

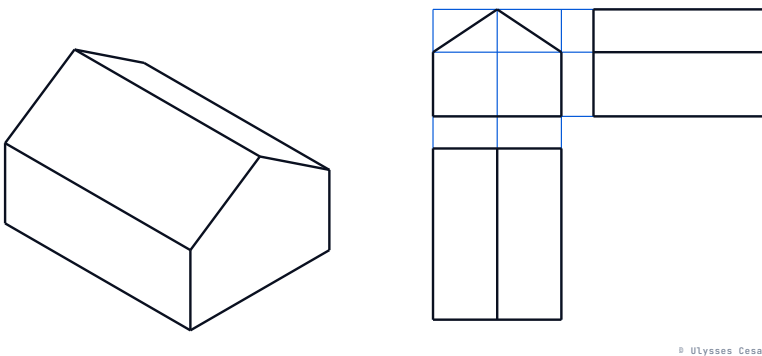
Caderno comentado

Desenho Técnico I, gabarito comentado

A resolução de cada exercício do Caderno de treino, passo a passo, com a figura da resposta e o erro mais comum.

Autor: Ulysses Cesar

Compare o seu desenho com a figura da resposta e leia o comentário mesmo quando acertar.



© Ulysses Cesar

© 2026 Ulysses Cesar. Todos os direitos reservados.

CRÉDITOS

Autor: Ulysses Cesar.

Texto, figuras, exercícios e projeto gráfico são do autor.

Reprodução, distribuição ou venda proibidas sem autorização escrita do autor (Lei 9.610/1998).

1ª edição, outubro de 2026.

As normas citadas foram consultadas no catálogo oficial da ABNT em 02/10/2026 (vigência) e explicadas com palavras próprias; para o texto completo de cada norma, consulte a edição vigente. As figuras são desenhadas por código e não reproduzem figuras de livros ou normas.

Sumário

ABERTURA

Como usar este material	5
-------------------------------	---

MÓDULO 00

Instrumentos, papel, formatos, margens e carimbo	6
--	---

Grau 1: Reconhecer	6
Grau 2: Calcular	7
Grau 3: Desenhar	8
Grau 4: Analisar e aplicar	10

MÓDULO 01

Linhas, traçado e escrita técnica	12
---	----

Grau 1: Reconhecer	12
Grau 2: Calcular	13
Grau 3: Desenhar	14
Grau 4: Analisar e aplicar	16

MÓDULO 02

Construções geométricas básicas	18
---------------------------------------	----

Grau 1: Reconhecer	18
Grau 2: Calcular	19
Grau 3: Desenhar	20
Grau 4: Analisar e aplicar	23

MÓDULO 03

Escalas	25
---------------	----

Grau 1: Reconhecer	25
Grau 2: Calcular	26
Grau 3: Medir e desenhar	27
Grau 4: Decidir e analisar	29

MÓDULO 04

Projeções ortogonais e vistas (1º diedro)	30
---	----

Grau 1: Reconhecer	30
Grau 2: Raciocinar	32
Grau 3: Desenhar vistas	33
Grau 4: Analisar e combinar	39

MÓDULO 05

Geometria descritiva: ponto, reta e plano	43
---	----

Grau 1: Reconhecer	43
Grau 2: Raciocinar e calcular	44
Grau 3: Desenhar a épura	46
Grau 4: Analisar e ligar às vistas	50

MÓDULO 06

Perspectivas	52
--------------------	----

Grau 1: Reconhecer	52
Grau 2: Calcular	53
Grau 3: Desenhar	54
Grau 4: Analisar e decidir	58

MÓDULO 07

Cortes e seções, hachuras	59
---------------------------------	----

Grau 1: Reconhecer	59
Grau 2: Calcular	60
Grau 3: Desenhar	62
Grau 4: Analisar e decidir	68

MÓDULO 08

Cotagem	70
---------------	----

Grau 1: Reconhecer	70
Grau 2: Calcular	71
Grau 3: Desenhar	72
Grau 4: Analisar e decidir	75

MÓDULO 09

Desenho arquitetônico: projeto básico	77
---	----

Grau 1: Reconhecer	77
Grau 2: Calcular	78
Grau 3: Desenhar	80
Grau 4: Analisar e decidir	83

MÓDULO 10

Leitura de projeto e erros clássicos 85

Grau 1: Reconhecer 85

Grau 2: Calcular 86

Grau 3: Desenhar 87

Grau 4: Analisar e decidir 89

Como usar este material

Cada resolução traz o enunciado, os passos, a figura da resposta e o erro mais comum. As contas de escala e de cota foram refeitas por programa antes da publicação.

| Como usar

- Compare o seu desenho com a figura da resposta sobrepondo a folha contra a luz.
- Se errou, localize o passo em que a sua resolução se separou da resposta e leia o comentário daquele passo.
- Refaça o exercício no dia seguinte, sem olhar.

MÓDULO 00

Instrumentos, papel, formatos, margens e carimbo

DA MESA DE DESENHO À FOLHA PRONTA PARA RECEBER O PROJETO

18 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

| Grau 1: Reconhecer

Só o que o módulo definiu: nomes, funções e posições.

0.1

GRAU 1

Associe cada instrumento à sua função. Instrumentos: (1) régua T; (2) compasso; (3) transferidor; (4) escalímetro; (5) esquadro de 45°. Funções: (A) mede, mas não traça; (B) traça horizontais; (C) mede e marca ângulos quaisquer; (D) traça circunferências e arcos; (E) traça verticais e inclinações de 45°.

1 com B; 2 com D; 3 com C; 4 com A; 5 com E.

O par que mais se confunde é o 3 e o 4: ambos medem, mas o transferidor mede ângulos e o escalímetro mede comprimentos, e só ele *não traça*.

0.2

GRAU 1

Escreva em ordem, do maior para o menor, os formatos da série A usados em desenho técnico.

A0, A1, A2, A3 e A4.

A NBR 6492:2021 (item 4.3) fixa A0 como máximo e A4 como mínimo. Cada um tem metade da área do anterior.

ERRO COMUM Trocar a ordem por achar que o número maior é a folha maior.

0.3

GRAU 1

Em uma folha de desenho, em que canto fica o carimbo? E de que lado fica a margem maior?

O carimbo fica no canto **inferior direito**. A margem maior fica à **esquerda**, para furar e prender a folha em pasta.

Posição do carimbo: NBR 6492:2021, item 4.5. A margem maior é a de furar (valores de referência: 25 mm contra 7 ou 10 mm nas outras).

0.4

GRAU 1

Cite seis dos dez campos mínimos do carimbo segundo a NBR 6492:2021.

Qualquer seis entre: identificação da empresa; cliente e nome do projeto; título do desenho; número ou letra de sequência; escala; local e data; autoria do desenho e do projeto; responsável técnico; indicação da revisão; local para chancela de aprovação.

Se você citou escala e data, acertou os dois campos que mais faltam em prancha de estudante.

Grau 2: Calcular

Usa as dimensões dos formatos e as margens de referência. Mostre a conta.

0.5

GRAU 2

Uma folha A2 mede 420×594 mm. Cortando-a ao meio pelo lado maior, quais são as dimensões de cada metade? Que formato é?

O lado maior é 594 mm: $594 \div 2 = 297$ mm. Cada metade mede 297×420 mm, que é a **A3**.

Cortar ao meio é dividir só o lado maior. O lado menor da A2 (420) vira o lado maior da A3.

ERRO COMUM Dividir os dois lados por 2: 210×297 é a A4, que tem um quarto da área da A2, não metade.

0.6

GRAU 2

Quantas folhas A4 cabem, sem sobra, em uma A1? E em uma A0?

De A1 para A4 são 3 cortes ao meio: $2 \times 2 \times 2 = 8$ folhas A4. Para a A0 há um corte a mais: 16 folhas A4.

Cada formato tem metade da área do anterior. Da A0 à A4 são quatro divisões por 2: $2^4 = 16$.

0.7

GRAU 2

Calcule a área da folha A4 em m^2 (210×297 mm). Multiplique por 16 e compare com a área da A0 (841×1189 mm).

A4: $0,210 \times 0,297 = 0,06237 m^2$. Vezes 16: $0,99792 m^2$. A0: $0,841 \times 1,189 = 0,99995 m^2$. A diferença é de cerca de 0,2%, por causa do arredondamento das dimensões.

Mesmo com o arredondamento, a regra "A0 tem $1 m^2$ " vale: $0,99995 m^2$.

0.8

GRAU 2

Divida o lado maior da A4 (297 mm) pelo menor (210 mm) e compare com $\sqrt{2} = 1,41421$. Qual o erro percentual?

$297 \div 210 = 1,41429$. $\sqrt{2} = 1,41421$. O erro é de cerca de 0,005%: praticamente zero.

O erro vem de 297 e 210 serem números inteiros de milímetros. A razão exata é $\sqrt{2}$, que não é número inteiro nem fração.

0.9

GRAU 2

Uma folha A3 em paisagem (420×297 mm) tem margem esquerda de 25 mm e as outras três de 7 mm. Calcule a largura e a altura da área útil dentro da moldura e a fração da folha que ela ocupa.

Largura útil: $420 - 25 - 7 = 388$ mm. Altura útil: $297 - 7 - 7 = 283$ mm. Área útil: $388 \times 283 = 109.804 mm^2$. Área da folha: $420 \times 297 = 124.740 mm^2$. Fração: 88,0%.

Valores de margem: referência, conforme a lição 0.5. A conta é a mesma com os valores da norma vigente.

ERRO COMUM Subtrair 7 duas vezes da largura (esquecendo que o lado esquerdo tem 25).

0.10

GRAU 2

Diga que esquadros e que operação você usa para obter 15° , 105° e 165° .

$15^\circ = 45^\circ - 30^\circ$ (esquadro de 45° e esquadro de 30° e 60°). $105^\circ = 45^\circ + 60^\circ$ (os mesmos dois esquadros). $165^\circ = 180^\circ - 15^\circ$, ou seja, o traço de 15° visto do outro lado da horizontal.

Quando o ângulo é menor que o do esquadro maior, a conta é subtração.

Grau 3: Desenhar

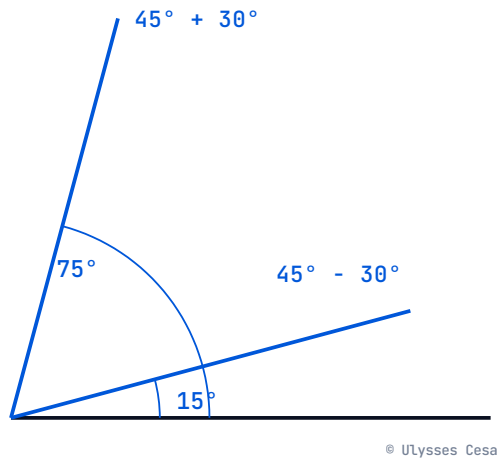
Agora a mão trabalha: trace e esboce. Use o que os graus 1 e 2 treinaram.

0.11

GRAU 3

A partir de um ponto sobre uma horizontal traçada com a régua T, trace os ângulos de 15° e de 75° em relação à horizontal. Escreva a conta de cada um ao lado da linha.

$$15^\circ = 45^\circ - 30^\circ; 75^\circ = 45^\circ + 30^\circ.$$



© Ulysses Cesar

Confira com o transferidor: uma diferença de até 1° é boa para desenho a instrumento.

0.12

GRAU 3

Esboce à mão livre, na malha de pontos, um cubo em perspectiva isométrica, seguindo os quatro passos da lição 0.7.

Losango de cima, três verticais, base paralela ao topo e reforço do contorno visível.



PASSO 4

© Ulysses Cesar

Se as verticais ficaram de tamanhos diferentes, a malha ajuda: conte os pontos.

0.13

GRAU 3

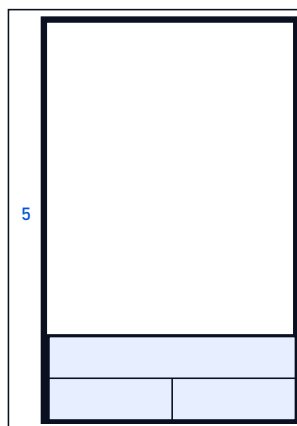
O retângulo abaixo é a folha A4 em pé reduzida a um quinto (cada 1 mm no desenho vale 5 mm na folha). Trace a moldura (25 mm à esquerda e 7 mm nas outras margens, no tamanho real) e o carimbo no canto inferior direito.



A4 • 1:5

© Ulysses Cesar

Moldura a 5 mm da borda esquerda e a 1,4 mm das outras três ($25 \div 5$ e $7 \div 5$). Carimbo encostado no canto inferior direito, com 35 mm de largura por 12 mm de altura ($175 \div 5$ e $60 \div 5$).



A4 • 1:5

© Ulysses Cesar

Divida os valores reais por 5 antes de medir. A moldura é em linha larga; as divisões do carimbo, em linha estreita.

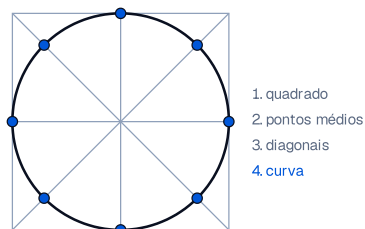
ERRO COMUM Fazer a margem esquerda igual às outras.

0.14

GRAU 3

Esboce à mão livre, na malha quadriculada, um círculo de cerca de 40 mm de diâmetro usando o quadrado, os pontos médios e as diagonais da figura da lição 0.7.

Quadrado de 40 mm, pontos médios dos lados, quatro pontos nas diagonais a 0,35 do canto, curva passando pelos oito pontos.



© Ulysses Cesar

O erro típico é um círculo "quadrado" nos cantos: use os pontos das diagonais.

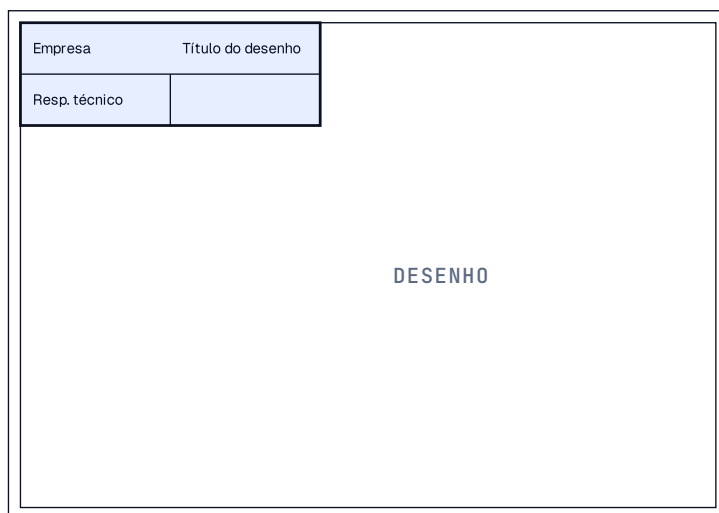
Grau 4: Analisar e aplicar

Combina tudo: encontre erros, decida e calcule em situação de prancha.

0.15

GRAU 4

A prancha ao lado tem erros de organização da folha. Aponte pelo menos três.



© Ulysses Cesar

1) O carimbo está no canto superior esquerdo; o lugar é o canto inferior direito. 2) A margem esquerda é igual às outras; deveria ser a maior, para furar. 3) O carimbo não tem escala, data nem número da prancha (campos obrigatórios). 4) A moldura está em linha estreita; deveria ser larga.

Quatro erros: três de posição e conteúdo e um de largura de linha. Apontar três já mostra que você leu a folha inteira.

0.16

GRAU 4

Uma prancha A1 será arquivada em pasta A4. Que três exigências da NBR 6492:2021 (item 4.4) o dobramento deve cumprir?

O resultado final deve ser A4; deve sobrar aba lateral à esquerda para fixar nas pastas; o carimbo deve ficar totalmente visível.

As posições exatas das dobras ficam na NBR 16752:2020; as três exigências acima são o critério para conferir o resultado.

0.17

GRAU 4

Uma prancha A3 em paisagem tem moldura com margem esquerda de 25 mm e demais de 7 mm. O carimbo mede 175 mm de largura e está encostado na moldura, à direita. Quantos milímetros de largura livre sobram, na faixa de baixo, à esquerda do carimbo?

Largura útil: $420 - 25 - 7 = 388$ mm. Menos o carimbo: $388 - 175 = 213$ mm.

Valores de margem de referência. A conta tem o mesmo método com os números da norma vigente.

0.18

GRAU 4

Você tem uma folha A2 (420×594 mm) e precisa de folhas A4. Quantas A4 saem? Se, em vez disso, precisar de A3, quantas saem e como?

A2 tem 4 vezes a área da A4: saem **4 folhas A4**. Uma A2 cortada ao meio pelo lado maior dá **2 folhas A3** (297×420). Cada A3 cortada ao meio daria 2 A4: $2 \times 2 = 4$.

Sempre que o corte é ao meio pelo lado maior, a razão entre as áreas é uma potência de 2: A2 para A4 são dois cortes, $2^2 = 4$.

MÓDULO 01

Linhas, traçado e escrita técnica

AS PALAVRAS DO DESENHO: O QUE CADA LINHA E CADA LETRA DIZ

16 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

Grau 1: Reconhecer

Só o que o módulo definiu: tipos de linha, usos e alturas de letra.

1.1

GRAU 1

Associe cada linha ao uso. Linhas: (1) contínua larga; (2) tracejada estreita; (3) traço e ponto estreita; (4) contínua estreita; (5) traço e ponto extralarga nas extremidades. Usos: (A) aresta que não se vê; (B) contorno visível; (C) linha de centro ou eixo; (D) cotas e hachuras; (E) extremidades do plano de corte.

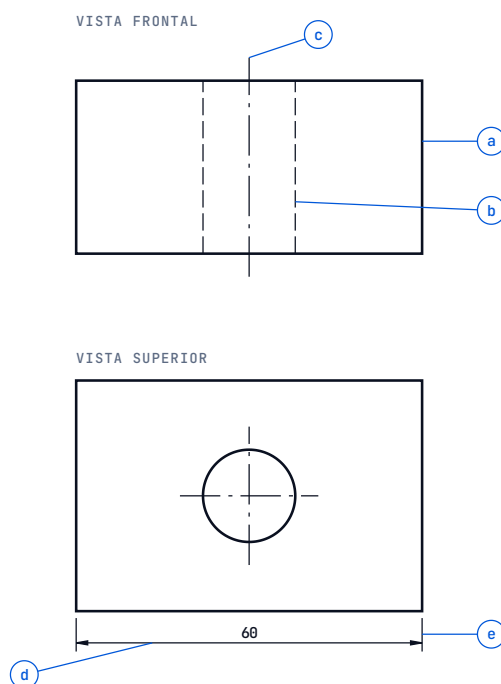
1 com B; 2 com A; 3 com C; 4 com D; 5 com E.

A regra de bolso: o que se vê é contínuo; o que se esconde é tracejado; eixo é traço e ponto; medida é estreita.

1.2

GRAU 1

Na figura, diga o tipo de linha de cada marca, de a até e, e o que ela representa.



a: contínua larga, contorno visível. b: tracejada estreita, o furo escondido. c: traço e ponto estreita, eixo do furo. d: contínua estreita, linha de cota. e: contínua estreita, linha de chamada.

A tracejada b só existe na vista frontal: na vista de cima o furo se vê, e por isso aparece como círculo contínuo largo.

1.3

GRAU 1

Qual a proporção entre as larguras extralarga, larga e estreita de um mesmo grupo de linhas?

1 : 1/2 : 1/4. Exemplo: 1,00 mm, 0,50 mm e 0,25 mm.

Dizer 4 : 2 : 1 é o mesmo. A extralarga é o dobro da larga e o quádruplo da estreita.

1.4

GRAU 1

Escreva as cinco alturas de letra maiúscula da NBR 6492:2021, da maior para a menor, em milímetros.

7,0; 5,0; 3,5; 2,5; 1,8.

Duas alturas valem decorar: 2,5 mm (cotas) e 5,0 mm (título de desenho).

Grau 2: Calcular

Usa a tabela de larguras e a regra do $\sqrt{2}$. Mostre a conta.

1.5

GRAU 2

No grupo 0,70, quanto medem as linhas extralarga, larga e estreita?

Extralarga 1,40 mm; larga 0,70 mm; estreita 0,35 mm.

Conta: larga = 0,70; extralarga = $2 \times 0,70 = 1,40$; estreita = $0,70 \div 2 = 0,35$.

1.6

GRAU 2

Um desenho tem linha estreita de 0,18 mm. Qual é o grupo? Quanto medem a larga e a extralarga?

A tabela mostra 0,18 como estreita do grupo 0,35. Larga: 0,35 mm. Extralarga: 0,70 mm.

Caminho inverso: estreita $\times 2$ = larga ($0,18 \times 2 \approx 0,35$); larga $\times 2$ = extralarga (0,70).

1.7

GRAU 2

Multiplique 0,25 por $\sqrt{2}$ (1,4142) e repita o produto três vezes, anotando cada resultado. Compare com a coluna "grupo" da tabela.

$0,25 \times \sqrt{2} = 0,354$ (tabela: 0,35). Depois 0,500 (0,50), 0,707 (0,70) e 1,000 (1,00). A tabela arredonda para os valores comerciais de lapiseira e de pena.

A cada passo a área de traço dobra, pois $(\sqrt{2})^2 = 2$.

1.8

GRAU 2

A altura de uma letra é 2,5 mm. Qual a espessura do traço? A qual linha do grupo 0,50 ela corresponde?

Um décimo da altura: $2,5 \div 10 = 0,25$ mm. É a linha **estreita** do grupo 0,50.

A norma pede traço de um décimo da altura, o que liga letra e linha.

1.9

GRAU 2

Converta o corpo de 14 pt para milímetros (1 pt = 0,3528 mm) e calcule a altura da maiúscula, que vale cerca de 0,71 do corpo. Compare com a tabela de alturas.

$14 \times 0,3528 = 4,94$ mm de corpo. Altura da maiúscula: $4,94 \times 0,71 = 3,51$ mm, ou seja, 3,5 mm, como na tabela.

Vale o mesmo método para qualquer corpo: 10 pt dá 2,5 mm; 20 pt dá 5,0 mm.

Grau 3: Desenhar

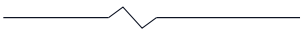
A mão trabalha: trace, escreva e confira a largura.

1.10

GRAU 3

Reproduza os nove tipos de linha, com 50 mm cada, no grupo 0,50. Escreva o nome ao lado de cada um.

Veja a figura. Contínua extralarga, larga e estreita; zigue-zague; tracejada; traço e ponto; traço e ponto extralarga nas extremidades; traço e dois pontos; traço longo e ponto.

