

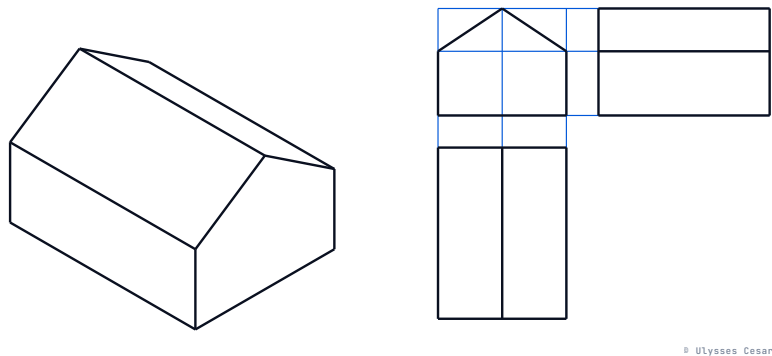
Guia de Desenho Técnico I

Teoria do zero, figuras e passo a passo

Do instrumento à leitura de um projeto: folha, linhas, construções, escalas, vistas, perspectivas, cortes, cotas e desenho arquitetônico, com cada termo definido antes de ser usado e cada figura desenhada por cálculo.

Autor: Ulysses Cesar

Onze módulos em ordem de aprendizagem. Cada um traz a teoria desde a base, o passo a passo, os erros clássicos e as ideias-chave. Os exercícios estão no Caderno de treino e as resoluções no Caderno comentado.



© Ulysses Cesar

M00	Instrumentos, papel, formatos, margens e carimbo	M05	Geometria descritiva: ponto, reta e plano
M01	Linhas, traçado e escrita técnica	M06	Perspectivas
M02	Construções geométricas básicas	M07	Cortes e seções, hachuras
M03	Escalas	M08	Cotagem
M04	Projeções ortogonais e vistas (1º diedro)	M09	Desenho arquitetônico: projeto básico
		M10	Leitura de projeto e erros clássicos

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	6
-------------------------------	---

MÓDULO 00

Instrumentos, papel, formatos, margens e carimbo	7
--	---

0.1 Para que serve o desenho técnico	7
0.2 Os instrumentos e para que cada um serve	9
0.3 Traçar com esquadros: paralelas, perpendiculares e ângulos de 15 em 15 graus	11
0.4 O papel e os formatos A0 a A4	13
0.5 Margem, moldura e carimbo	14
0.6 Dobramento de cópias	17
0.7 Croqui e desenho à mão livre	18
Erros clássicos do módulo	19
Ideias-chave	20
Glossário do módulo	20
Referências do módulo	21

MÓDULO 01

Linhas, traçado e escrita técnica	22
---	----

1.1 Cada linha diz uma coisa	22
1.2 A largura da linha: grupos e proporção	24
1.3 Quando duas linhas coincidem, qual vale	26
1.4 Técnica de traçado: tracejado, cantos e eixos	26
1.5 Escrita técnica: letras e algarismos	27
Erros clássicos do módulo	30
Ideias-chave	30
Glossário do módulo	30
Referências do módulo	31

MÓDULO 02

Construções geométricas básicas	32
---------------------------------------	----

2.1 Os elementos da geometria plana	32
2.2 Perpendicular e paralela com compasso	34
2.3 Mediatriz, bissetriz e transporte de ângulo	35
2.4 Dividir um segmento em partes iguais	38
2.5 Ângulos notáveis só com compasso	39
2.6 Polígonos regulares inscritos	40
2.7 Tangentes e concordâncias	43
2.8 Elipse e oval	44
Erros clássicos do módulo	47
Ideias-chave	47
Glossário do módulo	47
Referências do módulo	48

MÓDULO 03

Escalas	49
---------------	----

3.1 O que é escala	49
3.2 As escalas usuais	50
3.3 Converter entre o real e o papel	51
3.4 Escalímetro e escala gráfica	52
3.5 Escala e área	54
3.6 Escolher a escala para a folha	54
Erros clássicos do módulo	55
Ideias-chave	56
Glossário do módulo	56
Referências do módulo	56

MÓDULO 04

Projeções ortogonais e vistas (1º diedro) 57

4.1 Projetar é fazer uma sombra que mede	57
4.2 Os planos de projeção e o primeiro diedro	58
4.3 As seis vistas e os seus lugares	60
4.4 Escolher a vista frontal e o número de vistas	61
4.5 Alinhamento das vistas e transferência de medidas	62
4.6 Linhas invisíveis	64
4.7 Ler vistas e imaginar a peça	65
4.8 Faces inclinadas	66
4.9 Primeiro e terceiro diedros	68
Erros clássicos do módulo	69
Ideias-chave	69
Glossário do módulo	69
Referências do módulo	70

MÓDULO 05

Geometria descritiva: ponto, reta e plano 71

5.1 O método de Monge e a épura	71
5.2 O ponto em posições especiais	73
5.3 A reta e as suas posições	75
5.4 Os traços da reta	76
5.5 A verdadeira grandeza de um segmento	78
5.6 O plano e os seus traços	79
5.7 De volta às vistas	81
Erros clássicos do módulo	82
Ideias-chave	82
Glossário do módulo	83
Referências do módulo	83

MÓDULO 06

Perspectivas 84

6.1 Por que perspectiva, e quais	84
6.2 A perspectiva isométrica	85
6.3 O círculo na isométrica	87
6.4 A perspectiva cavaleira	89
6.5 A perspectiva militar	90
6.6 Noção de perspectiva cônica	91
6.7 Da perspectiva às vistas e de volta	92
Erros clássicos do módulo	93
Ideias-chave	93
Glossário do módulo	93
Referências do módulo	94

MÓDULO 07

Cortes e seções, hachuras 95

7.1 Por que cortar	95
7.2 Corte, seção e hachura	96
7.3 Indicação do corte	97
7.4 Tipos de corte	98
7.5 Seções rebatida e deslocada	101
7.6 Hachuras e hachuras de materiais	102
7.7 O que o corte não muda, e como conferir	104
Erros clássicos do módulo	105
Ideias-chave	106
Glossário do módulo	106
Referências do módulo	106

MÓDULO 08

Cotagem 108

8.1 O que é cotar e os elementos da cota	108
8.2 Regras de cotagem	109
8.3 Cotas em série e em paralelo	110
8.4 Cotar diâmetros, raios, chanfros e furos repetidos	112
8.5 Cotas de edificação: parciais, geral, vãos e níveis	113
8.6 Conferir uma cotagem	115
Erros clássicos do módulo	115
Ideias-chave	116
Glossário do módulo	116
Referências do módulo	117

MÓDULO 09

Desenho arquitetônico: projeto básico

9.1 As etapas do projeto de arquitetura	118
9.2 Situação e implantação	119
9.3 Planta baixa	121
9.4 Cortes	124
9.5 Fachadas e elevações	125
9.6 Cobertura e inclinação	126
9.7 Símbolos e convenções	128
9.8 Dimensionamento do projeto	129
9.9 Quadros: áreas, esquadrias e acabamentos	130
9.10 A prancha	131
Erros clássicos do módulo	132
Ideias-chave	133
Glossário do módulo	133
Referências do módulo	134

MÓDULO 10

Leitura de projeto e erros clássicos

10.1 Roteiro de leitura de uma prancha	135
10.2 Conferir planta, corte e fachada entre si	137
10.3 Medir e calcular na prancha	139
10.4 Erros clássicos de todos os módulos	140
Erros clássicos do módulo	141
Ideias-chave	141
Glossário do módulo	141
Referências do módulo	142

APÊNDICE A

Normas vigentes

APÊNDICE B

Glossário geral

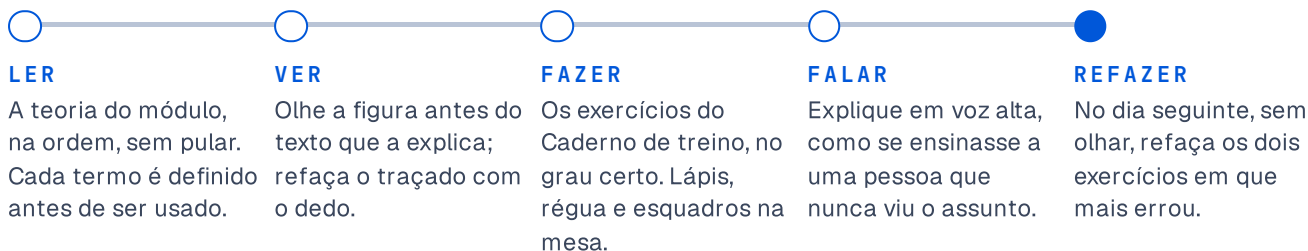
APÊNDICE C

Revisão em uma página

Como usar este material

O desenho técnico é uma língua escrita com linhas. Quem aprende só decorando regras esquece na prova; quem entende por que a regra existe lê e desenha qualquer peça. Este guia parte do zero e vai devagar onde o assunto trava.

Como estudar cada módulo



O que cada caixa significa

DEFINIÇÃO

Um termo novo, dito em frase curta. Aparece antes de ser usado.

NA NORMA

O que a norma vigente pede, explicado com palavras próprias, com o número da norma e a seção quando houver.

ERRO CLÁSSICO

O engano que mais aparece em prova e em obra, e como evitá-lo.

DICA

Um atalho de traçado ou de conferência.

EXEMPLO RESOLVIDO

Uma conta ou um traçado feito inteiro, com a razão de cada passo.

Sobre as normas

As normas de desenho técnico foram reorganizadas entre 2020 e 2022. Muita apostila ainda cita normas canceladas. Este material usa as vigentes, conferidas no catálogo oficial da ABNT em 02/10/2026; a lista está no Apêndice A. Onde o valor depende de uma norma paga que não foi consultada, o texto diz "valor de referência" e manda conferir a norma.

Sinal de que você entendeu: você consegue explicar por que a regra existe. Decorar a regra sem a razão é o caminho mais curto para o erro.

MÓDULO 00

Instrumentos, papel, formatos, margens e carimbo

DA MESA DE DESENHO À FOLHA PRONTA PARA RECEBER O PROJETO

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- dizer para que serve cada instrumento e traçar ângulos de 15 em 15 graus com dois esquadros;
- calcular as dimensões dos formatos A0 a A4 e explicar por que a razão entre os lados é a raiz quadrada de 2;
- montar uma folha com margens, moldura e carimbo com os campos mínimos pedidos pela norma;
- explicar como dobrar uma cópia para arquivo e o que não pode ficar escondido;
- fazer um croqui à mão livre com retas, proporção e hierarquia de linhas.

Antes de começar: Nada. Basta ter lápis, papel e vontade de errar e refazer.

0.1 Para que serve o desenho técnico

Um engenheiro civil passa a vida explicando coisas que ainda não existem: uma parede, uma laje, uma casa inteira. Só com palavras, cada pessoa entende de um jeito. O desenho técnico existe para que todos entendam do mesmo jeito.

DEFINIÇÃO

Desenho técnico: desenho feito segundo regras fixas, escritas em norma, para que quem lê entenda exatamente o que quem desenhou quis dizer: a forma, o tamanho e a posição de cada elemento.

A palavra importante é **exatamente**. Um desenho bonito que cada pessoa lê de um jeito não é técnico. Um desenho simples que todos leem do mesmo jeito é.

DEFINIÇÃO

Norma técnica: documento com as regras combinadas por especialistas para que todos façam a mesma coisa do mesmo modo. No Brasil, as normas são publicadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e levam a sigla NBR, de norma brasileira, seguida de um número e do ano da edição. Exemplo: NBR 6492:2021.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 diz na introdução que o objetivo é a comunicação correta entre todos os envolvidos na obra, um registro para tomar decisões e menos falhas e retrabalho. No prefácio, lembra que as normas da ABNT são voluntárias, mas regulamentos e contratos podem exigir-las. Por isso, na prática, quem projeta segue a norma.

Três verbos resumem o que a disciplina pede:

- **ler:** entender o desenho que outra pessoa fez;
- **interpretar:** descobrir o que ele quer dizer e o que está faltando;
- **elaborar:** desenhar de modo que outra pessoa entenda sem perguntar nada.

Os três jeitos de desenhar

TIPO	COMO SE FAZ	PARA QUE SERVE
Croqui	à mão livre, sem escala exata nem medidas exatas	mostrar e discutir ideias; anotar o que se vê em campo
Desenho a instrumento	com régua, esquadros e compasso, medidas exatas	estudar a solução com precisão
Desenho final	a limpo, com folha, margens, carimbo, linhas e letras normalizados	entregar, aprovar e construir

NA NORMA

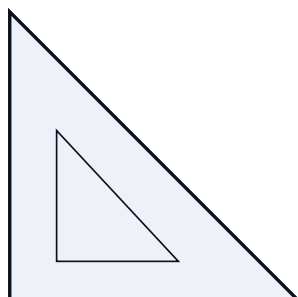
A definição de croqui é da NBR 6492:2021 (itens 3.7 e 4.1.2): desenho de caráter livre, que não exige precisão, escala nem dimensões exatas, usado para discutir o partido do projeto e tirar dúvidas. Os outros dois tipos são classificação de ensino, não de norma.

IDEIA-CHAVE

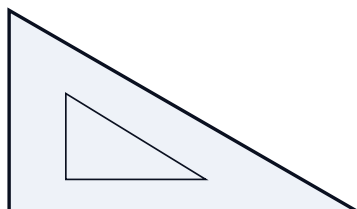
Desenho técnico é comunicação com regra. Cada linha, cada letra e cada medida tem um significado combinado: mudar o significado muda a mensagem.

0.2 Os instrumentos e para que cada um serve

Cada instrumento resolve um problema. Conhecer o problema que ele resolve é a melhor maneira de nunca usá-lo errado.



