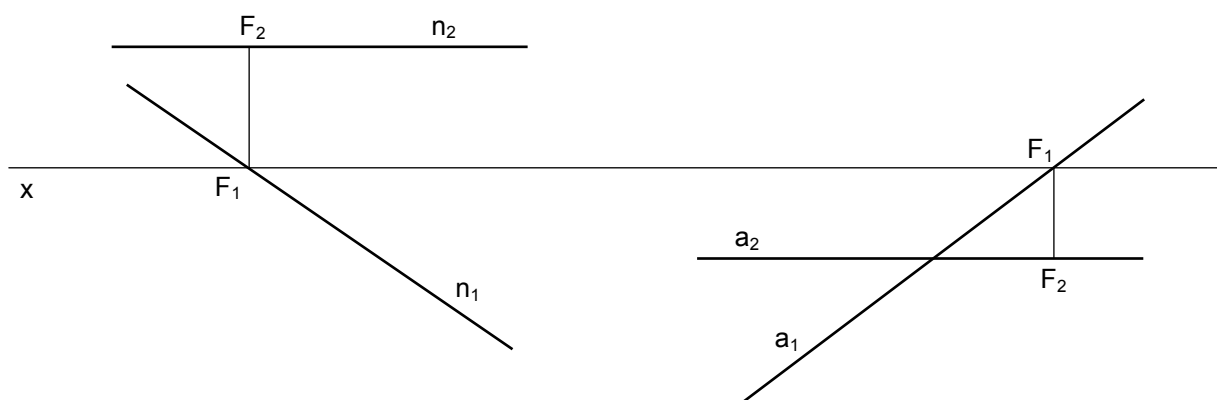
Designam-se por traços os pontos onde as retas cruzam os planos de projeção.



$$n \begin{cases} // \text{ PHP} \\ \perp \text{ PFP} \end{cases}$$

### A reta horizontal em perspectiva

A reta horizontal  $n$  é projetada no PHP em  $n_1$ , projeção essa que é paralela à própria reta e oblíqua ao eixo  $x$ . A sua projeção no PFP é  $n_2$ , paralela ao eixo  $x$ . A reta cruza o PFP no ponto  $F$ , que é o seu traço frontal.



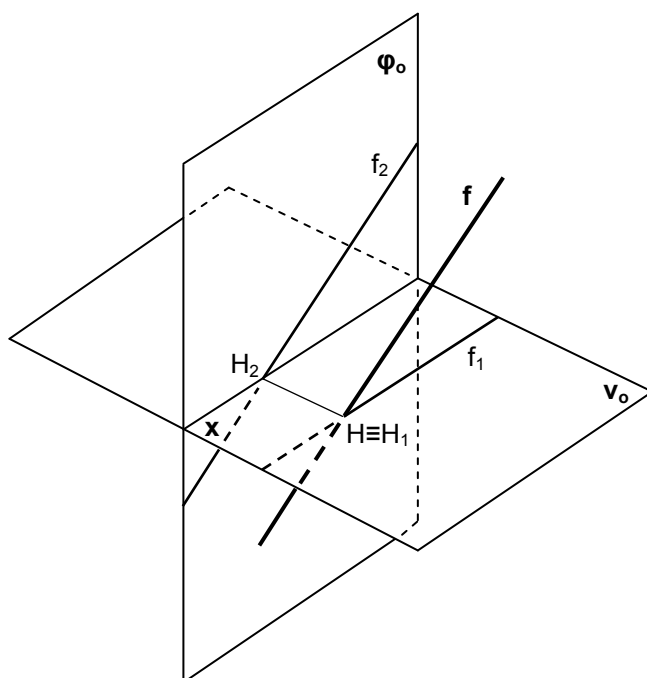
### A reta horizontal em projeções

A recta  $n$  tem cota positiva e abertura para a direita, e corresponde àquela que está representada na perspectiva acima. A reta  $a$  tem cota negativa e abertura para a esquerda, estando apenas representada pelas suas projeções.

A projeções frontais duma reta horizontal são paralelas ao eixo  $x$ , as horizontais são oblíquas.

## Recta frontal

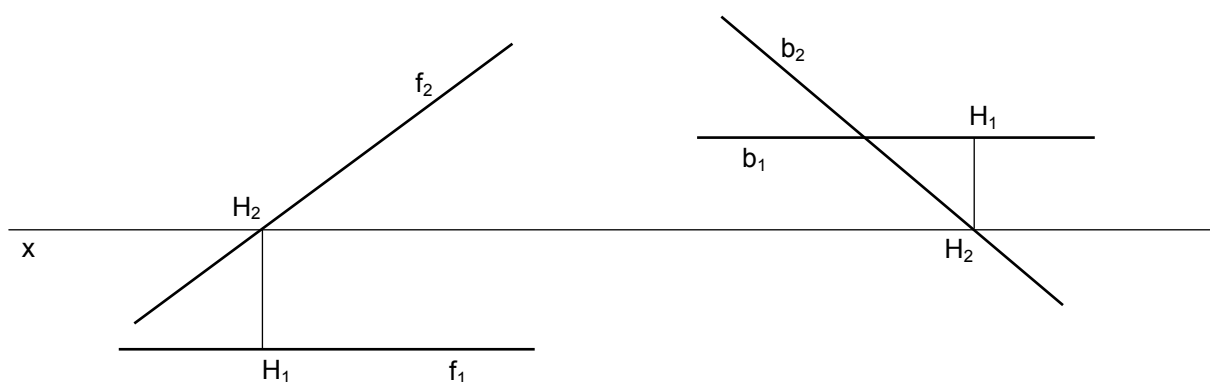
A reta frontal é oblíqua ao plano horizontal de projeção e paralela ao plano frontal de projeção. Tem apenas traço horizontal. Esta reta pode ter abertura para a direita ou para a esquerda, que se considera do lado onde a cota é positiva.



$$f \begin{cases} // \text{ PFP} \\ \perp \text{ PHP} \end{cases}$$

### A reta frontal em perspectiva

A reta frontal  $f$  é projetada no PHP em  $f_1$ , projeção essa que é paralela ao eixo  $x$ . A sua projeção no PFP é  $f_2$ , que é paralela à própria reta  $f$ . A reta cruza o PHP no ponto  $H$ , que é o seu traço horizontal.

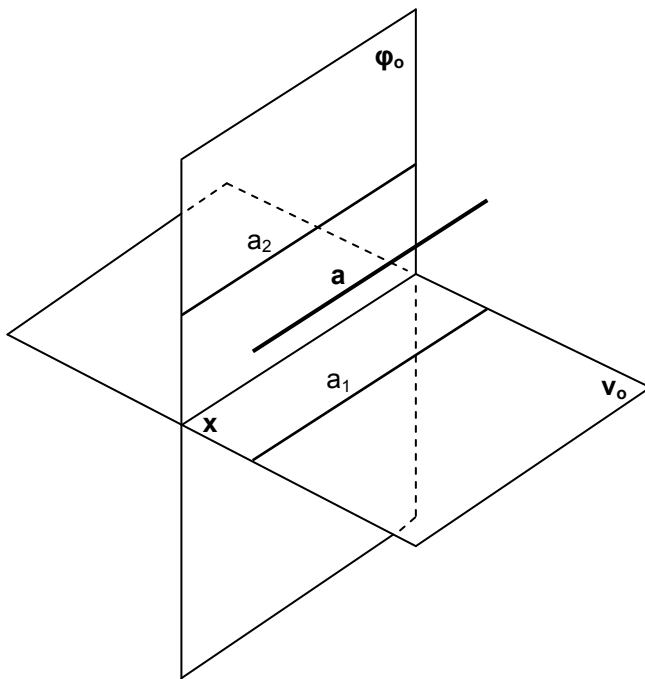


### A reta frontal em projeções

A reta  $f$  tem afastamento positivo e abertura para a direita e corresponde à que está representada em perspectiva. A reta  $b$  tem afastamento negativo e abertura para a esquerda, estando apenas representada pelas suas projeções. As projeções horizontais de uma reta frontal são paralelas ao eixo  $x$ , as frontais são oblíquas.

## Reta fronto-horizontal

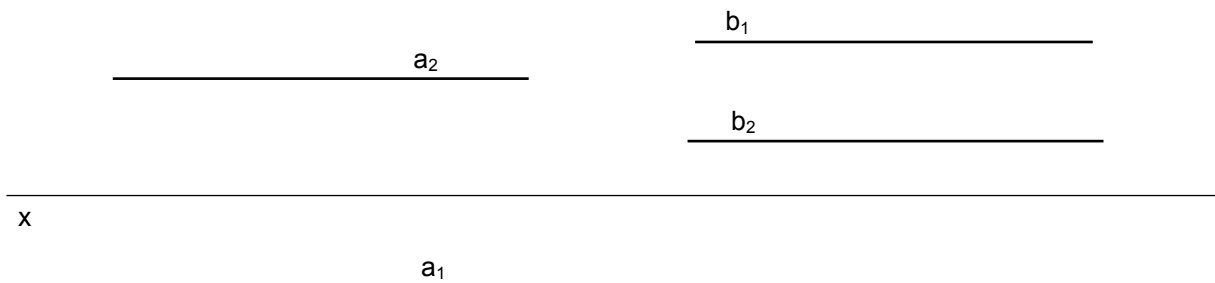
A reta fronto-horizontal é paralela aos dois planos de projeção, pelo que não possui traços.



$$a \begin{cases} // \text{ PHP} \\ // \text{ PFP} \end{cases}$$

### A reta fronto-horizontal em perspectiva

A reta fronto-horizontal  $a$  é projetada no PHP em  $a_1$  e no PFP em  $a_2$ , ambas as projeções são paralelas ao eixo  $x$ . Esta reta não cruza os planos de projeção, pelo que não tem traços.



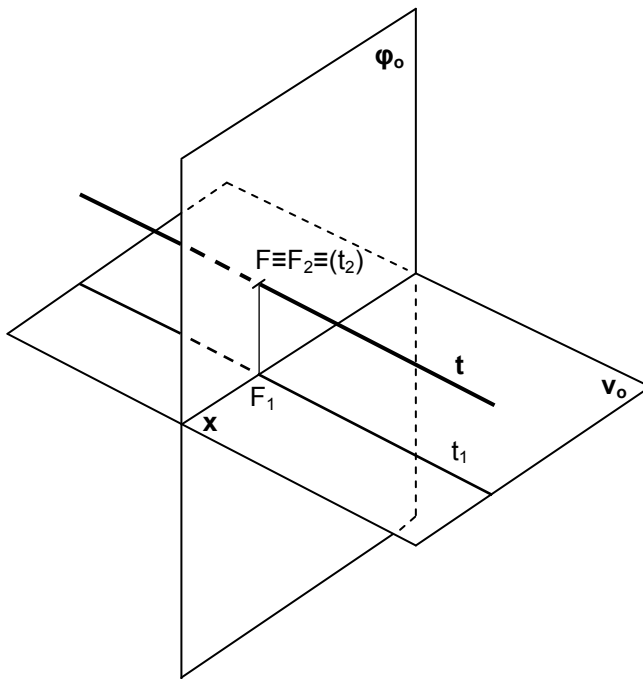
### A reta fronto-horizontal em projeções

A reta  $a$  tem afastamento positivo e cota positiva, situa-se no I.º diedro. A reta  $b$  tem afastamento negativo e cota positiva, situando-se no II.º diedro. A reta  $a$  corresponde à que está representada em perspectiva; a recta está apenas representada em projeções.

Ambas as projeções duma reta fronto-horizontal são paralelas ao eixo  $x$ .