01		Contínua extralarga	1,00 mm
02		Contínua larga	0,50 mm
03		Contínua estreita	0,25 mm
04		Contínua com zigue-zague, estreita	0,25 mm
05		Tracejada estreita	0,25 mm
06		Traço e ponto, estreita	0,25 mm
07		Traço e ponto, extralarga (extremidades)	1,00 mm
08		Traço e dois pontos, estreita	0,25 mm
09		Traço longo e ponto, estreita (eixo)	0,25 mm

© Ulysses Cesar

Compare a espessura: a extralarga deve parecer o dobro da larga, e esta o dobro da estreita.

1.11

GRAU 3

Na pauta de 5 mm, escreva em letra bastão PLANTA BAIXA e, na linha de baixo, ESC. 1:50 3,40 M.

PAUTA DE 5 MM



© Ulysses Cesar

Letras de 5 mm de altura, sem inclinar, com traço uniforme.

PLANTA BAIXA

ESC. 150 3,40 M

© Ulysses Cesar

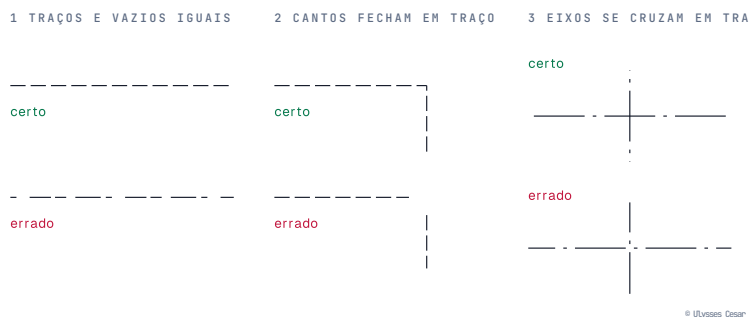
Se o 1 parecer um 7, a letra está mal feita: o 1 tem só a bandeira curta e o 7 tem a barra de cima.

1.12

GRAU 3

Desenhe dois eixos (traço e ponto) com 40 mm que se cruzem em traço, e uma linha tracejada com 40 mm, traços de 3 mm e vazios de 1 mm.

Veja a figura: o centro do cruzamento cai no meio de um traço longo; a tracejada tem traços e vazios todos iguais.



Use o esquadro e marque os traços com régua antes de traçar: a marca evita a irregularidade.

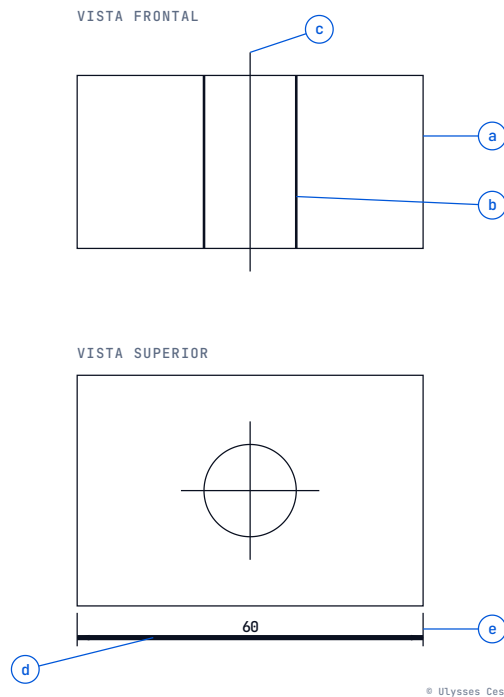
Grau 4: Analisar e aplicar

Encontre erros e decida com o que aprendeu.

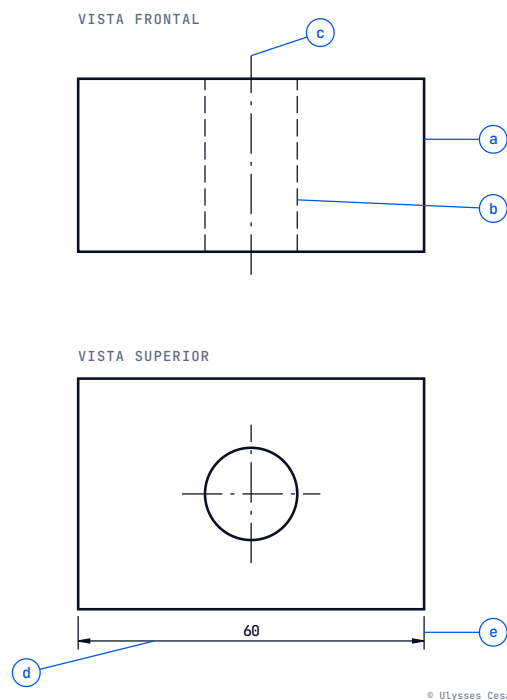
1.13

GRAU 4

A figura tem erros nos tipos de linha. Aponte e corrija os das marcas a, b, c e d.



a: o contorno está em linha estreita; deve ser **larga**. b: a aresta do furo está contínua; deve ser **tracejada estreita**. c: o eixo está contínuo; deve ser **traço e ponto**. d: a linha de cota está grossa (extralarga); deve ser **estreita**. A marca e (chamada) está correta.



A figura da resposta é a peça redesenhada com os tipos certos.

ERRO COMUM Corrigir só o eixo e esquecer que o contorno estreito tira o contraste da peça.

1.14

GRAU 4

Em uma vista, uma aresta invisível cai exatamente sobre uma aresta visível. Que linha se desenha? Por quê?

Desenha-se só a **visível**, em contínua larga. As duas são a mesma linha na vista; a tracejada não acrescenta informação e atrapalha a leitura.

Ordem de prioridade: visível, invisível, corte, centro, cota.

1.15

GRAU 4

Uma planta usa o grupo 0,50. Dê a largura de: (a) contorno de parede cortada com hachura; (b) contorno de parede cortada sem hachura; (c) linha de cota; (d) traço de uma letra de 2,5 mm.

(a) larga, 0,50 mm. (b) extralarga, 1,00 mm. (c) estreita, 0,25 mm. (d) $2,5 \div 10 = 0,25$ mm, estreita.

Se você respondeu (b) como larga, releia a tabela A.1: a extralarga é para o contorno cortado sem hachura.

1.16

GRAU 4

Você tem lapiseiras de 0,3, 0,5 e 0,7 mm. Qual delas usaria para cada linha do grupo 0,50: estreita, larga e extralarga? Justifique.

Estreita (0,25 mm): lapiseira de 0,3 mm. Larga (0,50 mm): lapiseira de 0,5 mm. Extralarga (1,00 mm): a de 0,5 mm passada duas vezes lado a lado, ou a de 0,7 mm reforçada.

É prática de mesa, não norma: o que a norma pede é a largura. Qualquer ferramenta que a entregue serve.

MÓDULO 02

Construções geométricas básicas

RÉGUA E COMPASSO: CONSTRUIR COM EXATIDÃO, SEM MEDIR

20 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

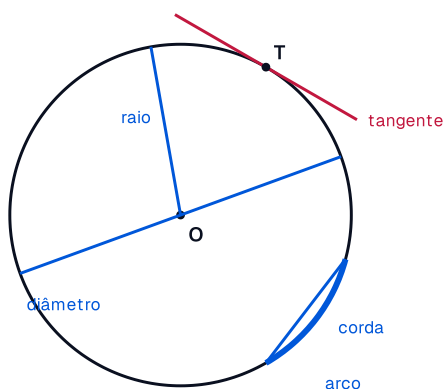
Grau 1: Reconhecer

Só nomes e ideias: o que cada elemento é e o que cada construção faz.

2.1

GRAU 1

Na figura, dê o nome do elemento indicado pela cor azul em cada traço: o segmento do centro à circunferência, o que passa pelo centro, o que liga dois pontos sem passar pelo centro e a parte da circunferência.



circunferência: todos os pontos à mesma distância do centro

© Ulysses Cesar

Raio, diâmetro, corda e arco.

O diâmetro é uma corda especial: a que passa pelo centro, e vale 2 raios.

2.2

GRAU 1

Classifique os ângulos em agudo, reto ou obtuso: 35° , 90° , 120° , 89° , 179° .

35° agudo; 90° reto; 120° obtuso; 89° agudo; 179° obtuso.

O reto é só o de 90° . 89° e 91° estão perto, mas são agudo e obtuso.

2.3

GRAU 1

O que a mediatriz de um segmento tem de especial em relação aos extremos do segmento?

Todos os pontos da mediatriz estão à mesma distância dos dois extremos. Além disso, ela é perpendicular ao segmento e passa pelo ponto médio.

É por essa propriedade que dois arcos iguais, com centros nos extremos, se cruzam sobre a mediatriz.

2.4

GRAU 1

O que faz a bissetriz de um ângulo?

Divide o ângulo em dois ângulos iguais.

Cada metade de um ângulo de 72° , por exemplo, mede 36° .

Grau 2: Calcular

Usa as relações entre lado, raio e ângulo. Mostre a conta.

2.5

GRAU 2

Um segmento AB de 84 mm será dividido em 7 partes iguais pelo método de Tales. Quanto mede cada parte? E um bloco de 3 partes?

Cada parte: $84 \div 7 = 12$ mm. Três partes: $3 \times 12 = 36$ mm.

Tales garante a divisão exata: você não precisa medir 12 mm no papel.

2.6

GRAU 2

Uma circunferência tem diâmetro de 70 mm. Quanto mede o lado do hexágono regular inscrito? E o perímetro do hexágono?

Raio: $70 \div 2 = 35$ mm. O lado do hexágono é igual ao raio: **35 mm**. Perímetro: $6 \times 35 = 210$ mm.

Erro comum é usar o diâmetro: o lado é igual ao raio, não ao diâmetro.

ERRO COMUM Usar 70 mm como lado.

2.7

GRAU 2

Em uma circunferência de raio 40 mm, calcule o lado do triângulo equilátero inscrito ($R \times 1,732$), do quadrado inscrito ($R \times 1,414$) e do pentágono regular inscrito ($2 \times R \times \sin 36^\circ$).

Triângulo: $40 \times \sqrt{3} = 69,28$ mm. Quadrado: $40 \times \sqrt{2} = 56,57$ mm. Pentágono: $2 \times 40 \times \sin 36^\circ = 47,02$ mm.

Quanto mais lados, menor é o lado do polígono para o mesmo raio: 69,28; 56,57; 47,02; 40 (hexágono).

2.8

GRAU 2

Para obter 15° , 75° , 105° e 135° sem transferidor, diga a sequência de construções (60° , 90° , bissetrizes, somas).

15° = bissetriz de 30° (que é bissetriz de 60°). $75^\circ = 60^\circ + 15^\circ$. $105^\circ = 90^\circ + 15^\circ$. $135^\circ = 90^\circ + 45^\circ$ (45° é bissetriz de 90°).

Todos os múltiplos de 15° saem de 60° , 90° e bissetrizes.

2.9

GRAU 2

A bissetriz de um ângulo de 72° forma dois ângulos de quanto? E a bissetriz de um deles?

$72^\circ \div 2 = 36^\circ$ cada um. A bissetriz de 36° forma dois ângulos de 18° .

Cada bissetriz divide por 2: 72° , 36° , 18° , 9° .

2.10

GRAU 2

De um ponto P a 50 mm do centro de uma circunferência de raio 20 mm saem duas tangentes. Qual o comprimento de cada tangente, de P ao ponto de tangência?

O raio OT e a tangente PT formam 90° . No triângulo retângulo OTP, a hipotenusa é OP = 50. $PT = \sqrt{(50^2 - 20^2)} = \sqrt{2100} = 45,83$ mm.

É o teorema de Pitágoras: o triângulo OTP é retângulo em T.

Grau 3: Desenhar

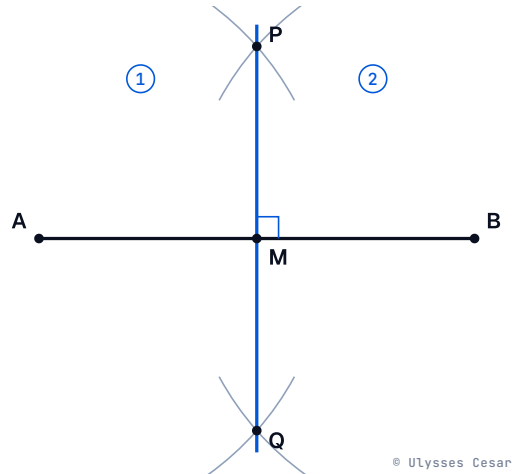
Construa com régua e compasso, em traço leve; destaque o resultado em linha larga.

2.11

GRAU 3

Trace a mediatriz de um segmento AB de 60 mm e marque o ponto médio.

Arcos de mesma abertura (maior que 30 mm) com centro em A e em B se cruzam em P e Q. PQ é a mediatriz; corta AB em M, ponto médio.



© Ulysses Cesar

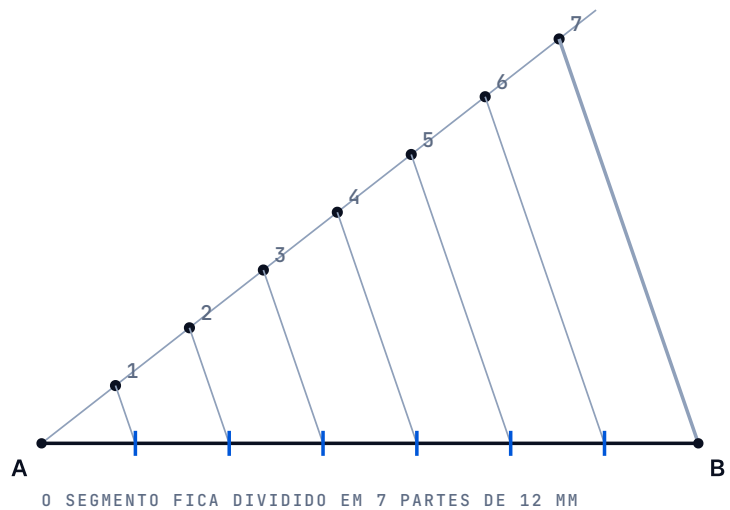
Confira com a régua: AM e MB devem ter 30 mm.

2.12

GRAU 3

Divida um segmento de 84 mm em 7 partes iguais, pelo método de Tales.

Auxiliar por A; 7 marcas iguais; ligue a 7ª a B; paralelas por cada marca.



© Ulysses Cesar

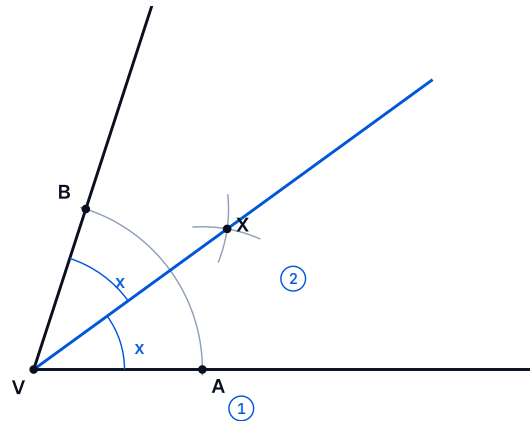
Cada parte mede 12 mm. Confirme com a régua só no fim.

2.13

GRAU 3

Construa a bissetriz de um ângulo de 72° e confirme que cada metade mede 36° .

Arco no vértice cortando os lados; dois arcos de mesma abertura cruzando em X; semirreta VX.



© Ulysses Cesar

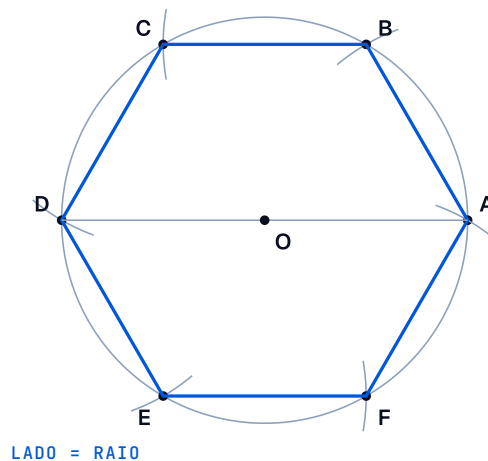
O transferidor só entra para a conferência, não para a construção.

2.14

GRAU 3

Inscriva um hexágono regular em uma circunferência de raio 28 mm.

Seis passos com a abertura igual ao raio; une-se em sequência.



© Ulysses Cesar

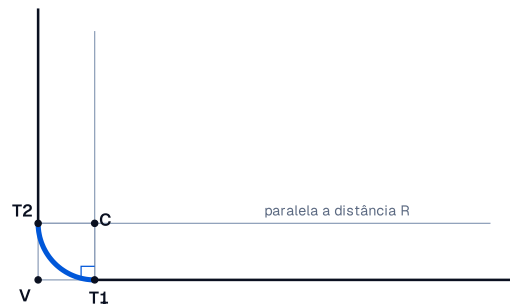
Se o sexto passo não fecha no ponto de partida, a abertura mudou durante a construção.

2.15

GRAU 3

Concorde duas retas perpendiculares com um arco de raio 10 mm, usando o método das paralelas.

Paralelas a 10 mm das duas retas se cruzam em C; os pés das perpendiculares por C são T1 e T2; arco de raio 10 mm de T1 a T2.



© Ulysses Cesar

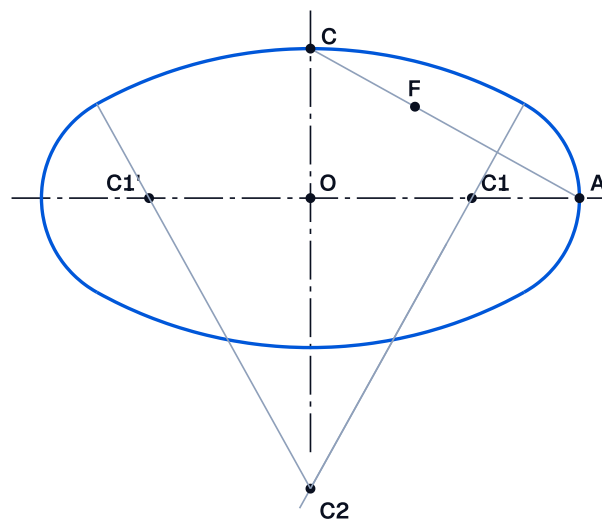
Em ângulo reto, os pontos T1 e T2 ficam a 10 mm do vértice.

2.16

GRAU 3

Trace uma oval de quatro centros com eixo maior de 72 mm e eixo menor de 40 mm.

Semieixos 36 e 20 mm. F em AC com $CF = 36 - 20 = 16$ mm; mediatriz de AF corta os eixos em C1 e C2; arcos de centros C1, C1', C2 e C2'.



© Ulysses Cesar

Se aparecer uma quina, a troca de arco não está sobre o prolongamento da reta entre centros.

Grau 4: Analisar e aplicar

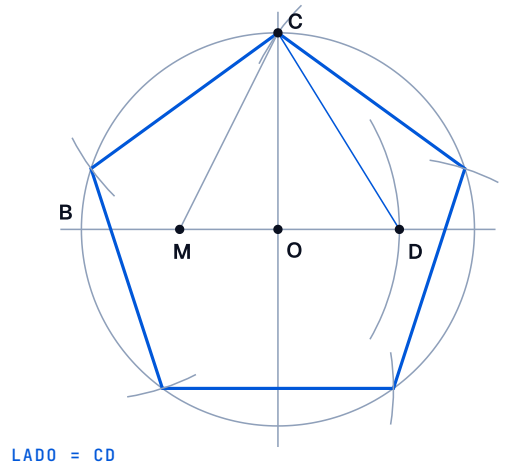
Combine construções e encontre o erro.

2.17

GRAU 4

Inscriva um pentágono regular em uma circunferência de raio 28 mm. Meça o lado e compare com $2 \times R \times \sin 36^\circ$.

Pela construção de M, D e C, o lado é CD. A conta $2 \times 28 \times \sin 36^\circ$ dá 32,92 mm, e a medida na prancha deve ficar perto disso (diferença de até 0,2 mm é aceitável).



© Ulysses Cesar

Uma diferença de 0,2 mm é aceitável em desenho a instrumento.

2.18

GRAU 4

Construa um ângulo de 105° sem transferidor. Descreva a sequência.

Levante uma perpendicular (90°), obtenha 30° por bissetriz do 60° e 15° por bissetriz do 30° . Some $90^\circ + 15^\circ = 105^\circ$: marque o ângulo de 15° a partir do lado vertical.

Outra rota: $60^\circ + 45^\circ$, com 45° como bissetriz de 90° .

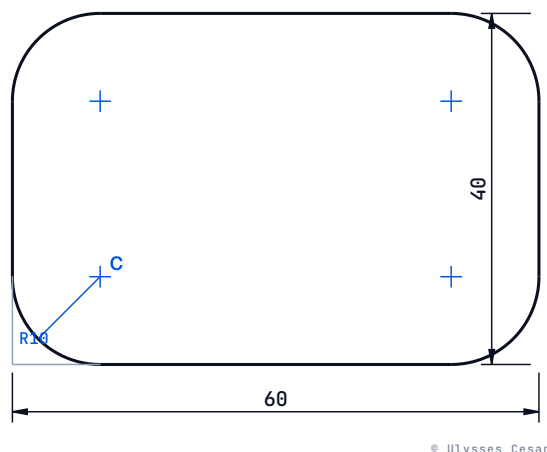
2.19

GRAU 4

Um canteiro retangular de 60 por 40 (unidades de desenho) deve ter os quatro cantos arredondados com raio 10. Desenhe o contorno e marque os centros dos arcos.

Cada canto é uma concordância de duas retas perpendiculares com $R = 10$: o centro fica a 10 de cada lado. Os quatro centros ficam em (10, 10), (50, 10), (10, 30) e (50, 30).

CENTROS DOS ARCOS A 10 DE CADA LADO



O trecho reto de cada lado fica com $60 - 2 \times 10 = 40$ e $40 - 2 \times 10 = 20$.

2.20

GRAU 4

Um aluno diz que construiu a bissetriz de um ângulo de 72° e mediu 30° de um lado e 42° do outro. Onde está o erro e como corrigir?

A bissetriz sempre divide em dois ângulos iguais: 36° e 36° . O erro mais provável é a abertura do compasso ter mudado entre os arcos dos pontos A e B (os dois arcos devem ter a mesma abertura).

Corrija refazendo o par de arcos com a abertura travada.

Quando a bissetriz cai fora do meio, quase sempre a abertura mudou entre os dois arcos.

MÓDULO 03

Escalas

COMO CABER UMA CASA EM UMA FOLHA SEM PERDER AS MEDIDAS

17 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

| Grau 1: Reconhecer

Nomes e sentido das escalas.