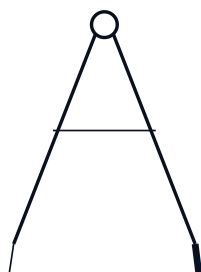
Esquadro de 45°
45° · 45° · 90°



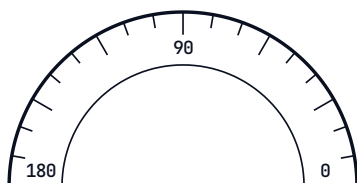
Esquadro de 30° e 60°
30° · 60° · 90°



Régua T
TRAÇA HORIZONTAIS



Compasso
CIRCUNFERÊNCIAS E ARCOS



Transferidor
MEDE E MARCA ÂNGULOS



Escalímetro
SÓ MEDE, NÃO TRAÇA

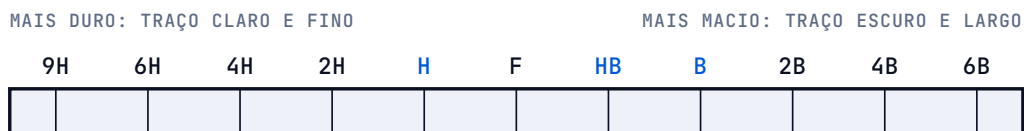
© Ulysses Cesar

Instrumentos de desenho: o que cada um faz.

- **Prancheta:** superfície plana e firme, onde o papel é preso com fita adesiva nos quatro cantos.
- **Régua T** (ou régua paralela): apoia na borda da prancheta e desliza; traça horizontais paralelas entre si e serve de apoio ao esquadro.
- **Esquadros:** um de 45° (ângulos de 45°, 45° e 90°) e outro de 30° e 60° (ângulos de 30°, 60° e 90°). Traçam verticais, inclinadas e paralelas.
- **Compasso:** traça circunferências e arcos e transporta distâncias iguais.
- **Transferidor:** mede e marca ângulos quaisquer; os de uso escolar têm 180° ou 360°.
- **Escalímetro:** régua de três faces com seis escalas. Só mede. Você aprende a usá-lo no módulo 3.
- **Gabaritos e curva francesa:** moldes para círculos pequenos, símbolos e curvas irregulares.
- **Borracha, fita adesiva e escova:** apagar sem manchar, prender o papel e tirar o resíduo sem passar a mão.

O grafite: a letra e o número

O grafite da lapiseira vem em graus de dureza. A letra **H** (de *hard*, duro) deixa traço claro e fino; a letra **B** (de *black*, escuro) deixa traço escuro e largo; **F** e **HB** ficam no meio. O número antes da letra aumenta o efeito: 4H é mais duro que 2H, e 4B é mais macio que 2B.



© Ulysses Cesar

Escala de dureza do grafite. Em azul, os três mais usados.

PRÁTICA DE MESA

Linhas de construção e linhas estreitas ficam melhor com H ou 2H (claras, finas, fáceis de apagar). Linhas largas e letras ficam melhores com HB ou B. Lapiseiras de 0,3 mm e 0,5 mm servem às linhas finas; 0,7 mm serve às largas. Isto é prática, não norma: o que a norma pede é a *largura* da linha, que você vê no módulo 1.

Montar a prancheta

- 1 **Prenda o papel**
Fita adesiva nos quatro cantos, com o papel esticado e sem dobras.
- 2 **Alinhe a folha**
Encoste a régua T na borda da prancheta e alinhe a borda de baixo do papel com ela. Assim toda horizontal que você traçar fica paralela à borda.
- 3 **Apoie o esquadro**
Encoste o esquadro na régua T. Ele só se move deslizando sobre a régua.
- 4 **Trace**
Horizontais da esquerda para a direita; verticais de baixo para cima (para quem escreve com a direita). Gire a lapiseira devagar para o traço manter a mesma largura.

DICA

Gire a lapiseira meia volta a cada linha. O grafite se desgasta por igual e a largura do traço não muda de uma ponta à outra.

ERRO CLÁSSICO

Usar o escalímetro para traçar. Ele é para medir. A borda gasta, o traço sai torto e a escala perde a precisão.

0.3 Traçar com esquadros: paralelas, perpendiculares e ângulos de 15 em 15 graus

Com a régua T e os dois esquadros se traça quase tudo o que a disciplina pede. Duas técnicas bastam: **deslizar** e **girar**.



Duas técnicas

1

Paralela por deslizamento

Encoste uma borda do esquadro na reta dada. Encoste a régua (ou o outro esquadro) em outra borda do primeiro esquadro. Segurando a régua, deslize o esquadro até a posição desejada e trace.

2

Perpendicular

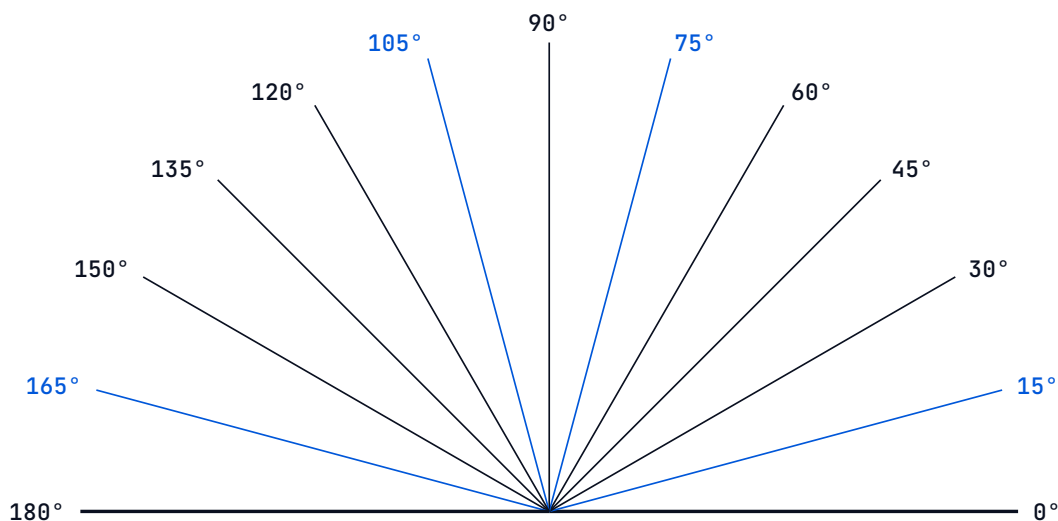
Encoste o cateto do esquadro na reta dada e trace pelo outro cateto, que forma 90° com o primeiro. Para passar por um ponto fora da reta, deslize o esquadro até a borda tocar o ponto.

Ângulos de 15 em 15 graus

Os esquadros dão diretamente 30°, 45°, 60° e 90°. Somando ou subtraindo, com os dois esquadros um sobre o outro, chega-se a todos os múltiplos de 15°.

PRETO: UM ESQUADRO (OU A RÉGUA)

AZUL: DOIS ESQUADROS COMBINADOS



© Ulysses Cesar

Ângulos obtidos com a régua e os esquadros. Em preto, um esquadro; em azul, dois combinados.

ÂNGULO	COMO OBTER	CONTA
15°	esquadro de 45° e esquadro de 30° e 60°, um girando contra o outro	$45^\circ - 30^\circ$
75°	os mesmos, somando	$45^\circ + 30^\circ$
105°	esquadro de 45° e o ângulo de 60°	$45^\circ + 60^\circ$
120°	90° mais o ângulo de 30°	$90^\circ + 30^\circ$
135°	90° mais o ângulo de 45°	$90^\circ + 45^\circ$
150°	90° mais o ângulo de 60°	$90^\circ + 60^\circ$
165°	a continuação de 15° do outro lado	$180^\circ - 15^\circ$

EXEMPLO RESOLVIDO

Traçar 75° com os dois esquadros

Pense na conta antes de pegar o esquadro: $75^\circ = 45^\circ + 30^\circ$. Apoie o esquadro de 45° na régua: a hipotenusa dele fica a 45° da horizontal. Encoste o cateto maior do esquadro de 30° e 60° nessa hipotenusa. A hipotenusa do segundo esquadro forma 30° com o cateto maior dele (é nesse vértice que está o ângulo de 30°). Virado para um lado, o traço sai a $45^\circ + 30^\circ = 75^\circ$ da horizontal; virado para o outro, sai a $45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$. Confira com o transferidor.

ERRO CLÁSSICO

Somar quando era para subtrair. 15° não é $45^\circ + 30^\circ$: é $45^\circ - 30^\circ$. Se o ângulo desejado for menor que o do esquadro maior, a operação é subtração. Confira com a figura: 15° fica entre 0° e 30°.

0.4 O papel e os formatos A0 a A4

Imagine cada engenheiro desenhando em um tamanho de papel diferente. Arquivar seria impossível. Por isso as folhas têm tamanhos padronizados, os **formatos**.

DEFINIÇÃO

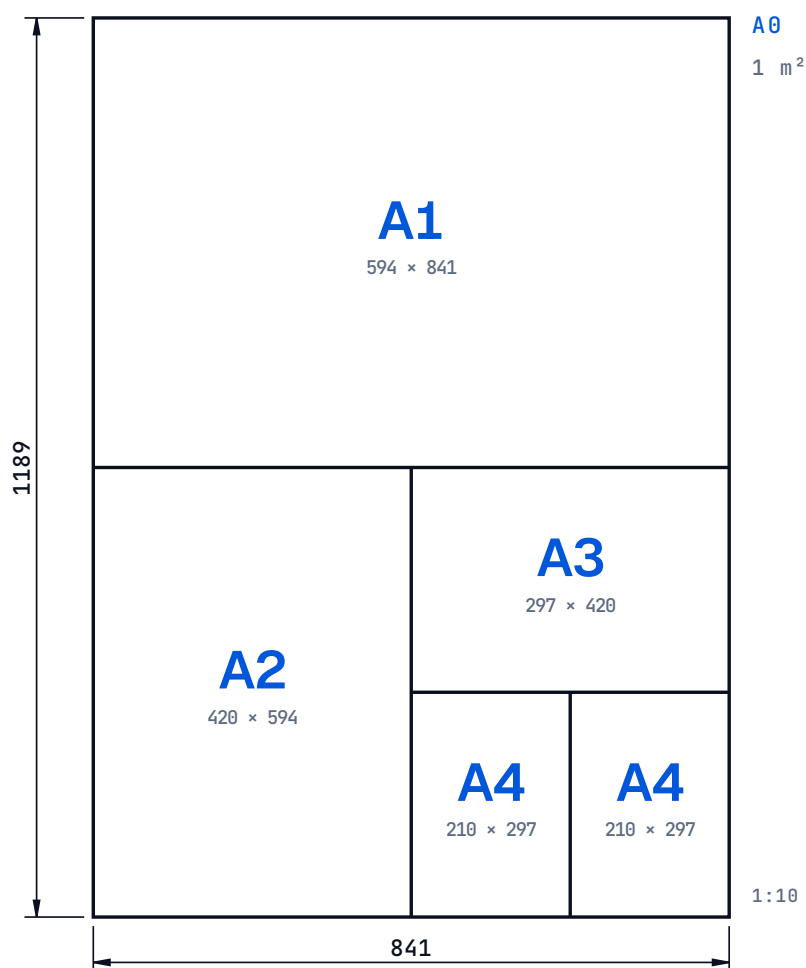
Formato: tamanho padronizado da folha. Cada formato tem um nome (A0, A1, A2, A3 e A4) e dimensões fixas, dadas em milímetros: primeiro a largura, depois a altura.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (item 4.3) manda usar folhas da série A, de A0 como máximo até A4 como mínimo, para evitar problemas de manuseio e arquivamento. As dimensões e o leiaute da folha são tratados pela NBR 16752:2020, que substituiu a NBR 10068 e a NBR 10582.

A série A obedece a três fatos simples:

- a folha **A0** tem área de aproximadamente 1 m^2 ($841 \text{ mm} \times 1\,189 \text{ mm}$);
- cada formato seguinte sai do anterior **cortado ao meio pelo lado maior**: A1 é metade da A0, A2 é metade da A1, e assim por diante;
- todos os formatos têm a **mesma proporção**: o lado maior é a raiz quadrada de 2 vezes o menor.



© Ulysses Cesar

A0 dividida em A1, A2, A3 e A4 (figura em 1:10; medidas em milímetros).

FORMATO	LARGURA × ALTURA (MM)	ÁREA (M ²)	QUANTAS A4 CABEM
A0	841 × 1 189	0,9999	16
A1	594 × 841	0,4996	8
A2	420 × 594	0,2495	4
A3	297 × 420	0,1247	2
A4	210 × 297	0,0624	1

As áreas saem das dimensões em milímetros; a A0 não dá exatamente 1 m² porque as dimensões são arredondadas.

Por que a razão é a raiz quadrada de 2

Chame o lado menor de c e o maior de L . Cortando L ao meio, a nova folha tem lados $L/2$ e c . Para a nova folha ser parecida com a antiga, a razão entre o menor e o maior tem de ser a mesma: $c/L = (L/2)/c$. Multiplicando cruzado, $c^2 = L^2/2$, o que dá $L/c = \sqrt{2} \approx 1,414$.

Confira no papel: $1\,189 \div 841 = 1,4138$, muito perto de $\sqrt{2} = 1,4142$.

EXEMPLO RESOLVIDO

As dimensões da A3 a partir da A2

A2 mede 420×594 mm. O lado maior (594) é cortado ao meio: $594 \div 2 = 297$. A nova folha mede 297×420 mm, que é a A3. Repetindo, a A3 (297×420) vira a A4: $420 \div 2 = 210$, logo 210×297 mm.

PARA DECORAR

Decore só a A4: 210×297 . As outras saem por dobra e dobro: da A4 para a A3, o lado maior (297) vira o menor, e o menor (210) dobra para 420.

Orientação. Folha em pé, com o lado maior na vertical, é *retrato*. Folha deitada é *paisagem*. A orientação não muda o formato: A3 deitada e A3 em pé são A3.

ERRO CLÁSSICO

Dizer que A4 é maior que A3. O número cresce quando a folha diminui. A0 é a maior; A4 é a menor da série usada em desenho técnico. Cada passo de $A(n)$ para $A(n+1)$ divide a área por 2.

0.5 Margem, moldura e carimbo

Uma folha de desenho não é só papel: tem uma região reservada ao desenho, uma região reservada à identificação e uma borda para furar e arquivar. Três palavras organizam isso.

DEFINIÇÃO

Moldura: retângulo traçado em linha larga que delimita a área útil da folha. O desenho fica todo dentro dele.

