

GEOMETRIA DESCRITIVA E CONCEPTUAL EM ARQUITECTURA

1ª AULA

9 E 11 SET

SEM.1

APRESENTAÇÃO: MATÉRIA, SOFTWARE, BIBLIOGRAFIA E EXERCÍCIOS E AVALIAÇÃO.

- Apresentação da disciplina e dos conteúdos a desenvolver durante o semestre: Interseção de superfícies; projecções cotadas (coberturas e projecções topográficas); perspectivas, projecção cónica e perspectiva linear;
- Bibliografia de apoio: Desenho Básico-Desenho de construções, de Simões Morais; Desenho Técnico, de Luís Veiga da Cunha; Geometria Descritiva, de Guilherme Ricca; Geometria Descritiva, de Ascenzi Izquierdo.
- Metodologia de avaliação de acordo com a FUC.
- Metodologia de apresentação dos trabalhos para avaliação, por instalação destes na página do aluno instalada no servidor da faculdade.

2ª AULA

11 E 13 SET

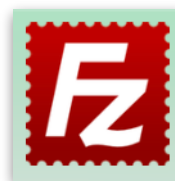
SEM.1

- 1 - EXPLICAÇÃO DA FICHA EM HTML: CONST. FICHA DE ALUNO;
- 2 - FILEZILLA: TRANSF. DE DADOS ENTRE UTILIZ. E SERVIDOR FAUL PARA INSTALAÇÃO DA FICHA DE ALUNO E ENTREGA DE TRABALHOS.

1 - O aluno descarrega o *software* de um editor de texto (Notepad ++, Brackets ou Sublime) através do google e instala-o no seu computador. Este editor de texto permite abrir o ficheiro “ Ficha de Aluno.html), que lhe foi enviado para o e-mail de turma. Abrindo este ficheiro no editor de texto aparece o código fonte daquilo que será a página do aluno no servidor da FAUL. Agora o aluno pode substituir os campos indicados no texto do ficheiro pelos seus dados pessoais e de aluno: nome do aluno, número mecanográfico, turma, etc.. No final guarda o ficheiro no *desktop* do seu computador com o nome “ index.html “. Este ficheiro “ index.html “ será a sua página de entrada no servidor da FAUL.



BRACKETS



FILEZILLA



IMG 1 -

NOTEPAD++



SUBLIME

2 - Todos os alunos têm destinado, na data de inscrição, um espaço no servidor da faculdade, que poderão usar para fins educativos e de estudos. Esse espaço terá acesso através do programa de comunicação remota “ Filezilla “.

O aluno descarrega da internet o *software* “ **FILEZILLA** ”, na versão “ CLIENT “, e instala-o no seu computador, podendo assim comunicar remotamente com o servidor da FAUL e aí instalar a sua página de aluno e os trabalhos a entregar para avaliação.

Quando instalado, o programa “ **FILEZILLA** ” abre uma janela dupla onde coloca, par a par, do lado esquerdo, um mapa das pastas e ficheiros do seu computador, e no lado direito coloca um mapa com o espaço que encontrará no servidor da FAUL aquando do acesso ao servidor.

O acesso ao servidor da FAUL pede o endereço de servidor (<ftp.fa.ulisboa.pt>), sendo pedido de seguida o *username* do aluno, que será o seu **número de aluno**, e uma *password* de acesso, que neste caso será a **password do MOODLE** (esta password foi-lhe enviada pelo CIFA num e-mail na data de inscrição).

Na Raiz, ou Root, do seu espaço dedicado no servidor da FAUL deverá ser criada, logo de início, uma pasta com o nome **public_html**, tudo em minúsculas.

A transferência de dados/ficheiros entre estes dois suportes, computador do aluno e servidor da FAUL, é agora possível, arrastando os ficheiro, no Filezilla, de um lado do ecrã para o outro.

Deste modo o aluno pode colocar o seu ficheiro index.html e o seu ficheiro foto no seu espaço do servidor FAUL. Quando através do google indicar o endereço home.fa.ulisboa.pt/~númerodealuno/ abre-se directamente a sua página de aluno que ficou assim instalada no servidor da FAUL.