3.1

GRAU 1

Classifique cada escala como redução, ampliação ou escala natural: 1:20, 5:1, 1:1, 1:500, 2:1.

1:20 redução; 5:1 ampliação; 1:1 natural; 1:500 redução; 2:1 ampliação.

O número do papel vem primeiro. Se ele é maior que o do real (5:1), o desenho é maior que o objeto.

3.2

GRAU 1

Um mesmo cômodo é desenhado em 1:50 e em 1:100. Qual dos desenhos é maior?

O de **1:50**: a redução é menor, logo o desenho é maior. O de 1:100 tem a metade do lado e um quarto da área.

Quanto maior o denominador da redução, menor o desenho.

3.3

GRAU 1

Complete: a medida no papel é igual à medida real ____ n; a medida real é igual à medida no papel ____ n (para redução 1:n).

Papel = real **dividido** por n. Real = papel **multiplicado** por n.

Memorize o sentido: o papel é menor que a obra.

3.4

GRAU 1

Entre 1:30, 1:50, 1:75, 1:100 e 1:125, quais fazem parte da lista de escalas usuais da NBR 6492:2021?

1:50 e 1:100. As escalas 1:75 e 1:125 aparecem em escalímetros, mas não estão na lista usual da norma; 1:30 não é usual.

Lista usual: 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100, 1:200, 1:250, 1:500, 1:1000, 1:2000.

Grau 2: Calcular

Converta sempre em milímetros e confira o sentido da conta.

3.5

GRAU 2

Calcule a medida no papel de: (a) 5,60 m em 1:50; (b) 3,30 m em 1:100; (c) 0,90 m em 1:20; (d) 12,00 m em 1:200.

- (a) 5,60 m em 1:50
- (b) 3,30 m em 1:100
- (c) 0,90 m em 1:20
- (d) 12,00 m em 1:200

(a) $5\,600 \div 50 = 112$ mm. (b) $3\,300 \div 100 = 33$ mm. (c) $900 \div 20 = 45$ mm. (d) $12\,000 \div 200 = 60$ mm.

Todas as contas são: milímetros reais ÷ denominador.

3.6

GRAU 2

Calcule a medida real de: (a) 47 mm em 1:100; (b) 83 mm em 1:50; (c) 24 mm em 1:200; (d) 15 mm em 1:25.

- (a) 47 mm em 1:100
- (b) 83 mm em 1:50
- (c) 24 mm em 1:200
- (d) 15 mm em 1:25

(a) $47 \times 100 = 4\,700$ mm = 4,70 m. (b) $83 \times 50 = 4\,150$ mm = 4,15 m. (c) $24 \times 200 = 4\,800$ mm = 4,80 m. (d) $15 \times 25 = 375$ mm = 0,375 m.

Papel vezes denominador; só no fim, de milímetros para metros.

ERRO COMUM Esquecer de passar de mm para m (resultado 100 vezes maior).

3.7

GRAU 2

Uma peça de 3 mm é desenhada em 10:1. Quanto mede no papel? E um desenho que mede 18 mm em 2:1 corresponde a que medida real?

Ampliação: papel = real $\times$ 10 = $3 \times 10 = 30$ mm. Para 18 mm em 2:1: real = $18 \div 2 = 9$ mm.

Em ampliação o desenho é maior: multiplica-se para ir ao papel e divide-se para voltar.

3.8

GRAU 2

Uma parede de 6,00 m aparece com 120 mm em uma planta. Qual a escala?

$n = D \div d = 6\,000 \div 120 = 50$. A escala é **1:50**.

Sempre com as duas medidas na mesma unidade.

3.9

GRAU 2

Um cômodo mede 7,20 m por 4,80 m. Em 1:100, que dimensões ele tem no papel? Qual a área real? Qual a área no papel?

Lados no papel: $7\,200 \div 100 = 72$ mm e $4\,800 \div 100 = 48$ mm. Área real: $7,20 \times 4,80 = 34,56$ m². Área no papel: $72 \times 48 = 3.456$ mm².

Confira: $3\,456$ mm² $\times$ $100^2 = 34\,560\,000$ mm² = 34,56 m². A área passa por n².

Grau 3: Medir e desenhar

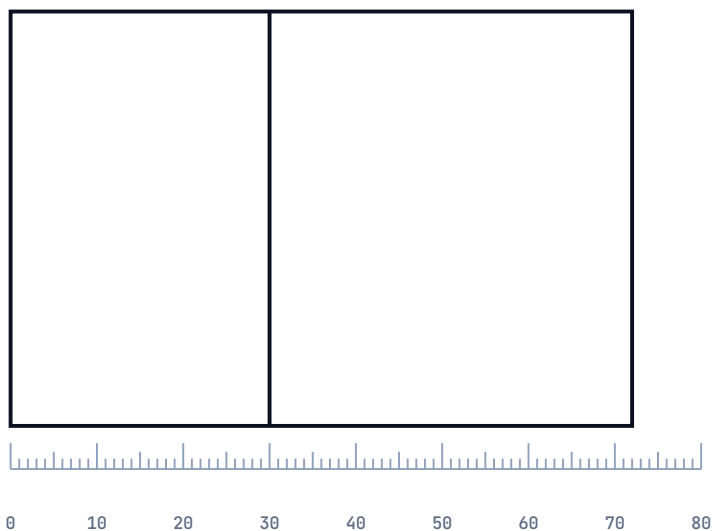
Use régua milimetrada e escalímetro; mostre o que mediu.

3.10

GRAU 3

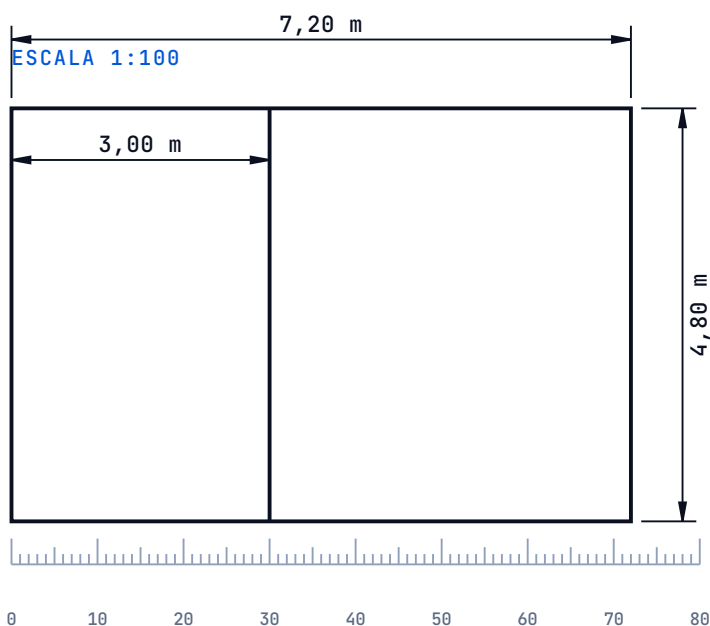
A planta ao lado está em 1:100 (imprima a 100% ou use a régua milimetrada desenhada). Meça a largura total, a altura e a posição da parede interna, e calcule as medidas reais e a área total.

ESCALA 1:100



© Ulysses Cesar

Largura 72 mm, altura 48 mm, parede a 30 mm da esquerda. Reais: $72 \times 100 = 7\,200 \text{ mm} = 7,20 \text{ m}$; $48 \times 100 = 4,80 \text{ m}$; $30 \times 100 = 3,00 \text{ m}$. Área total = $7,20 \times 4,80 = 34,56 \text{ m}^2$; o cômodo da esquerda tem $3,00 \times 4,80 = 14,40 \text{ m}^2$.



© Ulysses Cesar

Se a sua medida diferiu em 1 mm (0,10 m real), a causa é o paralaxe ao ler a régua: olhe de cima.

3.11

GRAU 3

Construa a escala gráfica de 1:75, com 3 m à direita do zero e talão de 1 m dividido em quatro partes.

1 m em 1:75 = $1\ 000 \div 75 = 13,33$ mm. Três metros = 40 mm; talão de 13,33 mm dividido em 4 partes de 3,33 mm.

1:75 (1 M = 13,33 MM)



© Ulysses Cesar

Use o compasso para marcar 13,33 mm quatro vezes se não puder medir fração: $4 \times 13,33 = 53,3$.

3.12

GRAU 3

Desenhe, em 1:50, uma sala retangular de 3,00 m por 2,00 m. Indique no desenho as dimensões do papel.

Lados no papel: $3\ 000 \div 50 = 60$ mm e $2\ 000 \div 50 = 40$ mm.



ESCALA 1:50

© Ulysses Cesar

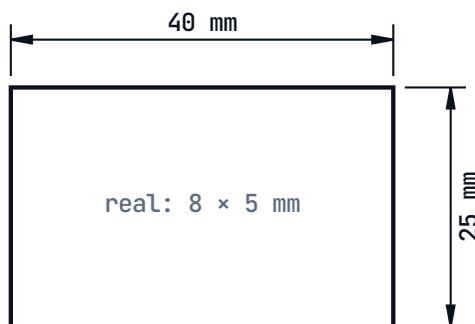
Quanto vale o seu desenho em área real? $60 \times 40\text{ mm}^2 = 2\ 400\text{ mm}^2 \times 2\ 500 = 6\ 000\ 000\text{ mm}^2 = 6,00\text{ m}^2$.

3.13

GRAU 3

Uma peça pequena mede 8 mm por 5 mm. Desenhe-a na escala 5:1 e escreva as medidas do desenho.

No desenho: $8 \times 5 = 40$ mm e $5 \times 5 = 25$ mm.



ESCALA 5:1

© Ulysses Cesar

A ampliação mostra o detalhe em tamanho que se lê; o real é 8 por 5 mm.

Grau 4: Decidir e analisar

A escala como decisão de projeto.

3.14

GRAU 4

Um terreno de 25,00 m por 14,50 m será desenhado em uma folha A2 em paisagem (594 × 420 mm), com margem esquerda de 25 mm e demais de 7 mm. Que escala usual escolher?

Área útil: $594 - 25 - 7 = 562$ mm por $420 - 14 = 406$ mm. $n \geq 25\,000 \div 562 = 44,5$ e $n \geq 14\,500 \div 406 = 35,7$. O maior é 44,5; a primeira escala usual acima é **1:50**. Em 1:50 o terreno ocupa 500 mm por 290 mm.

Não use 1:25: precisaria de $n \geq 44,5$. E note que sobrou espaço para escala gráfica e notas.

3.15

GRAU 4

Em uma planta em 1:50, um cômodo mede 60 mm por 40 mm. Um estudante calculou: "área no papel 2 400 mm², vezes 50 dá 120 000 mm², ou 0,12 m²". Aponte o erro e dê a área real.

O erro é multiplicar a área por n em vez de n^2 . Os lados reais são $60 \times 50 = 3\,000$ mm = 3,00 m e $40 \times 50 = 2\,000$ mm, logo a área é 6,00 m². Pela área: $2\,400 \times 50^2 = 6\,000\,000$ mm² = 6,00 m².

A área varia com o quadrado da escala: $50 \times 50 = 2\,500$.

ERRO COMUM Usar n em vez de n^2 nas áreas.

3.16

GRAU 4

Uma planta em 1:50 foi copiada com redução linear de 70%. Qual é agora a escala real do desenho? O que continua valendo na prancha?

Cada medida ficou 0,7 do que era: a escala real é $1:(50 \div 0,7) = \mathbf{1:71,4}$ aproximadamente. A escala numérica "1:50" passou a mentir; a **escala gráfica** continua valendo, porque foi reduzida junto.

Por isso a norma pede escala gráfica nas pranchas (A.3.2).

3.17

GRAU 4

Um segmento mede 68 mm em um desenho em 1:50. Qual a medida real? Se, por engano, você lesse na face 1:100 do escalímetro, que valor leria?

Real: $68 \times 50 = 3\,400$ mm = **3,40 m**. Na face de 1:100, os mesmos 68 mm seriam lidos como $68 \times 100 = 6\,800$ mm = **6,80 m**, o dobro do real.

Antes de ler, confira se a face tem o mesmo número da escala do desenho.

MÓDULO 04

Projeções ortogonais e vistas (1º diedro)

COMO UMA PEÇA DE TRÊS DIMENSÕES VIRA DESENHOS DE DUAS

19 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

| Grau 1: Reconhecer

Nomes, lugares e vistas. Só o que os capítulos 4.1 a 4.3 ensinaram.

4.1

GRAU 1

No primeiro diedro, complete: a vista superior fica _____ da frontal; a inferior, _____; a lateral esquerda, _____; a lateral direita, _____.

Superior: **abaixo**. Inferior: **acima**. Lateral esquerda: à **direita**. Lateral direita: à **esquerda**.

Mnemônico: a vista vai para o lado contrário ao de onde você olha.

4.2

GRAU 1

Por que a projeção ortogonal é a base do desenho técnico? Responda em uma frase.

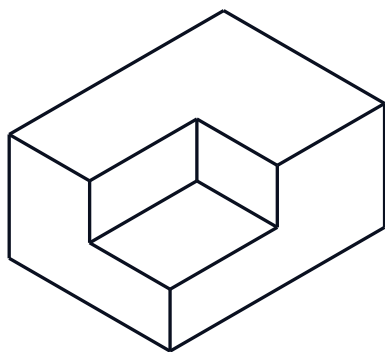
Porque toda face paralela ao plano de projeção aparece em **verdadeira grandeza**, o que permite medir e construir a partir do desenho.

A projeção cônica (fotografia) muda as medidas com a distância: boa para mostrar, ruim para construir.

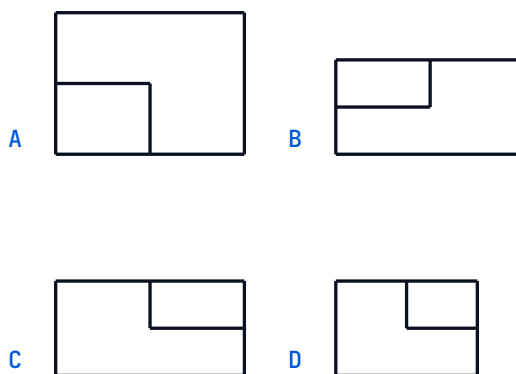
4.3

GRAU 1

Qual das quatro opções é a **vista frontal** da peça em perspectiva?



PEÇA EM PERSPECTIVA



© Ulysses Cesar

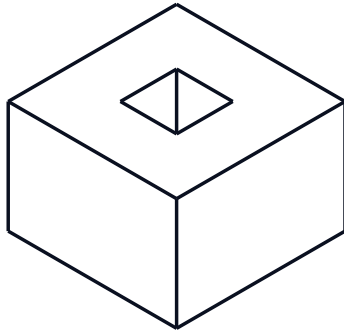
B. A frontal mostra o recorte do canto de cima, à esquerda, aberto para a frente.

A: é a vista superior. C: é a frontal espelhada (o recorte está do lado errado). D: é a lateral esquerda.

4.4

GRAU 1

Qual das quatro opções é a **vista superior** da peça?



PEÇA EM PERSPECTIVA

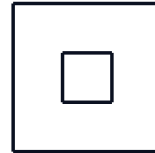
A



B



C



D



© Ulysses Cesar

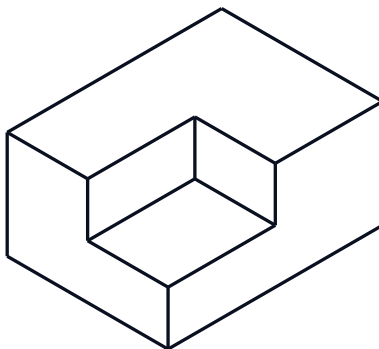
C. O furo passante aparece como um quadrado contínuo dentro do contorno.

A e B têm as duas linhas tracejadas verticais do furo: são vistas de frente e de lado. D é a frontal sem as tracejadas, que estaria errada.

4.5

GRAU 1

Qual das quatro opções é a **vista lateral esquerda** da peça?



PEÇA EM PERSPECTIVA

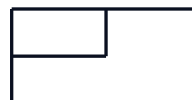
A



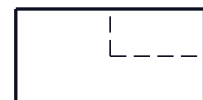
B



C



D



© Ulysses Cesar

B. Da esquerda se vê o recorte; a frente da peça fica à direita da vista.

A é a lateral direita: nela o recorte está escondido (tracejado). C é a frontal e D, a posterior.

4.6

GRAU 1

Qual dos dois símbolos é o do primeiro diedro, adotado no Brasil?



O da **esquerda**: o tronco de cone à esquerda e os círculos à direita.

No terceiro diedro a ordem se inverte.

| Grau 2: Raciocinar

Medidas e posições. Use o alinhamento (capítulo 4.5).

4.7

GRAU 2

Uma peça mede 60 mm de largura, 40 de profundidade e 30 de altura. Dê a largura e a altura do retângulo envolvente da vista frontal, da superior e da lateral esquerda.

Frontal: 60 × 30 mm. Superior: 60 × 40 mm. Lateral esquerda: 40 × 30 mm.

Frontal: largura e altura. Superior: largura e profundidade. Lateral: profundidade e altura.

4.8

GRAU 2

Na vista superior, o lado de **trás** da peça fica perto ou longe da vista frontal? E o da frente?

O lado de **trás** fica **perto** da frontal; o da **frente** fica **longe**. A mesma regra vale para a lateral esquerda.

Imagine o rebatimento: o HP gira para baixo; o que estava mais afastado da frente, no fundo, fica junto da linha de dobra.

4.9

GRAU 2

Quantas vistas você desenharia para: (a) um bloco retangular; (b) uma peça em L; (c) uma peça com furo passante vertical e outro horizontal?

- (a) bloco retangular
- (b) peça em L
- (c) peça com furo passante vertical e outro horizontal

(a) duas (frontal e superior). (b) duas bastam (frontal e superior); a lateral confirma. (c) três: cada furo só aparece cheio em uma das vistas e tracejado nas outras.

O critério é o mínimo que não deixa dúvida, não um número fixo.

4.10

GRAU 2

Um desenho com as três vistas de uma peça de 80 mm de largura, 60 de profundidade e 40 de altura será feito em uma folha A4 em pé (largura útil de 178 mm, altura útil de 283 mm). O espaço entre vistas é 15 mm. Qual a largura ocupada na horizontal (frontal, espaço, lateral) e a altura ocupada na vertical (frontal, espaço, superior)? Cabe?

Horizontal: $80 + 15 + 60 = 155$ mm, menor que 178 mm. Vertical: $40 + 15 + 60 = 115$ mm, menor que 283 mm. Cabe, com folga para as cotas.

Sempre some o espaço entre vistas e o espaço para cotas ao fazer a distribuição.

Grau 3: Desenhar vistas

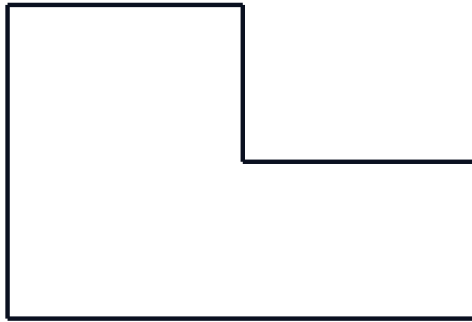
Desenhe com régua e esquadros; use linhas de chamada leves e a linha de 45°.

4.11

GRAU 3

Dadas as vistas frontal e superior da peça em L, desenhe a vista lateral esquerda, com a linha tracejada se houver.

VISTA FRONTAL

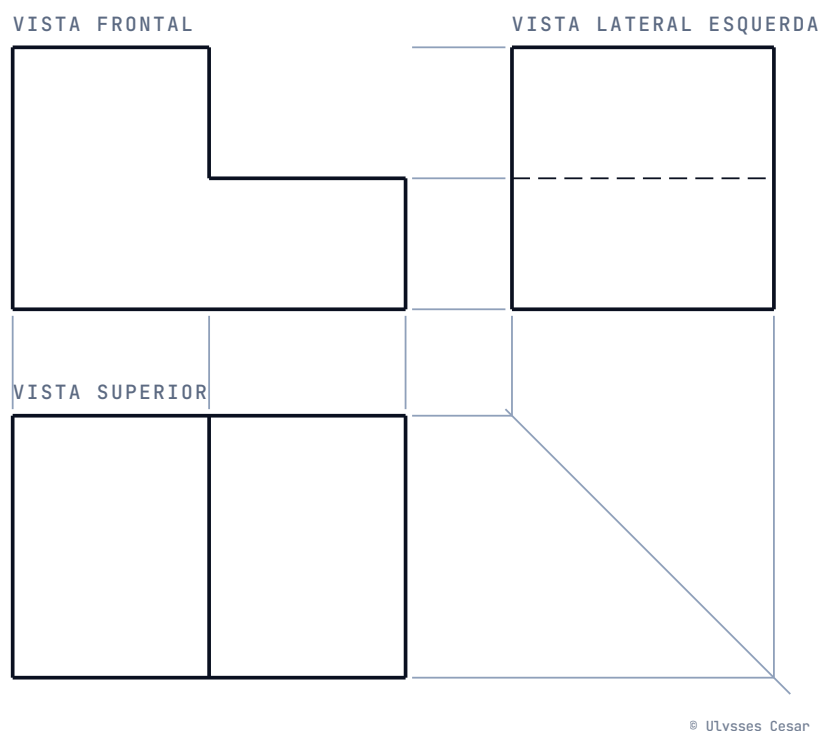


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Largura da lateral = profundidade da superior. Alturas da frontal: 2 e 4 módulos. A tracejada no nível 2 mostra o degrau que a coluna da esquerda esconde da esquerda.

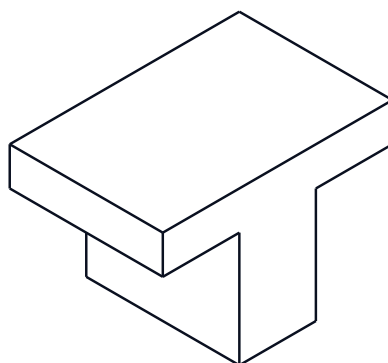


Se esqueceu a tracejada, a lateral parece um simples retângulo e a peça pode ser lida como um bloco inteiro.

4.12

GRAU 3

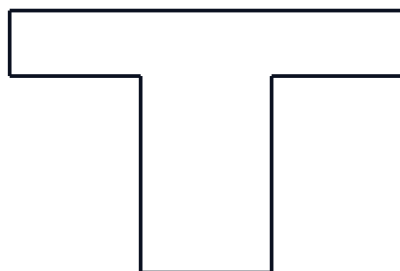
A peça em perspectiva é um T. Desenhe a frontal, a superior e a lateral esquerda.