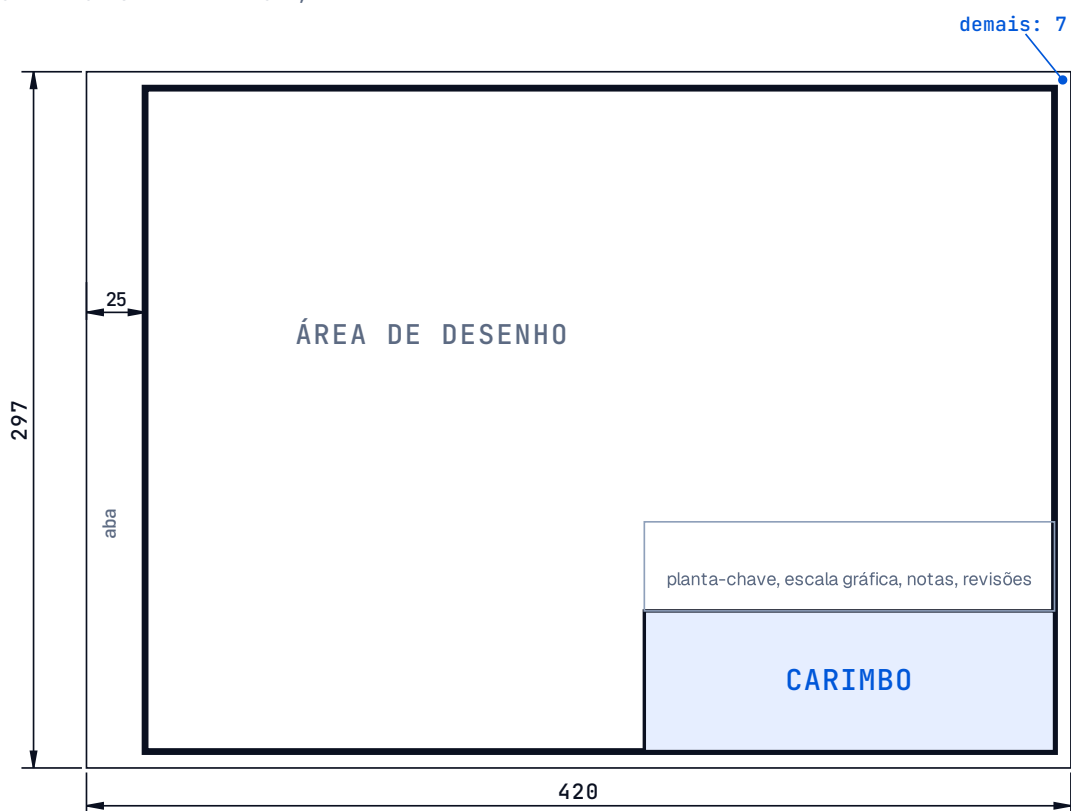
DEFINIÇÃO

Margem: faixa de papel entre a borda da folha e a moldura. A margem esquerda é maior que as outras, porque é por ali que a folha é furada e presa em pasta.

DEFINIÇÃO

Carimbo: quadro no canto inferior direito da folha com as informações que identificam o desenho. Muita gente chama de legenda ou selo. Cuidado com a palavra: na NBR 6492:2021, *legenda* é outra coisa, a lista de símbolos do desenho.

A3 • MARGENS DE REFERÊNCIA, EM MM



© Ulysses Cesar

Folha A3 deitada: margem esquerda maior, moldura em linha larga, carimbo no canto inferior direito.

VALORES DE REFERÊNCIA

Margem esquerda de 25 mm; demais margens de 10 mm nos formatos A0 e A1 e de 7 mm de A2 a A4. São os valores da norma anterior (NBR 10068), que a NBR 16752:2020 substituiu. O texto da NBR 16752 é pago e não foi consultado para este guia: use esses números como referência de estudo e confira a norma vigente antes de entregar um trabalho.

O que o carimbo precisa conter

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (item 4.5) manda pôr o carimbo no canto inferior direito, reservado à titulação e à numeração dos desenhos. Informações mínimas, na ordem da norma:

1. identificação da empresa;
2. identificação do cliente e nome do projeto ou empreendimento;
3. título do desenho;
4. indicação sequencial do projeto (número ou letras);
5. escala;
6. local e data;
7. autoria do desenho e do projeto;
8. responsável ou responsáveis técnicos;
9. indicação da revisão;
10. local para chancela de aprovação, quando houver.

CANTO INFERIOR DIREITO DA FOLHA

① Empresa		② Cliente e projeto	
③ Título do desenho		④ N°	⑤ Escala
⑥ Local e data	⑦ Autoria		⑧ Resp. técnico
⑨ Revisão		⑩ Chancela (se houver)	

© Ulysses Cesar

Os dez campos mínimos do carimbo, numerados na ordem da norma.

O que fica acima do carimbo

NA NORMA

Perto do carimbo e acima dele, a mesma norma (item 4.5.2) manda pôr: planta-chave, escala gráfica, numeração, descrição da revisão, convenções gráficas, notas gerais, desenhos de referência e a legenda de símbolos.

DEFINIÇÃO

Prancha: o resultado de reunir, em uma folha de desenho, os desenhos e os textos de um projeto (NBR 6492:2021, item 3.20).

DEFINIÇÃO

Planta-chave: desenho esquemático, pequeno, que mostra qual parte do projeto aquela prancha representa em relação ao todo (NBR 6492:2021, item 3.16).

Montar uma folha A4

1 Marque a moldura

Em uma folha A4 em pé, trace a moldura a 25 mm da borda esquerda e a 7 mm das outras três. A área útil fica com 178 mm de largura por 283 mm de altura.

2 Posicione o carimbo

Encoste o carimbo no canto inferior direito da moldura. Como referência de estudo, use 175 mm de largura por 60 mm de altura: cabe nos 178 mm da largura útil.

3 Divida em campos

Trace as linhas internas em linha estreita e a borda do carimbo em linha larga. Reserve um campo para cada item da lista acima.

4 Preencha

Use letra de forma, sem serifa, na altura que o módulo 1 ensina. Deixe o campo da revisão e o da chancela vazios até serem necessários.

ERRO CLÁSSICO

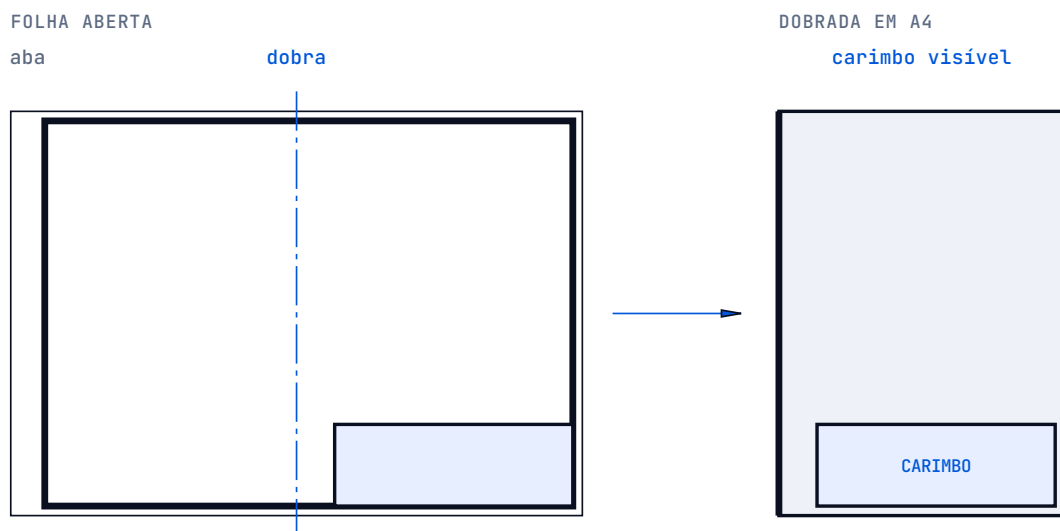
Carimbo escondido pela moldura ou pela dobra. O carimbo vai colado na moldura, no canto inferior direito, e deve ficar totalmente visível depois que a folha é dobrada. Carimbo no canto errado é a causa mais comum de pranchas devolvidas.

0.6 Dobramento de cópias

Uma prancha A1 não cabe em pasta de arquivo. Ela é dobrada até ficar do tamanho de uma folha A4. A dobra tem regra, para que o carimbo continue à vista.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (item 4.4) pede três coisas ao dobrar: o resultado final deve ser A4; deve sobrar uma aba lateral à esquerda para fixar as folhas em pastas; e o carimbo deve ficar sempre totalmente visível.



© Ulysses Cesar

Exemplo ilustrativo: uma A3 dobrada ao meio vira A4, com a aba à esquerda e o carimbo por cima.

ONDE ESTÃO AS POSIÇÕES DAS DOBRAS

As posições exatas de cada dobra, para cada formato, constam da norma de folha de desenho. A NBR 13142, que tratava só do dobramento, foi cancelada em 2017 e o dobramento passou a constar do escopo da NBR 16752:2020. Este guia não reproduz a tabela de dobras; consulte a NBR 16752 quando for dobrar uma prancha grande.

ERRO CLÁSSICO

Dobrar com o carimbo para dentro. Quem abre a pasta precisa ler o carimbo sem desdobrar nada. Antes de vincar, imagine a prancha fechada: a primeira coisa visível deve ser o carimbo, com a aba de furar à esquerda.

0.7 Croqui e desenho à mão livre

Nem todo desenho nasce com régua. O croqui é o desenho do canteiro, da reunião, do levantamento da reforma. Ele precisa ser rápido, mas não pode ser torto.

DEFINIÇÃO

Croqui: desenho de caráter livre, sem escala exata e sem medidas exatas, usado para mostrar e discutir ideias e esclarecer dúvidas (NBR 6492:2021, itens 3.7 e 4.1.2).

À mão livre não quer dizer descuidado. Um bom croqui tem quatro qualidades:

- **retas retas:** linhas retas, sem tremer, com cantos de 90° quando forem de 90°;
- **proporção:** se a sala é duas vezes mais comprida que larga, o desenho também é;
- **hierarquia:** contorno mais forte, detalhe mais fraco, linha de construção quase invisível;
- **letra legível:** toda medida anotada com letra de forma, na horizontal, perto do que mede.



A linha reta à mão livre: dois pontos, um traço leve olhando para o ponto de chegada e o reforço.

DICA

Mova o braço, não o punho. Olhe para onde a linha vai chegar, não para a ponta do lápis. Gire a folha em vez de torcer a mão.

Como medir proporção sem régua

Segure o lápis com o braço esticado e use-o como medida: a largura do objeto, comparada com a altura, dá a proporção. Ou use papel quadriculado: contar quadradinhos é medir sem régua. Para peças em perspectiva, a malha isométrica de pontos faz o mesmo papel.

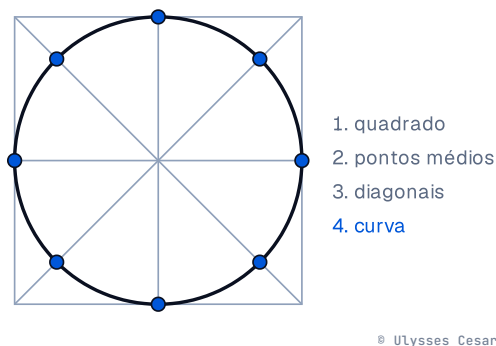
Um cubo à mão livre em quatro passos

- 1 **Primeiro, o losango de cima**
Duas linhas a 30° para a direita e duas a 30° para a esquerda formam a face de cima.
- 2 **Depois, as três verticais**
Do vértice da frente e dos dois vértices laterais, desça três linhas verticais de mesmo tamanho.
- 3 **Feche a base**
Duas linhas paralelas às do topo fecham a base. Tudo em traço leve, que é linha de construção.
- 4 **Reforce o contorno**
Passe de novo, mais forte, só nas arestas que você vê. O cubo está pronto.



Os quatro passos, da esquerda para a direita.

Esse caminho vale para qualquer peça: primeiro a **caixa** que a envolve, em traço leve; depois você retira os pedaços que faltam. Você vai fazer isso no módulo 6.



Círculo à mão livre: um quadrado do tamanho do diâmetro, os pontos médios dos lados e as quatro diagonais ajudam a fechar a curva.

ERRO CLÁSSICO

Croqui sem proporção. Um croqui sem proporção engana mais que um sem medidas. Se a porta ficou do tamanho da parede, ninguém consegue usar as cotas escritas ao lado.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Usar o escalímetro como régua de traçar. Ele só mede. A borda gasta e a escala perde a confiança.

ERRO CLÁSSICO

Somar ângulos quando era para subtrair. 15° é $45^\circ - 30^\circ$, não $45^\circ + 30^\circ$. Confira se o resultado cai no lugar certo da figura.

ERRO CLÁSSICO

Achar que A4 é maior que A3. Quanto maior o número, menor a folha. Cada passo divide a área por 2.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a margem maior à esquerda. É a margem de furar. Sem ela o desenho é furado.

ERRO CLÁSSICO

Esconder o carimbo na dobra. Depois de dobrada, a primeira coisa visível é o carimbo.

ERRO CLÁSSICO

Desprezar a proporção no croqui. Medidas escritas não salvam um desenho desproporcional.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Desenho técnico é comunicação com regra: o mesmo desenho, lido do mesmo jeito por todos.
- Dois esquadros e a régua dão todos os ângulos múltiplos de 15° : some ou subtraia 30° , 45° , 60° e 90° .
- Série A: A0 tem 1 m^2 ; cada formato é o anterior cortado ao meio pelo lado maior; a razão entre os lados é $\sqrt{2}$. Decore a A4: $210 \times 297 \text{ mm}$.
- A moldura é em linha larga; a margem esquerda é a maior; o carimbo vai no canto inferior direito e tem pelo menos dez campos.
- Dobrar a cópia é deixá-la A4, com aba à esquerda e carimbo à mostra.
- Croqui é livre de escala, mas não de proporção, retas e hierarquia de linhas.

Glossário do módulo

Desenho técnico	desenho feito por regras de norma, para ser lido do mesmo jeito por todos.
Norma técnica	conjunto de regras combinadas para todos fazerem do mesmo modo; no Brasil, a NBR, da ABNT.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas, que publica as NBR.
Formato	tamanho padronizado de folha: A0, A1, A2, A3 ou A4.
Moldura	retângulo em linha larga que delimita a área útil da folha.
Margem	faixa entre a borda da folha e a moldura; a esquerda é maior, para furar.
Carimbo	quadro no canto inferior direito que identifica o desenho (também chamado legenda ou selo).
Prancha	folha de desenho com os desenhos e textos de um projeto.