## Reta de topo

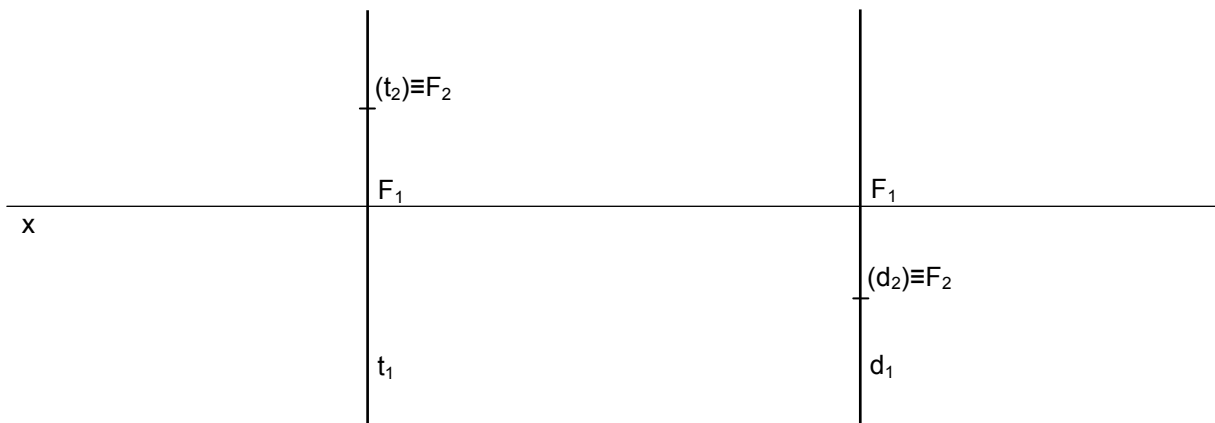
A reta de topo é paralela ao plano horizontal de projeção e perpendicular ao plano frontal de projeção. Tem apenas traço frontal. Esta reta é projetante frontal, o que quer dizer que todos os pontos que possui são projetados frontalmente no seu traço (ver mais adiante “Marcação de pontos nas retas fronto-horizontal, de topo e vertical”).



$$t \begin{cases} // \text{ PHP} \\ \perp \text{ PFP} \end{cases}$$

### A reta de topo em perspectiva

A reta de topo  $t$  é projetada no PHP em  $t_1$ , projeção essa paralela à própria reta. A projeção frontal fica reduzida a um ponto, indicando-se entre parêntesis  $(t_2)$ . Essa projeção coincide com o traço da recta.



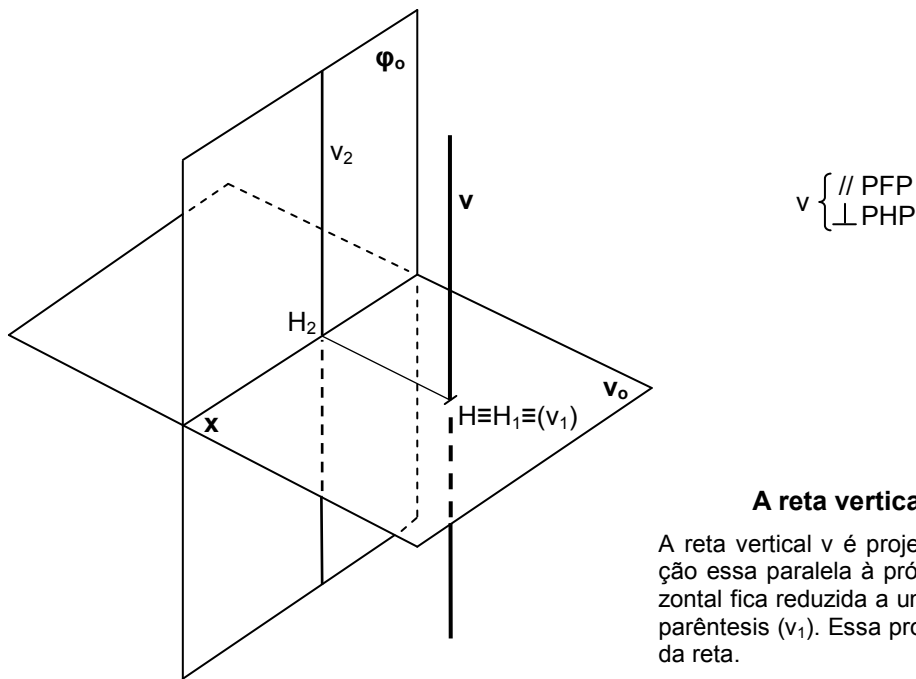
### A reta de topo em projeções

A reta  $t$  tem cota positiva, situa-se nos I.º e II.º diedros; a reta  $d$  tem cota negativa, pelo que se situa nos III.º e IV.º diedros. A reta  $t$  corresponde à que está representada em perspectiva; a reta  $d$  está apenas representada nas projeções.

A projeção horizontal de uma reta de topo é perpendicular ao eixo  $x$ , a frontal fica reduzida a um ponto coincidente com o seu traço.

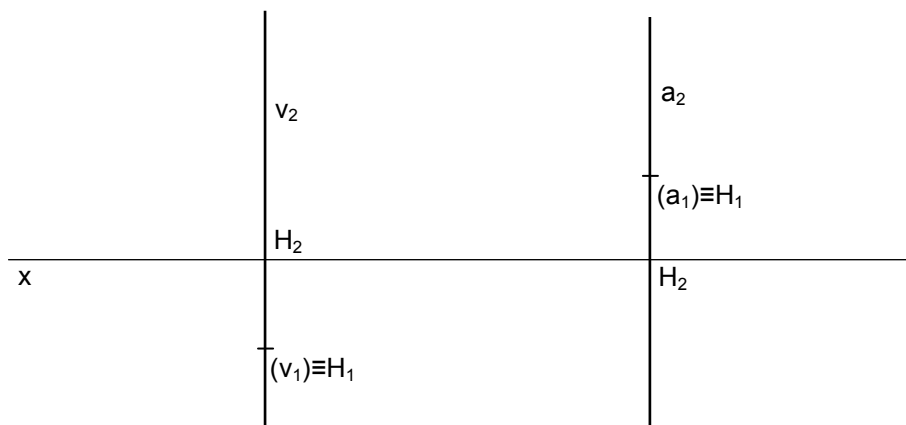
## Reta vertical

A reta vertical é paralela ao plano frontal de projeção e perpendicular ao plano horizontal de projeção. Tem apenas traço horizontal. Esta reta é projetante horizontal, o que quer dizer que todos os pontos que possui são projetados horizontalmente no seu traço (ver mais adiante “marcação de pontos nas retas de topo e vertical”).



### A reta vertical em perspectiva

A reta vertical  $v$  é projetada no PFP em  $v_2$ , projeção essa paralela à própria recta. A projeção horizontal fica reduzida a um ponto, indicando-se entre parêntesis  $(v_1)$ . Essa projeção coincide com o traço da reta.



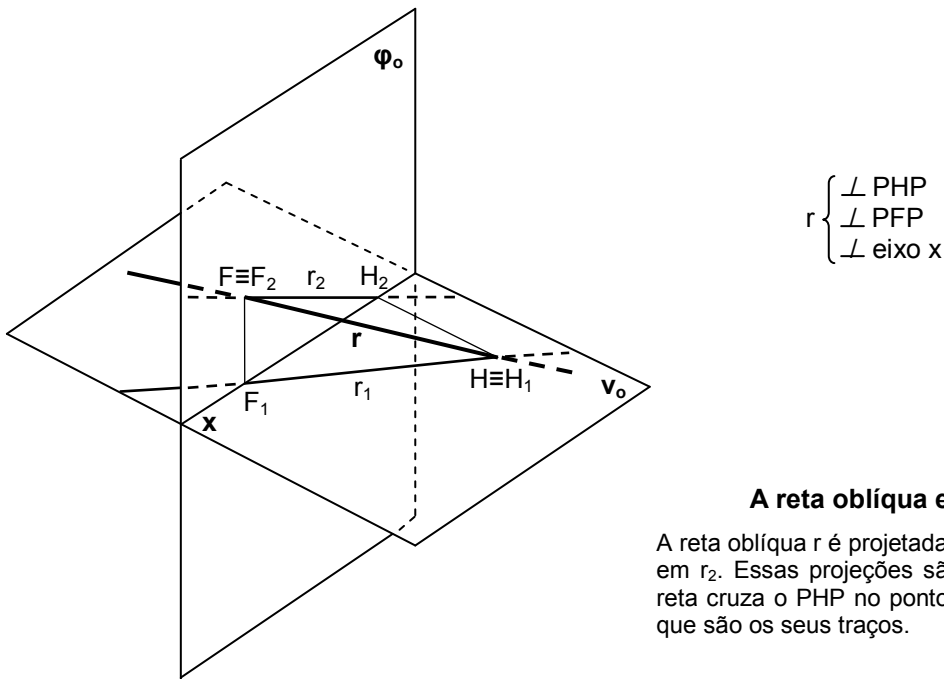
### A reta vertical em projeções

A reta  $v$  tem afastamento positivo, situa-se nos I.º e IV.º diedros. A recta  $a$  tem afastamento negativa, pelo que se situa nos II.º e III.º diedros. A reta  $v$  corresponde à que está representada em perspectiva; a recta  $a$  está apenas representada nas projeções.

A projeção frontal de uma reta vertical é perpendicular ao eixo  $x$ , a horizontal fica reduzida a um ponto, coincidente com o seu traço.

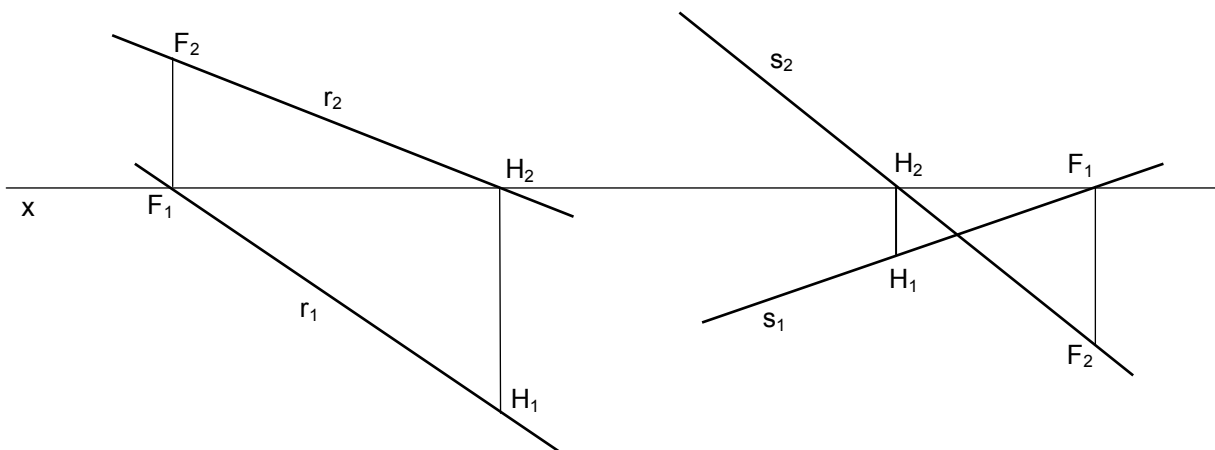
## Reta oblíqua

A reta oblíqua é oblíqua a ambos os planos de projeção e oblíqua também ao eixo  $x$ . Tem dois traços. As suas projeções horizontal e frontal podem ter abertura para a esquerda ou para a direita, o que se considera onde os afastamentos e as cotas são positivas, respetivamente.



### A reta oblíqua em perspectiva

A reta oblíqua  $r$  é projetada no PHP em  $r_1$  e no PFP em  $r_2$ . Essas projeções são oblíquas ao eixo  $x$ . A reta cruza o PHP no ponto  $H$  e o PFP no ponto  $F$ , que são os seus traços.

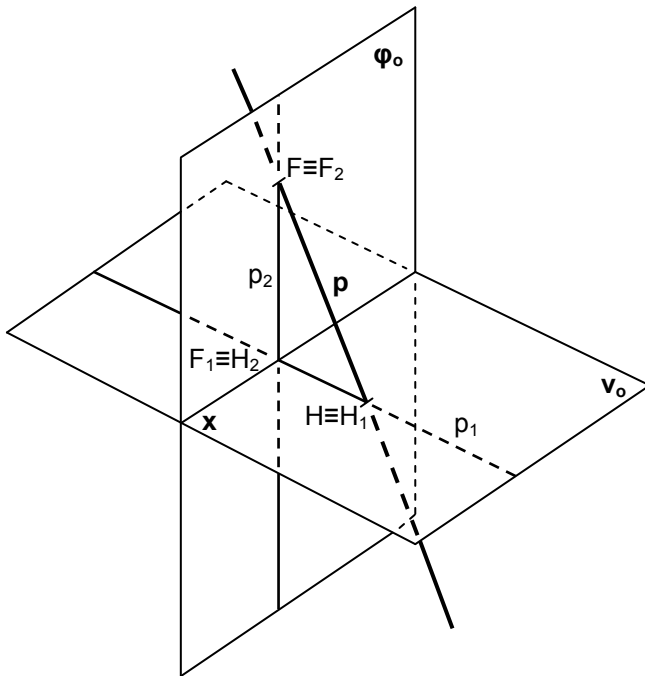


### A reta oblíqua em projeções

As projeções da reta  $r$  têm aberturas para lados opostos. As projeções da reta  $s$  têm aberturas para o mesmo lado. A reta  $r$  corresponde à que está representada em perspectiva; passa pelos diedros II, I e IV. A reta  $s$  está apenas representada nas projeções; passa pelos diedros I, IV e III. A projeções duma reta oblíqua são oblíquas ao eixo  $x$ .