© Ulysses Cesar

Frontal: o T. Superior: retângulo 6×4 com duas tracejadas verticais (as bordas da haste, escondidas sob a barra). Lateral: retângulo 4×4 com uma linha contínua horizontal no nível 3, onde a barra começa.

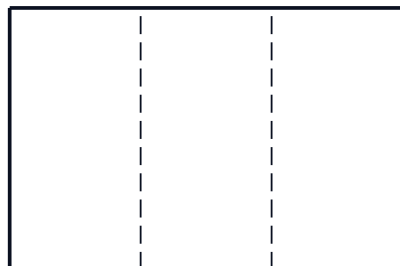
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



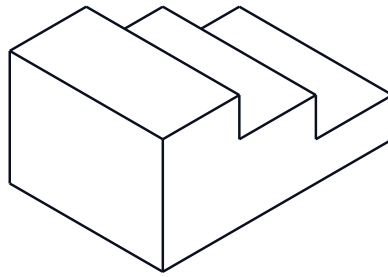
© Ulysses Cesar

Da barra para cima nada se vê da haste: por isso as linhas da haste, na superior, são tracejadas.

4.13

GRAU 3

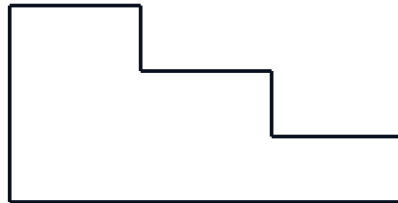
A peça é uma escada de três degraus. Desenhe as três vistas.



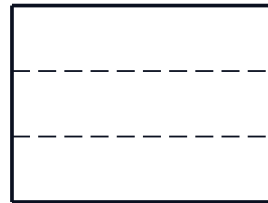
© Ulysses Cesar

Frontal: três degraus. Superior: três faixas cheias, de 2 módulos de largura cada, uma por degrau. Lateral: retângulo 4×3 com duas tracejadas, nos níveis 1 e 2, que são os degraus escondidos pelo degrau mais alto.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

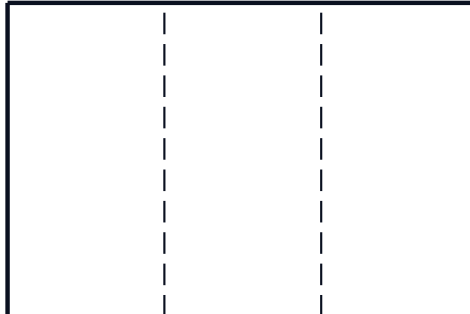
A lateral esquerda mostra a altura máxima da escada, a do degrau mais alto, que fica na frente da vista.

4.14

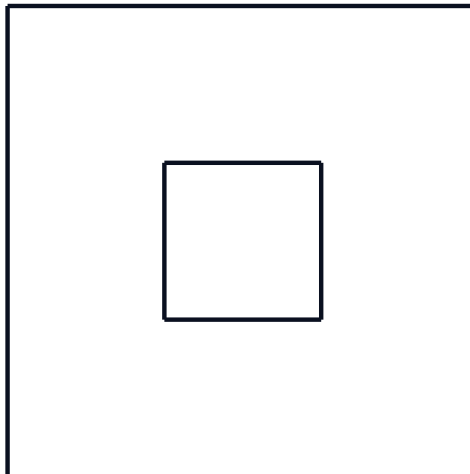
GRAU 3

A peça é um bloco com furo quadrado vertical passante. Dadas a frontal e a superior, desenhe a lateral esquerda com as linhas invisíveis.

VISTA FRONTAL

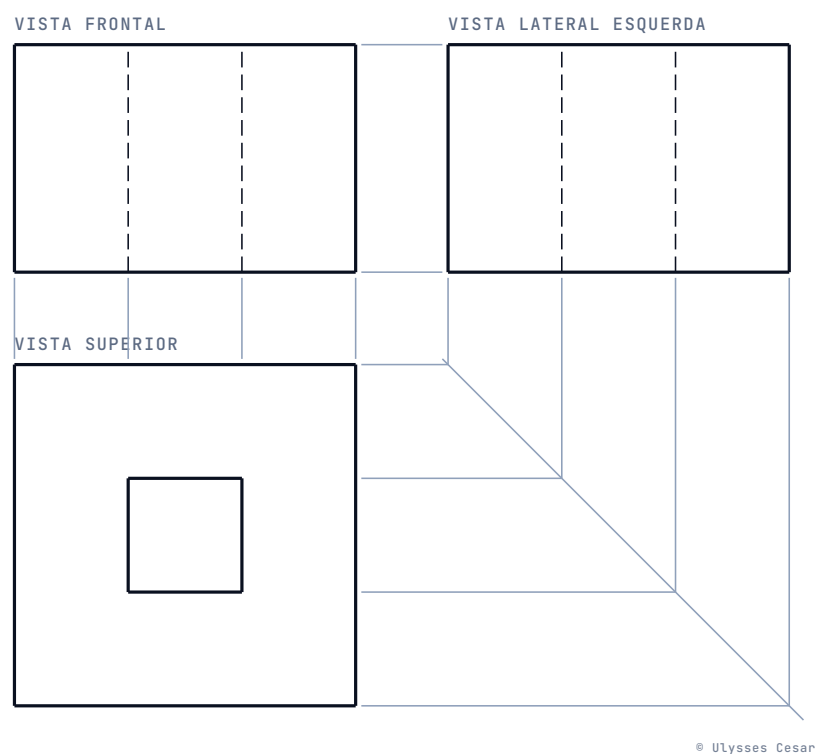


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Contorno: retângulo 6×4 . Duas tracejadas verticais, nas posições da profundidade do furo (de 2 a 4).



O furo é invisível nas vistas frontal e lateral: as tracejadas indicam que ele existe.

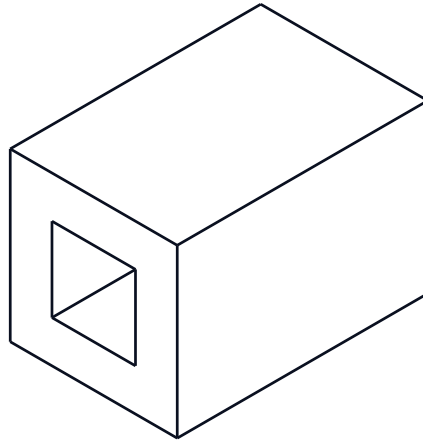
Grau 4: Analisar e combinar

Encontre erros, desenhe peças mais difíceis e converta de diedro.

4.15

GRAU 4

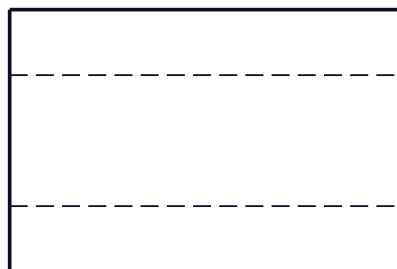
A peça em perspectiva tem um túnel horizontal. Desenhe as três vistas, com as linhas invisíveis.



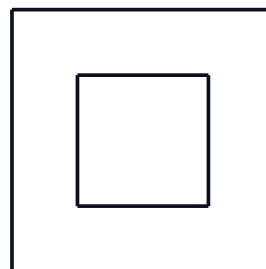
© Ulysses Cesar

O túnel atravessa a peça na direção da largura. Aparece cheio na lateral e tracejado na frontal e na superior.

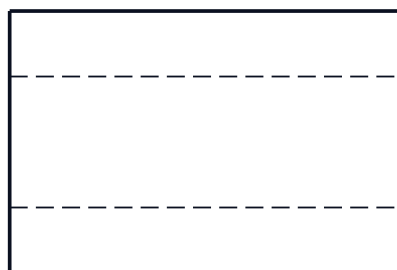
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

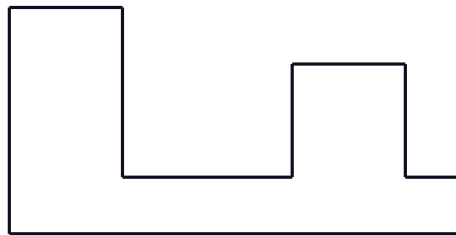
Na frontal as duas tracejadas horizontais mostram a altura do túnel; na superior, as duas tracejadas, a profundidade.

4.16

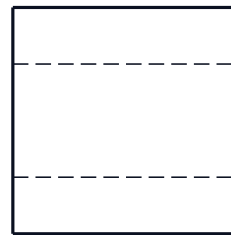
GRAU 4

As três vistas abaixo são de uma peça em duas colunas sobre uma base. Faça um croqui em perspectiva isométrica, à mão livre, na malha de pontos.

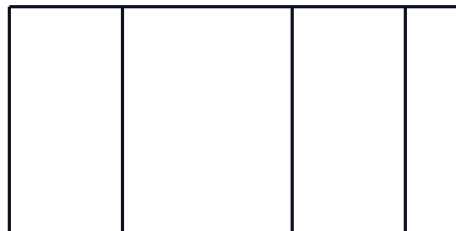
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA

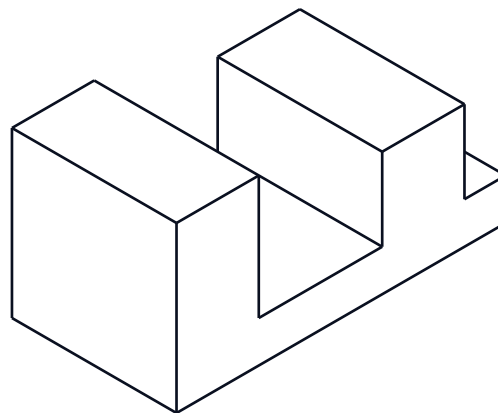


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Uma base de $8 \times 4 \times 1$ com duas colunas: a da esquerda, de 2 de largura e altura 4; a outra, de 2 de largura e altura 3, começa a 5 módulos da esquerda e deixa 1 módulo de base livre à direita.



© Ulysses Cesar

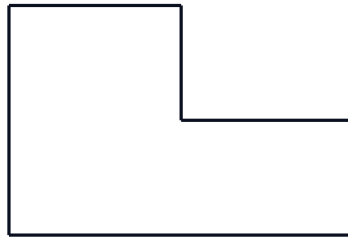
Comece pela caixa envolvente $8 \times 4 \times 4$ em traço leve e retire os pedaços que faltam.

4.17

GRAU 4

As vistas abaixo têm dois erros. Encontre-os e corrija.

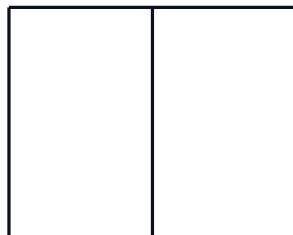
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

1) A vista superior tem 5 módulos de largura e a frontal tem 6: as larguras têm de ser iguais. 2) A lateral esquerda não tem a tracejada do degrau escondido, no nível 2.

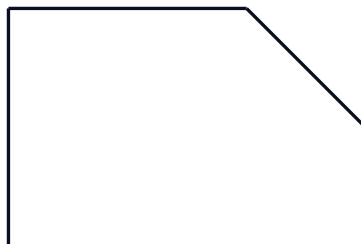
O alinhamento é o seu verificador: se uma vista não bate com a vizinha, algo está errado.

4.18

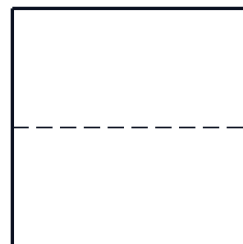
GRAU 4

A peça abaixo tem uma face inclinada. Diga em qual vista a face aparece como uma linha e em quais aparece encurtada.

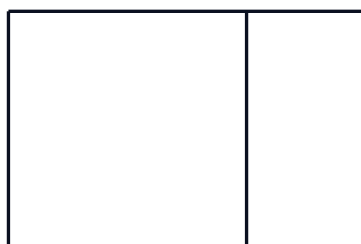
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Na **frontal**, como linha inclinada. Na **superior** e na **lateral**, como retângulos reduzidos.

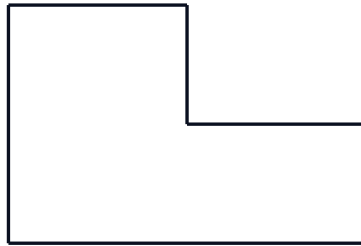
A face é perpendicular ao plano frontal; é inclinada em relação aos outros dois.

4.19

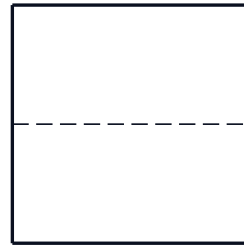
GRAU 4

Redesenhe as vistas da peça em L em terceiro diedro (a frontal fica igual).

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



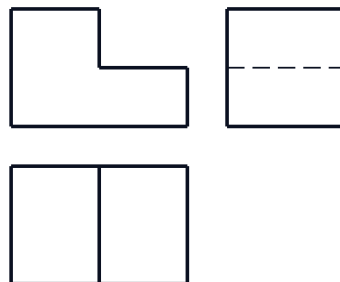
VISTA SUPERIOR



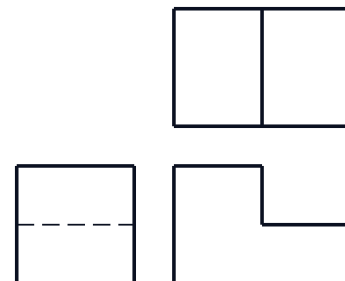
© Ulysses Cesar

Superior acima da frontal; lateral esquerda à esquerda da frontal. O desenho de cada vista não muda: só o lugar.

1° DIEDRO



3° DIEDRO



© Ulysses Cesar

Veja a figura: a metade da direita é o terceiro diedro. O símbolo no desenho identifica o método.

MÓDULO 05

Geometria descritiva: ponto, reta e plano

O MÉTODO DE MONGE: POR QUE AS VISTAS SE ALINHAM E COMO MEDIR O QUE ESTÁ INCLINADO

16 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

| Grau 1: Reconhecer

Nomes e posições. Só o que as lições 5.1 a 5.3 definiram.

5.1

GRAU 1

Defina abscissa, afastamento e cota de um ponto.

Abscissa: posição ao longo da LT. Afastamento: distância do ponto ao plano vertical (VP). Cota: distância do ponto ao plano horizontal (HP).

Fixe: afastamento é medido até o **VP**; cota, até o **HP**.

5.2

GRAU 1

Na épura, onde ficam as projeções A" e A' de um ponto do primeiro diedro, em relação à LT?

A" (vertical) fica **acima** da LT; A' (horizontal) fica **abaixo**. As duas estão na mesma linha de chamada perpendicular à LT.

Cota para cima, afastamento para baixo.

5.3

GRAU 1

Classifique cada ponto: A(20; 15; 25), B(40; 0; 30), C(60; 20; 0), D(80; 0; 0). Diga se está no primeiro diedro, no VP, no HP ou na LT.

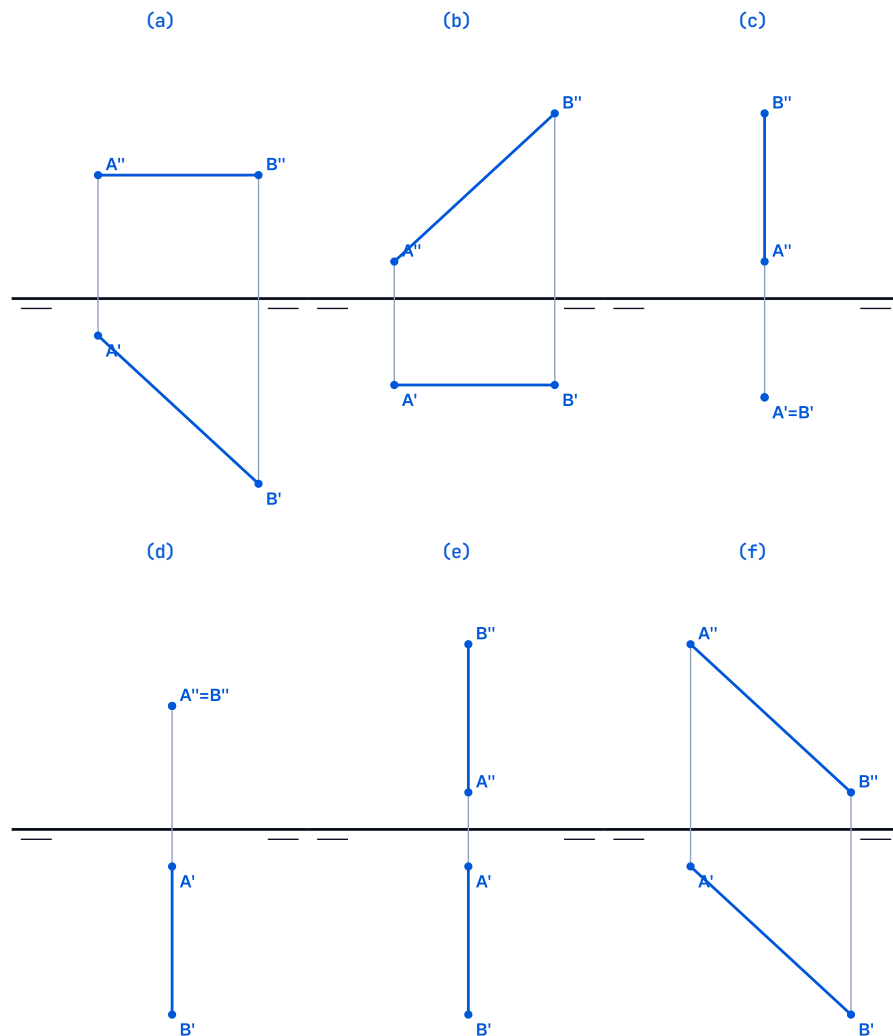
A: primeiro diedro. B: no VP (afastamento zero). C: no HP (cota zero). D: na LT (afastamento e cota zero).

Afastamento zero: VP. Cota zero: HP. Os dois zeros: LT.

5.4

GRAU 1

Dê o nome da posição de cada reta (a) a (f) da figura, em ordem: horizontal, frontal, vertical, de topo, de perfil, qualquer.



© Ulysses Cesar

(a) horizontal; (b) frontal; (c) vertical; (d) de topo; (e) de perfil; (f) qualquer.

Ponto em uma projeção: reta perpendicular àquele plano (vertical: ponto na horizontal; de topo: ponto na vertical).

Grau 2: Raciocinar e calcular

Use o triângulo e os traços.

5.5

GRAU 2

Um ponto tem cota 30 e afastamento 20. A que distância da LT ficam A'' e A'? E em qual lado de cada uma?

A'' fica a **30** acima da LT (a cota). A' fica a **20** abaixo da LT (o afastamento).

Afastamento e cota não se confundem: o que vai para cima é a cota.

5.6

GRAU 2

O segmento AB tem A(10; 10; 40) e B(50; 40; 10). Calcule $|A'B'|$, Δz e a verdadeira grandeza. A reta é de que posição?

$\Delta(40; 30; -30)$. $|A'B'| = \sqrt{(40^2 + 30^2)} = 50$. $\Delta z = 30$. $VG = \sqrt{(50^2 + 30^2)} = \mathbf{58,31}$. Pela fórmula espacial, $\sqrt{3 \cdot 400} = 58,31$. A reta é **qualquer** (oblíqua).

Uma reta horizontal teria $\Delta z = 0$; uma frontal, $\Delta \text{afastamento} = 0$.

5.7

GRAU 2

A reta horizontal AB tem A(10; 15; 25) e B(40; 35; 25). Qual a verdadeira grandeza? Onde ela aparece em verdadeira grandeza?

$\Delta(30; 20; 0)$. Como a cota é constante, a verdadeira grandeza é o comprimento de A'B': $\sqrt{(30^2 + 20^2)} = \mathbf{36,06}$. Aparece na projeção **horizontal**.

Para a reta horizontal a projeção vertical é paralela à LT e mede só o $\Delta x = 30$: encurtada.

5.8

GRAU 2

Ache os traços H e V da reta do exercício 2.2 (A(10; 10; 40), B(50; 40; 10)).

H (cota zero): parâmetro $40 \div 30 = 4/3$, H = (63,33; 50; 0). V (afastamento zero): parâmetro $-10 \div 30 = -1/3$, V = (-3,33; 0; 50).

Para cada traço, a coordenada que deve zerar dá o parâmetro; as outras acompanham.

Grau 3: Desenhar a écura

Use a folha de écura (LT com régua) e escalas de 1:1.

5.9

GRAU 3

Desenhe a écura do ponto A(35; 20; 30). Indique as distâncias de A" e de A' até a LT.

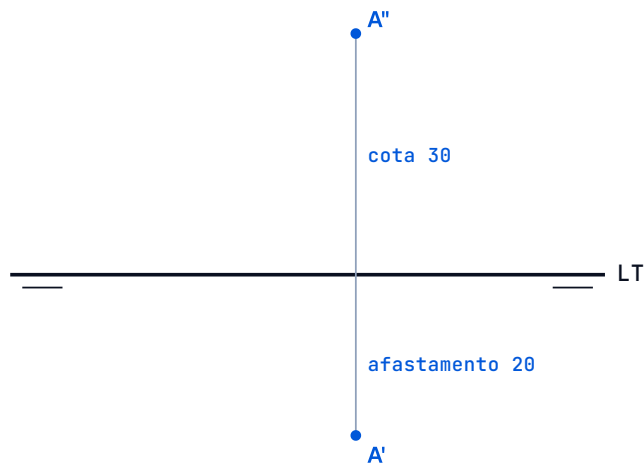
ACIMA DA LT: VISTA FRONTAL (COTAS)



ABAIXO DA LT: VISTA SUPERIOR (AFASTAMENTOS)

© Ulysses Cesar

A" a 30 acima da LT; A' a 20 abaixo; ambos na perpendicular à LT em x = 35.



© Ulysses Cesar

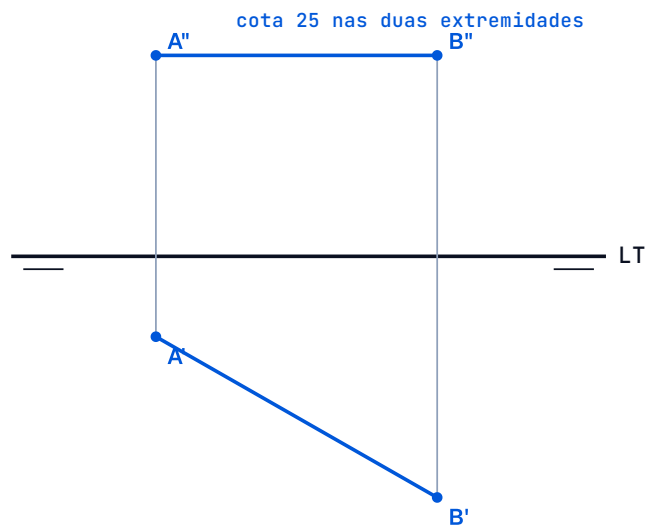
Confira com a régua: A" e A' devem estar alinhados na vertical.