Planta-chave	desenho esquemático que situa a parte representada na prancha em relação ao todo.
Croqui	desenho livre, sem escala exata, para mostrar e discutir ideias.
Escalímetro	régua de seis escalas, só para medir.
Grafite	mina da lapiseira, de dureza H (duro), HB (médio) ou B (macio), com número que reforça o efeito.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **18 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16752**: desenho técnico: requisitos para apresentação em folhas de desenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulos 2, 3 e 5.

MÓDULO 01

Linhas, traçado e escrita técnica

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

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- nomear os tipos de linha e dizer onde cada um é usado;
- escolher a largura da linha pelo grupo e conferir a proporção entre extralarga, larga e estreita;
- decidir qual linha vale quando duas coincidem;
- traçar tracejados, cantos e eixos com a técnica certa;
- escrever letras e algarismos na altura e no traço que a norma pede.

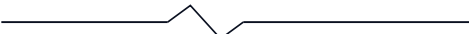
Antes de começar: Módulo 0 (instrumentos, folha e carimbo).

1.1 Cada linha diz uma coisa

No desenho técnico, a linha é uma palavra. A linha grossa e contínua diz "aqui está um contorno que se vê". A tracejada diz "aqui existe uma aresta, mas escondida". Se você troca a linha, troca a frase.

DEFINIÇÃO

Tipo de linha: o aspecto da linha: contínua, tracejada, traço e ponto, e assim por diante. Junto com a largura (extralarga, larga ou estreita), ele dá a cada linha um significado fixo.

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

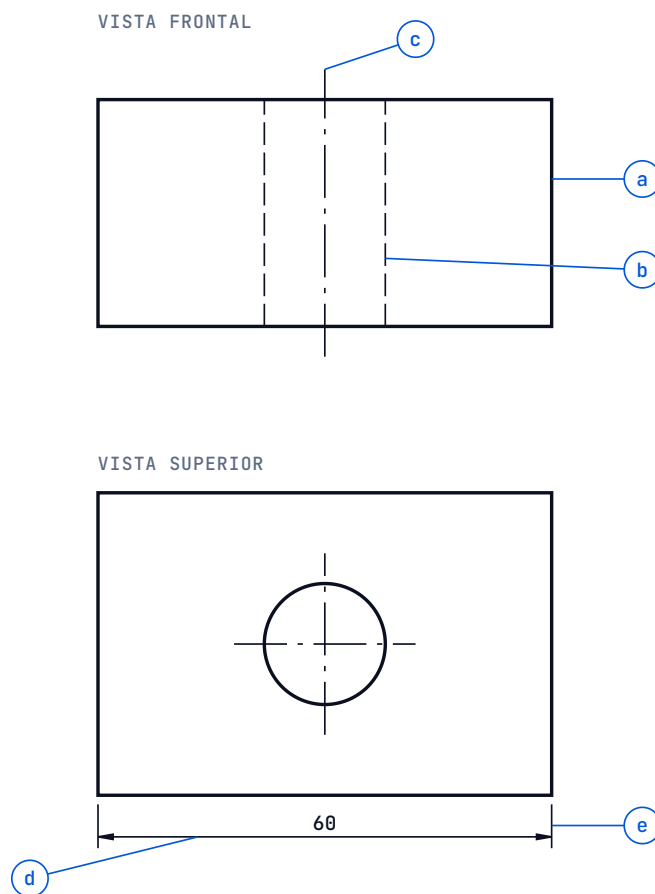
Os nove tipos de linha usados em projetos de arquitetura, desenhados na largura real do grupo 0,50.

NA NORMA

A tabela A.1 do anexo A da NBR 6492:2021 reúne os tipos de linha e os usos. O anexo é informativo (são orientações), mas é a referência de arquitetura. A norma geral de linhas é a NBR 16861:2020, que substituiu a NBR 8403.

LINHA	ONDE SE USA (NBR 6492:2021, TAB. A.1)
Contínua extralarga	contornos visíveis de elementos em corte e seções, quando não há hachura; limites de importância especial em corte
Contínua larga	contornos de elementos em corte, quando há hachura; contornos e arestas visíveis das partes à vista; curvas de nível principais; limites de materiais à vista; representação simplificada de portas, janelas e escadas
Contínua estreita	linhas de cota; linhas de chamada; hachuras; contornos de seções rebatidas na própria vista; curvas de nível secundárias; diagonais de furos e aberturas; setas de acesso; mudança de nível em planta
Contínua com zigue-zague, estreita	limite de vista ou corte parcial interrompido
Tracejada estreita	arestas e contornos não visíveis
Traço e ponto, estreita	linhas de centro e de simetria; trajetórias
Traço e ponto, extralarga	extremidades e mudanças de direção na marcação dos planos de corte
Traço e dois pontos, estreita	projeções de pavimentos em balanço, marquises e beirais; contornos de peças adjacentes; posição-limite de peças móveis; centro de gravidade
Traço longo e ponto, estreita	linhas de eixo

Os nomes parecem muitos, mas a lógica é curta: o que você **vê** é contínuo; o que está **escondido** é tracejado; o que é **eixo ou simetria** é traço e ponto; o que é **medida e explicação** é estreito.



© Ulysses Cesar

Peça com furo passante em duas vistas. Os significados de a a e estão na tabela abaixo.

MARCA	LINHA	POR QUÊ
a	contínua larga	contorno visível da peça
b	tracejada estreita	o furo existe, mas não se vê na vista frontal
c	traço e ponto, estreita	eixo do furo
d	contínua estreita	linha de cota, com setas nas pontas
e	contínua estreita	linha de chamada, que leva a medida para fora da peça

IDEIA-CHAVE

Visto, contínuo. Escondido, tracejado. Eixo, traço e ponto. Medida, estreito.

1.2 A largura da linha: grupos e proporção

Além do tipo, a linha tem largura. Em um mesmo desenho, três larguras convivem: a **extralarga**, a **larga** e a **estreita**.

DEFINIÇÃO

Grupo de linhas: conjunto das três larguras (extralarga, larga e estreita) de uma mesma prancha. O grupo é identificado pela largura da linha larga: grupo 0,50 quer dizer larga de 0,50 mm.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (anexo A.1.3, tabela A.2) manda escolher a largura pelo tipo, pelo tamanho e pela escala do desenho e pelo método de reprodução. Em cada grupo, extralarga, larga e estreita seguem a proporção **1, 1/2 e 1/4**. De um grupo para o seguinte, a largura é multiplicada por aproximadamente $\sqrt{2}$.

GRUPO (MM)	EXTRALARGA (MM)	LARGA (MM)	ESTREITA (MM)
0,25	0,50	0,25	0,13
0,35	0,70	0,35	0,18
0,50	1,00	0,50	0,25
0,70	1,40	0,70	0,35
1,00	2,00	1,00	0,50

Larguras de linha da NBR 6492:2021, tabela A.2.

GRUPO	EXTRALARGA	LARGA	ESTREITA
0,25	 0,50	 0,25	 0,13
0,35	 0,70	 0,35	 0,18
0,50	 1,00	 0,50	 0,25
0,70	 1,40	 0,70	 0,35
1,00	 2,00	 1,00	 0,50

© Ulysses Cesar

As cinco famílias, desenhadas na largura real (mm).

Confira a regra do $\sqrt{2}$: $0,25 \times \sqrt{2} = 0,354$, que a tabela arredonda para 0,35. Multiplicando de novo: 0,500 (0,50), 0,707 (0,70) e 1,000 (1,00).

EXEMPLO RESOLVIDO

Larguras de uma planta no grupo 0,50

Contorno de parede cortada, sem hachura: extralarga, 1,00 mm. Contorno de parede cortada, com hachura: larga, 0,50 mm. Linha de cota, hachura e linha de chamada: estreita, 0,25 mm. Observe que a estreita é um quarto da extralarga: $1,00 \div 4 = 0,25$.

PRÁTICA DE MESA

No grupo 0,50, a larga sai bem com lapiseira de 0,5 mm e a estreita com a de 0,3 mm. A extralarga se obtém passando a lapiseira duas vezes lado a lado. Escolha o grupo antes de começar e mantenha-o na prancha toda: misturar grupos deixa o desenho sem hierarquia.

ERRO CLÁSSICO

Linha estreita e larga quase iguais. Se a largura da larga é só um pouco maior que a da estreita, o contraste some e o desenho fica difícil de ler. A razão é de dois para um, no mínimo: a estreita tem metade da larga, e a larga metade da extralarga.

1.3 Quando duas linhas coincidem, qual vale

Em um desenho cheio, acontece de duas linhas caírem no mesmo lugar: a aresta escondida bem embaixo da que se vê, o eixo sobre um contorno. Desenhar as duas deixa o traço confuso. A prática é desenhar só a mais importante.

Ordem usual de prioridade, da que vence para a que cede:

1. contorno e aresta **visível** (continua larga);
2. aresta **invisível** (tracejada);
3. extremidades do **plano de corte** (traço e ponto extralarga);
4. linha de **centro** ou eixo (traço e ponto);
5. linha de **cota**, de chamada e hachura (estreitas).

CONFERIR NA NORMA

A ordem acima é a prática geral de desenho técnico. A norma vigente de linhas é a NBR 16861:2020 (confirmada no catálogo da ABNT), mas o texto dela é pago e não foi consultado para este guia: confira ali em caso de dúvida em trabalho entregue.

EXEMPLO RESOLVIDO

Aresta escondida sob aresta visível

Em uma vista, uma aresta invisível cai exatamente sobre uma aresta visível. As duas são a mesma linha na vista. Desenha-se só a visível, em linha larga contínua. A tracejada por baixo não acrescenta informação e atrapalha.

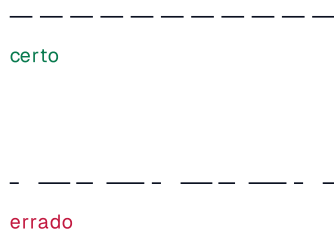
IDEIA-CHAVE

O que se vê cobre o que não se vê. O que mede nunca cobre o que é peça.

1.4 Técnica de traçado: tracejado, cantos e eixos

Saber o tipo e a largura não basta: a linha tem de ser *bem traçada*. Três cuidados resolvem quase tudo.

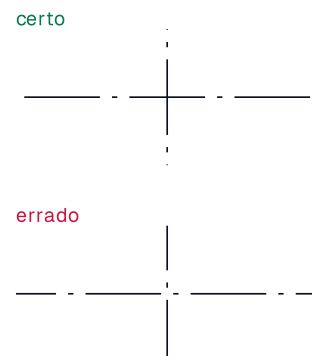
1 TRAÇOS E VAZIOS IGUAIS



2 CANTOS FECHAM EM TRAÇO



3 EIXOS SE CRUZAM EM TRAÇO



© Ulysses Cesar

Os três cuidados de traçado, certo (verde) e errado (vermelho).

- **Traços e vazios iguais.** Em uma linha tracejada, todos os traços têm o mesmo comprimento e todos os vazios também. Como referência de prancheta: traços de cerca de 3 mm e vazios de cerca de 1 mm.
- **Cantos fechados em traço.** Quando duas tracejadas se encontram em um canto, o canto cai em um traço, nunca em um vazio. Uma tracejada que continua uma linha contínua começa com um vazio.
- **Eixos se cruzam em traço.** A linha de eixo tem de passar do contorno uns 2 a 3 mm. Dois eixos que se cruzam se encontram no meio de um traço comprido, não em um ponto nem em um vazio.

CONFERIR NA NORMA

Os comprimentos de traço e vazio acima são valores de prática de mesa, proporcionais à largura da linha. A NBR 16861:2020 (vigente) é a referência; o texto dela não foi consultado para este guia.

Ordem de traçado de um desenho

- 1 **Construção leve**
Todos os traços auxiliares em linha estreita e bem clara (grafite H ou 2H). Eles são apagados ou ficam quase invisíveis.
- 2 **Curvas e círculos primeiro**
Trace círculos e arcos antes das retas que os tocam: é mais fácil ligar uma reta a uma curva do que o contrário.
- 3 **Contornos**
Reforce os contornos visíveis com linha larga, de um canto a outro, sem parar no meio.
- 4 **Linhas estreitas finais**
Eixos, cotas, chamadas e hachuras, na linha estreita. Cuide dos cruzamentos.
- 5 **Texto por último**
Letras e algarismos entram por último, para a mão não manchar o desenho.

ERRO CLÁSSICO

Cantos que se encontram em vazio. A tracejada que deixa o canto vazio parece aberta: o leitor não sabe se a aresta se fecha. Feche o canto com um traço.

1.5 Escrita técnica: letras e algarismos

Uma letra mal feita causa o mesmo estrago que uma linha errada: "1,80" vira "7,80" e a porta fica do tamanho de um armário. A escrita técnica evita isso.

DEFINIÇÃO

Escrita técnica: letras e algarismos desenhados de modo padronizado para serem lidos sem dúvida, mesmo pequenos, copiados ou reduzidos.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (anexo A.2) pede: fonte **sem serifa** (sem os pequenos traços nas pontas); traço de espessura uniforme igual a **um décimo da altura** da letra maiúscula; texto preferencialmente em **caixa alta**, exceto nas unidades de medida e nas exigências de ortografia; e **sem inclinação** (nada de itálico, salvo palavra em idioma estrangeiro).

ALTURA DA MAIÚSCULA	CORPO TIPOGRÁFICO	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
7,0 mm	28 pt	título da prancha
5,0 mm	20 pt	título do desenho
3,5 mm	14 pt	nome de ambientes, marcação de eixos, símbolo de acesso
2,5 mm	10 pt	cotas, informações em geral, cotas de nível, número da folha em símbolos
1,8 mm	7,5 pt	numeração de espelhos e informações sem espaço para 2,5 mm

Alturas de letra da NBR 6492:2021, tabela A.3.

ALTURA DA MAIÚSCULA, EM MM		
7,00	TÍTULO DA PRANCHA	28 pt
5,00	PLANTA BAIXA	20 pt
3,50	SALA DE ESTAR	14 pt
2,50	COTAS 2,40 N.A. +0,15	10 pt
1,80	NÚMERO DE ESPELHOS 12	7,5 pt

© Ulysses Cesar

As cinco alturas da tabela, em corpo real, entre linhas de pauta.