Os acentos no texto html não podem ser editados directamente, ou seja, a aplicação de acentos nas vogais são objecto de um código que se apresenta no quadro seguinte :

LISTA DE ACENTOS E SINAIS ESPECIAIS EM HTML				
á	-	´	-	acento agudo
à	-	`	-	acento grave
ê	-	ˆ	-	acento circunflexo
ã	-	˜	-	til
ä	-	ä	-	trema
ç	-	¸	-	cedilha
o	-	º	-	ordinal masculino
a	-	ª	-	ordinal feminino
“	-	"	-	aspas
<	-	<	-	sinal de menor
>	-	>	-	sinal de maior

Assim, o nome Amélia, porque tem um e acentuado agudo, deve escrever-se Amélia, ou o nome Gonçalo deve escrever-se Gonçalo por ter um c cedilhado.

O editor de texto para *web Brackets*, tem a particularidade de sempre que se abre um parêntesis, ou outro sinal idêntico, “ ”, ‘ ’, ele coloca do lado direito do cursor o sinal de fecho respectivo.

3ª AULA

SEM.2

- 1 - SISTEMAS CARTESIANO, OU TRI-ORTOGONAL :
COORDENADAS ABSOLUTAS
- 2 - SISTEMAS DE COORDENADAS :
COORDENADAS ABSOLUTAS E COORDENADAS RELATIVAS;
COORDENADAS ORTOGONAIS E COORDENADAS POLARES.
- 3 - ALGUNS CONCEITOS GEOMÉTRICOS : A GEOMETRIA EUCLIDIANA
É ABSTRACTA; O QUE É UM PONTO E O QUE É UMA
LINHA; CONCEITO DE TANGÊNCIA E CONCORDÂNCIA.

1 - A geometria, na sua vertente descritiva, representa, analisa e estuda as formas geométricas do ponto de vista do seu desenho, ao contrário da matemática, que na disciplina de geometria analítica, o faz do ponto de vista das suas coordenadas e fórmulas e cálculos matemáticos.

Os objectos geométricos, estudados e representados através da geometria descritiva, existem no espaço e este é, aparentemente, indefinido e infinito, por isso, um qualquer objecto geométrico tanto pode encontrar-se perto do observador como a quilómetros de distância.

Com a necessidade de estruturar esse espaço, criaram-se os sistemas de coordenadas, que sendo diferentes uns dos outros, permitem estruturar e dimensionar o espaço onde os objectos se encontram bem como dimensionar esses mesmos objectos.

O sistema de coordenadas mais estudado pelos alunos até agora é o sistema de coordenadas tri-ortogonal ou sistema cartesiano xyz, que considera um conjunto de 3 eixos, x, y e z, ortogonais entre si e sobre os quais se medem as distâncias e dimensões dos objectos em representação. Os eixos têm o nome de eixos coordenados e os planos por eles definidos são os planos coordenados.

Cada um dos eixos é perpendicular ao plano definido pelos outros dois: x é perpendicular ao plano yz, y é perpendicular ao plano xz e z é perpendicular ao plano xy e a intersecção entre os 3 eixos é realizada num único ponto, considerado a Origem do Sistema, o ponto de coordenada zero para cada um dos eixos e por isso para cada uma das direcções por eles representadas. As medidas obtidas sobre estes eixos x, y e z, têm, respectivamente, os nomes de abcissas, afastamentos ou profundidades e alturas ou cotas.

Ao transportar este sistema de eixos para a folha de papel, a sua representação coloca os eixos x e z sobre o plano da própria folha, ficando o eixo y perpendicular a esta que, por conseguinte, será um eixo projectante e terá a sua representação, na folha de papel reduzida, a um ponto.