## Reta de perfil

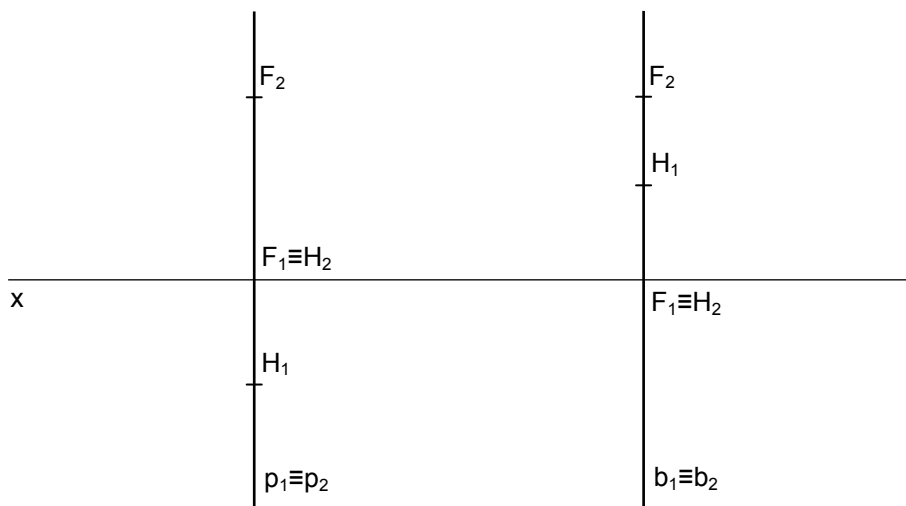
A reta de perfil é oblíqua aos planos de projeção e perpendicular ao eixo  $x$ . Tem dois traços que, situados em diferentes semi-planos, farão com que a reta atravesse diferentes diedros.



$$p \begin{cases} \perp \text{ PHP} \\ \perp \text{ PVP} \\ \perp \text{ eixo } x \end{cases}$$

### A reta de perfil em perspectiva

A reta de perfil  $p$  é projetada no PHP em  $p_1$  e no PVP em  $p_2$ . Essas projeções são perpendiculares ao eixo  $x$ . A reta cruza o PHP no ponto  $H$  e o PVP no ponto  $F$ , que são os seus traços.



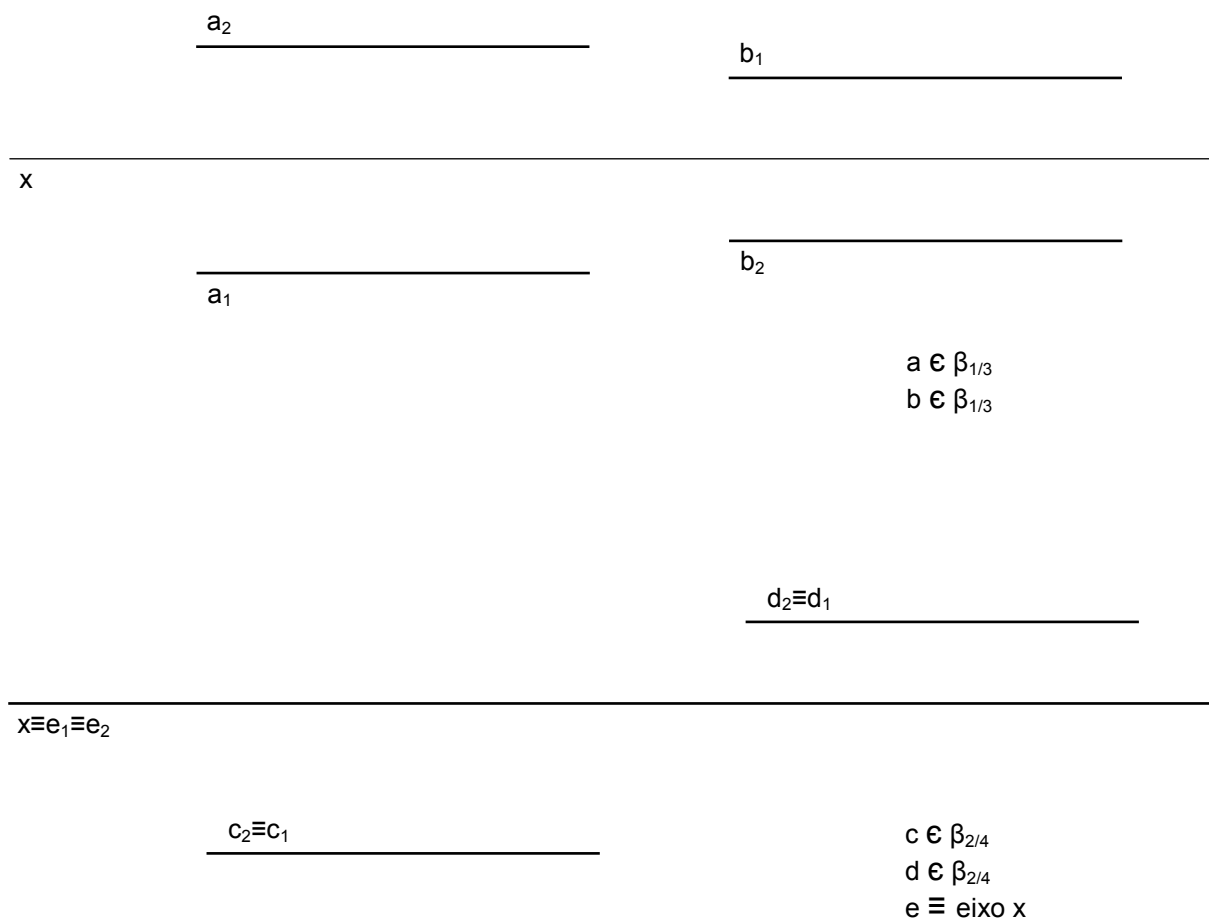
### A reta de perfil em projeções

No espaço, as projeções da reta de perfil não são coincidentes, como se pode ver na perspectiva, mas depois de se dar o rebatimento de um plano de projeção sobre o outro elas ficam coincidentes e perpendiculares ao eixo  $x$ . A reta  $p$  passa pelos diedros II, I e IV e corresponde à que está representada na perspectiva; a recta  $b$  é uma de outras possibilidades, passando pelos diedros I, II e III.



## Posições particulares da reta fronto-horizontal

A reta fronto-horizontal apresenta algumas posições particulares, onde está contida nos planos bissetores.

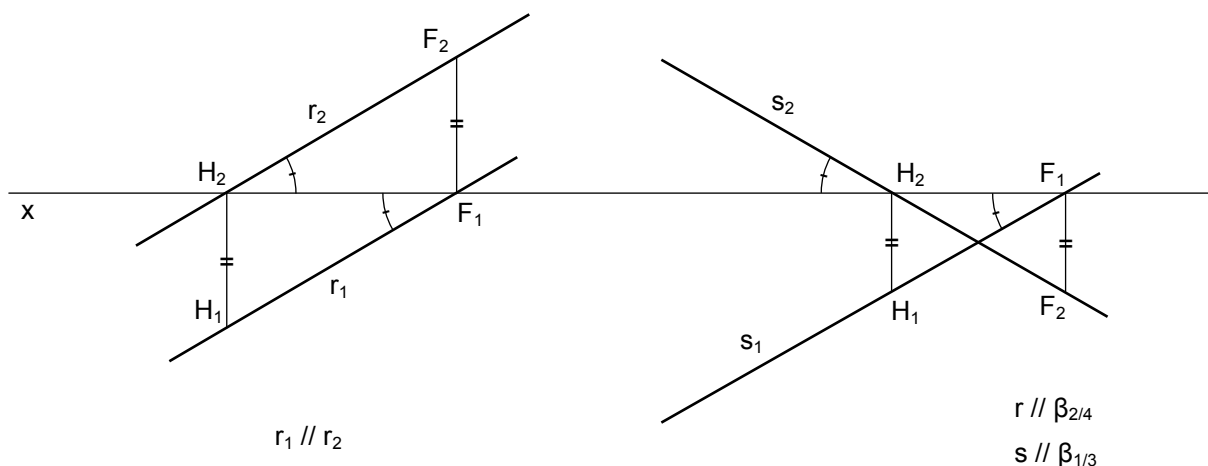


### Retas situadas nos planos bissetores e no eixo x

As retas a e b situam-se no  $\beta_{1/3}$  porque as suas projeções se apresentam uma para cada lado do eixo x e com cota e afastamento iguais. As retas c e d têm projeções coincidentes, pelo que se situam no  $\beta_{2/4}$ . Estas situações de pertença aos planos bissetores são idênticas às que encontramos nos pontos. A reta e coincide com o eixo x.

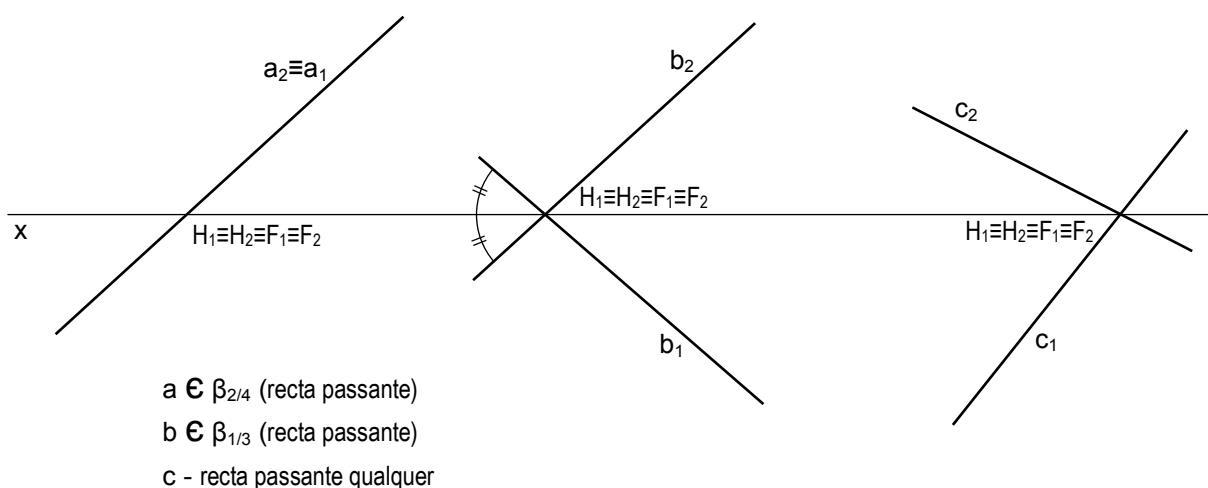
## Posições particulares da reta oblíqua

Em posições particulares, a reta oblíqua pode ser paralela aos planos bissetores, estar contida neles ou ser apenas passante. Retas passantes são as que cruzam o eixo x.



### Retas paralelas aos planos bissetores

As projeções da recta  $r$  são paralelas entre si, pelo que os seus traços têm medidas iguais, situando-se para lados opostos do eixo  $x$ . É paralela ao  $\beta_{2/4}$ . As projeções da recta  $s$  fazem ângulos iguais com o eixo  $x$ , com aberturas para o mesmo lado; os seus traços têm medidas iguais e ficam para o mesmo lado do eixo  $x$ . É paralela ao  $\beta_{1/3}$ .