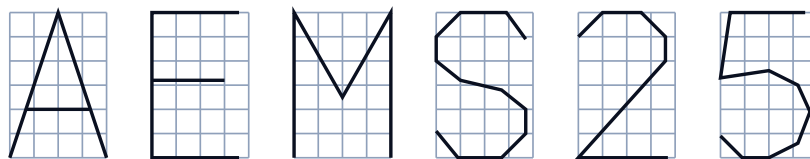
Altura e corpo. O *corpo tipográfico* é o tamanho da fonte em pontos (1 pt = 0,3528 mm). A altura da maiúscula é cerca de 0,71 do corpo. Conferindo a linha de 14 pt: $14 \times 0,3528 = 4,94$ mm de corpo; $\times 0,71 = 3,51$ mm de altura da maiúscula, os 3,5 mm da tabela.

Relação com a linha. Uma letra de 2,5 mm tem traço de 0,25 mm. Esse é justamente o valor da linha estreita do grupo 0,50: a letra é feita com linha estreita.

Letra bastão à mão

À mão, a letra técnica é a **letra bastão**: cada letra é uma sequência de retas e curvas simples, de traço uniforme, cabendo numa caixa de proporção fixa (cerca de 4 de largura para 6 de altura).

CADA LETRA CABE EM UMA CAIXA DE 4 POR 6 MÓDULOS



© Ulysses Cesar

Proporção da letra bastão: 4 módulos de largura para 6 de altura.

TRAÇO DE UM DÉCIMO DA ALTURA: CADA LETRA É UMA SEQUÊNCIA DE RETAS E CURVAS

PLANTA BAIXA ESC 1:50

0123456789 A B C D E F G H

COTAS $2,40 + 3,10 = 5,50$ M (H = 2,5 MM)

© Ulysses Cesar

Letras, algarismos e uma linha de cotas em letra bastão sobre pauta.

Como escrever à mão

1 Pauta

Trace duas linhas paralelas, em traço leve, separadas pela altura da letra (5 mm, 3,5 mm ou 2,5 mm). Elas somem ou ficam quase invisíveis no desenho final.

2 Largura

Cada letra tem cerca de dois terços da altura, exceto I, M, W. Marque o começo e o fim de cada palavra.

3 Traço

Faça cada letra com traços firmes e do mesmo peso, sem repassar. Os algarismos têm a mesma altura das letras.

4 Espaço

O vazio entre letras parece igual quando a área entre elas é igual; entre palavras, deixe a largura de uma letra N.

5 Sem inclinar

Mantenha as verticais da letra perpendiculares à pauta. Letra inclinada não é técnica.

ERRO CLÁSSICO

Misturar maiúsculas e minúsculas e inclinar. Texto em caixa baixa e inclinado cansa o leitor e dá margem a erro. Tudo em caixa alta, reto, com as unidades de medida (m, mm) como única exceção.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Usar a linha errada para o que se vê. Aresta visível é contínua larga; tracejada é só para o escondido.

ERRO CLÁSSICO

Cota grossa demais. Linha de cota é estreita. Cota grossa parece contorno e confunde a leitura.

ERRO CLÁSSICO

Tracejado sem ritmo. Traços e vazios iguais; cantos e cruzamentos caem em traço.

ERRO CLÁSSICO

Grupo de largura misturado. Escolha um grupo e mantenha: larga é o dobro da estreita e metade da extralarga.

ERRO CLÁSSICO

Letra inclinada ou minúscula. Escrita técnica é reta e em caixa alta, com traço de um décimo da altura.

ERRO CLÁSSICO

Texto pequeno demais. Menos de 1,8 mm de altura não se lê em cópia reduzida.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Visto, contínuo. Escondido, tracejado. Eixo, traço e ponto. Medida, estreito.
- Em cada grupo: extralarga : larga : estreita = 1 : 1/2 : 1/4; entre grupos, multiplica-se por $\sqrt{2}$ (0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,00).
- Quando duas linhas coincidem, vale a mais importante: visível sobre invisível sobre corte sobre eixo sobre cota.
- Tracejado com traços e vazios iguais; cantos fecham em traço; eixos se cruzam em traço.
- Escrita técnica: sem serifa, traço de um décimo da altura, caixa alta, sem inclinar; alturas 7,0; 5,0; 3,5; 2,5 e 1,8 mm.
- A letra de 2,5 mm tem traço de 0,25 mm, igual à linha estreita do grupo 0,50.

Glossário do módulo

Tipo de linha	aspecto da linha (contínua, tracejada, traço e ponto) que, com a largura, dá a ela um significado.
Contínua	linha sem interrupções.
Tracejada	linha formada por traços curtos separados por vazios; indica o que não se vê.

Traço e ponto	linha de traço longo, vazio, ponto, vazio; indica centro, simetria ou eixo.
Eixo	linha que passa pelo centro de um elemento ou por uma modulação do projeto.
Linha de cota	linha estreita com setas nas pontas que mostra a medida.
Linha de chamada	linha estreita que leva os limites da medida para fora do desenho.
Grupo de linhas	conjunto das três larguras de uma prancha; identificado pela largura da larga.
Extralarga, larga, estreita	as três larguras de um grupo, na proporção 1 : 1/2 : 1/4.
Pauta	duas linhas leves paralelas que marcam a altura da letra.
Letra bastão	letra feita de traços simples de espessura uniforme, em caixa de 4 por 6 módulos.
Corpo tipográfico	tamanho da fonte em pontos; a maiúscula mede cerca de 0,71 do corpo.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **16 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Anexo A.1 e A.2.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16861**: desenho técnico: requisitos para representação de linhas e escrita. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulos 4 e 7.

MÓDULO 02

Construções geométricas básicas

RÉGUA E COMPASSO: CONSTRUIR COM EXATIDÃO, SEM MEDIR

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- dar nome a ponto, reta, segmento, ângulo, circunferência e polígono;
- traçar perpendicular, paralela, mediatriz e bissetriz só com régua e compasso;
- dividir um segmento em partes iguais e construir os ângulos notáveis;
- inscrever triângulo, quadrado, pentágono, hexágono e octógono em uma circunferência;
- traçar tangentes e concordâncias, elipse e oval.

Antes de começar: Módulo 0 (instrumentos) e módulo 1 (linhas). Nada de matemática além do ensino fundamental.

2.1 Os elementos da geometria plana

Desenho geométrico é construir figuras com régua e compasso, sem transferidor e sem medir com número. Parece limite, mas é a fonte da exatidão: a construção prova que a figura está certa. Antes, os nomes.

DEFINIÇÃO

Ponto: posição sem tamanho. Marca-se com um traço cruzado ou um pequeno círculo e leva uma letra maiúscula (A, B, P).

DEFINIÇÃO

Reta: linha reta que não acaba nos dois sentidos. Passa por dois pontos quaisquer.

DEFINIÇÃO

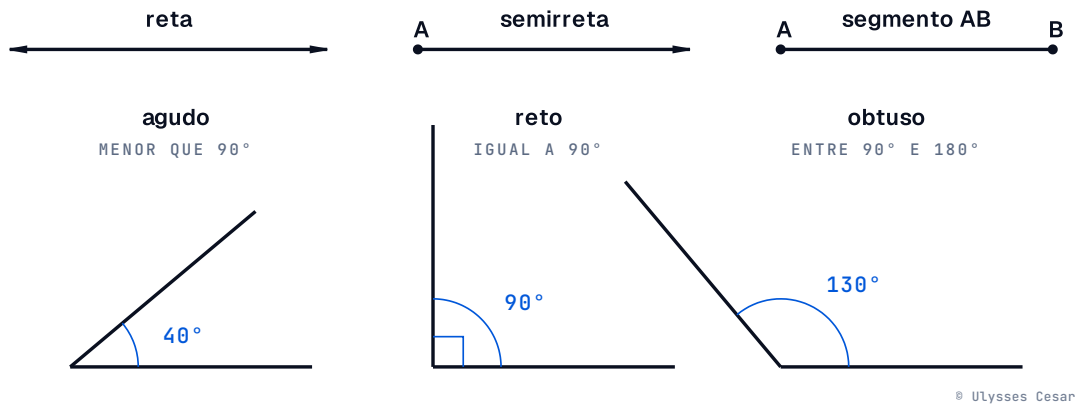
Semirreta: parte da reta que começa em um ponto e não acaba no outro sentido.

DEFINIÇÃO

Segmento: parte da reta entre dois pontos, com começo e fim. Tem comprimento.

DEFINIÇÃO

Ângulo: abertura entre duas semirretas que partem do mesmo ponto, o vértice. Mede-se em graus; uma volta completa tem 360°.

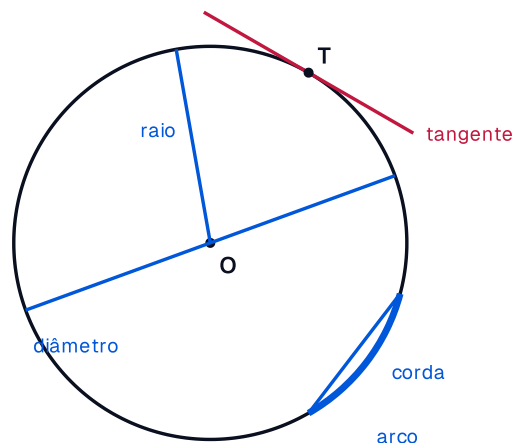


Reta, semirreta, segmento e os três tipos de ângulo.

TIPO DE ÂNGULO	MEDIDA
agudo	menor que 90°
reto	exatamente 90°
obtusos	maior que 90° e menor que 180°
raso	180° (os lados formam uma reta)

DEFINIÇÃO

Circunferência: conjunto dos pontos de um plano que estão à mesma distância de um ponto fixo, o centro. O círculo é a circunferência com a região de dentro.



circunferência: todos os pontos à mesma distância do centro

© Ulysses Cesar

Centro, raio, diâmetro, corda e arco.

- **raio:** segmento do centro a um ponto da circunferência;
- **diâmetro:** corda que passa pelo centro; mede o dobro do raio;
- **corda:** segmento que liga dois pontos da circunferência;
- **arco:** parte da circunferência entre dois pontos;
- **tangente:** reta que toca a circunferência em um só ponto e é perpendicular ao raio nesse ponto.

DEFINIÇÃO

Polígono regular: figura fechada de lados retos em que todos os lados e todos os ângulos são iguais. Triângulo equilátero, quadrado e hexágono regular são exemplos.

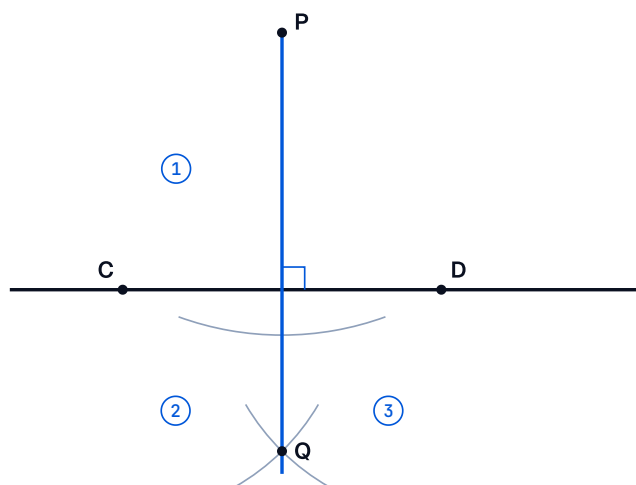
IDEIA-CHAVE

O compasso transporta distâncias; a régua só liga pontos. Com os dois, toda construção deste módulo se faz sem medir nem uma vez.

2.2 Perpendicular e paralela com compasso

Os esquadros do módulo 0 traçam perpendiculares e paralelas. O compasso traça as mesmas retas com precisão de construção, e funciona quando o esquadro não alcança.

Perpendicular por um ponto fora da reta



© Ulysses Cesar

Perpendicular a CD pelo ponto P.

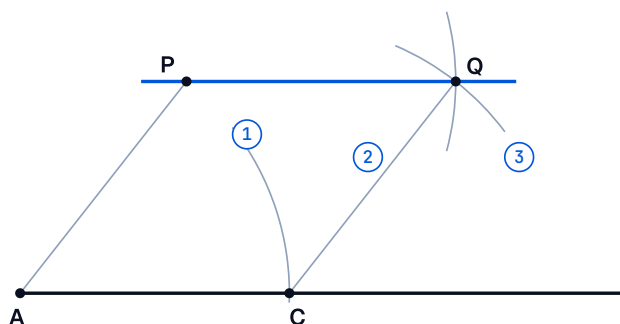
Passo a passo

- 1 **Corte a reta**
Com o compasso aberto além da distância de P à reta, trace um arco com centro em P que corte a reta em dois pontos, C e D.
- 2 **Dois arcos iguais**
Com a mesma abertura (maior que metade de CD), trace arcos com centro em C e em D, do outro lado da reta. Eles se cruzam em Q.
- 3 **Una**
Ligue P a Q. A reta PQ é perpendicular à reta dada.

POR QUE FUNCIONA

P e Q estão à mesma distância de C e de D. Os pontos que estão à mesma distância dos dois extremos de um segmento formam a mediatriz desse segmento, que é perpendicular a ele e passa pelo meio. Logo PQ é perpendicular a CD.

Paralela por um ponto, pelo losango



© Ulysses Cesar

Paralela à reta AC pelo ponto P.

Passo a passo

- 1 **Raio AP**
Abra o compasso na distância de A (um ponto da reta) a P. Com centro em A, corte a reta em C.
- 2 **Dois arcos iguais**
Sem mexer no compasso, trace um arco com centro em C e outro com centro em P. Eles se cruzam em Q.
- 3 **Una**
A reta PQ é paralela à reta dada.

POR QUE FUNCIONA

AP, AC, CQ e PQ têm o mesmo comprimento: ACQP é um losango, e os lados opostos de um losango são paralelos.