Todas as medidas determinadas, sobre x e sobre z, encontram-se em verdadeira grandeza mas as determinadas em y serão todas coincidentes, ficando todas sobrepostas sobre a representação de y (que é um ponto) pelo que aqui, para a representação em DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL, se requer uma operação de rebatimento, do plano coordenado xy, sobre o plano xz da folha de papel, ficando desta forma o eixo y, também ele, numa representação em verdadeira grandeza,

sobreposto ao eixo dos z^s . O rebatimento de um plano sobre o outro é realizado com a charneira comum aos dois planos, que é o eixo x , e por isso o eixo dos y^s vai ficar sobreposto ao eixo dos z^s .

2 - As coordenadas que se atribuem a dimensões ou distâncias, num determinado sistema, podem ser de dois tipos : Coordenadas Absolutas ou Coordenadas Relativas.

COORDENADAS ABSOLUTAS

- As Coordenadas Absolutas são sempre referentes ao Zero do sistema. Por exemplo, é comum referir 3 pontos pelas suas coordenadas $(x;y;z)$

A (3; 4; 5) B (1; 2; 7) C (4; 1; 3)

Em todos estes 3 casos, as coordenadas são sempre medidas a partir do Zero do sistema e deste modo colocamos as projecções dos 3 pontos A, B e C de forma independente para cada um dos pontos, nos planos de projecção.

COORDENADAS RELATIVAS

- No caso de coordenadas relativas estas são sempre relativas à representação do ponto anterior.

Este sistema de coordenadas relativas é muito útil na representação de um qualquer poliedro regular ou irregular, dado que o ponto seguinte, no desenho do poliedro, parte sempre do ponto que acabámos de marcar, e assim este sistema de representação das coordenadas é um sistema de continuidade na construção geométrica.

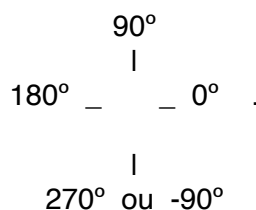
Ora, não fica confortável aplicar as coordenadas relativas à representação cartesiana de coordenadas $(x; y; z)$.

Assim, as coordenadas relativas são apresentadas no formato de

COORDENADAS POLARES : distância < ângulo

- As coordenadas Polares têm então o formato distância < ângulo em que o sinal de menor < separa a coordenada distância da coordenada ângulo. Deste modo, a coordenada de um ponto **B 10 < 45** refere-se a um ponto que dista 10 unidades do ponto A, marcado anteriormente, e é marcado numa direcção de 45° na folha de papel.

Este 45° pressupõe que existe uma escala angular de referência, que é a seguinte :



0° é a direcção horizontal para a direita, sentido natural da escrita ocidental;

90° é a direcção vertical desenhada para cima;

180° é a horizontal desenhada para a esquerda;

270° ou -90° é a vertical marcada para baixo.

O sentido positivo é o sentido Anti-Horário e o sentido negativo é o sentido horário.

Assim, os 45° são marcados entre o 0° e os 90°.

3 - Alguns Conceitos Geométricos :

Convém afinar alguns conceitos geométricos para que estejamos todos a falar das mesmas coisas, sem margem para dúvidas.

A GEOMETRIA EUCLIDIANA É ABSTRACTA;

O PONTO

Segundo Euclides¹, "...o ponto é um objecto do intelecto, tão subtil que não pode ser dividido em quaisquer partes: este não se pode escrever (desenhar ou representar), mas somente entender e imaginar..." e que "O ponto não tem nenhuma das dimensões geométricas, quer dizer que ele não tem comprimento, largura nem espessura,..." ou mais sucintamente "O ponto é o que não tem partes."²

Quando trabalhamos no desenho da geometria, representamos sobre o papel, pontos e linhas desenhados a lápis ou a caneta de tinta. Estas linhas e pontos têm espessura, que é a espessura de traço que usámos para os representar. Tentamos fazê-los o mais finos possível mas mesmo assim, neste aspecto há uma materialização dos elementos geométricos que contradiz o princípio da geometria de Euclides. Esta materialização é meramente representativa e serve para ser possível mostrar a outro um dado problema geométrico.