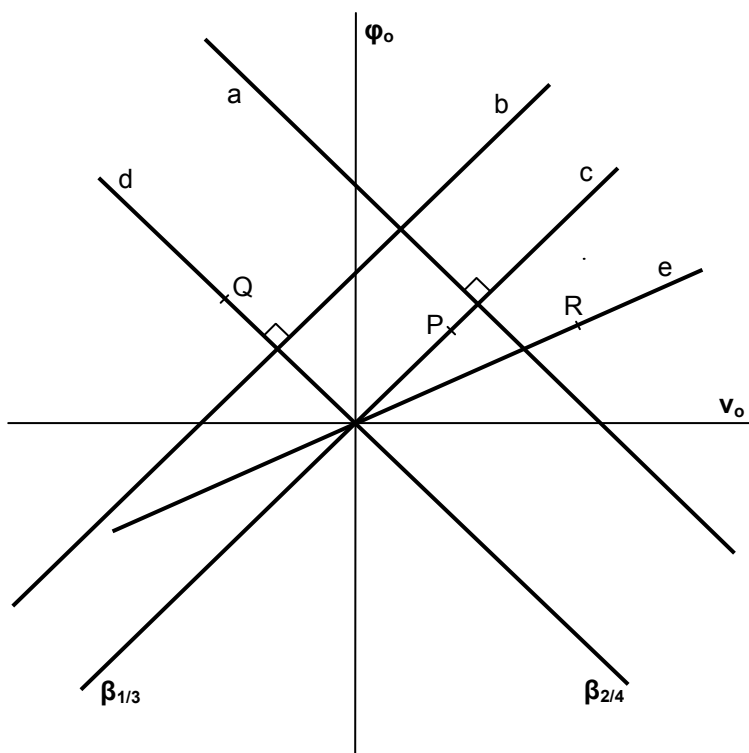
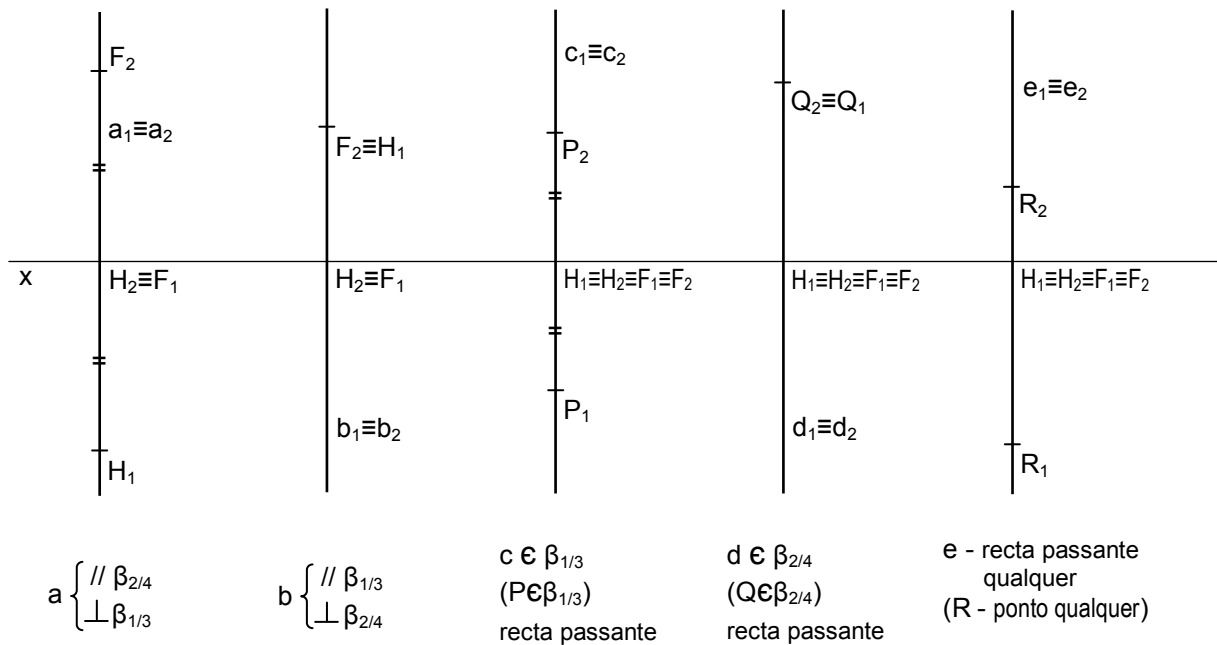


### Retas passantes

A recta  $a$  tem projeções coincidentes, situa-se no  $\beta_{2/4}$ ; a recta  $b$  tem projeções com ângulos simétricos, situa-se no  $\beta_{1/3}$ . Qualquer ponto da recta  $a$  tem projeções coincidentes, por isso pertence ao  $\beta_{2/4}$ ; qualquer ponto da recta  $b$  tem projeções simétricas, pelo que pertence ao  $\beta_{1/3}$ . A recta  $c$  é uma recta passante qualquer, uma vez que as suas projeções têm ângulos diferentes.

## Posições particulares da reta de perfil

As posições particulares da reta de perfil são idênticas às da reta oblíqua. Por serem mais difíceis de visualizar a partir das suas projeções, mostram-se representações dessas retas nos planos de projeção vistos de lado.

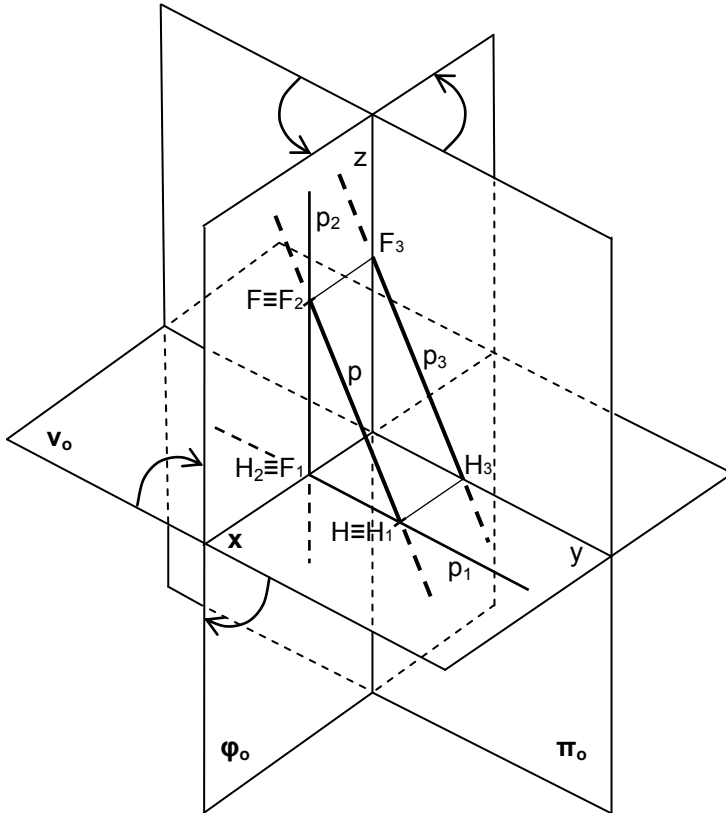


### Posições particulares da reta de perfil, representadas nas projeções e vistas de lado

Os traços da reta a têm medidas iguais, cada um representado para um lado do eixo x, o que faz com que essa reta seja paralela ao  $\beta_{2/4}$  e simultaneamente perpendicular ao  $\beta_{1/3}$ . Os traços da reta b são coincidentes, o que faz com que seja paralela ao  $\beta_{1/3}$  e perpendicular ao  $\beta_{2/4}$ . A reta c situa-se no  $\beta_{1/3}$ , cruza o eixo x e contém o ponto P, que também se situa nesse bisetor. A reta d situa-se no  $\beta_{2/4}$ , cruza o eixo x e contém o ponto Q, que se situa nesse bisetor. A reta e cruza o eixo x e contém o ponto R que é um ponto qualquer. As retas c, d e e são passantes, isto é, cruzam o eixo x, por que é aí que se situam ambos os seus traços. Para ficarem devidamente definidas há que acrescentar um outro ponto que as situe no espaço.

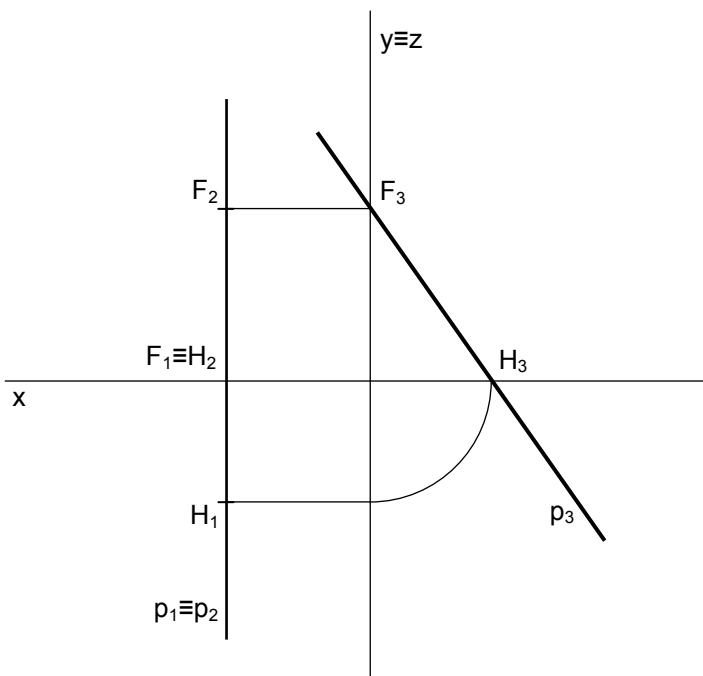
## A projeção lateral da reta de perfil

Alguns exercícios de Distâncias, Ângulos, Paralelismos e Perpendicularidades determinam-se recorrendo à projeção lateral da reta. A reta de perfil é aquela que mais uso faz da projeção lateral.



### A projeção lateral de uma reta de perfil em perspectiva

Aqui mostram-se as três projeções de uma recta de perfil. Tal como acontece com o PFP e o PHP, a projeção no PLP é feita na perpendicular a este plano. Uma vez obtida a projeção lateral, o PLP rebate sobre o PFP, ficando a projeção lateral da reta como se mostra na imagem seguinte.

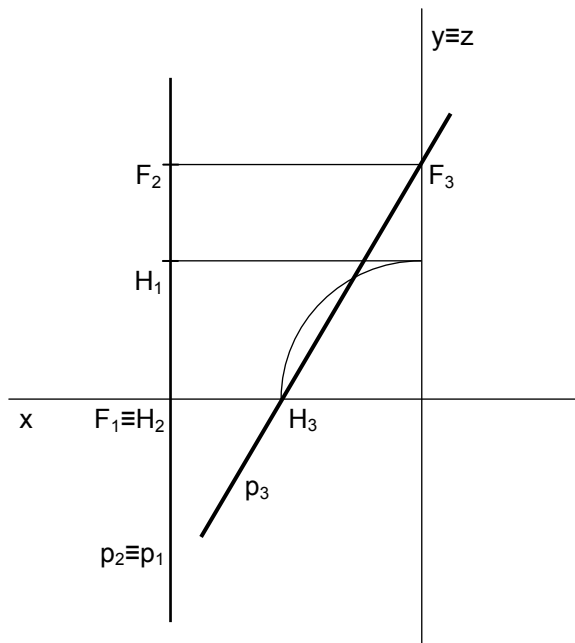


### A projeção lateral da reta de perfil

A projeção lateral da reta de perfil obtém-se unindo as projeções laterais dos pontos que a definem. Neste caso a reta está definida pelos seus traços, mas quando está definida por outros pontos procede-se do mesmo modo.