5.10

GRAU 3

Desenhe a écura da reta horizontal AB, com A(10; 10; 25) e B(45; 30; 25).

As duas projeções verticais na cota 25: A''B'' paralela à LT. A'B' inclinada, ligando (10; -10) a (45; -30).



© Ulysses Cesar

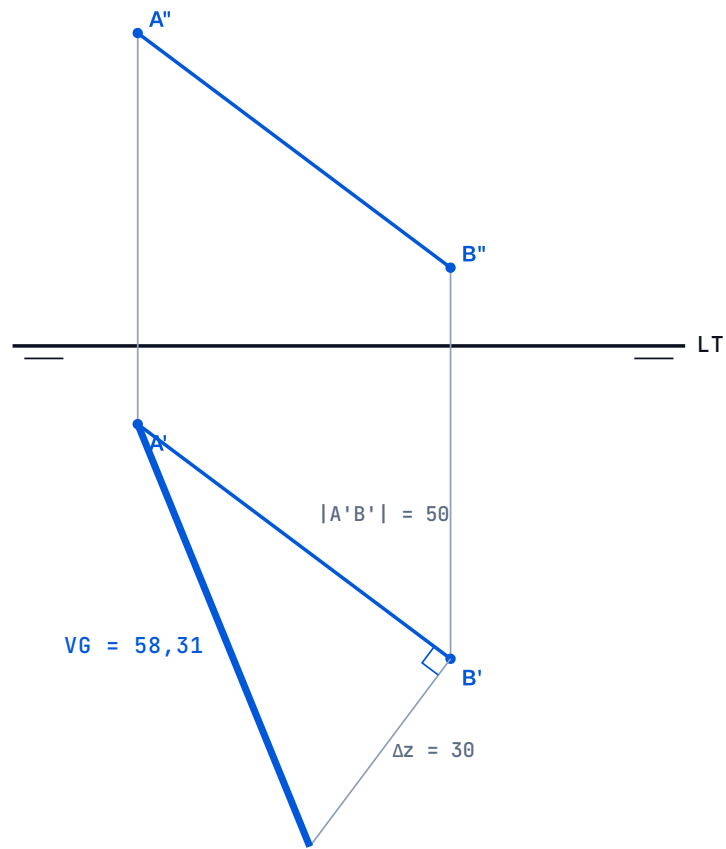
Em uma reta horizontal, A'' e B'' estão na mesma altura.

5.11

GRAU 3

Desenhe a épora de A(10; 10; 40) e B(50; 40; 10) e ache a verdadeira grandeza pelo triângulo.

Meça $|A'B'| = 50$; trace em B' a perpendicular a A'B' com 30; a hipotenusa mede 58,31.



© Ulysses Cesar

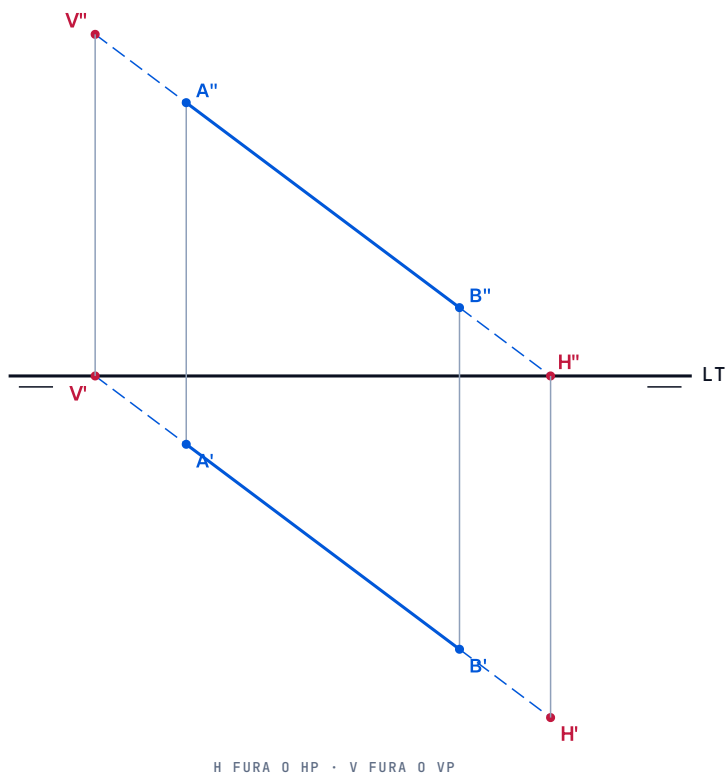
Se medir 58 mm na hipotenusa, está certo; a conta dá 58,31.

5.12

GRAU 3

Na mesma écura, ache os traços da reta AB e marque H'' , H' , V' e V'' .

Prolongue $A''B''$ até a LT para H'' ; desça até $A'B'$ prolongada para H' . Prolongue $A'B'$ até a LT para V' ; suba até $A''B''$ prolongada para V'' .



© Ulysses Cesar

H'' e V' ficam sobre a LT.

Grau 4: Analisar e ligar às vistas

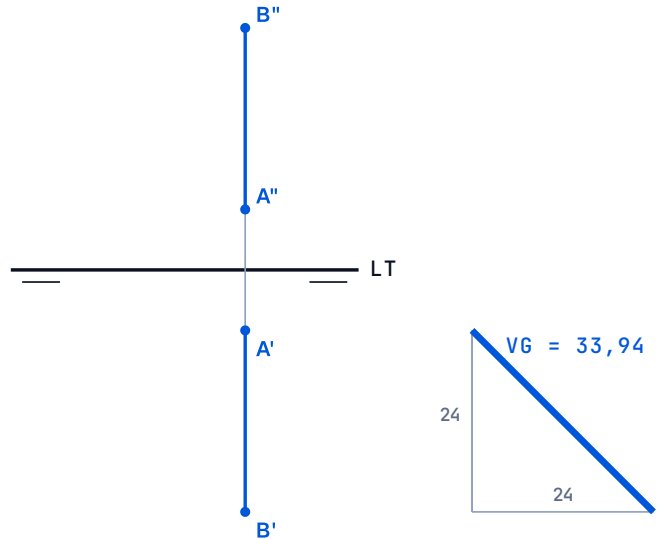
Retas de perfil, planos e a ponte com o módulo 4.

5.13

GRAU 4

A reta de perfil AB tem A(25; 8; 8) e B(25; 32; 32). As duas projeções mostram 24 mm. Qual a verdadeira grandeza? Por quê as projeções não servem?

Os catetos são $\Delta\text{afastamento} = 24$ e $\Delta\text{cota} = 24$: $VG = \sqrt{(24^2 + 24^2)} = \mathbf{33,94}$. As projeções são perpendiculares à LT e encurtadas: a reta é inclinada em relação aos dois planos.



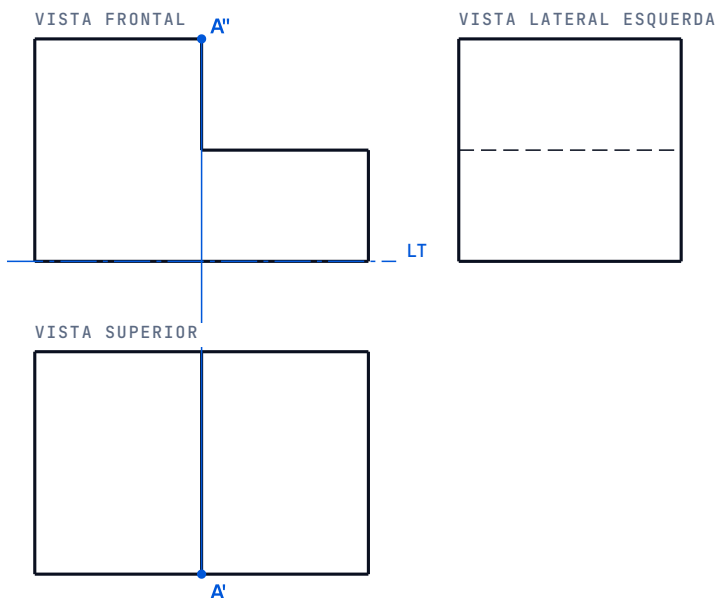
© Ulysses Cesar

É o caso em que só o triângulo resolve.

5.14

GRAU 4

Na peça em L das vistas, o vértice A é o canto superior da coluna, na frente. Escreva A(abscissa; afastamento; cota) em módulos, considerando o VP no fundo da peça (profundidade 4) e a origem no canto esquerdo.



© Ulysses Cesar

Abscissa 3 (a coluna ocupa 3 módulos). Afastamento 4: a face da frente está a 4 do plano do fundo. Cota 4 (altura da coluna). A(3; 4; 4).

Se A estivesse no fundo, o afastamento seria 0 e A' estaria sobre a LT.

5.15

GRAU 4

Um estudante desenhou A'' abaixo da LT e A' acima. Em qual diedro está o ponto? Que sinal têm afastamento e cota?

No **terceiro diedro**: afastamento negativo e cota negativa.

Para o primeiro diedro, vertical em cima e horizontal embaixo.

5.16

GRAU 4

Duas retas de um telhado de duas águas: a cumeeira, paralela à LT, e uma linha de maior declive, perpendicular à cumeeira, em um plano de perfil. Classifique as duas.

A cumeeira é uma reta **fronto-horizantal** (paralela à LT). A linha de maior declive, em um plano perpendicular à LT, é uma reta **de perfil**.

Por isso o telhado não mostra o declive real na frontal: ele só se vê na vista lateral.

MÓDULO 06

Perspectivas

MOSTRAR A PEÇA INTEIRA EM UM SÓ DESENHO

17 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

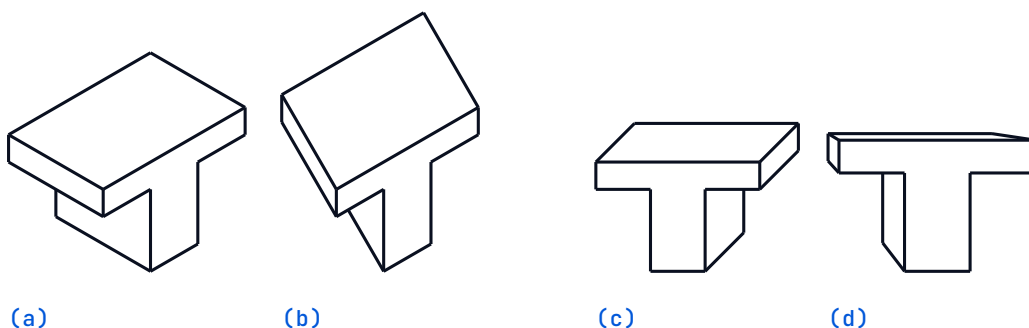
Grau 1: Reconhecer

Nomes e ideias das perspectivas.

6.1

GRAU 1

Na figura, dê o nome da perspectiva de cada desenho (a), (b), (c) e (d): isométrica, militar, cavaleira e cônica, na ordem em que estão. Em seguida, diga qual delas mantém a face da frente em verdadeira grandeza.



© Ulysses Cesar

(a) isométrica; (b) militar; (c) cavaleira; (d) cônica. A que mantém a frente em verdadeira grandeza é a **cavaleira**.

Na militar a que se mantém é a planta; na isométrica, nenhuma face.

6.2

GRAU 1

Que ângulo cada eixo x e y da isométrica faz com a horizontal? E que ângulo há entre dois eixos quaisquer?

30° com a horizontal; 120° entre os eixos.

Três eixos a 120° ocupam a volta toda: $3 \times 120^\circ = 360^\circ$.

6.3

GRAU 1

Qual perspectiva mantém a planta em verdadeira grandeza?

A **militar** (ou planimétrica).

É a preferida para edifícios porque parte da planta, que o arquiteto já tem.

6.4

GRAU 1

Na cavaleira, a profundidade é desenhada em que ângulo e com que redução?

A 45°, reduzida à metade.

A redução evita que a peça pareça mais profunda do que é.

| Grau 2: Calcular

Os números das perspectivas.

6.5

GRAU 2

Na projeção isométrica verdadeira, as arestas sobre os eixos aparecem reduzidas a $\sqrt{2/3} \approx 0,8165$ do tamanho real. Quanto mede, na projeção, uma aresta real de 50 mm? E no desenho isométrico (sem redução)?

Projeção verdadeira: $50 \times 0,8165 = 40,82$ mm. Desenho isométrico: **50 mm**, em verdadeira grandeza.

O desenho isométrico fica $1 \div 0,8165 = 1,2247$ vez maior que a projeção verdadeira.

6.6

GRAU 2

Uma peça tem 60 mm de profundidade. Quanto vale essa medida em cavaleira (45°, redução 1/2)? E 45 mm de profundidade?

$60 \div 2 = \mathbf{30\text{ mm}}$ ao longo da reta a 45°. $45 \div 2 = \mathbf{22,5\text{ mm}}$.

A redução só vale para a profundidade; largura e altura da frente não mudam.

6.7

GRAU 2

Um círculo de diâmetro 30 mm será desenhado em isométrica por quatro centros. Calcule o lado e as duas diagonais do losango, e os raios dos arcos grande e pequeno ($R = \text{lado} \times 0,866$; $r = \text{lado} \times 0,2887$).

Lado = 30 mm. Diagonal maior = $30 \times \sqrt{3} = 51,96$ mm. Diagonal menor = 30 mm. $R = 25,98$ mm. $r = 8,66$ mm.

Confira a proporção: $R = \text{lado} \times \sqrt{3} \div 2$ e $r = \text{lado} \times \sqrt{3} \div 6$.

6.8

GRAU 2

O losango da isométrica tem lado 40 mm. Confirme a diagonal maior por trigonometria: a diagonal que passa pelos ângulos de 60° vale $2 \times \text{lado} \times \cos 30^\circ$.

$2 \times 40 \times \cos 30^\circ = 2 \times 40 \times 0,8660 = \mathbf{69,28\text{ mm}}$.

É a mesma conta de $\sqrt{3} \times \text{lado}$.

Grau 3: Desenhar

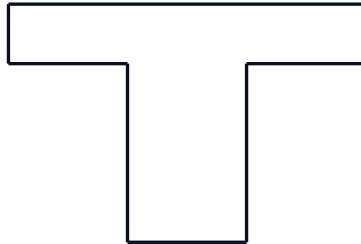
Sempre em linha leve primeiro; reforce só o contorno visível.

6.9

GRAU 3

Dadas as três vistas da peça em T, desenhe-a em perspectiva isométrica, na malha de pontos. Lembre-se: caixa envolvente primeiro.

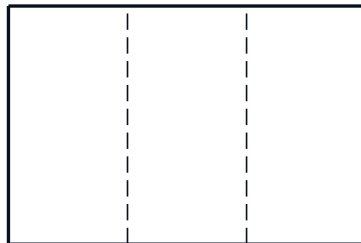
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA

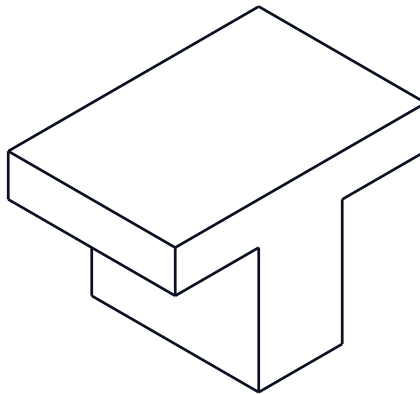


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Caixa $6 \times 4 \times 4$; a barra de cima $6 \times 4 \times 1$; a haste central, de largura 2, desce 3 abaixo da barra.



© Ulysses Cesar

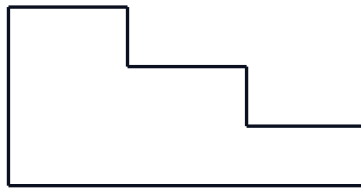
Se a haste ficou fora de centro, confira: ela começa a 2 módulos da esquerda e termina a 2 da direita.

6.10

GRAU 3

Desenhe a mesma escada de três degraus (vistas dadas) em perspectiva cavaleira.

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA

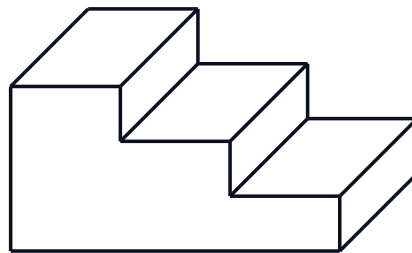


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Frente em verdadeira grandeza (degraus 2, 2 e 2 de largura, alturas 1, 2 e 3); profundidade 4 a 45° com redução: 2 módulos reais sobre cada reta.



© Ulysses Cesar

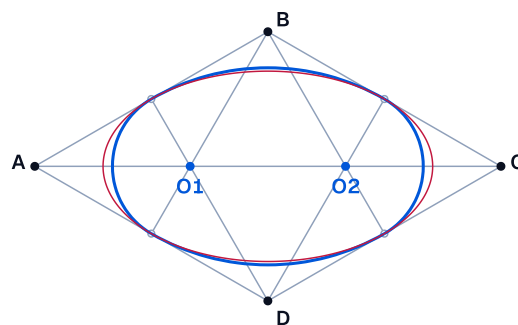
Na cavaleira, a frente é igual à vista frontal: copie-a primeiro.

6.11

GRAU 3

Desenhe em isométrica o círculo de diâmetro 40 mm, por quatro centros, no plano horizontal.

Losango de lado 40; pontos médios; ligações dos vértices obtusos aos pontos médios; quatro arcos.



AZUL: QUATRO ARCOS • VERMELHO: ELIPSE EXATA

© Ulysses Cesar

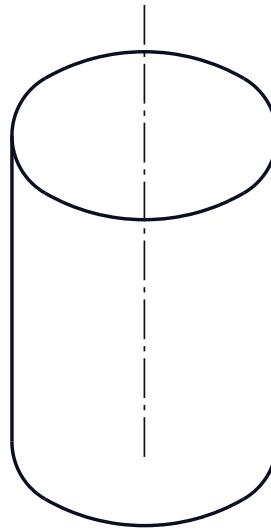
Se a elipse saiu "torta", confira se os arcos se encontram sobre as retas que ligam os centros.

6.12

GRAU 3

Desenhe em isométrica um cilindro de diâmetro 30 mm e altura 40 mm, com eixo vertical.

Duas elipses iguais (uma em cima, uma embaixo) deslocadas de 40 mm; tangentes verticais nas pontas.



TANGENTES VERTICAIS NAS PONTAS DA EL:

© Ulysses Cesar

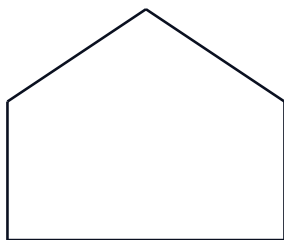
A de baixo só tem a metade da frente visível.

6.13

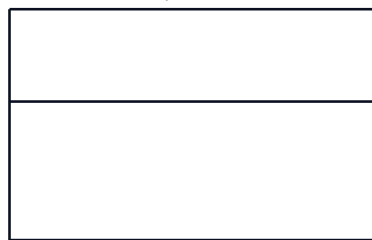
GRAU 3

Dadas as vistas do bloco de casa (paredes e telhado de duas águas), desenhe-o em perspectiva militar a 30°.

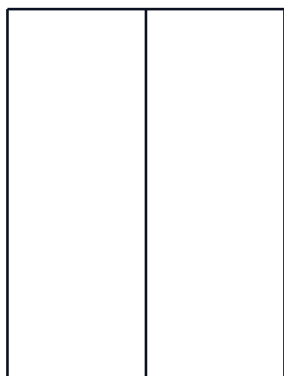
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA

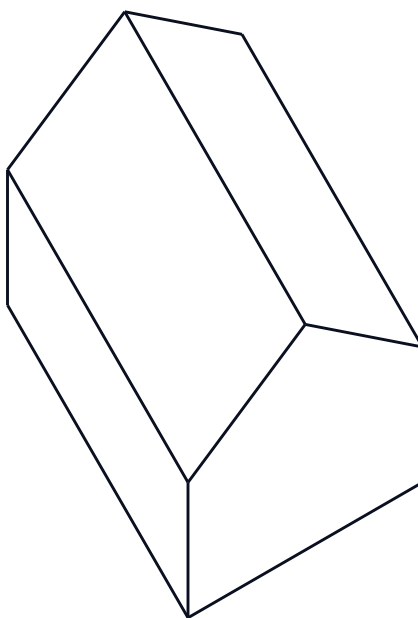


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Planta 6 × 8 girada 30°; alturas das paredes verticais (3) e do telhado (5).



© Ulysses Cesar

A planta mantém suas medidas reais; só gira.

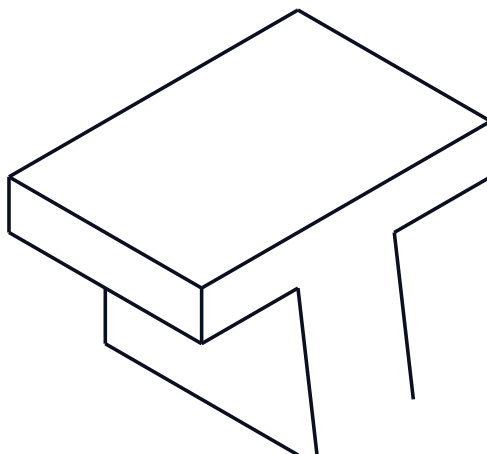
Grau 4: Analisar e decidir

Corrija desenhos e escolha o método certo.

6.14

GRAU 4

A isométrica da peça em T tem erros. Aponte-os.



© Ulysses Cesar

1) As duas arestas verticais da haste estão inclinadas: arestas verticais ficam verticais na isométrica. 2) Falta a aresta inferior mais baixa da haste: o contorno visível não fecha.

Verifique sempre: arestas paralelas na peça são paralelas no desenho, e as verticais são verticais.

6.15

GRAU 4

Escolha a perspectiva mais adequada: (a) peça com furo circular na face da frente; (b) conjunto de edifícios em uma quadra; (c) uma peça de mobiliário, para o marceneiro; (d) a sala de estar, para o cliente.

- (a) peça com furo circular na face da frente
- (b) conjunto de edifícios em uma quadra
- (c) uma peça de mobiliário, para o marceneiro
- (d) a sala de estar, para o cliente

(a) cavaleira; (b) militar; (c) isométrica; (d) cônica.