A LINHA

Para a definição de linha, Euclides refere que "Uma linha é comprimento sem espessura."³, no entanto esta definição limita-se a uma linha recta ou, mais precisamente, à definição de um segmento de recta.

Prefiro a definição que diz que :

Uma linha é o conjunto de posições que um ponto ocupa no espaço quando se desloca, segundo uma determinada regra.

Aqui, a determinada regra é a regra geométrica que gera a forma da linha;
se a regra for: sempre na mesma direcção, então a linha resultante é uma linha recta;
se a regra for: assente num plano e sempre equidistante a um ponto fixo, a linha será um arco de circunferência.

Gosto especialmente da definição de Linha dada por Paul Klee que diz que Uma Linha é um Ponto que foi em passeio.

¹ Henrion, D. Les Quinze Livres des Elements Géométriques d'Euclide, Imprimerie d'Isaac Dedin, Paris, 1632

² Byrne O. The first six books of The Elements of Euclid, William Pickering, London, 1847

³ Idem

CONCEITO DE TANGÊNCIA E CONCORDÂNCIA;

CONCEITO DE TANGÊNCIA

TANGÊNCIA é um conceito que se pode aplicar às linhas bem como aos planos e às superfícies sendo mais facilmente definida quando aplicada a duas linhas planas e do seguinte modo :

TANGÊNCIA é a propriedade entre duas linhas planas, que se tocam num único ponto a partir do qual as duas linhas divergem uma da outra para os dois lados desse ponto. Esse ponto em que as duas linhas se tocam é o ponto de tangência entre as duas linhas.

Note-se que a tangente a uma curva, e a uma superfície, dependendo do desenho da curva ou das superfícies em causa, pode ser secante num outro ponto dessa curva ou superfície, como é o caso da tangente a uma linha sinusoidal.

A TANGÊNCIA existente entre duas linhas, também existe entre uma linha e uma superfície, ou entre duas superfícies, que se tocam num ponto único. Esse ponto de contacto é sempre o ponto de tangência entre essas duas linhas, entre a linha e a superfície ou entre as duas superfícies.

Quando falamos de tangência entre duas superfícies o tema pode ser mais complexo, dependendo das superfícies em causa, sendo abordado em matérias mais à frente.

CONCEITO DE CONCORDÂNCIA

A CONCORDÂNCIA é um conceito que já não se aplica à relação geométrica entre linhas mas apenas à relação geométrica entre superfícies, e que se pode definir do seguinte modo :

Na relação geométrica entre duas superfícies que se pretendem unir, existe concordância entre elas se ao longo de quaisquer duas suas linhas, ou geratrizes, existir tangência entre essas linhas.

Assim, a CONCORDÂNCIA entre duas superfícies obriga à Tangência entre todas as linhas das duas superfícies.

4ª AULA

16 E 18 SET

SEM.2

- 1 - **REPENSAR A GEOMETRIA EM DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL:**
A) EXERCÍCIO DO CUBO DE ARESTA INTERNA VERTICAL;
- 2 - B) EXERCÍCIO DAS PIRÂMIDES DE BASES POLIGONAIS REGULARES E FACES LATERAIS TRIANGULARES EQUILÁTERAS;
- 3 - ANÁLISE DE RESULTADOS.

1 - A) EXERCÍCIO DO CUBO DE DIAGONAL INTERNA NA POSIÇÃO VERTICAL :

Desenhe a meio da sua folha um eixo dos x e abaixo deste um hexágono regular de 4 cm de lado. Este hexágono é a projecção horizontal de um cubo assente por um dos seus vértices num plano horizontal, encontrando-se a respectiva diagonal interna na posição vertical.

Pede-se que determine as outras projecções deste cubo.

Apresentação do exercício, análise e realização do mesmo.

2 - B) EXERCÍCIO DAS PIRÂMIDES DE BASES POLIGONAIS REGULARES E FACES LATERAIS TRIANGULARES EQUILÁTERAS :

Desenhe a meio da sua folha um eixo dos x e abaixo deste, lado a lado e a distâncias idênticas uns dos outros, um triângulo equilátero, um quadrado, um pentágono regular e um hexágono também regular, todos com 3 cm de lado.