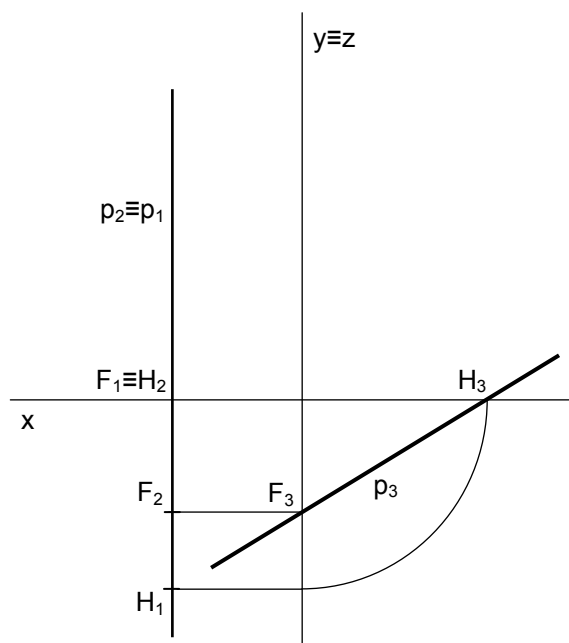
A projeção  $H_3$  obtém-se rodando a medida de  $H_1$  no sentido inverso dos ponteiros do relógio.

Dado que a reta de perfil apresenta algumas variantes, será útil verificar como se determinam as suas projeções laterais em algumas situações diferentes.



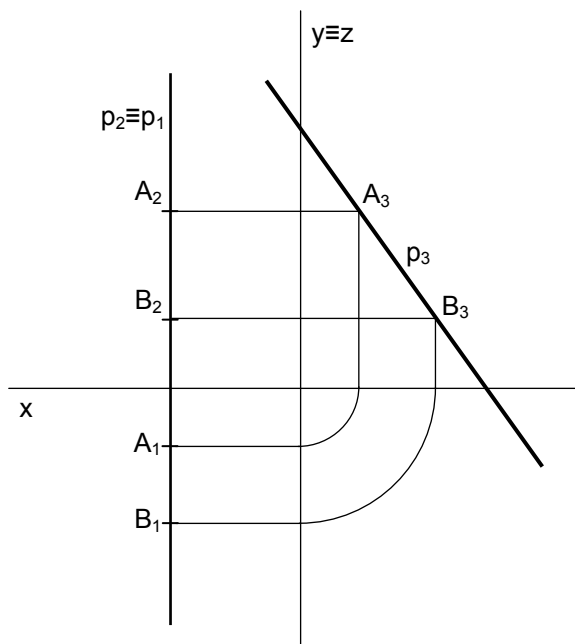
**Reta de perfil com os traços acima do eixo x**

A projeção  $H_3$  surge à esquerda de  $y=z$  em virtude de o rebatimento do PHP se efetuar no sentido inverso ao dos ponteiros do relógio.



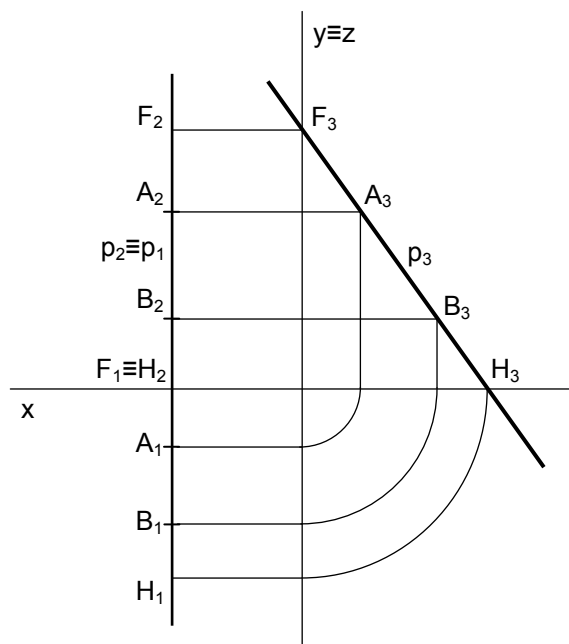
**Reta de perfil com os traços abaixo do eixo x**

A projeção lateral do ponto F está sempre em  $y=z$ , obtém-se através de uma linha paralela ao eixo x.



**Reta de perfil definida por dois pontos**

Se uma reta está definida por dois pontos, que não os traços, a sua projeção lateral determina-se unindo as projeções laterais desses pontos.

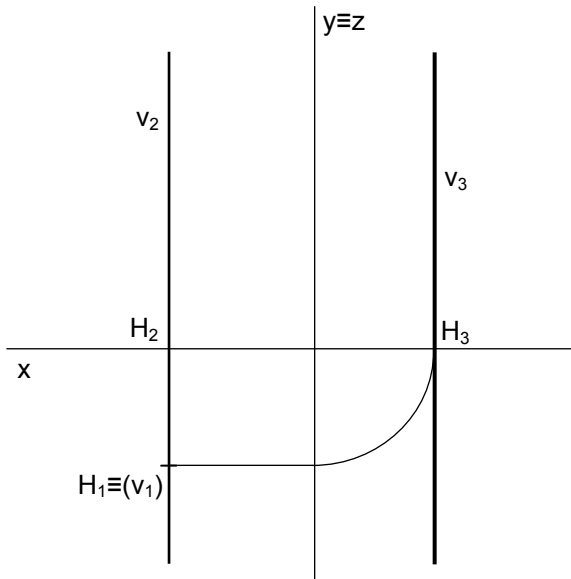


**Determinação dos traços da reta de perfil**

Quando uma reta está definida por dois pontos, pode-se determinar os seus traços através da projeção lateral. Este exercício continua o anterior.

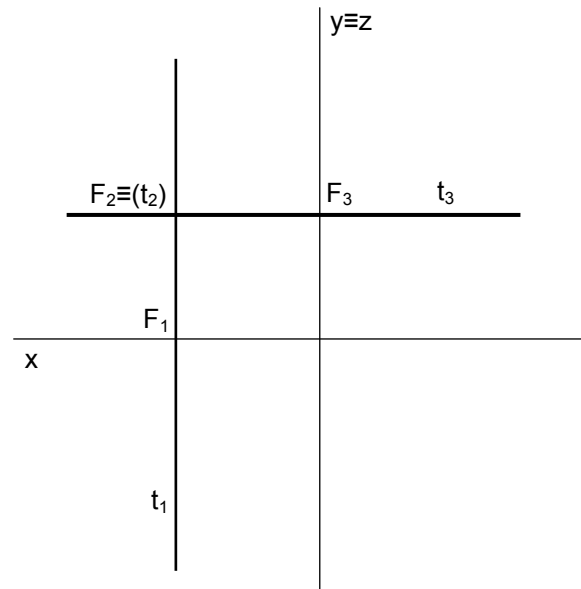
## A projeção lateral das retas vertical, de topo e fronto-horizontal

Sobretudo nos capítulos Distâncias e Ângulos é, por vezes, necessário recorrer às projeções laterais destas retas. Mostra-se aqui como se determinam.



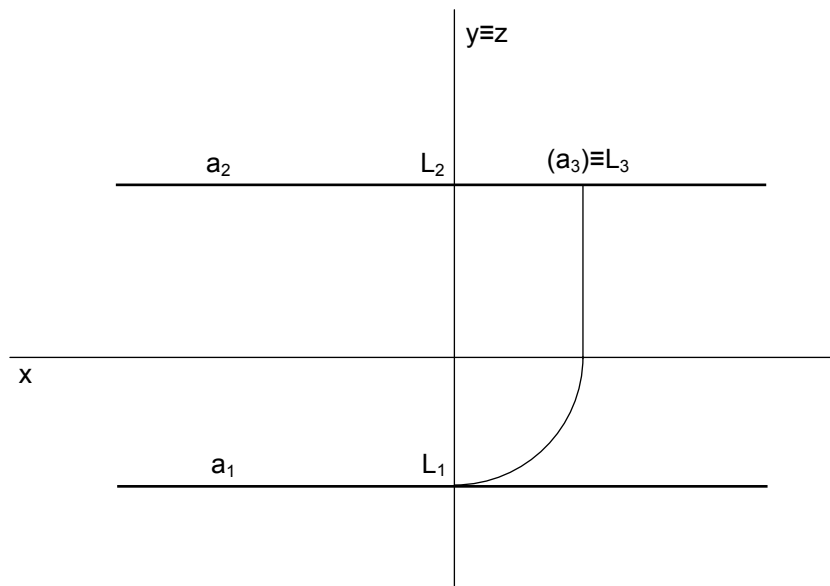
### A projeção lateral da reta vertical

A projeção lateral da reta vertical fica perpendicular ao eixo x, contendo a projeção lateral do seu traço.



### A projeção lateral da reta de topo

A projeção lateral da reta de topo fica paralela ao eixo x e passa pela projeção lateral do seu traço.

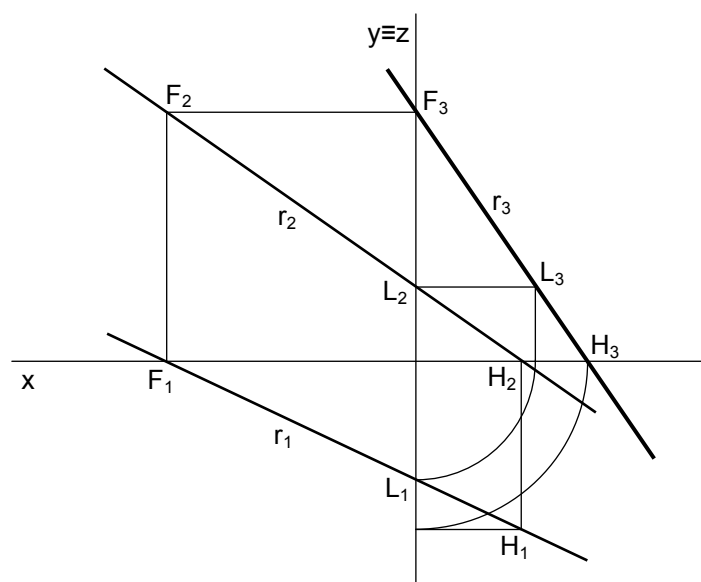
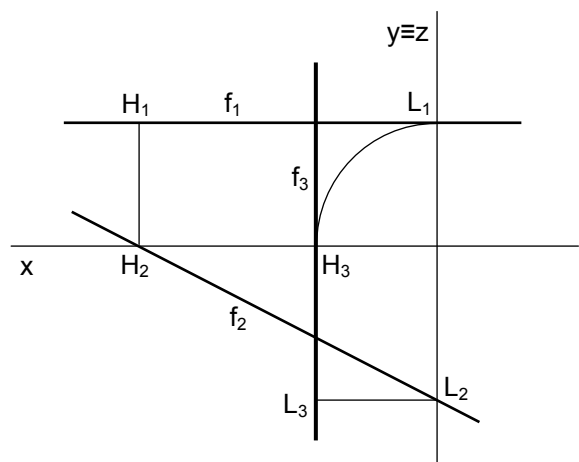
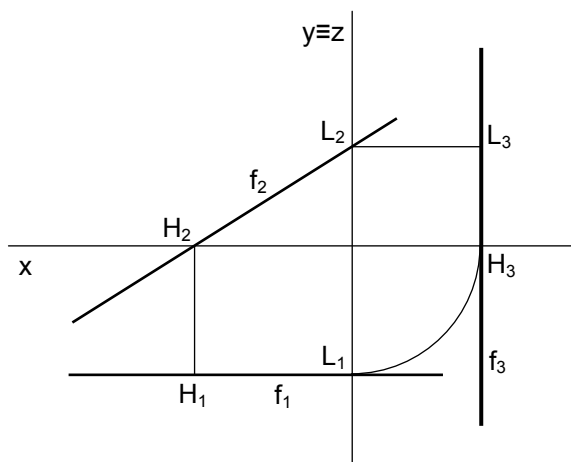
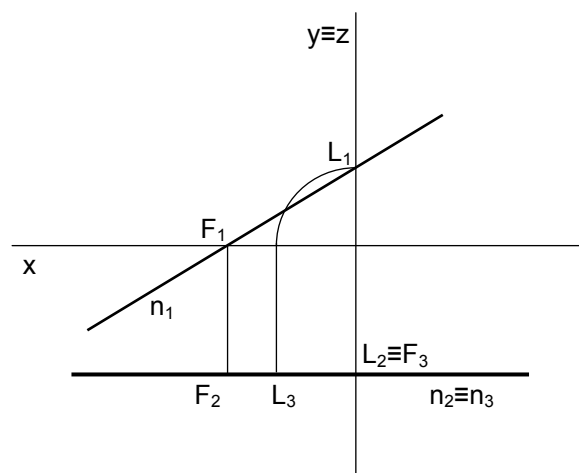
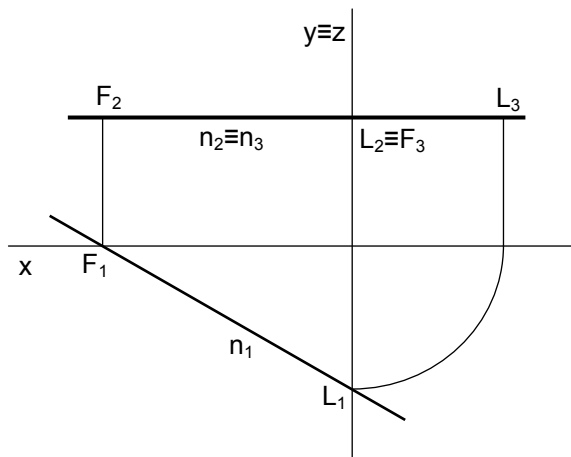


### A projeção lateral da reta fronto-horizontal

Para obter a projeção lateral desta reta roda-se para o eixo x a medida correspondente ao seu afastamento. Uma vez que a reta é perpendicular ao PLP, a sua projeção lateral fica reduzida a um ponto, coincidente com a projeção lateral do traço da reta, o ponto L.