ERRO CLÁSSICO

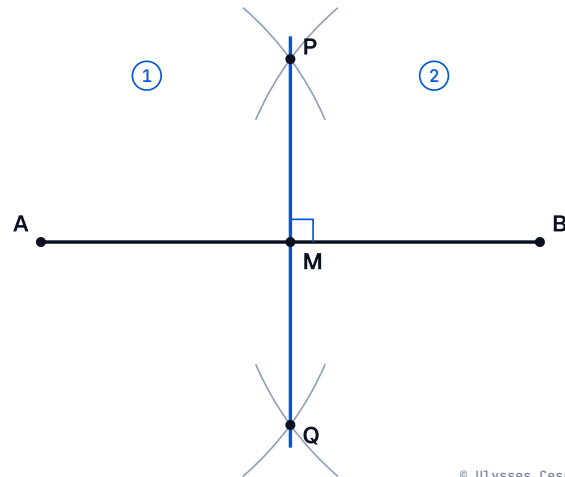
Mexer na abertura do compasso. Nas duas construções, os arcos de centros diferentes só funcionam se a abertura for a mesma. Se a abertura mudar entre um arco e outro, os pontos Q ficam fora de lugar.

2.3 Mediatrix, bissetriz e transporte de ângulo

Três construções resolvem metade dos problemas de desenho geométrico: achar o meio, dividir um ângulo e copiar um ângulo.

DEFINIÇÃO

Mediatrix: reta perpendicular a um segmento, que passa pelo seu ponto médio. Todos os pontos dela estão à mesma distância dos dois extremos do segmento.



© Ulysses Cesar

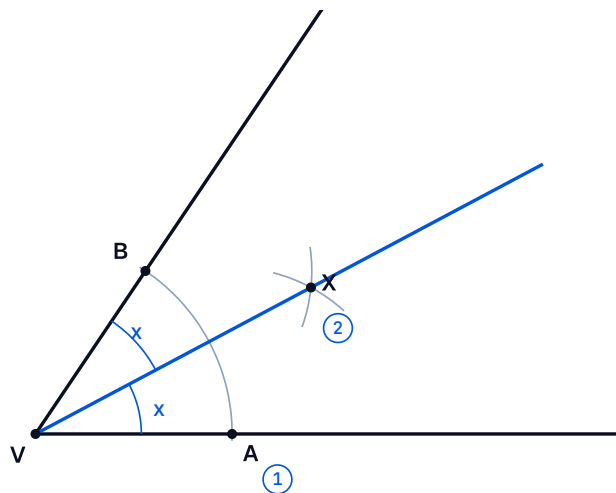
Mediatriz de AB: a reta PQ.

Passo a passo

- 1 **Abertura maior que a metade**
Abra o compasso um pouco mais que metade de AB.
- 2 **Dois arcos**
Com centro em A, trace arcos acima e abaixo do segmento. Sem mexer na abertura, repita com centro em B. Os arcos se cruzam em P e em Q.
- 3 **Uma**
A reta PQ é a mediatriz. Ela corta AB no ponto médio M e forma 90° com ele.

DEFINIÇÃO

Bissetriz: semirreta que parte do vértice e divide o ângulo em dois ângulos iguais.



© Ulysses Cesar

Bissetriz do ângulo de vértice V: a semirreta VX.

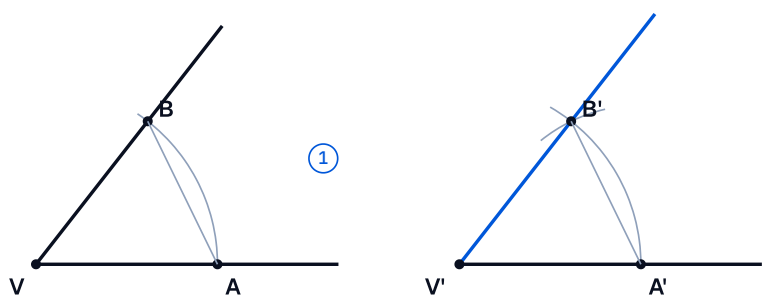
Passo a passo

- 1 **Arco no vértice**
Com centro em V, trace um arco que corte os dois lados, em A e em B.
- 2 **Arcos iguais**
Com centro em A e depois em B, e a mesma abertura (maior que metade de AB), trace dois arcos que se cruzem em X, dentro do ângulo.
- 3 **Una**
A semirreta VX é a bissetriz. Os dois ângulos x são iguais.

POR QUE FUNCIONA

VA = VB (mesmo arco), AX = BX (mesma abertura) e VX é lado comum: os dois triângulos têm os três lados iguais, logo têm os ângulos em V iguais.

Transportar um ângulo



© Ulysses Cesar

Copiando o ângulo de vértice V para V'.

Passo a passo

- 1 **Arco no original**
No ângulo dado, trace um arco com centro em V que corte os lados em A e B. Meça a distância AB com o compasso.
- 2 **Arco na cópia**
Na reta nova, com centro em V' e a mesma abertura do arco anterior, trace um arco que corte a reta em A'.
- 3 **Transporte a corda**
Com centro em A' e abertura AB, corte o arco em B'. A semirreta V'B' forma com a reta o mesmo ângulo.

DICA

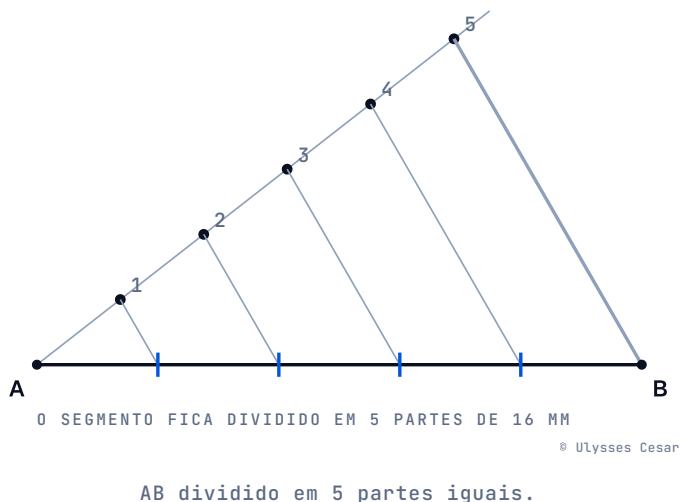
Em toda construção, marque a ponta seca do compasso com pressão leve. Furo grande no papel move o ponto e estraga a precisão.

2.4 Dividir um segmento em partes iguais

Dividir um segmento em 2, 4 ou 8 partes é fácil com mediatriz. Para 3, 5, 7 ou qualquer outro número, usa-se o teorema de Tales.

DEFINIÇÃO

Teorema de Tales: retas paralelas que cortam duas retas transversais determinam nelas segmentos proporcionais. Se as marcas em uma transversal são iguais, as marcas na outra também são.



Passo a passo

- 1 **Raio auxiliar**
Por A, trace uma semirreta auxiliar, em qualquer inclinação (uns 35° a 45° ficam bem).
- 2 **Marcas iguais**
Com o compasso aberto em uma abertura qualquer, marque sobre a auxiliar tantas partes iguais quantas quer em AB: 5 marcas, numeradas de 1 a 5.
- 3 **Ligue a última a B**
Trace a reta que liga a marca 5 ao ponto B.
- 4 **Paralelas**
Pelas marcas 1, 2, 3 e 4, trace paralelas à reta 5B (com os esquadros, como no módulo 0). Elas cortam AB em 4 pontos que dividem o segmento em 5 partes iguais.

EXEMPLO RESOLVIDO

AB com 80 mm em 5 partes

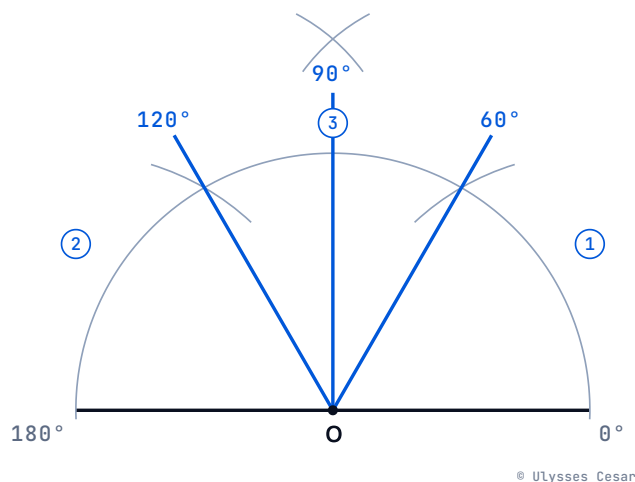
Cada parte mede $80 \div 5 = 16$ mm. Você não mediu nada: as partes ficaram assim porque as marcas da auxiliar eram iguais.

ERRO CLÁSSICO

Marcas desiguais na auxiliar. Se uma abertura do compasso variar entre as marcas, as partes de AB saem diferentes. Fixe a abertura e não a mude até a última marca.

2.5 Ângulos notáveis só com compasso

Sem transferidor, o compasso entrega os ângulos que aparecem em quase todo desenho de obra: 60°, 120°, 90°, e, dividindo ao meio, 30°, 45° e 15°.

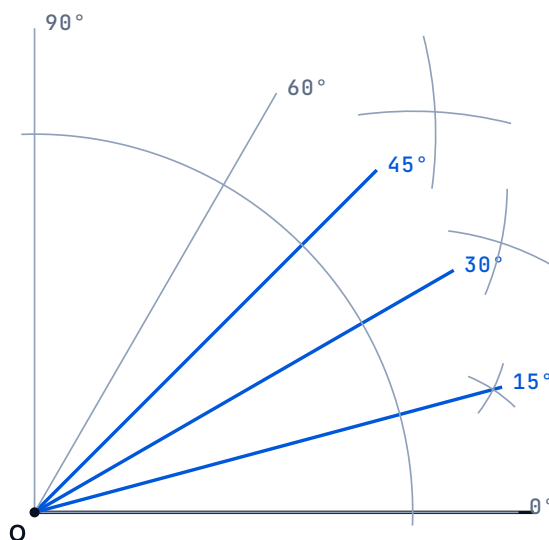


© Ulysses Cesar

Ângulos de 60°, 120° e 90° partindo de uma reta.

60°, 120° e 90°

- 1 **60°**
Com centro em O, trace um arco de raio qualquer que corte a reta em A. Sem mexer na abertura, com centro em A, corte o arco em B. O ângulo AOB mede 60°: ABO é um triângulo equilátero.
- 2 **120°**
Com centro na outra ponta do diâmetro (o ponto oposto a A), e a mesma abertura, corte o arco em C. Visto de A, o ângulo até OC mede 120°, porque $180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$.
- 3 **90°**
Trace a bissetriz do ângulo BOC (entre 60° e 120°): ela mede $(60^\circ + 120^\circ) \div 2 = 90^\circ$.



© Ulysses Cesar

Metades sucessivas: 30° é metade de 60°, 45° é metade de 90°, 15° é metade de 30°.

ÂNGULO	COMO CONSTRUIR
60°	triângulo equilátero (arcos de mesma abertura)
120°	60° + 60°
90°	perpendicular, ou bissetriz de 60° e 120°
30°	bissetriz de 60°
45°	bissetriz de 90°
15°	bissetriz de 30°
75°	60° + 15°
105°	90° + 15°
135°	90° + 45°
150°	180° - 30°

IDEIA-CHAVE

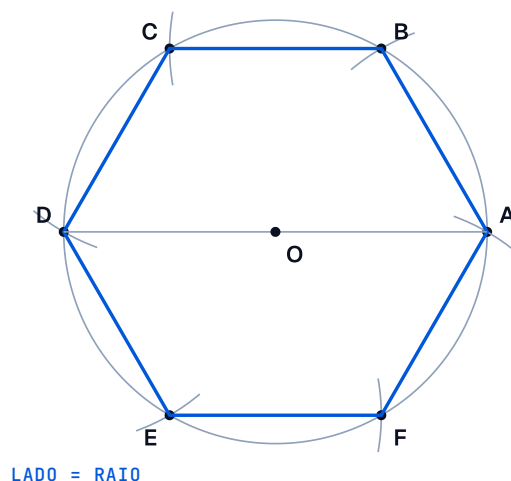
Com 60° e 90° na mão e a bissetriz, você obtém todos os múltiplos de 15° sem transferidor.

2.6 Polígonos regulares inscritos

Um polígono está **inscrito** em uma circunferência quando todos os vértices estão sobre ela. Se o polígono é regular, os vértices dividem a circunferência em partes iguais.

DEFINIÇÃO

Polígono inscrito: polígono cujos vértices pertencem a uma circunferência, chamada circunscrita a ele.



© Ulysses Cesar

Hexágono regular inscrito: o lado é igual ao raio.

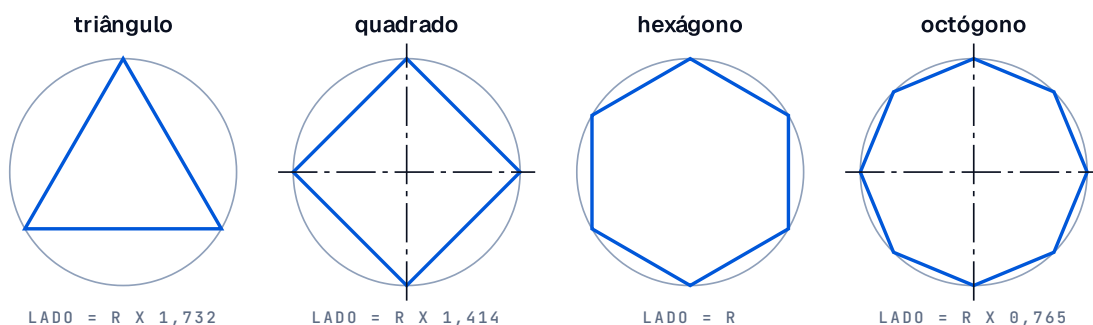
Hexágono

- 1 **Circunferência**
Trace a circunferência de raio R e marque um ponto A sobre ela.
- 2 **Passos iguais ao raio**
Com o compasso aberto em R, e centro em A, corte a circunferência em B. Com centro em B, corte em C, e assim por diante. Em seis passos você volta a A.
- 3 **Una**
Ligue os pontos em sequência: hexágono regular.