Estes polígonos serão as bases de quatro pirâmides semi-regulares, ou seja, cujas faces sejam triângulos equiláteros.

Recorrendo as rebatimentos de planos, determine as alturas possíveis para os 4 casos.

Apresentação, análise e realização do exercício.

3 - Análise e discussão da resolução dos dois exercícios: métodos e resultados comparativos apresentados pelos alunos.

5ª AULA

23 E 25 SET

SEM.3

1 - PROJEÇÕES COTADAS:

ABORDAGEM INICIAL À PROJEÇÕES COTADAS : PARA QUE SERVEM E BREVE APONTAMENTO HISTÓRICO-MOUNT SCHELLION;

- DESCRIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE REPRESENTAÇÃO EM PROJEÇÕES COTADAS; ANÁLISE COMPARATIVA COM A DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL; DEFINIÇÃO DE UMA RECTA OBLÍQUA POR DOIS DOS SEUS PONTOS; GRADUAÇÃO DA RECTA; DETERMINAÇÃO DO GRAU DE OBLIQUIDADE PELO REBATIMENTO DO PLANO VERTICAL QUE PASSA PELA RECTA.

- ALFABETO DA RECTA E DO PLANO, DE ACORDO COM AS SUAS POSIÇÕES FACE AO PLANO DE PROJEÇÃO : PARALELAS, OBLÍQUAS E VERTICAIS.

- EXERCÍCIOS DE GRADUAÇÃO DE RECTAS.

NOTA HISTÓRICA INTRODUTÓRIA

Em 1774, procurando realizar uma experiência do desvio gravitacional postulado por Isaac Newton e que permitisse determinar o valor da massa da Terra, Nevil Maskelyne (1732-1811), astrónomo real da coroa britânica, instalou assento no Mount Schiehalion, na Escócia, que pela sua forma cónica bastante regular seria o ideal para determinar o seu volume e realizar a experiência.



IMG 3 - MONTE SCHIEHALION

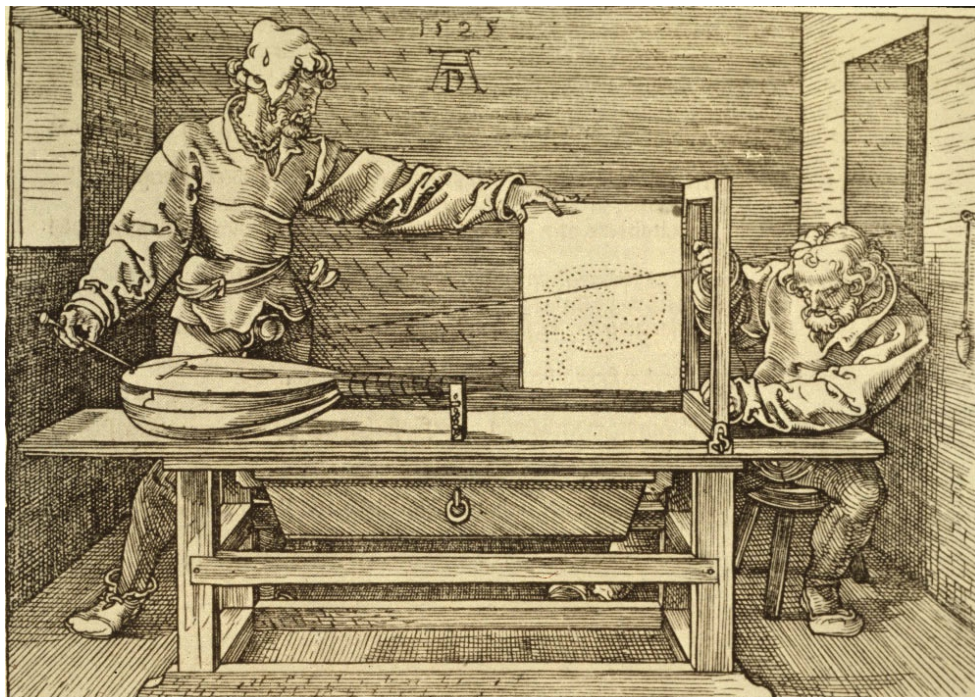
A tarefa começaria por determinar o volume do monte e Maskelyne e a sua equipa realizaram uma quantidade enorme de medições, de distâncias entre pontos e suas alturas ou altitudes, que escreveram a preencher o que seria um grande emaranhado de números sobre o mapa do monte.