## A projeção lateral das retas horizontal, frontal e oblíqua

Embora sem aplicação prática na resolução de qualquer outro tipo de exercício, mostra-se aqui como se determinam as projeções laterais destas retas.



### A projeção lateral das retas horizontal, frontal e oblíqua e respetivos traços

As projeções laterais das retas horizontais, tenham cota positiva ou negativa, são coincidentes com as frontais.

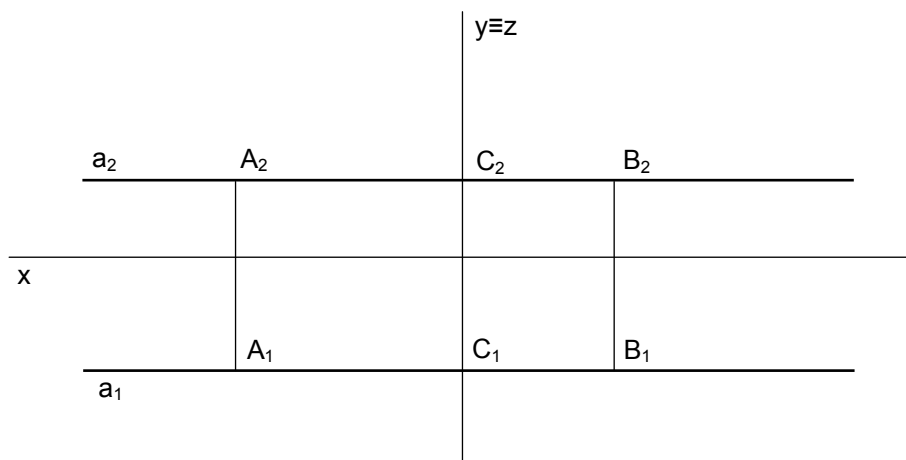
As projeções laterais das retas frontais, tenham afastamento positivo ou negativo, são perpendiculares ao eixo  $x$ .

Para determinar as projeções laterais das retas oblíquas é necessário determinar as projeções laterais de dois dos seus pontos. Aqui utilizam-se os seus traços, mas podem ser utilizados outros pontos.

Nos casos anteriores estão também indicadas as três projeções dos traços das retas.

## Marcação de pontos nas retas fronto-horizontal, de topo e vertical

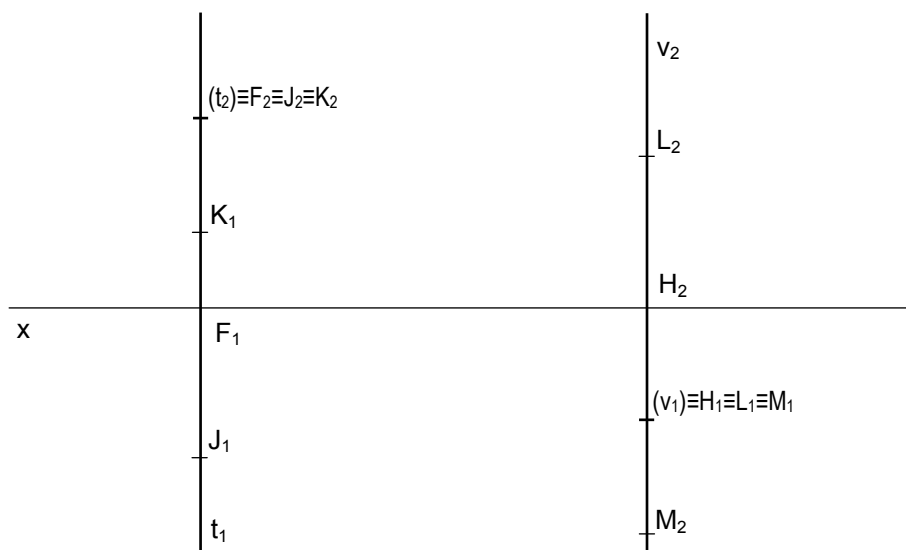
Para que um ponto pertença a uma reta é necessário que as suas projeções se situem nas projeções homónimas dessa reta. Como veremos, basta dar uma das coordenadas de um ponto para que este pertença às recas fronto-horizontal, de topo e vertical.



### Marcação de pontos na reta fronto-horizontal

Todos os pontos que se marquem numa reta fronto-horizontal terão sempre o mesmo afastamento e a mesma cota (que são os da reta). Por isso, basta dar a medida da abcissa de cada um dos pontos. Aqui são dados os seguintes pontos:

A, com 3cm de abcissa; B, com -2cm de abcissa; C, com 0cm de abcissa.



### Marcação de pontos nas retas de topo e vertical

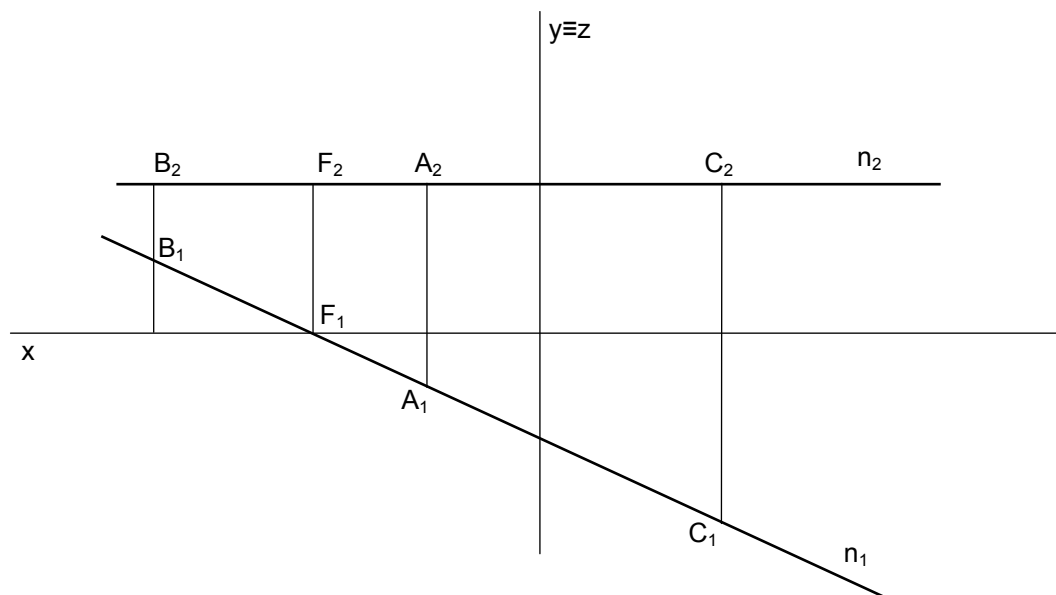
Uma reta de topo mantém os mesmos valores de abcissa e de cota. Para marcar pontos nessa reta basta dar o valor do afastamento. Uma reta vertical mantém os valores de abcissa e de afastamento. Para marcar pontos nessa reta basta dar o valor da cota.

J, com 2cm de afastamento; K, com -1cm de afastamento. L, com 2cm de cota; M, com -3cm de cota.



## Marcação de pontos nas retas horizontal e frontal

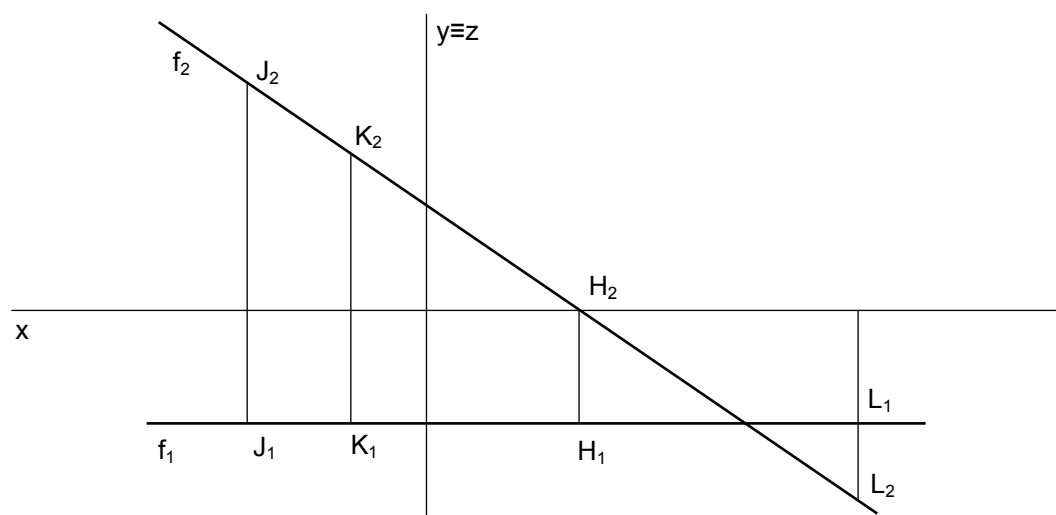
Também para traçar pontos situados nestas retas basta dar uma de duas coordenadas, já que a outra mantém o mesmo valor.



### Marcação de pontos na reta horizontal

Todos os pontos que se marquem numa reta horizontal terão sempre a mesma cota (que é a da própria reta). Para marcar pontos nessa reta basta dar a medida da abscissa ou do afastamento. São dados os seguintes pontos, a título de exemplo:

A, com 1,5cm de abscissa; B, com -1cm de afastamento; C, com 2,5cm de afastamento.



### Marcação de pontos na reta frontal

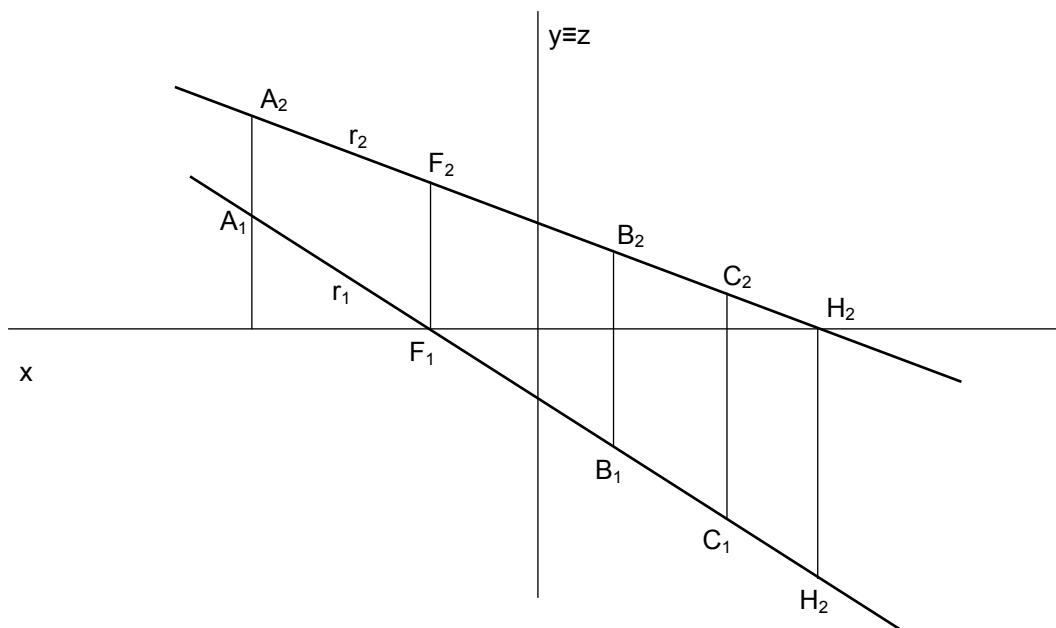
Os pontos de uma reta frontal terão sempre o mesmo afastamento (que é o da própria reta). Para se marcar pontos nessa reta basta dar o seu valor de cota ou de abscissa.