Furo circular de frente: cavaleira (compasso). Edifícios: militar (parte da planta). Marceneiro: isométrica (mede nos eixos). Cliente: cônica (parece real).

6.16

GRAU 4

Um cubo de aresta 40 mm é desenhado em isométrica (sem redução). Qual a largura total do desenho, do vértice esquerdo ao direito, e a altura total?

Largura: $2 \times 40 \times \cos 30^\circ = 69,28 \text{ mm}$. Altura: 40 (aresta vertical) + $2 \times 40 \times \sin 30^\circ = 80 \text{ mm}$.

Útil para saber se a perspectiva cabe na folha antes de começar.

6.17

GRAU 4

Um aluno desenhou uma peça em cavaleira com a profundidade de 60 mm medida inteira a 45° e disse que a peça "ficou comprida". Explique.

Na cavaleira usada em ensino, a profundidade se reduz à metade (30 mm). Sem a redução, a peça parece mais profunda do que é.

A redução compensa a deformação da projeção oblíqua.

MÓDULO 07

Cortes e seções, hachuras

MOstrar o que há dentro da peça

18 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

Grau 1: Reconhecer

Nomes, linhas e ideias de corte e seção.

7.1

GRAU 1

Os dois desenhos abaixo foram feitos com o mesmo plano de corte. Diga qual é um **corte** e qual é uma **seção**, e explique a diferença.

(A)



(B)



© Ulysses Cesar

(a) é o corte: mostra a superfície que o plano atingiu e também o que está atrás dela. (b) é a seção: mostra só o que o plano atingiu.

Na dúvida, pergunte: aparece algo além da superfície cortada? Se sim, é corte.

7.2

GRAU 1

Em um corte, que parte da peça é imaginariamente retirada: a que fica entre o plano e o observador, ou a que fica atrás do plano?

A que fica **entre o plano e o observador**. A parte que sobra, atrás do plano, é a que se desenha.

Sem retirar a parte da frente, o observador não conseguiria ver a superfície serrada.

7.3

GRAU 1

Que linhas formam uma linha de corte, segundo a NBR 6492:2021? Descreva as extremidades e o trajeto.

Extremidades e mudanças de direção: traço e ponto **extralarga**. Trajeto entre elas (opcional): traço e ponto **estreita**.

O triângulo cheio do símbolo, em cada extremidade, indica o sentido de observação.

7.4

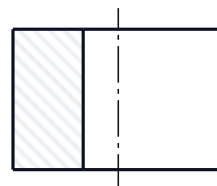
GRAU 1

Dê o nome do tipo de corte de cada desenho: (a), (b), (c) e (d).

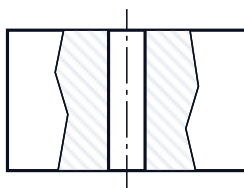
(A)



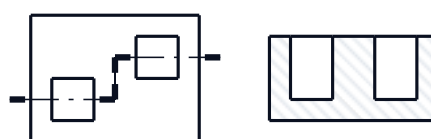
(B)



(C)



(D)



© Ulysses Cesar

(a) corte total; (b) meio corte; (c) corte parcial; (d) corte em planos paralelos.

Pistas: (b) tem linha de simetria entre duas metades; (c) tem linha de ruptura; (d) tem linha de corte em degrau na planta.

7.5

GRAU 1

O que a hachura indica em um corte? Em que ângulo ela é traçada, em regra? Pode haver hachura dentro de um furo?

A hachura indica a superfície em que o plano atravessou o material. É traçada, em regra, a 45°. Dentro de um furo (vazio) **não** há hachura.

Hachura = material cortado. Onde o plano passa pelo ar, não há material.

Grau 2: Calcular

Medidas de um corte e sua escala.

7.6

GRAU 2

Uma parede de 15 cm de espessura é desenhada em corte na escala 1:50. Quanto ela mede no papel? E na escala 1:100? Em qual das duas a hachura ficaria apertada demais?

1:50: $150 \div 50 = 3 \text{ mm}$. 1:100: $150 \div 100 = 1,5 \text{ mm}$. Em 1:100 a hachura fica apertada demais; por isso se costuma preencher a parede de preto.

Espessura no papel = espessura real $\div$ denominador da escala (em mm).

7.7

GRAU 2

Um corte de edificação, em escala 1:50, mostra um pé-direito (altura entre piso e laje) de 2,80 m e uma laje de 12 cm de espessura. Quanto medem essas duas medidas no papel?

Pé-direito: $2800 \div 50 = 56 \text{ mm}$. Laje: $120 \div 50 = 2,4 \text{ mm}$.

Converta tudo para milímetros antes de dividir pela escala.

7.8

GRAU 2

A seção de uma barra T tem mesa de 60 mm por 10 mm e alma de 20 mm de largura; a altura total é 50 mm. Calcule a área real da seção. Depois, calcule a área dela em um desenho em escala 1:2.

Mesa: $60 \times 10 = 600 \text{ mm}^2$. Alma: $20 \times (50 - 10) = 800 \text{ mm}^2$. Total: **1.400 mm²**. Em 1:2, as medidas lineares caem pela metade e a área cai a um quarto: $1.400 \div 4 = \textbf{350 mm}^2$.

A área varia com o quadrado da escala: 1:2 divide os lados por 2 e a área por 4.

7.9

GRAU 2

Em um corte desenhado na escala 1:2, o furo central mede 14 mm no papel e a parede de cada lado mede 11 mm. Calcule o diâmetro do furo, a espessura de cada parede e a largura total da peça, em medidas reais.

Furo: $14 \times 2 = \textbf{28 mm}$. Parede: $11 \times 2 = \textbf{22 mm}$. Largura total: $(14 + 11 + 11) \times 2 = \textbf{72 mm}$.

Em escala de redução 1:2, a medida real é o dobro da medida no papel.

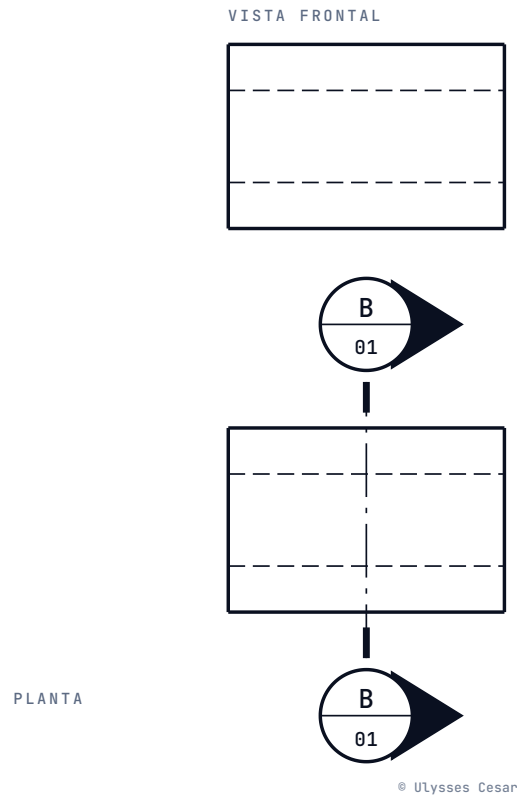
Grau 3: Desenhar

Em linha leve primeiro; depois reforce o contorno e hachure.

7.10

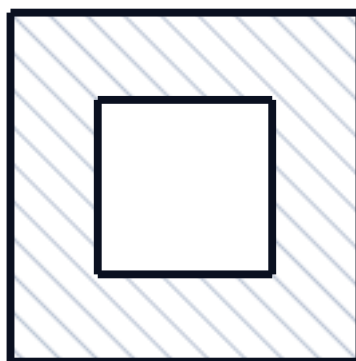
GRAU 3

A peça abaixo tem um túnel que a atravessa no sentido da largura. Desenhe o **corte B-B**, observado a partir da esquerda, na mesma medida da figura (a peça tem $6 \times 4 \times 4$ unidades e o túnel, 2×2).



O corte é um quadrado 4×4 com um vazio quadrado 2×2 no centro. A coroa quadrada entre os dois é hachurada; o vazio não.

CORTE B-B



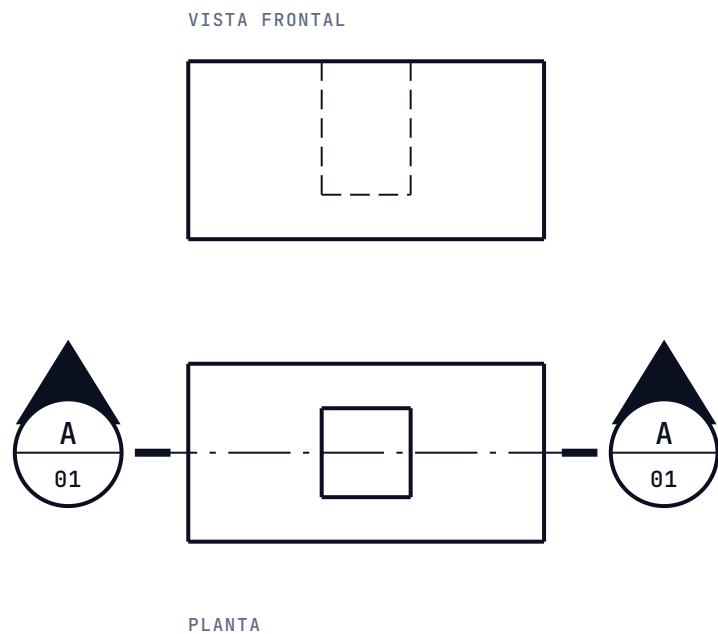
© Ulysses Cesar

Em uma peça prismática, o corte transversal é o perfil, hachurado.

7.11

GRAU 3

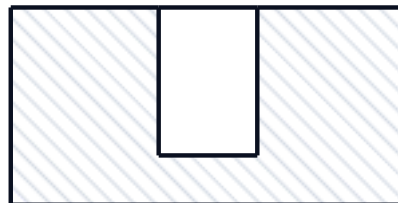
A peça abaixo tem uma cavidade aberta em cima, que só aparece tracejada na vista frontal. Desenhe o **corte A-A** (a vista frontal em corte).



© Ulysses Cesar

Retângulo 8×4 , com a cavidade (2 de largura e 3 de profundidade) aberta no alto, em linha cheia e sem hachura; o restante é hachurado a 45° .

CORTE A-A



© Ulysses Cesar

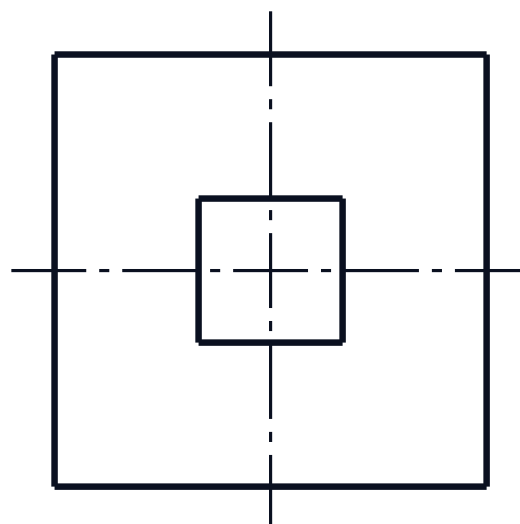
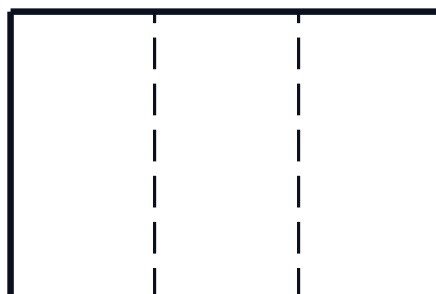
O plano passa pelo meio da cavidade, por isso ela aparece como um vão em U sem hachura.

7.12

GRAU 3

A peça é simétrica nos dois sentidos. Desenhe a vista frontal em **meio corte**, com a metade esquerda em corte.

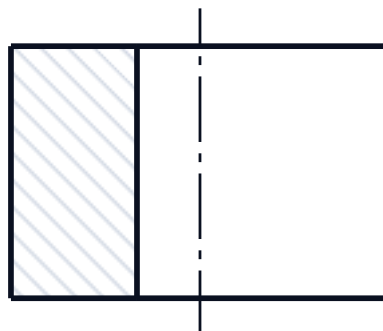
VISTA FRONTAL



PLANTA

© Ulysses Cesar

Retângulo 6×4 . A metade esquerda em corte: hachura na faixa de material (x de 0 a 2) e o meio furo (x de 2 a 3) sem hachura. A metade direita em vista exterior, sem linhas invisíveis. Linha de simetria no meio.

MEIO CORTE

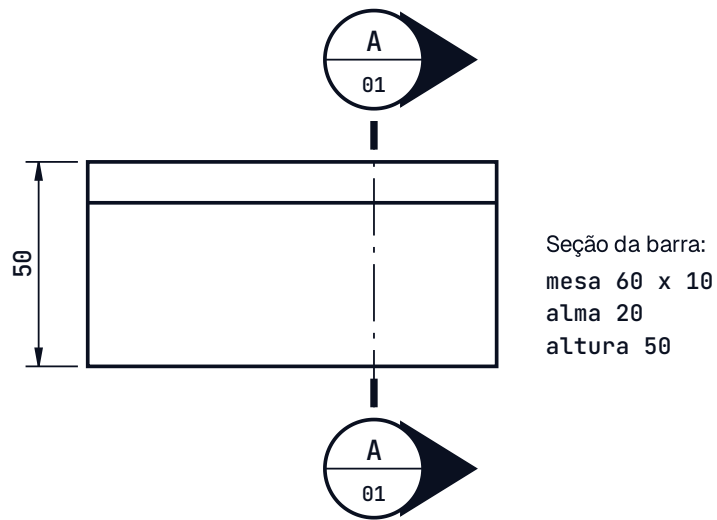
© Ulysses Cesar

A linha entre as duas metades é a linha de simetria (traço e ponto), e não uma linha cheia.

7.13

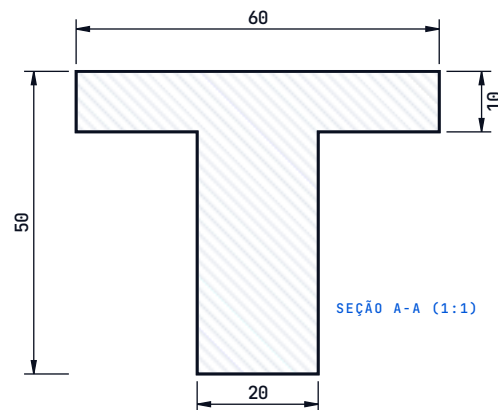
GRAU 3

Desenhe, na escala 1:1, a **seção A-A** da barra T (medidas: mesa 60 × 10 mm, alma 20 mm, altura 50 mm), com as cotas.



© Ulysses Cesar

T com mesa de 60 por 10 no alto e alma de 20 por 40 embaixo, centralizada. Contorno em linha larga, hachura a 45°, cotas 60, 10, 20 e 50.



© Ulysses Cesar

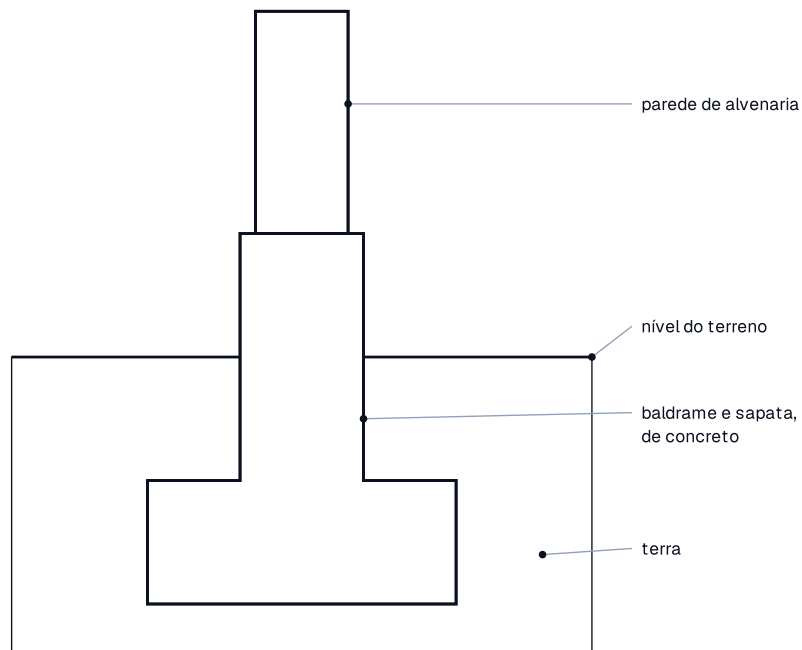
Seção: só o perfil cortado, sem nada do que está atrás.

7.14

GRAU 3

Hachure a figura da parede com baldrame e sapata: alvenaria em diagonal, concreto em pontos e pedrinhas, terra em diagonais cruzadas.

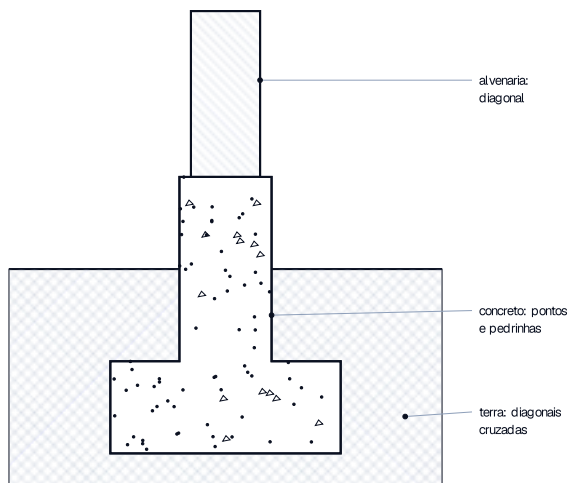
SEM ESCALA



© Ulysses Cesar

Alvenaria da parede: diagonal. Baldrame e sapata: concreto, em pontos e pedrinhas. Terra: diagonais cruzadas, em volta da fundação.

SEM ESCALA



© Ulysses Cesar

Cada material, uma convenção: o leitor identifica o material pela hachura.

Grau 4: Analisar e decidir

Corrija desenhos, escolha o tipo de corte e leia os sentidos.

7.15

GRAU 4

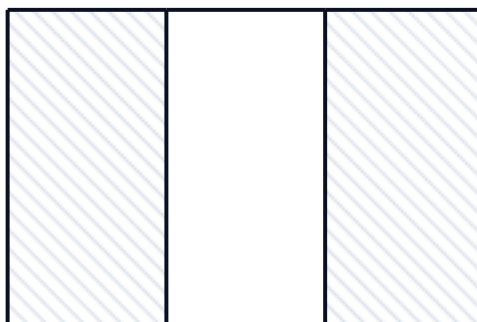
O corte A-A abaixo tem três erros de hachura e de contorno. Aponte-os.



CORTE A-A (COM DEFEITOS)

© Ulysses Cesar

1) O furo central está hachurado: vazio não leva hachura. 2) A metade direita tem hachura em outra direção que a da esquerda: a mesma peça precisa do mesmo padrão. 3) O contorno da superfície cortada está em linha fina: com hachura, o contorno deve ser largo.



CORTE A-A (CORRETO)

© Ulysses Cesar

Use o roteiro: hachura só no material, um padrão por peça, contorno largo.

7.16

GRAU 4

Escolha o tipo de corte mais adequado: (a) peça simétrica, com furo vertical no centro e detalhes externos; (b) placa grande com um furo pequeno, só o furo importa; (c) peça com dois poços não alinhados, em profundidades diferentes; (d) uma barra da qual se quer só o formato do perfil.

- (a) peça simétrica, com furo vertical no centro e detalhes externos
- (b) placa grande com um furo pequeno
- (c) peça com dois poços não alinhados, em profundidades diferentes
- (d) barra da qual se quer só o formato do perfil

(a) meio corte; (b) corte parcial; (c) corte em planos paralelos; (d) seção (rebatida ou deslocada).

Sempre o menor desenho que diz tudo o que é preciso.

7.17

GRAU 4

Na planta de uma peça, o triângulo da linha de corte aponta para o **fundo** do desenho (para cima). De que lado está o observador? Que parte da peça é retirada e que parte aparece no corte?

O observador está na **frente** da planta (embaixo no desenho), olhando para o fundo. A parte retirada é a que fica entre ele e o plano, ou seja, a da frente. Aparece no corte a parte de trás, a que está para onde o triângulo aponta.

O triângulo aponta a direção do olhar: o que está nesse sentido, depois do plano, é o que se vê.

7.18

GRAU 4

Em um corte de uma montagem, dois blocos de materiais iguais se tocam. Como hachurá-los para que o leitor perceba que são duas peças? E como hachurar cada bloco em outro corte do mesmo desenho?

Hachure os blocos com direções contrárias (45° e 135°) ou com espaçamentos diferentes. Em qualquer outro corte, cada bloco mantém o padrão e o espaçamento que já tinha.

O padrão vira a identidade da peça: o leitor a reconhece em qualquer corte.

MÓDULO 08

Cotagem

DIZER A MEDIDA DE CADA PARTE, UMA SÓ VEZ E NO LUGAR CERTO

17 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

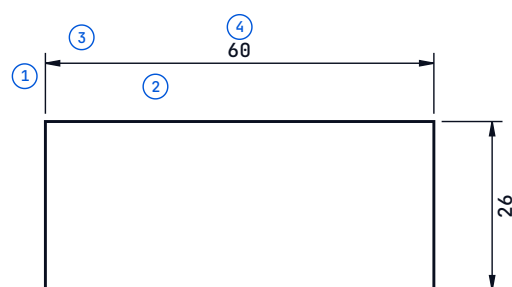
Grau 1: Reconhecer

Nomes e regras das cotas.

8.1

GRAU 1

Dê o nome de cada elemento numerado da cota: 1, 2, 3 e 4.



LIMITES USADOS NA COTA



SETA



TRAÇO OBLÍQUO



PONTO

© Ulysses Cesar

1) linha de chamada; 2) linha de cota; 3) limite (seta); 4) cifra.

A linha de chamada sai do objeto; a linha de cota fica paralela à medida.

8.2

GRAU 1

Cite os três tipos de limite de linha de cota que a NBR 6492:2021 admite.

Seta, traço oblíquo e ponto.

Em um mesmo desenho, usa-se sempre o mesmo limite.

8.3

GRAU 1

Segundo a NBR 6492:2021, a que distância do objeto devem parar as linhas de chamada? E que altura têm as cifras?

As linhas de chamada param a **2 mm a 3 mm** do objeto. As cifras têm **2,5 mm ou 1,8 mm** e não encostam na linha de cota.