Mais tarde, Charles Hutton (1737-1823) matemático inglês, foi incumbido da tarefa de dar algum sentido àquela enorme quantidade de informação avulsa e este, a certa altura, percebeu que ligando os pontos que continham alturas iguais criava linhas que, sendo curvas, seguiam a forma do monte e ao concluir a sua construção geométrica tinha acabado de inventar as curvas de nível, que ainda hoje usamos para representar a topografia dos terrenos.

Os sistemas de representação geométrica através do desenho são diversos e têm diversas finalidades.

A DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL visa a representação de verdadeiras grandezas paralelas aos eixos coordenados e, por consequência, paralelas aos planos de projecção, conjugando sempre simultaneamente duas (ou mais) vistas de um mesmo objecto de modo a ler, por exemplo abcissas e cotas desse objecto na projecção vertical e a ler abcissas e profundidades, ou afastamentos, na projecção horizontal, e assim facilmente determinar o desenho de peças a fabricar ou a construir.

A PERSPECTIVA visa, por seu lado, representar os objectos, ou o mundo visual representável, de um modo mais próximo do da visão, tendo sido redescoberta no Renascimento por Leon Battista Alberti, Leonardo Da Vinci e Albrecht Dürer, com as descobertas realizadas sobre o mundo clássico que levaram ao renascer da cultura clássica esquecida por cerca de mil anos.



IMG 4 - DÜRER, ARTISTA DESENHANDO UM ALAÚDE, 1525

Na imagem acima, de autoria de Dürer, vê-se um pintor a perceber como se constrói uma perspectiva do ponto de vista do observador, utilizando uma moldura vertical como perspectógrafo onde fixava linhas que se sobrepunham visualmente às linhas da imagem do objecto, numa tentativa de encontrar um significado.

As PROJEÇÕES COTADAS entram em cena quando se trate de representar um terreno, em que este pode ser sintetizado numa só projecção, PROJEÇÃO HORIZONTAL, onde são representadas apenas as linhas de igual altimetria do terreno, chamadas CURVAS DE NÍVEL ou isoípsas.

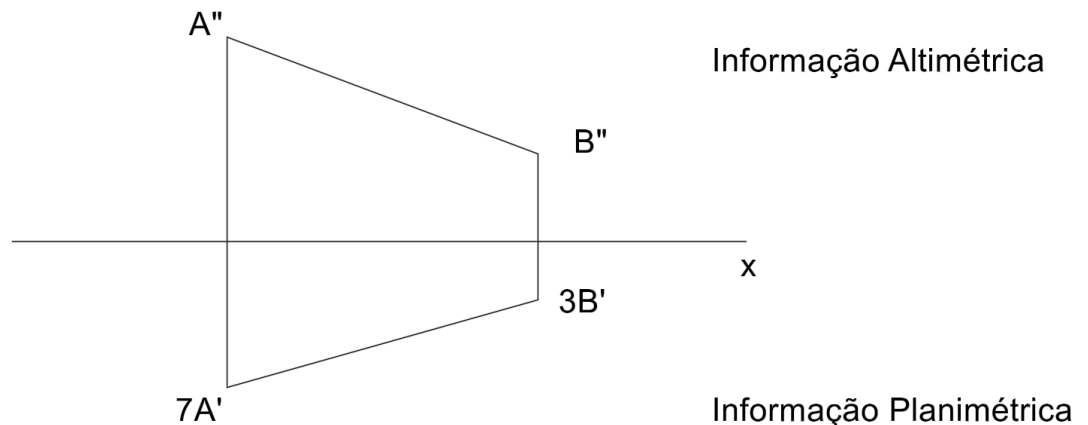
As curvas de nível são linhas imaginárias que unem todos os pontos de igual cota, ou altimetria, do terreno, e são imaginárias porque a sua determinação não é exacta, apesar de ser tão rigorosa quanto possível.