A título de exemplo são dados os seguintes pontos:

J, com 3cm de cota; K, com 1cm de abscissa; L, com -2,5cm de cota.

## Marcação de pontos nas retas oblíqua e de perfil

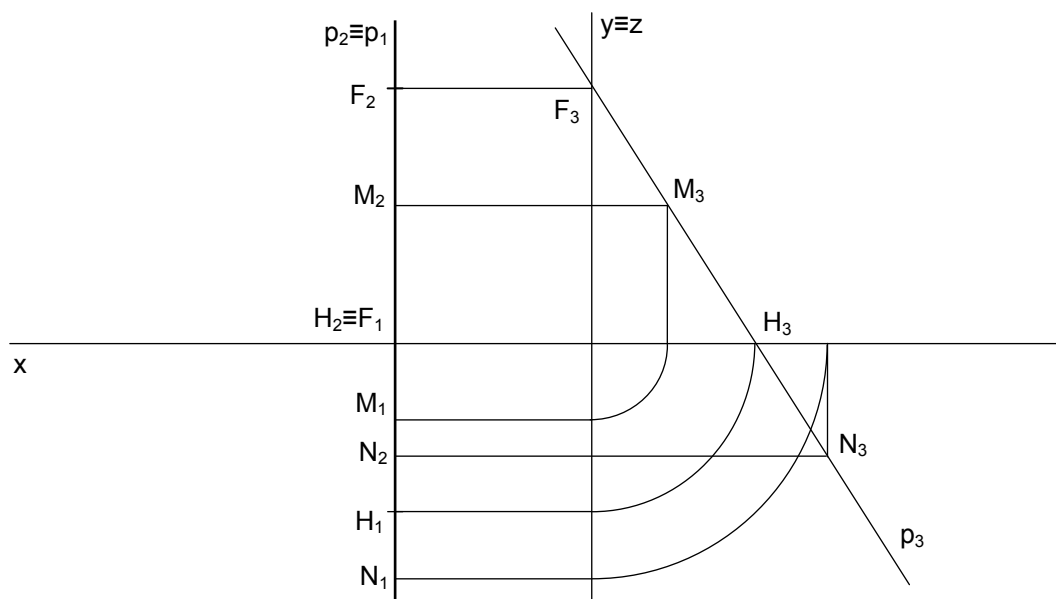
Para marcar pontos na reta oblíqua basta dar uma das suas coordenadas, qualquer que ela seja. Para marcar pontos na reta de perfil dá-se o valor do afastamento ou da cota, já que o da abcissa é sempre o mesmo. Aqui recorre-se à projeção lateral para marcar pontos na reta de perfil.



### Marcação de pontos na reta oblíqua

A reta oblíqua não mantém constante nenhuma coordenada, mas para se traçarem pontos nela basta que seja dada uma das suas coordenadas, seja ela qual for. São dados os seguintes pontos, a título de exemplo:

A, com -1,5cm de afastamento; B, com 1cm de cota; C, com -2,5cm de abcissa



### Marcação de pontos na reta de perfil

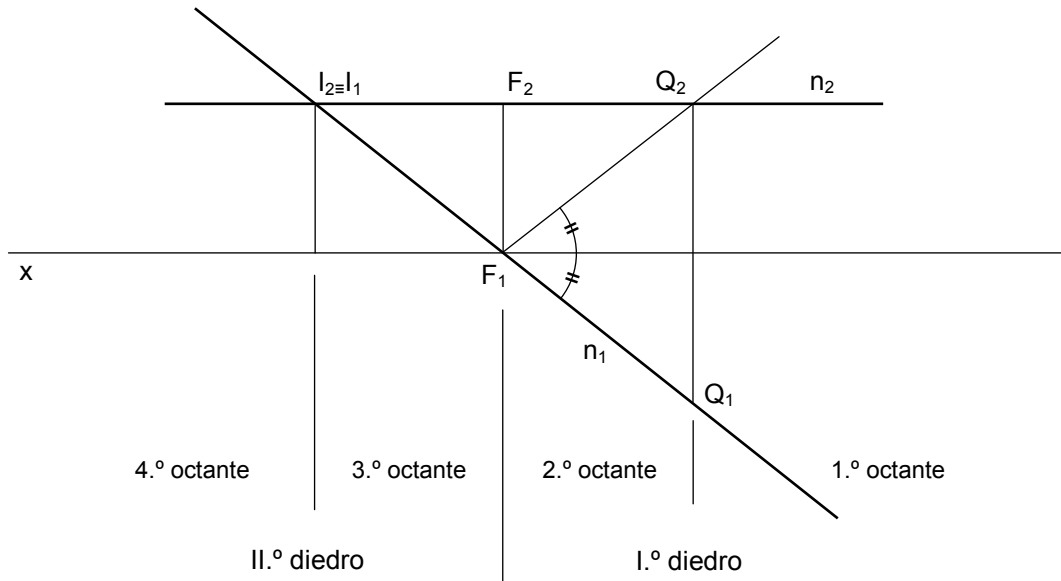
Uma reta de perfil mantém o mesmo valor de abcissa. Para se marcar pontos nessa reta recorre-se à projeção lateral, bastando saber o valor da cota ou do afastamento desses pontos. A título de exemplo são dados os seguintes pontos:

M, com 1cm de afastamento; N, com -1,5cm de cota.

## Percurso das retas horizontal e frontal

Aqui determinam-se pontos notáveis e indicam-se os diedros e os octantes por onde cada uma destas retas passa. É nisso que consiste a determinação do percurso de uma reta.

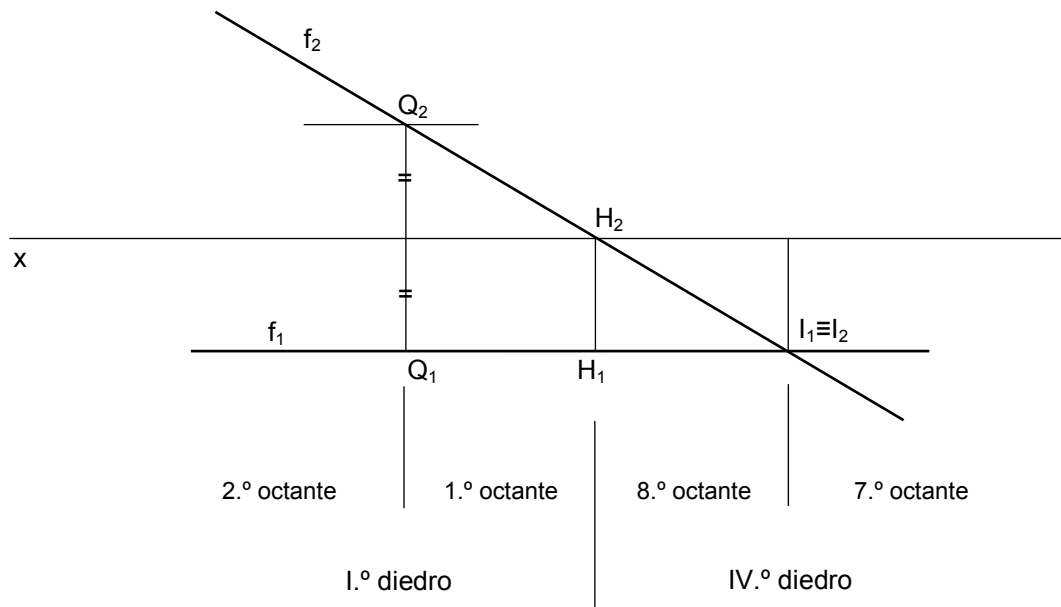
Pontos notáveis de uma reta são os seus traços nos planos de projecção e nos planos bissectores.



### Percurso da reta horizontal

Aqui mostra-se o percurso de uma reta horizontal com cota positiva e abertura para a direita. A reta cruza o  $\beta_{2/4}$  no ponto I e o  $\beta_{1/3}$  no ponto Q. Para obter o ponto Q traçou-se, a partir do eixo x, uma linha simétrica à projecção  $n_1$ ; deste modo, esse ponto terá cota e afastamento iguais.

Aplica-se este processo quando o ângulo da projecção da reta é um valor inteiro e conhecido.

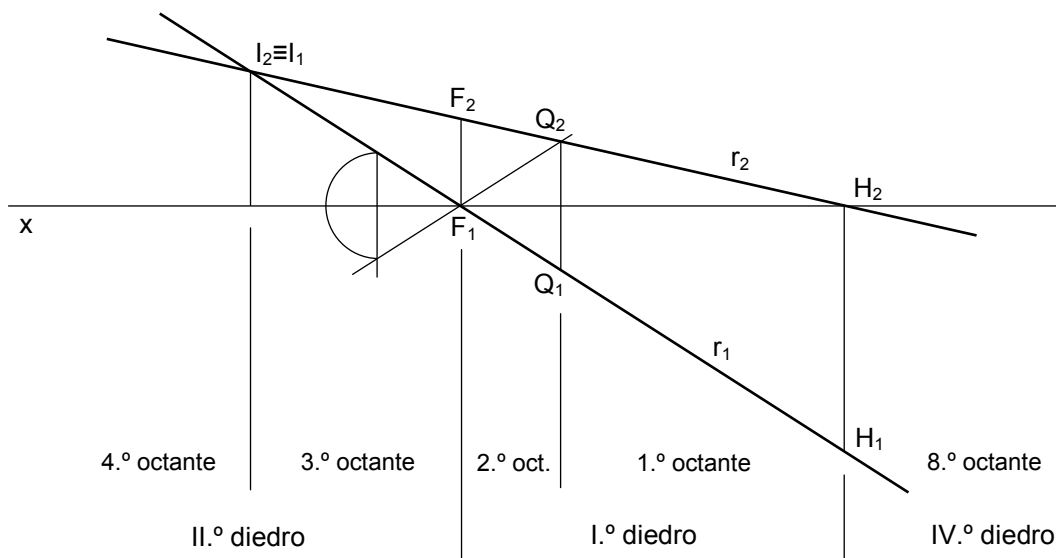


### Percurso da reta frontal

Esta reta tem afastamento positivo e abertura para a esquerda. Cruza o  $\beta_{2/4}$  no ponto I e o  $\beta_{1/3}$  no ponto Q. Aqui o ponto Q obteve-se traçando uma paralela ao eixo x com medida igual à do afastamento da reta. É possível aplicar este processo apenas nas retas frontal e horizontal.