O vazio entre o objeto e a chamada deixa o contorno da peça bem claro.

8.4

GRAU 1

Um desenho está em escala 1:50. A cifra de uma parede diz a medida do papel ou a medida real? Por quê?

A **medida real**. A escala só diz quanto a parede é reduzida no papel; quem constrói precisa saber a medida da parede.

Por isso a mesma parede tem a mesma cota em 1:50 e em 1:100.

| Grau 2: Calcular

Somas, escalas e níveis.

8.5

GRAU 2

Uma placa de 90 mm tem três furos com centros a 15, 40 e 70 mm da face esquerda. Escreva as cotas em série (da face esquerda até o primeiro furo, entre os furos e do último furo à face direita) e confira que somam 90.

15, 25 (40 – 15), 30 (70 – 40) e 20 (90 – 70). Soma: 15 + 25 + 30 + 20 = **90 mm**.

Em série, a soma das parciais é igual ao comprimento total.

8.6

GRAU 2

Cada medida de uma cadeia pode errar até 0,2 mm na execução. Qual o maior erro possível na cotagem em série com 4 cotas? E, em paralelo, na posição do último furo?

Em série: $4 \times 0,2 = \mathbf{0,8\ mm}$. Em paralelo, a posição do último furo depende de uma só cota: **0,2 mm**.

É por isso que, quando a posição de cada parte importa, a cotagem em paralelo é preferida.

8.7

GRAU 2

Uma parede externa tem 3,60 m de medida total. Pela esquerda, há um trecho de parede de 0,45 m e um vão de porta de 0,90 m. Qual a medida do trecho de parede à direita do vão?

$3,60 - 0,45 - 0,90 = \mathbf{2,25\ m}$.

Confira: $0,45 + 0,90 + 2,25 = 3,60$.

8.8

GRAU 2

Quanto mede no papel uma parede de 3,80 m, em escala 1:50? E em 1:100?

1:50: $3.800 \div 50 = \mathbf{76\ mm}$. 1:100: $3.800 \div 100 = \mathbf{38\ mm}$.

A cifra continua 3,80 nos dois desenhos.

8.9

GRAU 2

Um cômodo tem vãos livres de 3,40 m por 3,00 m e paredes de 0,20 m. Calcule a área útil (do vão livre) e a área externa da planta (com as paredes).

Área útil: $3,40 \times 3,00 = \mathbf{10,20\ m^2}$. Medidas externas: $3,80 \times 3,40$; área externa: **12,92 m²**.

A área útil é a que se lê no nome do cômodo; a externa serve para a área construída.

8.10

GRAU 2

Em um corte, o piso acabado está em +0,00 e o revestimento (piso e contrapiso) tem 0,08 m. Qual a cota de nível do topo da laje, sem revestimento? Escreva o valor com a sigla.

Topo da laje: $0,00 - 0,08 = \mathbf{-0,08\ (N.O.)}$.

N.O. não considera o revestimento: fica abaixo do N.A. pela espessura dele.

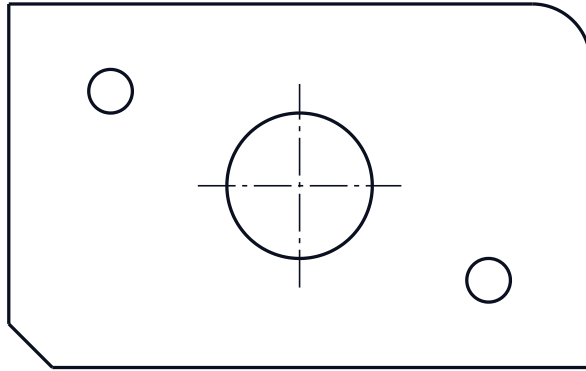
Grau 3: Desenhar

Cote em linha estreita, com limites iguais, fora do desenho.

8.11

GRAU 3

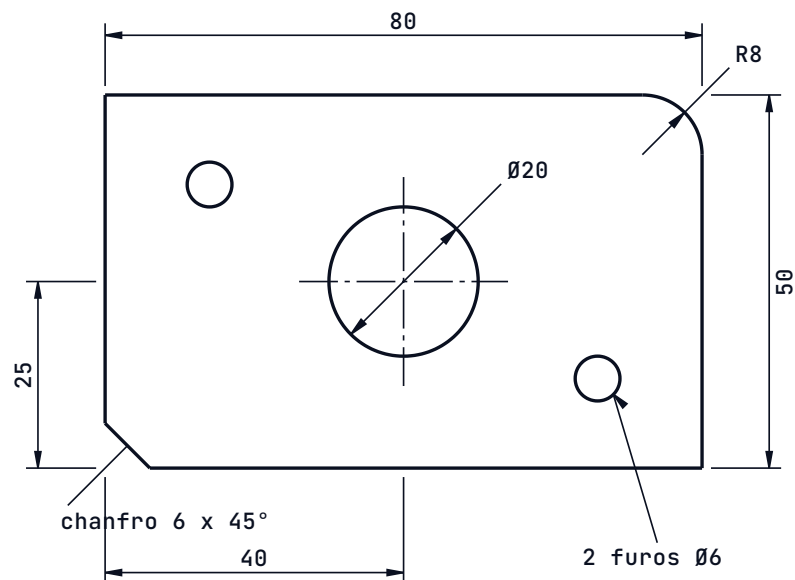
Cote a placa abaixo: medidas gerais, posição e diâmetro do furo central, raio do canto, chanfro e os furos pequenos.



placa de 80 x 50; furo central Ø20 a 40 e 25 dos lados;
dois furos Ø6; canto R8; chanfro 6 x 45°

© Ulysses Cesar

Medidas gerais 80 e 50, fora; centro do furo central a 40 e 25 das faces; Ø20; R8; chanfro 6 x 45°; 2 furos Ø6.



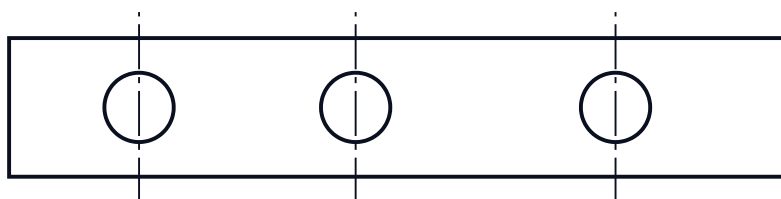
© Ulysses Cesar

Furos iguais: uma só cota, com a quantidade.

8.12

GRAU 3

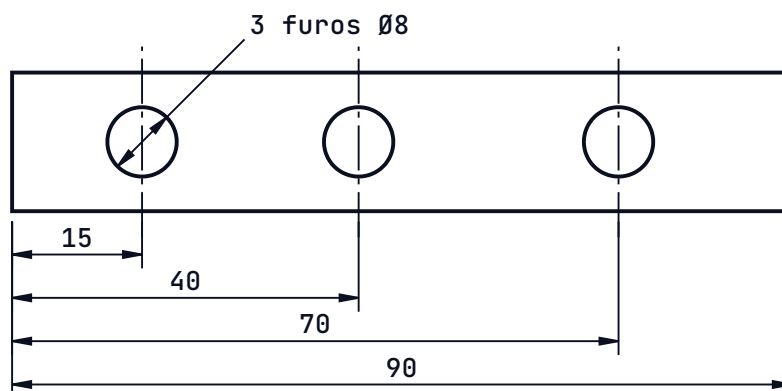
Cote a placa de três furos em paralelo, a partir da face esquerda, e escreva o diâmetro dos furos uma só vez.



placa de 90 x 16; três furos Ø8 com centros a 15, 40 e 70 da face esquerda

© Ulysses Cesar

Cotas em paralelo, da face esquerda: 15, 40, 70 e 90; indicação “3 furos Ø8”.



© Ulysses Cesar

As cotas menores ficam mais perto do desenho.

8.13

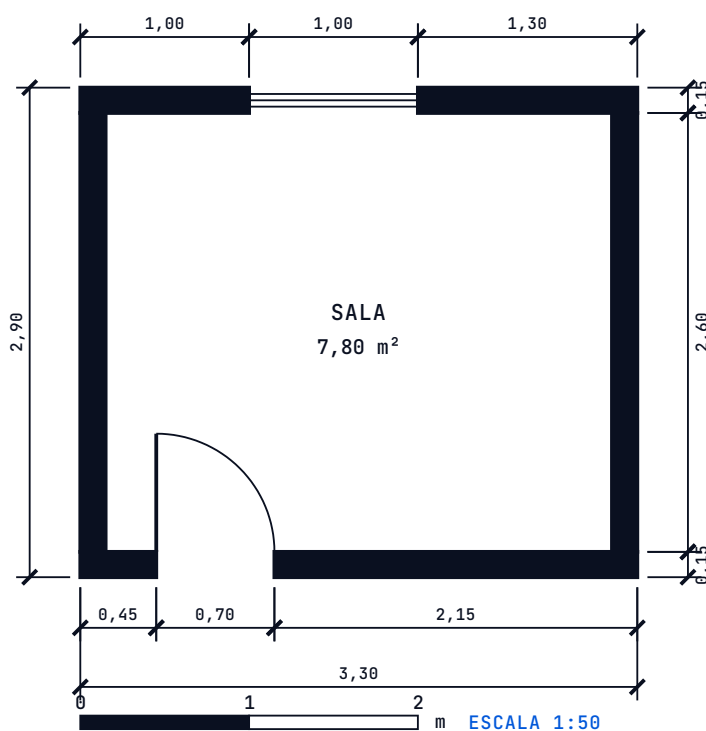
GRAU 3

Cote o cômodo em planta, em metros: parciais e geral, embaixo e em cima, e as espessuras e o vão livre à direita.



© Ulysses Cesar

Embaixo: 0,45 | 0,70 | 2,15, e a geral 3,30. Em cima: 1,00 | 1,00 | 1,30. À direita: 0,15 | 2,60 | 0,15, e a geral 2,90 à esquerda.



© Ulysses Cesar

Confira: $0,45 + 0,70 + 2,15 = 3,30$ e $0,15 + 2,60 + 0,15 = 2,90$.

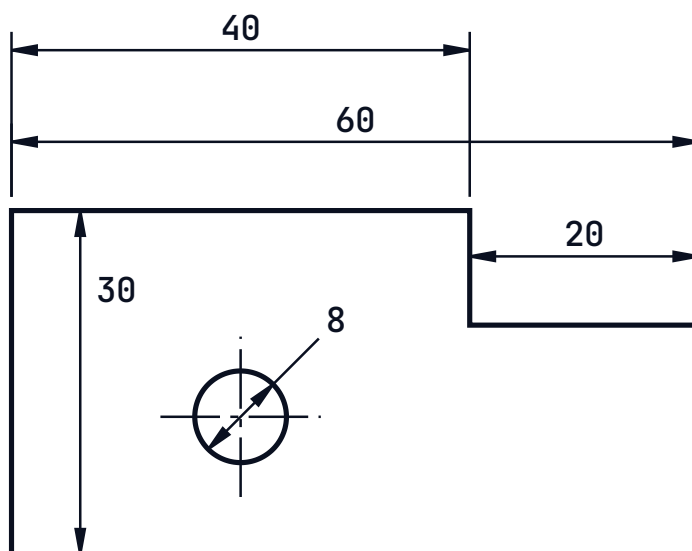
Grau 4: Analisar e decidir

Encontre os erros e corrija.

8.14

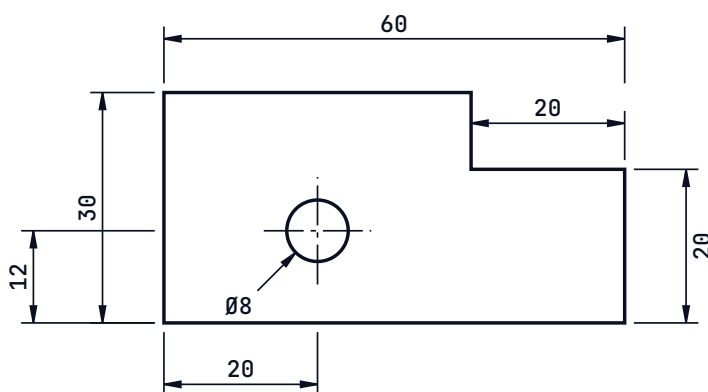
GRAU 4

A chapa abaixo foi cotada com erros. Aponte quantos puder e redesenhe-a bem cotada.



© Ulysses Cesar

1) Cotas repetidas: 40, 20 e 60 dizem a mesma coisa ($60 = 40 + 20$); basta uma delas. 2) A cota 40, maior, está mais longe e suas chamadas cruzam a linha de 60: cotas menores perto, maiores longe. 3) A cota 30 está dentro do desenho. 4) O furo está cotado sem o símbolo $\varnothing$ e sem a posição do centro. 5) Falta a altura do degrau ou da parte direita (20 ou 10).



© Ulysses Cesar

Na versão certa, as medidas 60, 20 (rebaixo), 30, 20 (altura da parte direita), 20 e 12 (posição do furo) e $\varnothing 8$ bastam.

8.15

GRAU 4

Em uma planta, as cotas parciais de baixo são 0,60, 0,90 e 2,30, e a cota geral é 3,70. Há erro? Qual a diferença?

Há erro: $0,60 + 0,90 + 2,30 = 3,80$, e a geral diz 3,70. Diferença de **0,10 m**. É preciso conferir qual das duas está certa.

A conferência da soma pegou o erro antes da obra.

8.16

GRAU 4

Em uma mesma planta, o vão da porta está cotado 0,90 e a parede vizinha, 120. O que há de errado?

As unidades estão misturadas: 0,90 está em metros e 120 (cm) está em outra unidade. A norma pede uma só unidade em um mesmo desenho: 1,20.

Em planta, use metros, sempre com duas casas depois da vírgula.

8.17

GRAU 4

Duas cotas de nível aparecem em uma planta: +21,30 e +21,81. Qual está mais alta e quanto?

A de +21,81 é a mais alta, por **0,51 m**.

Cotas de nível têm sinal; compare como números na reta (mais alto é maior).

MÓDULO 09

Desenho arquitetônico: projeto básico

JUNTAR TUDO EM UM PROJETO DE CASA

18 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

| Grau 1: Reconhecer

Nomes, siglas e leitura dos desenhos de uma casa.

9.1

GRAU 1

Qual é a diferença entre planta de situação e planta de implantação?

A planta de **situação** situa o lote em relação às quadras e às ruas, em geral sem escala. A de **implantação** mostra a edificação no lote, com dimensões do terreno, recuos e projeção da cobertura, em escala.

Situação: onde está o lote. Implantação: onde está a casa dentro do lote (NBR 6492:2021, itens 3.17 e 3.19).

9.2

GRAU 1

Que significam as letras P e J nos desenhos? Como se numeram?

P designa porta e J designa janela. Numeram-se P1, P2, P3... e J1, J2, J3... (NBR 6492:2021, A.8.1). O mesmo código aparece na planta, nas fachadas e no quadro de esquadrias.

9.3

GRAU 1

A que altura, em geral, passa o plano de corte de uma planta baixa? E o que se faz quando a altura for outra?

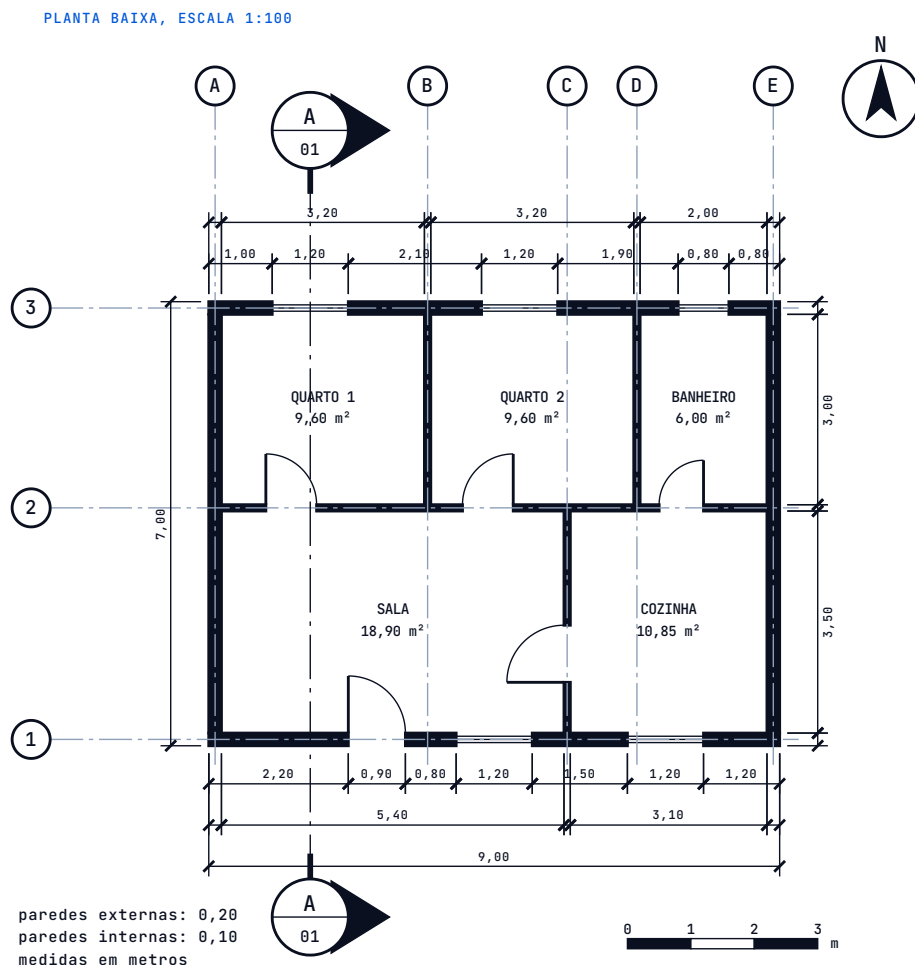
A **1,50 m** do piso. Se for outra, a exceção deve ser informada claramente.

NBR 6492:2021, nota do item 4.1.2.

9.4

GRAU 1

Na planta da casa-modelo, quantas portas e quantas janelas há? Qual o maior ambiente e que área tem?



5 portas (P1 a P5) e 5 janelas (J1 a J5). O maior ambiente é a **sala**, com **18,90 m²**.

As áreas estão escritas dentro dos cômodos; as esquadrias, numeradas no quadro.

9.5

GRAU 1

Nos eixos de uma planta, o que se usa em cada sentido, segundo a figura A.27 da NBR 6492:2021?

Letras (A, B, C...) nas linhas verticais, no alto da planta, e números (1, 2, 3...) nas linhas horizontais, na lateral.

Os eixos passam pelo meio das paredes e ajudam a localizar qualquer ponto do projeto.

Grau 2: Calcular

Índices, somas, inclinações e escalas.

9.6

GRAU 2

O lote tem 12 m por 20 m e a casa ocupa 63 m². Calcule a taxa de ocupação.

Lote: $12 \times 20 = 240 \text{ m}^2$. Taxa: $63 \div 240 \times 100 = \mathbf{26,25 \%}$.

Taxa de ocupação = área de projeção da construção ÷ área do lote.

9.7

GRAU 2

Some as cotas parciais da frente da casa (2,20; 0,90; 0,80; 1,20; 1,50; 1,20; 1,20) e confira com a medida geral.

$2,20 + 0,90 + 0,80 + 1,20 + 1,50 + 1,20 + 1,20 = \mathbf{9,00\ m}$, igual à medida geral 9,00.

Toda cadeia de cotas fecha com a soma.

9.8

GRAU 2

Com as áreas dos ambientes (sala 18,90; cozinha 10,85; quarto 1 9,60; quarto 2 9,60; banheiro 6,00) e a área construída de 63,00 m², calcule a área útil e a área ocupada pelas paredes.

Área útil: **54,95 m²**. Paredes: $63,00 - 54,95 = \mathbf{8,05\ m^2}$.

Área útil é a dos vãos livres; a diferença até a construída são as paredes.

9.9

GRAU 2

O telhado tem inclinação de 30 %. Do beiral à cumeeira, o percurso horizontal é de 4,10 m. Calcule a subida e o ângulo do telhado.

Subida: $0,30 \times 4,10 = \mathbf{1,23\ m}$. Ângulo: $\arctg 0,30 = \mathbf{16,7^\circ}$.

Inclinação em % é subida $\div$ percurso $\times 100$.

9.10

GRAU 2

Cada água do telhado mede 4,28 m (comprimento inclinado) por 9,80 m. Calcule a área da cobertura com as duas águas.

$2 \times 4,2805 \times 9,80 = \mathbf{83,90\ m^2}$.

A área real é maior que a projeção em planta ($9,80 \times 8,20 = 80,36\ m^2$).

9.11

GRAU 2

Quanto mede no papel a planta da casa ($9,00 \times 7,00\ m$) em escala 1:100? E em 1:50?

1:100: **90 $\times$ 70 mm**. 1:50: **180 $\times$ 140 mm**.

Medida no papel = medida real em mm $\div$ denominador da escala.

Grau 3: Desenhar

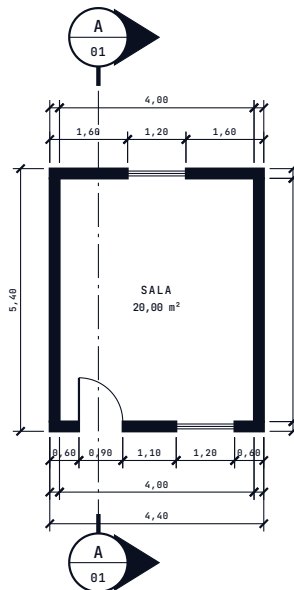
Planta, corte e fachada saem do mesmo modelo: desenhe os três e confira.

9.12

GRAU 3

Dada a planta da casinha, desenhe a **fachada frontal** em escala 1:100. Dados: paredes até +2,80; porta com 2,10 de altura; janela J1 com peitoril 1,00 e altura 1,20; telhado de duas águas, 30 %, beiral frontal 0,50 e lateral 0,30, espessura do telhado 0,15. Marque os níveis +0,00 e da cumeeira.

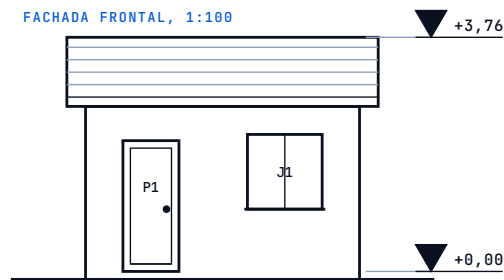
PLANTA, ESCALA 1:100



© Ulysses Cesar

Parede de 4,40 m, da cota -0,15 até o beiral; porta P1 em x de 0,60 a 1,50 (2,10 de altura); janela J1 em x de 2,60 a 3,80 (de 1,00 a 2,20); telhado como retângulo com beirais de 0,30 de cada lado; cumeeira em +3,76.