PROJEÇÕES COTADAS

Análise comparativa com a DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL

Olhemos para um desenho de geometria representado em dupla projecção ortogonal, onde conste um segmento de recta AB definido pelos pontos A (5 ; 7) e B (2 ; 3).

A linha do x separa aquilo que são dois tipos distintos de informação. Abaixo do x, temos a PROJEÇÃO HORIZONTAL onde os pontos A e B se representam na sua relação planimétrica, entre eles e com o plano vertical de projecção xz. A encontra-se à esquerda de B e mais afastado de x do que B, podendo medir-se aí, em verdadeira grandeza a sua relação no plano horizontal, a distância entre si e entre cada um deles e PVP. No entanto, em termos de altura A' e B' não nos dizem nada.



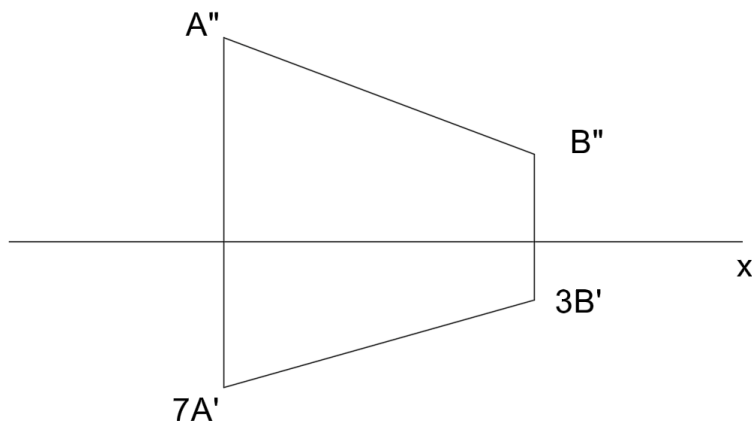
IMG 5 - DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL DE AB

Para conhecermos as cotas dos pontos temos de recorrer à projecção vertical do desenho. Nela podemos medir em verdadeira grandeza a distância de A a x e de B a x e sabemos assim quais as suas alturas.

Os dois tipos de informação aparecem em representações distintas neste desenho geométrico, a projecção horizontal e a projecção vertical de AB.

Relativamente ao declive, não o conseguimos representar aqui, sabendo que o segmento desce de A para B mas não sabemos exactamente quanto. Para isso precisaríamos de um rebatimento.

Olhemos agora para a mesma representação mas com as cotas dadas no enunciado dos pontos adicionadas à projecção horizontal do ponto respectivo. O ponto A com cota 7 e o ponto B com cota 3. Agora a informação é redundante, temos as cotas marcadas duas vezes, nas cotas propriamente ditas junto a A' e a B' e também na projecção vertical do desenho.

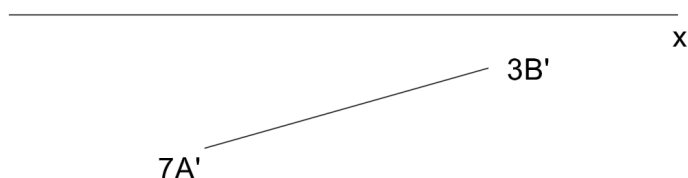


IMG 6 - DUPLA PROJECCÃO ORTOGONAL DE AB com as cotas dos pontos em A' e B'

Olhando para a projecção horizontal sabemos que o ponto A está a 7 unidades de altura e B a 3.

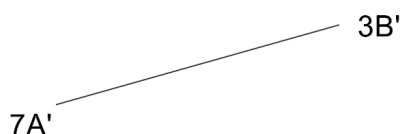
Já não faz falta alguma a projecção vertical do desenho geométrico. Nada na representação vertical está em verdadeira grandeza que não esteja indicada na projecção horizontal do desenho.