POR QUE FUNCIONA

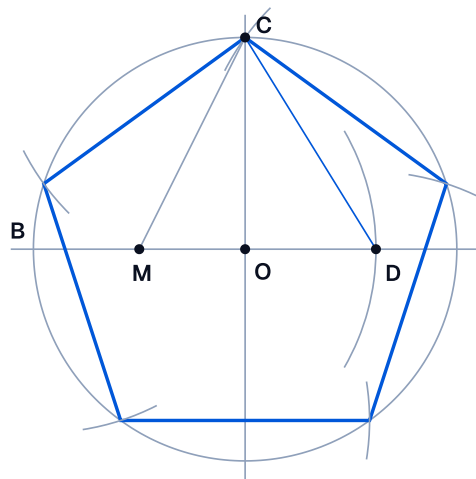
Os seis triângulos que se formam com o centro têm dois lados iguais a R e o terceiro, o lado do hexágono, também igual a R: são equiláteros. Cada um tem 60° no centro e $6 \times 60^\circ = 360^\circ$.

- **Triângulo equilátero:** ligue os vértices do hexágono de dois em dois.
- **Quadrado:** dois diâmetros perpendiculares cortam a circunferência em quatro pontos; ligue-os.
- **Octógono:** trace as bissetrizes dos ângulos retos entre os diâmetros; os oito pontos formam o octógono.



© Ulysses Cesar

Triângulo, quadrado, hexágono e octógono inscritos, com a relação lado ÷ raio.



LADO = CD

© Ulysses Cesar

Pentágono regular inscrito: o lado é a corda CD.

Pentágono

- 1 **Diâmetros**
Trace a circunferência e dois diâmetros perpendiculares. C é o ponto de cima; B, o da esquerda.
- 2 **Ponto M**
Ache o ponto médio M do raio OB (com a mediatriz de OB).
- 3 **Arco MC**
Com centro em M e abertura MC, trace um arco que corte o diâmetro horizontal em D, à direita de O.
- 4 **Lado**
A corda CD é o lado do pentágono. Com centro em C e essa abertura, marque o vértice seguinte na circunferência, e assim sucessivamente.

POLÍGONO	LADO ÷ RAIÃO (R)	ÂNGULO NO CENTRO
triângulo	1,7321	120°
quadrado	1,4142	90°
pentágono	1,1756	72°
hexágono	1,0000	60°
octógono	0,7654	45°

Lado = $2 \times R \times \sin(180^\circ \div n)$. Para n qualquer, o ângulo no centro é $360^\circ \div n$.

EXEMPLO RESOLVIDO

Lado do pentágono inscrito em R = 40 mm

Lado = $2 \times 40 \times \sin 36^\circ = 47,02$ mm. Na prancha: abra o compasso em CD e marque cinco vezes sobre a circunferência.

ERRO CLÁSSICO

Fechar com sobra. Se, ao marcar os vértices, o último não cai no primeiro, o erro está na abertura. Refaça a abertura e repita em traço leve, sem forçar a ponta do compasso.

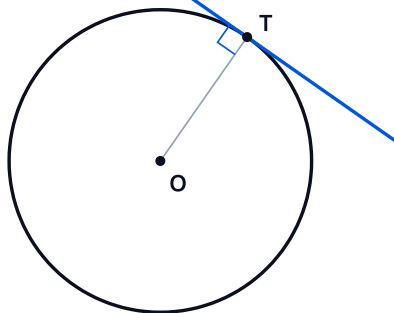
2.7 Tangentes e concordâncias

Concordância é o jeito de ligar uma reta a um arco, ou duas retas por um arco, sem quebra. Está em cantos arredondados de canteiro, curvas de pista e em qualquer peça com quina suavizada.

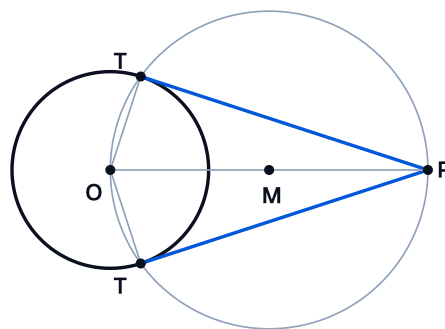
DEFINIÇÃO

Tangente: reta que toca uma circunferência em um único ponto, o ponto de tangência. Nesse ponto, a tangente é perpendicular ao raio.

TANGENTE EM T: PERPENDICULAR A OT



DE P: CIRCUNFERÊNCIA DE DIÂMETRO OP



© Ulysses Cesar

À esquerda, tangente em um ponto da circunferência. À direita, as duas tangentes de um ponto externo.

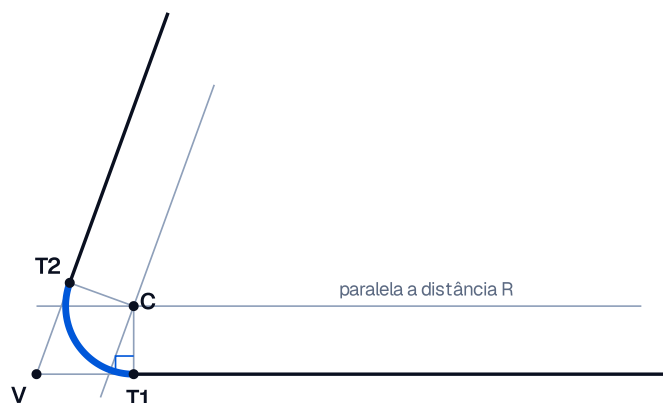
Duas construções

- 1 **Tangente em um ponto T da circunferência**
Trace o raio OT. A perpendicular a OT por T é a tangente (use o esquadro, com um cateto sobre o raio).
- 2 **Tangentes por um ponto P fora**
Una P ao centro O. Ache o ponto médio M de OP. Com centro em M e raio MO, trace uma circunferência: ela corta a dada em T1 e T2. As retas PT1 e PT2 são as tangentes.

POR QUE FUNCIONA

Todo ângulo inscrito em uma semicircunferência é reto. T1 está sobre a circunferência de diâmetro OP, logo o ângulo OT1P mede 90° : o raio OT1 é perpendicular a PT1, o que define a tangente.

Concordância de duas retas por um arco de raio R



© Ulysses Cesar

Arco de raio R tangente às duas retas, com centro C e pontos de tangência T1 e T2.

Passo a passo

- 1 **Paralelas a distância R**
Trace, do lado de dentro do ângulo, uma paralela a cada reta a uma distância R. Elas se cruzam em C.
- 2 **Pontos de tangência**
Desça de C a perpendicular a cada reta. Os pés são T1 e T2, os pontos de tangência.
- 3 **Arco**
Com centro em C e raio R, trace o arco de T1 a T2. Apague o canto das retas além de T1 e T2.

POR QUE FUNCIONA

C está a distância R das duas retas, logo o arco de raio R com centro C encosta nas duas, e o raio até o ponto de contato é perpendicular à reta: condição de tangência.

IDEIA-CHAVE

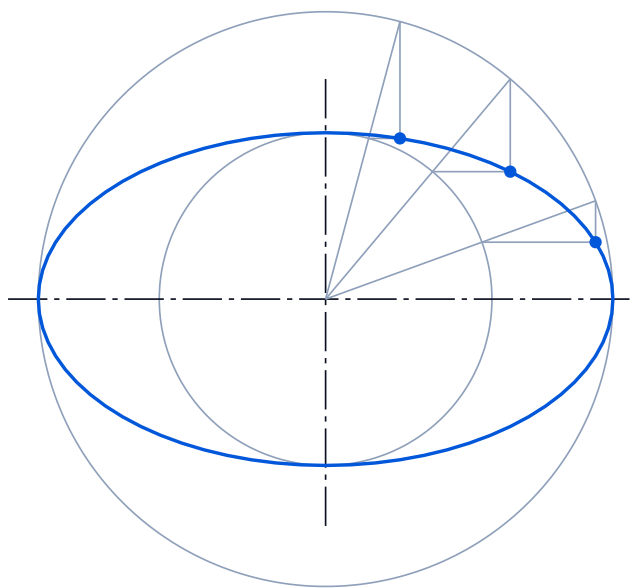
Tangente e raio formam 90° no ponto de tangência. Toda concordância é um centro à distância R das retas.

2.8 Elipse e oval

A circunferência vista de lado, ou um círculo desenhado em perspectiva, vira uma **elipse**. Você vai precisar dela no módulo 6, nas perspectivas.

DEFINIÇÃO

Elipse: curva fechada com dois eixos de simetria perpendiculares, o maior de comprimento $2a$ e o menor de $2b$. Os números a e b são os semieixos.



X DO MAIOR, Y DO MENOR

© Ulysses Cesar

Elipse pelos dois círculos concêntricos: o x vem do círculo maior e o y, do menor.

Passo a passo

1 Dois círculos

Com centro em O, trace dois círculos de raios a (semieixo maior) e b (semieixo menor).

2 Raios auxiliares

Trace vários raios a cada 15° (seis raios dão um quadrante; 24 dão a volta toda). Cada raio corta os dois círculos.

3 Cruzando as linhas

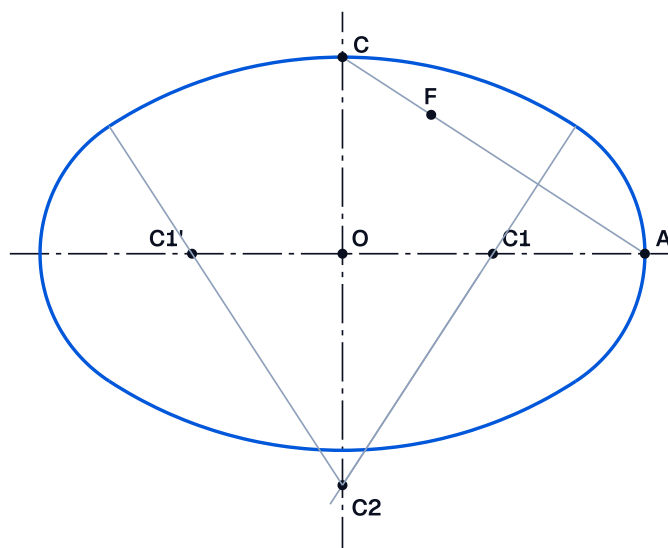
Em cada raio, desça uma vertical a partir do ponto no círculo maior e uma horizontal a partir do ponto no círculo menor. O cruzamento é um ponto da elipse.

4 Curva

Ligue os pontos à mão, em curva suave, ou com a curva francesa.

Oval de quatro centros

A oval aproxima a elipse com quatro arcos de circunferência, feitos só com compasso. Serve para o desenho técnico de bocas de visita, pistas e círculos em perspectiva.



© Ulysses Cesar

Oval de quatro centros pelos semieixos OA e OC.

Passo a passo

- 1 **Ponto F**
Una A a C. Marque F sobre AC de modo que CF seja igual à diferença entre os semieixos ($OA - OC$).
- 2 **Mediatriz de AF**
Trace a mediatriz de AF. Ela corta o eixo maior em C1 e o eixo menor em C2.
- 3 **Quatro centros**
Marque C1', simétrico de C1 em relação ao centro, e C2', simétrico de C2.
- 4 **Arcos**
Com centro em C1 e raio C1A, trace o arco da direita; com centro em C1', o da esquerda. Com centro em C2 e raio C2C, trace o de cima; com C2', o de baixo. Os arcos mudam no prolongamento das retas que ligam os centros.

NA NORMA

Em desenho técnico de obra, curvas de pista, escada em caracol e canteiros também seguem esse raciocínio de arcos concordantes. A notação das curvas em projeto de arquitetura aparece na NBR 6492:2021 (anexo A), que não fixa o método de construção: o método é do projetista.

ERRO CLÁSSICO

Mudar de arco fora do prolongamento. Se o arco troca de centro fora da reta que une os dois centros, aparece uma quina na oval. A troca tem de ser sobre o prolongamento da reta que liga os dois centros.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Mexer na abertura do compasso. Os arcos que devem se cruzar precisam da mesma abertura. Mexeu, errou.

ERRO CLÁSSICO

Traçar com arcos pesados. Arcos de construção são linhas estreitas e leves. O que fica no desenho é só o resultado, em linha larga.

ERRO CLÁSSICO

Confundir bissetriz com mediatriz. Bissetriz divide um ângulo. Mediatriz é perpendicular ao meio de um segmento.

ERRO CLÁSSICO

Pentágono sem fechar. Se o último vértice não bate no primeiro, a abertura estava errada. Refaça com cuidado.

ERRO CLÁSSICO

Concordância sem ponto de tangência. O arco só concorda se terminar exatamente em T1 e T2, os pés das perpendiculares desde C.

ERRO CLÁSSICO

Oval com quina. A troca de arco deve ficar sobre o prolongamento da reta que une os dois centros.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- O compasso transporta distâncias; a régua só liga pontos. Construir é provar que a figura está certa.
- Mediatriz: perpendicular pelo meio. Bissetriz: divide o ângulo em dois iguais.
- Tales: marcas iguais em uma transversal dão partes iguais em AB, por paralelas.
- Do compasso saem 60° e 90°; bissetrizes dão 30°, 45° e 15°; somas dão todos os múltiplos de 15°.
- Hexágono: lado igual ao raio. Quadrado: $R \times 1,414$. Triângulo: $R \times 1,732$. Pentágono: $R \times 1,176$. Octógono: $R \times 0,765$.
- Tangente e raio formam 90° no ponto de tangência. Concordância: centro a distância R das retas.

Glossário do módulo

Ponto

posição sem tamanho, marcada com letra maiúscula.

Reta, semirreta, segmento	reta sem fim; reta que começa em um ponto; parte de reta entre dois pontos.
Ângulo	abertura entre duas semirretas de mesmo vértice, medida em graus.
Circunferência	pontos à mesma distância (raio) de um centro.
Corda e diâmetro	corda liga dois pontos da circunferência; diâmetro é a corda que passa pelo centro.
Polígono regular	lados iguais e ângulos iguais.
Mediatriz	reta perpendicular a um segmento, pelo seu ponto médio.
Bissetriz	semirreta que divide um ângulo em dois iguais.
Teorema de Tales	paralelas cortando transversais formam segmentos proporcionais.
Polígono inscrito	polígono com todos os vértices sobre uma circunferência.
Tangente	reta que toca a circunferência em um ponto, perpendicular ao raio.
Concordância	ligação suave entre linhas por um arco tangente a elas.
Elipse	curva fechada de semieixos a e b.
Oval	aproximação da elipse por quatro arcos de circunferência.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **20 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 3.
- Para aprofundar (bibliografia da disciplina, não consultada para este guia): PUTNOKI, José Carlos. **Elementos de geometria e desenho geométrico**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1993. Cada construção deste módulo foi demonstrada por cálculo e conferida por programa.