FACHADA FRONTAL, 1:100



© Ulysses Cesar

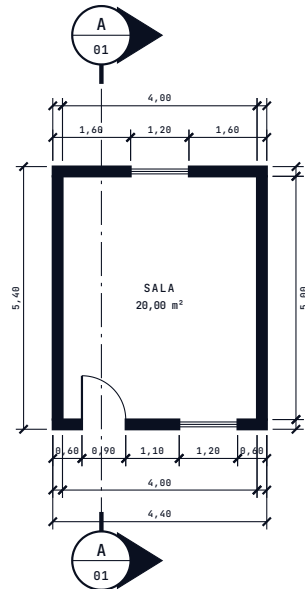
Cada abertura vem da planta (posição) e dos dados (altura). A janela dos fundos J2 não aparece na fachada frontal.

9.13

GRAU 3

Na mesma casinha, desenhe o **corte A-A** (plano em $x = 1,00$ m, olhando para a direita), com o telhado, o piso e as cotas de nível.

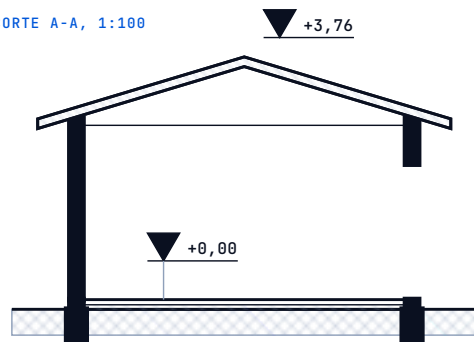
PLANTA, ESCALA 1:100



© Ulysses Cesar

O plano passa pela porta P1: a parede da frente aparece só com a verga (de 2,10 a 2,80); a parede dos fundos aparece inteira, porque a janela J2 não está em $x = 1,00$; o telhado em corte tem cumeeira em +3,76.

CORTE A-A, 1:100



© Ulysses Cesar

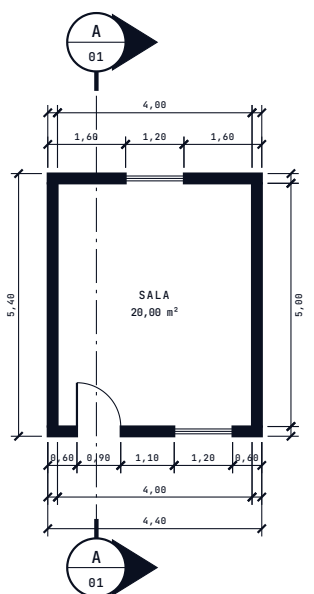
Confira com a planta: a linha A-A passa pelo vão da porta P1 (x de 0,60 a 1,50).

9.14

GRAU 3

Monte o quadro de esquadrias da casinha: código, tipo, largura, altura e peitoril de cada abertura.

PLANTA, ESCALA 1:100



© Ulysses Cesar

P1: porta, 0,90 × 2,10. J1: janela, 1,20 × 1,20, peitoril 1,00. J2: janela, 1,20 × 1,20, peitoril 1,00.

Largura = diferença entre as bordas do vão na planta; altura, os dados do enunciado.

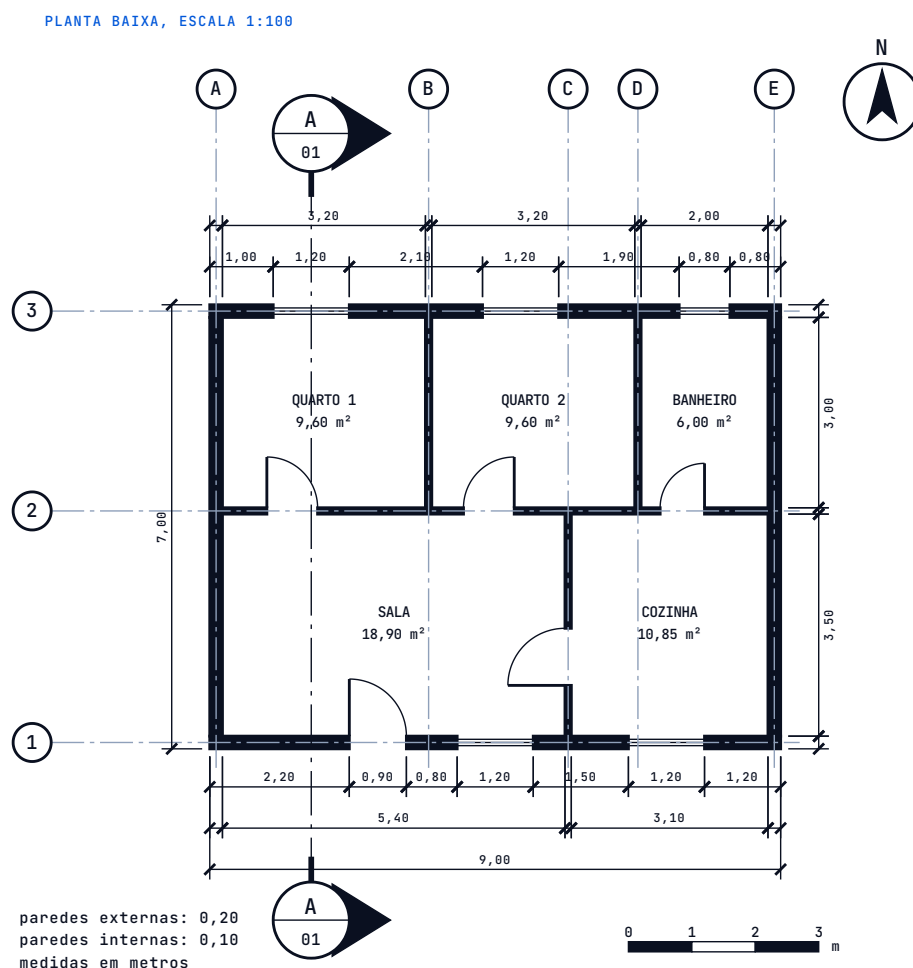
Grau 4: Analisar e decidir

Confira desenhos entre si e com os índices.

9.15

GRAU 4

Na casa-modelo, quais esquadrias o corte A-A atravessa? E quais ele só mostra, depois do plano?



O plano ($x = 1,60$) atravessa a porta **P3** (na parede de divisa, x de 0,90 a 1,70) e a janela **J3** (parede dos fundos, x de 1,00 a 2,20). Depois do plano, vê-se a porta **P2**, na parede entre a sala e a cozinha. P1 (x de 2,20 a 3,10) e J1 não são atravessadas.

Compare as posições em x das esquadrias com a linha de corte.

9.16

GRAU 4

O município permite taxa de ocupação de 40 %. Qual é a maior área construída térrea no lote de 240 m²? A casa-modelo cumpre? Quanto ainda poderia ser construído?

Máximo: $0,40 \times 240 = 96,00 \text{ m}^2$. A casa tem 63 m² (26,25 %): cumpre. Poderia crescer mais 33,00 m².

O limite vem da lei do município; o cálculo é sempre o mesmo.

9.17

GRAU 4

Um aluno cotou a frente da casa com 2,20; 0,90; 0,80; 1,20; 1,50; 1,20 e 1,10 e escreveu geral 9,00. Há erro? De quanto?

A soma é 8,90, e não 9,00. Falta **0,10 m**: a última parcial deveria ser 1,20, não 1,10.

A conferência de soma pega o erro antes da obra.

9.18

GRAU 4

Na fachada frontal, um aluno desenhou a janela J2 do lado esquerdo da porta. A planta mostra J2 a 6,60 m da esquerda. Quem está certo e o que provavelmente aconteceu?

A planta está certa: J2 fica à direita (x de 6,60 a 7,80). O aluno espelhou a fachada, como se a olhasse de dentro. A fachada frontal é vista de fora, com x crescendo para a direita, como na planta.

A fachada é uma vista de quem está na rua, com o mesmo sentido de x da planta.

MÓDULO 10

Leitura de projeto e erros clássicos

LER UMA PRANCHA DE PONTA A PONTA E PEGAR O ERRO ANTES DA OBRA

18 exercícios em 4 graus. Resoluções comentadas.

| Grau 1: Reconhecer

Simulado: nomes, normas e ideias dos módulos 0 a 9.

10.1

GRAU 1

Que norma vigente trata de linhas e escrita no desenho técnico? Que normas ela substituiu?

A **NBR 16861:2020**. Substituiu a NBR 8403:1984 (aplicação de linhas) e a NBR 8402:1994 (caracteres para escrita).

O vigente vem do catálogo da ABNT, conferido em 02/10/2026. Apostila que cita 8402 ou 8403 está desatualizada.

10.2

GRAU 1

Dê as dimensões da folha A4 e a razão entre o lado maior e o menor.

210 × 297 mm. A razão é $\sqrt{2} \approx 1,414$.

Cada formato é a metade do anterior, cortada no lado maior.

10.3

GRAU 1

Diga o que cada perspectiva mantém em verdadeira grandeza: isométrica, cavaleira e militar.

Isométrica: nenhuma face (os três eixos têm a mesma medida a 120°). Cavaleira: a face da frente. Militar: a planta.

Quem tem círculo na face da frente escolhe a cavaleira; quem parte da planta escolhe a militar.

10.4

GRAU 1

Qual é a diferença entre corte e seção?

O corte mostra a superfície que o plano atingiu e também o que está atrás dela. A seção mostra só o que o plano atingiu.

A hachura marca, nos dois, onde há material cortado.

10.5

GRAU 1

Nomeie os quatro elementos de uma cota e diga se a cifra é a medida do papel ou a medida real.

Linha de chamada, linha de cota, limite (seta, traço oblíquo ou ponto) e cifra. A cifra é a medida **real**.

Em qualquer escala, a cota é a medida do objeto.

| Grau 2: Calcular

Escalas, áreas, perspectivas, inclinações e índices.

10.6

GRAU 2

Uma parede de 3,80 m é desenhada em 1:50. Quanto mede no papel? E uma parede que mede 38 mm no papel, em planta 1:75, mede quanto na obra?

$$3.800 \div 50 = \mathbf{76 \text{ mm}}. \quad 38 \times 75 = 2.850 \text{ mm} = \mathbf{2,85 \text{ m}}.$$

Papel para real: multiplica; real para papel: divide.

10.7

GRAU 2

Uma planta em 1:100 foi copiada reduzida a 70 %. Qual a escala efetiva da cópia?

$$100 \div 0,70 = 142,9: \text{ a escala efetiva é } \mathbf{1:142,9}.$$

Por isso, em cópia reduzida, vale a escala gráfica.

10.8

GRAU 2

Um ambiente mede 6 cm² no papel, em escala 1:100. Qual a área real, em m²?

$$6 \text{ cm}^2 = 600 \text{ mm}^2. \quad 600 \times 100^2 = 6.000.000 \text{ mm}^2 = \mathbf{6,00 \text{ m}^2}.$$

A área real é multiplicada pelo quadrado do denominador.

10.9

GRAU 2

Um cubo de aresta 30 mm é desenhado em isométrica (sem redução). Qual a largura total do desenho?

$$2 \times 30 \times \cos 30^\circ = \mathbf{52,0 \text{ mm}}.$$

A largura é a soma das projeções horizontais de duas arestas a 30°.

10.10

GRAU 2

Um telhado tem inclinação de 25 %, e o percurso horizontal de uma água é 3,20 m. Calcule a subida e o ângulo.

$$\text{Subida: } 0,25 \times 3,20 = \mathbf{0,80 \text{ m}}. \quad \text{Ângulo: } \arctg 0,25 = \mathbf{14,0^\circ}.$$

Inclinação em % é subida ÷ percurso × 100.

10.11

GRAU 2

Um lote de 300 m² recebe uma casa térrea de 90 m². Qual a taxa de ocupação?

$$90 \div 300 \times 100 = \mathbf{30,0 \%}.$$

Taxa de ocupação = área construída térrea ÷ área do lote.

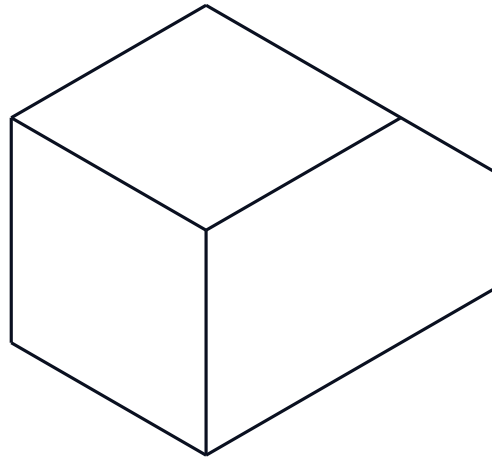
Grau 3: Desenhar

Perspectiva e vistas, de ida e volta.

10.12

GRAU 3

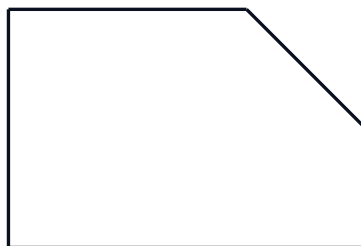
Dada a perspectiva isométrica da peça, desenhe as três vistas no 1º diedro: frontal, superior e esquerda.



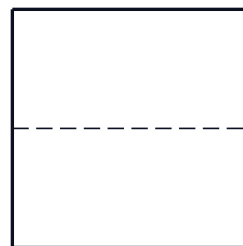
© Ulysses Cesar

Frontal: pentágono com o chanfro no alto à direita. Superior: retângulo, com a linha do chanfro (aresta visível). Esquerda: retângulo, com uma linha tracejada (a aresta do chanfro, escondida pela peça).

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

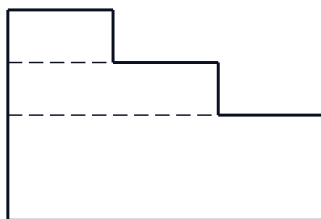
Cada linha de uma vista vem de uma aresta da perspectiva. A superior mostra a aresta do chanfro em linha cheia; a esquerda, em tracejado.

10.13

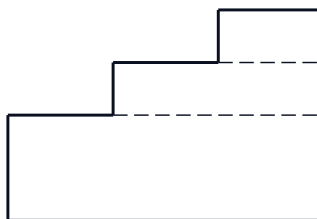
GRAU 3

Dadas as três vistas da peça, desenhe-a em perspectiva isométrica.

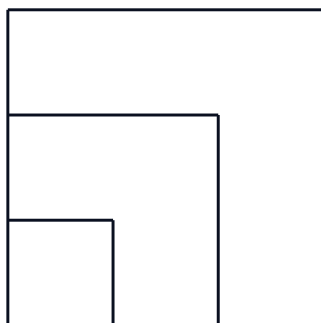
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA

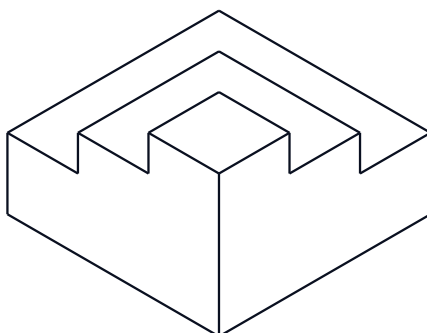


VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Três blocos empilhados no canto da frente à esquerda: base $6 \times 6 \times 2$, meio $4 \times 4 \times 1$ e topo $2 \times 2 \times 1$.



© Ulysses Cesar

Comece pela caixa envolvente e retire o que sobra.

Grau 4: Analisar e decidir

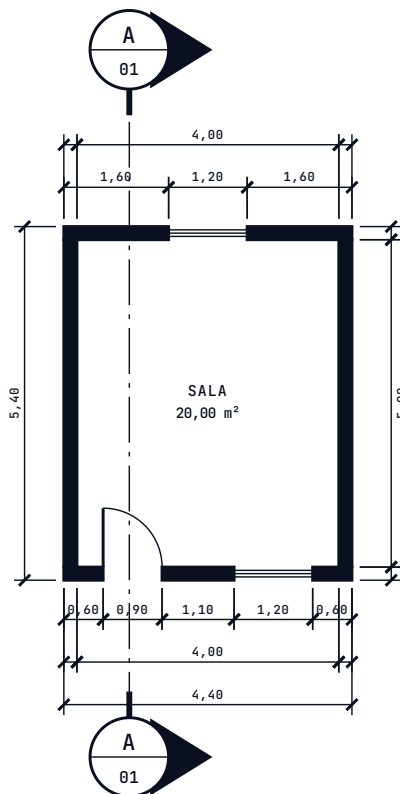
Conferência de pranchas, de cotas e de decisões.

10.14

GRAU 4

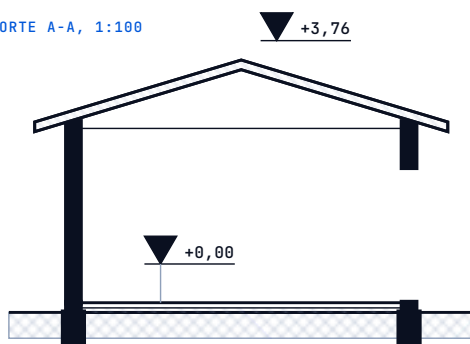
A fachada abaixo foi desenhada por um aluno a partir da planta e do corte da casinha. Aponte as incoerências. (Planta e corte estão nos exercícios do módulo 9.)

PLANTA, ESCALA 1:100

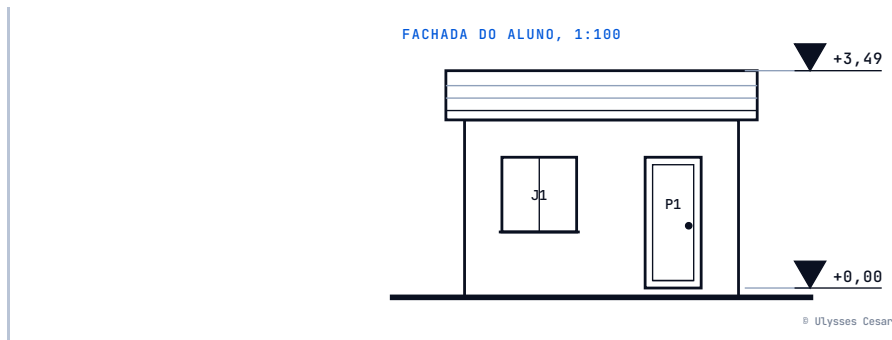


© Ulysses Cesar

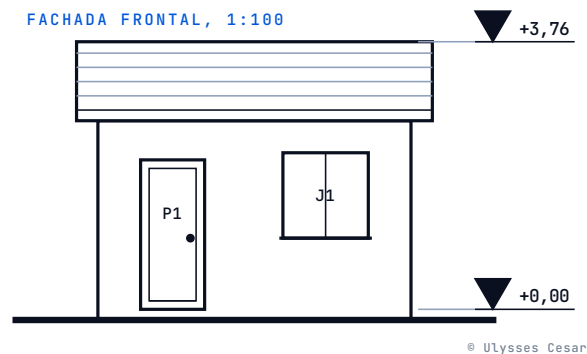
CORTE A-A, 1:100



© Ulysses Cesar



1) A porta e a janela estão trocadas de lado: na planta, P1 está à esquerda (x de 0,60 a 1,50) e J1 à direita (x de 2,60 a 3,80). 2) O peitoril da janela está em 0,90, e o dado é 1,00. 3) A cumeeira está em +3,49 (20 %); com 30 %, é +3,76.

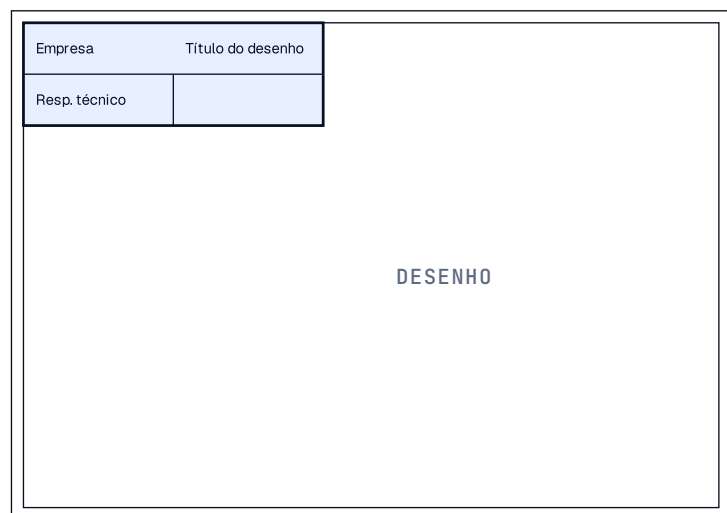


A fachada frontal é vista de fora, com x crescendo para a direita, como na planta.

10.15

GRAU 4

A prancha tem erros de organização da folha. Aponte pelo menos três.



1) O carimbo está no canto superior esquerdo; o lugar é o canto inferior direito. 2) A margem esquerda é igual às outras; deveria ser a maior, para furar. 3) O carimbo não tem escala, data nem número da prancha. 4) A moldura está em linha estreita; deveria ser larga.

Quatro erros: três de posição e conteúdo, um de largura de linha.

10.16

GRAU 4

A cadeia de cotas da fachada dos fundos de uma casa foi escrita assim: 1,00; 1,20; 2,10; 1,20; 1,90; 0,80; 0,90, com a medida geral 9,00. Há erro? De quanto?

A soma é 9,10, e a geral diz 9,00. Há **0,10 m** a mais: a última parcial deveria ser 0,80.

Toda cadeia de cotas fecha na soma. Aqui, uma parcial foi escrita errada.

10.17

GRAU 4

Na planta de uma casa, em escala 1:100, a parede mede 15 cm. Um aluno quer hachurá-la a 45° com linhas espaçadas de 1,5 mm. Cabe? O que fazer?

A parede mede $150 \div 100 = \mathbf{1,5 \text{ mm}}$ no papel. Com 1,5 mm de espaço, cabe uma linha só. Nessa escala, preenche-se a parede de preto, sem hachura.

O desenho precisa ser legível na escala escolhida; por isso a convenção de preenchimento.

10.18

GRAU 4

Uma peça tem furo central de 20 mm de diâmetro, e a vista frontal o mostra tracejado. Qual vista ou corte explica melhor o furo, e como se indica?

Um **corte** pelo centro do furo: o furo aparece em linha cheia, sem hachura, e a indicação do corte (linha de corte e símbolos) vai na planta. O diâmetro se cota uma só vez, com Ø20.

Corte quando o interior é complexo; cota com símbolo e uma vez.