Assim podemos simplificar :



IMG 7 - PROJECCÃO HORIZONTAL DE AB com as cotas dos pontos

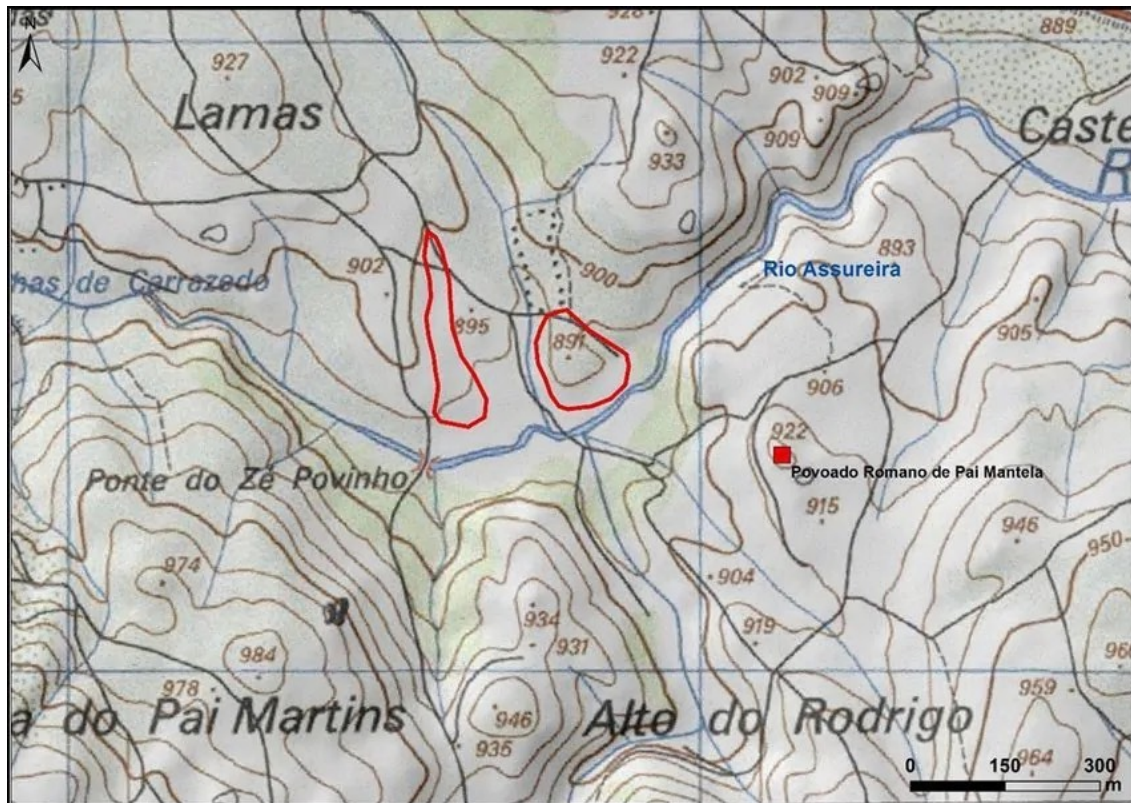
Ou mesmo simplificar ainda mais, o eixo do x já não faz aqui qualquer sentido.



IMG 8 - PROJECCÃO COTADA DE AB

Em PROJEÇÕES COTADAS, representam-se então, em PROJEÇÃO HORIZONTAL, apenas as relações PLANIMÉTRICAS dos elementos e objectos geométricos a representar e as suas cotas escritas junto a cada ponto representado, sem mais qualquer indicação.

De uma maneira geral a direcção de escrita das cotas, numa carta topográfica, demonstra a direcção do NORTE para cima, tal como se pode verificar na imagem abaixo onde o Norte está no canto superior esquerdo, mas tal pode não acontecer em exercícios, problemas ou cartas topográficas menores.



IMG 9 - COTAS NUMA CARTA TOPOGRÁFICA