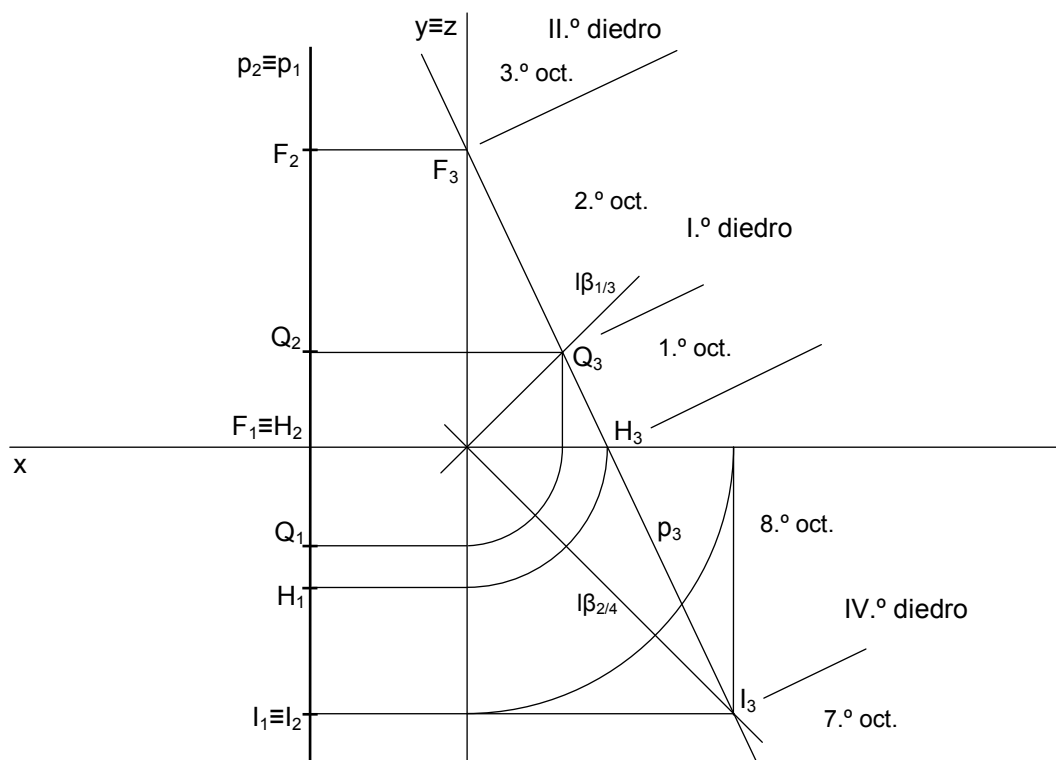
## Percurso das retas oblíqua e de perfil

Aqui determinam-se os pontos notáveis destas retas e indicam-se os seus percursos.



### Percurso da reta oblíqua

Aqui está indicado o percurso de uma reta oblíqua com o traço frontal com cota positiva e o horizontal com afastamento positivo. A reta cruza o  $\beta_{2/4}$  no ponto I e o  $\beta_{1/3}$  no ponto Q. Para obter o ponto Q pode marcar-se um ponto qualquer numa das projeções (não é necessário dar-lhe nome) e transpor, com o compasso, essa medida para o lado oposto do eixo x. Com uma linha simétrica à da projeção utilizada determina-se o ponto.

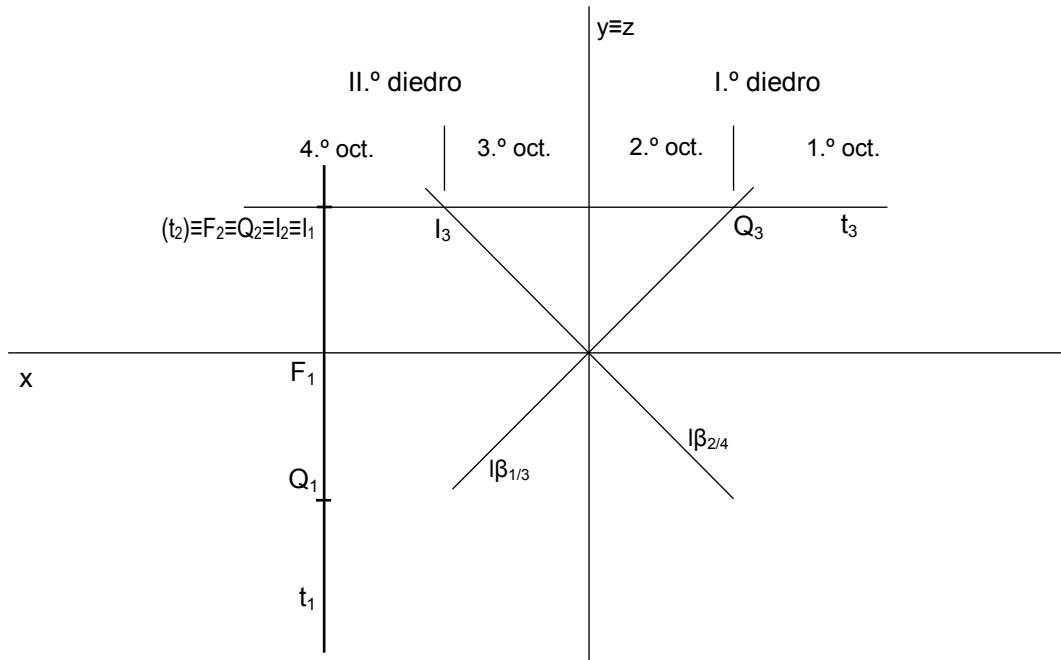


### Percurso da reta de perfil

Como as projeções frontal e horizontal são coincidentes, o percurso da reta de perfil indica-se na projeção lateral. Para determinar os pontos I e Q utilizam-se os traços laterais dos planos bissetores, que fazem  $45^\circ$  com os eixos. Esta reta estava, à partida, definida pelos seus traços, mas se estiver definida por outros pontos proceda-se de forma idêntica.

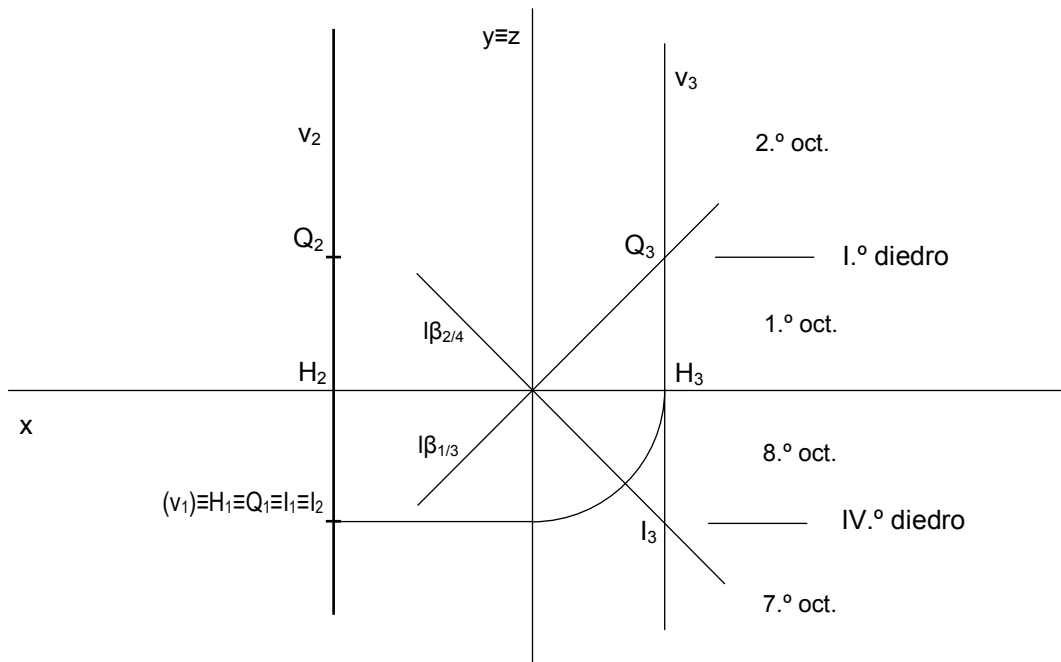
## Percurso das retas de topo e vertical

Aqui, os pontos notáveis determinam-se diretamente. Contudo, como uma das projeções destas retas fica reduzida a um ponto, sugere-se a indicação do seu percurso na projeção lateral.



**Percurso da reta de topo**

Os pontos Q e I, respetivamente do  $\beta_{1/3}$  e do  $\beta_{2/4}$ , determinam-se diretamente, uma vez que o ponto Q tem uma projeção para cada lado do eixo x e o ponto I tem projeções coincidentes. Com recurso aos traços laterais dos planos bissetores, fica evidente o percurso da reta.



**Percurso da reta vertical**

Tal como na reta anterior, também aqui os pontos Q e I se determinam diretamente e se indica o percurso da reta na sua projeção lateral.

## Reta – Exercícios

### Retas com marcação de pontos

1. Representar a reta fronto-horizontal  $h$ , que contém o ponto  $P(1;3;-1)$ . Nela marcar os pontos:

- A, com 2cm de abcissa
- B, com 4cm de abcissa
- C, com -3cm de abcissa

2. Representar a reta horizontal  $n$ , com 2cm de cota, fazendo  $40^\circ ad$ , sendo o seu traço o ponto  $F$  com 2cm de abcissa. Nela marcar os pontos:

- D, com 4cm de afastamento
- E, com -1cm de abcissa
- G, com -1cm de afastamento
- I, com 6cm de abcissa

3. Representar a reta frontal  $f$ , que contém o ponto  $R(4;-3;6)$ . Nela marcar os pontos:

- H, traço da reta, com -3cm de abcissa
- K, com 4cm de cota
- L, com -2cm de abcissa
- M, com -4cm de cota

4. Representar a reta de topo  $t$ , com 3cm de cota e 4cm de abcissa. Nela marcar os pontos:

- F, traço da reta
- N, com 2cm de afastamento
- O, com -5cm de afastamento
- P, com -3cm de afastamento

5. Representar a reta vertical  $v$ , com -2cm de afastamento e 3cm de abcissa. Nela marcar os pontos:

- H, traço horizontal
- Q, com 4cm de cota
- R, com -3cm de cota

6. Representar a reta oblíqua  $r$ , cujos traços são os pontos  $H(2;2;0)$  e  $F(4;0;5)$ . Nela marcar os pontos:

- S, com 4cm de abcissa
- T, com 2cm de cota
- U, com 1cm de afastamento
- V, com -1cm de afastamento

### Pontos notáveis e percurso de retas

7. Representar a reta  $n$  do exercício 2. Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

8. Representar a reta  $f$  do exercício 3. Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

9. Representar a reta  $t$  do exercício 4. Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

10. Representar a reta  $v$  do exercício 5. Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

11. Representar a reta  $r$  do exercício 6. Determinar os pontos notáveis em falta e o seu percurso.

12. Representar a reta  $s$ , que contém os pontos  $A(4;-1;5)$  e  $B(-2;-4;-2)$ . Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

13. Representar a reta  $b$ , que contém o ponto  $R(-2;2;3)$ , fazendo as suas projeções frontal e horizontal  $40^\circ ad$  e  $40^\circ ae$ , respetivamente. Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

14. Representar a reta  $m$ , que contém o ponto  $M(2;-1,5;-3)$ , fazendo as suas projeções frontal e horizontal  $55^\circ ad$  e  $20^\circ ae$ , respetivamente. Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

15. Representar a reta  $c$ , que contém o ponto  $C(3;2;4)$  e é passante no ponto  $P$  com -2cm de abcissa. Determinar o percurso dessa reta.

16. Representar a reta  $e$ , passante no ponto  $R$  com 3cm de abcissa, fazendo as suas projeções frontal e horizontal  $55^\circ ad$  e  $25^\circ ae$ , respetivamente. Determinar o percurso dessa reta.

17. Representar a reta  $r$ , que contém o ponto  $P(1;2;3)$  e é paralela ao  $\beta_{2/4}$ , fazendo a sua projeções frontal  $35^\circ ad$ . Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

18. Representar a reta  $s$ , que contém o ponto  $S(-4;1;5)$ , fazendo a suas projeções frontal e horizontal ambas  $30^\circ ad$ . Determinar os pontos notáveis e o percurso dessa reta.

### Reta em tripla projeção

19. Representar as rectas  $h$  e  $n$  dos exercícios 1 e 2. Determinar as suas projeções laterais.

20. Representar as retas  $f$ ,  $t$  e  $v$  dos exercícios 3, 4 e 5. Determinar as suas projeções laterais.

21. Representar a reta  $r$  do exercício 6. Determinar as suas projeções laterais.

22. Representar a reta de perfil  $p$ , cujos traços são os pontos  $H(3;2;0)$  e  $F(3;0;5)$ . Determinar, recorrendo à projeção lateral, os seus pontos:

- X, com -1cm de afastamento
- Y, com 2cm de cota

23. Representar a reta do exercício anterior. Determinar os pontos notáveis em falta e o seu percurso.

24. Representar a reta  $a$ , definida pelos pontos  $R(4;1;3)$  e  $S(4;4;1)$ . Determinar os pontos notáveis e o seu percurso.

25. Representar a reta de perfil  $b$ , que contém o ponto  $Z(6;2)$  e é paralela ao  $\beta_{1/3}$ . Determinar os pontos notáveis e o seu percurso