MÓDULO 03

Escalas

COMO CABER UMA CASA EM UMA FOLHA SEM PERDER AS MEDIDAS

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- explicar o que é escala e distinguir redução, ampliação e escala natural;
- converter uma medida real em medida no papel, e o contrário, sem errar a ordem da conta;
- usar o escalímetro e construir uma escala gráfica;
- calcular áreas em escala, lembrando que a área varia com o quadrado;
- escolher a escala adequada para uma folha.

Antes de começar: Módulos 0 a 2. Só a divisão e a multiplicação do ensino fundamental.

3.1 O que é escala

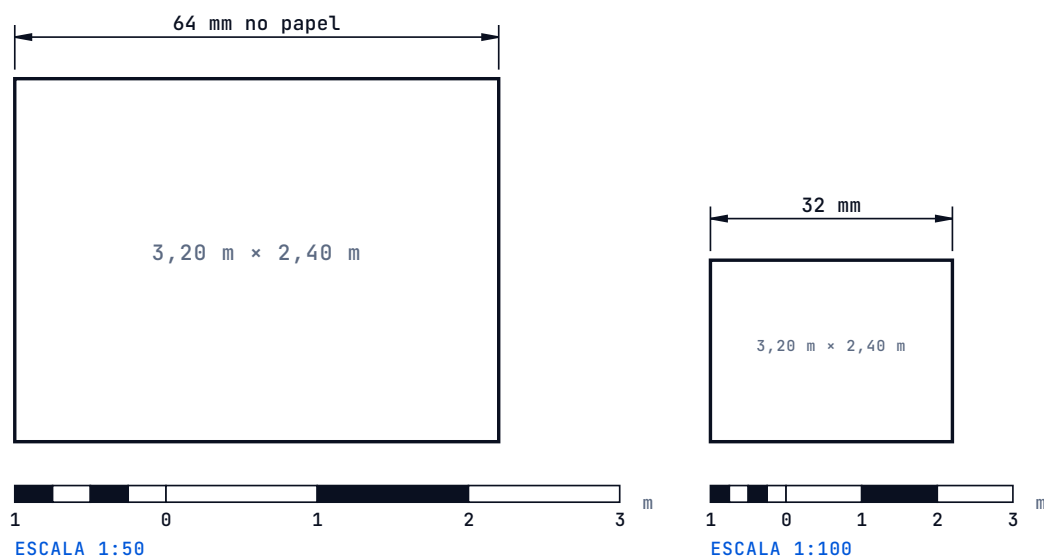
Uma casa de 12 metros não cabe em uma folha de 42 centímetros. O desenho precisa ser **menor** que a casa, e menor sempre na mesma proporção, para que as medidas continuem verdadeiras. Essa proporção é a escala.

DEFINIÇÃO

Escala: relação entre uma medida no desenho e a medida real do objeto (NBR 6492:2021, item 3.9). Escreve-se $E = d : D$, com d no desenho e D no real, ambos na mesma unidade.

Na escala **1:50**, cada 1 unidade no papel representa 50 unidades na obra. O primeiro número é o do papel; o segundo, o da obra. Por isso:

- **1:1**: escala natural. Papel e obra têm a mesma medida.
- **1:n**, com n maior que 1 (1:50, 1:100): **redução**. O desenho é menor que o objeto. É o caso de plantas e cortes.
- **n:1**, com n maior que 1 (2:1, 5:1): **ampliação**. O desenho é maior que o objeto, como em um detalhe de uma peça pequena.



© Ulysses Cesar

A mesma sala de 3,20 m por 2,40 m em 1:50 (64 mm por 48 mm) e em 1:100 (32 mm por 24 mm). Figura em tamanho real: imprimindo a 100%, a régua confere.

IDEIA-CHAVE

A escala não muda a sala: muda o tamanho do desenho. Uma figura em 1:100 tem metade do lado de uma figura em 1:50.

ERRO CLÁSSICO

Dizer "1:50 é maior que 1:100" pelo número. O número maior no segundo termo quer dizer redução maior. 1:100 reduz mais que 1:50; o desenho em 1:100 é menor. Quanto maior o denominador, menor o desenho.

3.2 As escalas usuais

Qualquer razão é possível, mas a prática pede poucas escalas, que sejam fáceis de ler no escalímetro e de converter de cabeça.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (anexo A.3.1) lista as escalas usuais: **1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100, 1:200, 1:250, 1:500, 1:1000 e 1:2000**. A norma que trata do emprego de escalas no desenho técnico em geral é a NBR 16752:2020 (a antiga NBR 8196 foi cancelada em 2016).

ESCALA	USO TÍPICO EM PROJETO DE ARQUITETURA (PRÁTICA)
1:1, 1:2, 1:5	detalhes pequenos (encaixes, esquadrias, peças)
1:10, 1:20, 1:25	detalhes construtivos, cortes de parede, escadas, banheiros
1:50	plantas, cortes e fachadas de casas e apartamentos
1:100, 1:200	plantas e cortes de edifícios; implantação de lotes pequenos
1:250, 1:500	implantação de lotes grandes e conjuntos
1:1000, 1:2000	situação, bairros e planejamento urbano

Os usos são orientação de prática, não texto de norma.

DICA

Se você tem dúvida entre duas escalas, escolha a que deixa o desenho legível na folha e permite medir direto no escalímetro. Mudar a escala do desenho inteiro depois dá muito trabalho.

3.3 Converter entre o real e o papel

Toda conta de escala é uma divisão ou uma multiplicação pelo denominador. O erro de quase todo mundo é fazer a conta no sentido contrário.

QUERO SABER	CONTA	LEMBRETE
a medida no papel (d)	$d = D \div n$	o desenho é menor: divide
a medida real (D)	$D = d \times n$	a obra é maior: multiplica
a escala (n)	$n = D \div d$	as duas medidas na mesma unidade

Antes de tudo, a mesma unidade. 1 m = 1 000 mm. Para escalas de redução, o caminho curto é passar o real para milímetros e dividir por n: o resultado já sai em milímetros, que é o que se mede no escalímetro.

EXEMPLO RESOLVIDO**Real para o papel**

Uma parede tem 4,50 m e será desenhada em 1:50. 4,50 m = 4 500 mm. $d = 4\,500 \div 50 = \mathbf{90\,mm}$ no papel.

EXEMPLO RESOLVIDO**Papel para o real**

Em uma planta em 1:200, um corredor mede 62 mm no papel. $D = 62 \times 200 = 12\,400\,mm = \mathbf{12,4\,m}$.

EXEMPLO RESOLVIDO**Ampliação**

Uma peça de 2,5 mm de espessura é desenhada em 5:1. No papel, $d = 2,5 \times 5 = \mathbf{12,5\,mm}$. Aqui o desenho é maior, e se multiplica pelo primeiro número da escala.

Que escala cabe na folha?

Para escolher a escala, divida a maior dimensão real pelo espaço que a folha oferece. Qualquer escala com denominador **maior ou igual** ao resultado serve. Escolha a mais próxima da lista de escalas usuais.

EXEMPLO RESOLVIDO**Casa de 12,40 m por 8,20 m em uma A3**

Pelas margens de referência do módulo 0, a área útil da A3 em paisagem é $388 \times 283\,mm$. $n \geq 12\,400 \div 388 = 32,0$ e $n \geq 8\,200 \div 283 = 29,0$. O maior é 32,0; a próxima escala usual, acima de 32, é **1:50**. Em 1:25 a casa não caberia (precisaria de $n \geq 32$).

ERRO CLÁSSICO

Dividir quando era para multiplicar. Se o real é maior que o papel (redução), dividir encolhe e multiplicar aumenta. Se, ao converter 62 mm de papel, você achou 0,31 mm de real, trocou a conta.

3.4 Escalímetro e escala gráfica

O escalímetro faz a conta por você: cada face já vem com o metro do papel dividido pela escala, e você lê a medida real direto.

DEFINIÇÃO

Escalímetro: régua de seção triangular com seis escalas, duas em cada face. Só mede: não se usa para traçar.



SEÇÃO DO ESCALÍMETRO

© Ulysses Cesar

Seção do escalímetro e uma face na escala 1:50, em tamanho real. Os 68 mm do segmento aparecem lidos como 3,40 m.

Os escalímetros mais comuns no Brasil trazem as escalas 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100 e 1:125. Para escalas que a régua não tem (1:200, 1:500), usa-se a face de 1:20, 1:50 ou 1:100 e se multiplica a leitura por 10.

Medir com o escalímetro

- 1 **Escolha a face**
Procure no escalímetro a face com o mesmo número da escala do desenho (1:50, por exemplo).
- 2 **Zero no começo**
Alinhe o zero da escala com uma ponta do segmento a medir.
- 3 **Leia o outro extremo**
O número em que a outra ponta cai é a medida real, em metros. Os traços menores dão as frações.
- 4 **Confirme com a conta**
Se a escala é 1:50 e você mediu 68 mm com a régua comum, $68 \times 50 = 3\,400 \text{ mm} = 3,40 \text{ m}$. As duas respostas têm de ser iguais.

Escala gráfica

DEFINIÇÃO

Escala gráfica: régua desenhada no próprio papel, na mesma escala do desenho. Mostra a medida real de cada trecho e continua valendo se o desenho for ampliado ou reduzido na cópia.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (anexo A.3.2) manda representar a escala gráfica de acordo com a escala do desenho e, preferencialmente, em modelo parecido com o exemplo da figura A.10 da norma. Ela fica acima do carimbo (item 4.5.2). Quando o desenho é copiado em tamanho diferente, a escala numérica deixa de valer, mas a gráfica continua.

1:50 (1 M = 20 MM)



1:100 (1 M = 10 MM)



© Ulysses Cesar

Escalas gráficas de 1:50 e de 1:100, em tamanho real. À esquerda do zero, o talão (1 m dividido em 4).

Construir uma escala gráfica

- 1 **Calcule o metro do papel**
1 m na escala 1:n mede $1\ 000 \div n$ milímetros. Em 1:50, $1\ 000 \div 50 = 20$ mm. Em 1:75, $1\ 000 \div 75 = 13,33$ mm.
- 2 **Marque os metros**
Trace uma régua horizontal com os comprimentos de 1 m, pintando as divisões alternadamente de preto e branco. Escreva 0, 1, 2, 3... sob as divisões, partindo do zero.
- 3 **Faça o talão**
À esquerda do zero, desenhe um metro dividido em quatro partes, para ler medidas menores que 1 m.

ERRO CLÁSSICO

Usar escala numérica em cópia reduzida. Se o desenho for reduzido na copiadora, o "1:50" escrito passa a mentir. A escala gráfica acompanha a redução; por isso as pranchas levam as duas.

3.5 Escala e área

O lado do desenho é dividido pela escala. A área, que é lado vezes lado, é dividida pela escala **duas vezes**: pelo **quadrado** da escala.

ESCALA	LADO DE 1 M VIRA	ÁREA DE 1 M ² VIRA
1:50	20 mm	400 mm ²
1:100	10 mm	100 mm ²
1:200	5 mm	25 mm ²

1 M² A 1:50



1 M² A 1:100



lado ÷ 2
área ÷ 4

© Ulysses Cesar

Um metro quadrado em 1:50 e em 1:100. O lado cai pela metade e a área cai por quatro.

REGRA

Área no papel = área real ÷ n². Para voltar: área real = área no papel × n². Atenção às unidades: 1 m² = 1 000 000 mm².

EXEMPLO RESOLVIDO

Área de um cômodo medida no desenho

Em uma planta em 1:100, um cômodo mede 36 mm por 24 mm. Os lados reais são 3,60 m e 2,40 m, e a área é 3,60 × 2,40 = 8,64 m². Pela área do papel: 36 × 24 = 864 mm²; × 100² = 8 640 000 mm² = 8,64 m². As duas contas dão o mesmo resultado.

ERRO CLÁSSICO

Multiplicar a área só por n. Se, ao voltar do papel para o real, você multiplica a área por 100 em 1:100, errou: é por 100², isto é, por 10 000. O erro de usar n em vez de n² é o mais comum nas contas de área.

3.6 Escolher a escala para a folha

A escala é uma decisão de projeto: pequena demais e o desenho não se lê; grande demais e não cabe na folha. O caminho é sempre o mesmo.

Roteiro

1

Veja o que é preciso mostrar

Detalhe pequeno pede escala grande (1:10, 1:20). Conjunto pede escala pequena (1:100, 1:200).

2 Calcule o mínimo

Maior dimensão real (em mm) ÷ espaço útil da folha (em mm) dá o menor denominador possível.

3 Suba na lista

Escolha a primeira escala usual com denominador maior ou igual a esse mínimo.

4 Confira a leitura

Veja se o desenho ficou legível: letra de 2,5 mm cabe, cota respira, linhas finas se separam. Se não, aumente a folha em vez de reduzir a escala.

5 Escreva e desenhe a escala gráfica

Escala numérica no título do desenho; escala gráfica acima do carimbo.

IDEIA-CHAVE

Escolher escala é dividir o real pelo espaço do papel e subir na lista de escalas usuais.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Dizer que 1:100 é maior que 1:50. Quanto maior o denominador, menor o desenho.

ERRO CLÁSSICO

Dividir quando era para multiplicar. Papel é menor: $\text{real} \div n$. Real é maior: $\text{papel} \times n$. Em ampliação (n:1), a conta inverte.

ERRO CLÁSSICO

Misturar unidades. Passe tudo para milímetros antes da conta: $1 \text{ m} = 1\,000 \text{ mm}$.

ERRO CLÁSSICO

Usar n em vez de n^2 na área. Área é lado vezes lado: divide-se por n duas vezes.

ERRO CLÁSSICO

Contar com a escala numérica depois de copiar. A escala gráfica acompanha a cópia; a numérica não.

ERRO CLÁSSICO

Usar o escalímetro com a face errada. A face tem de ter o mesmo número da escala do desenho.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Escala é a relação entre o desenho e o real: 1:n é redução, n:1 é ampliação, 1:1 é natural.
- Papel = real ÷ n; real = papel × n. Antes, a mesma unidade (1 m = 1 000 mm).
- Escalas usuais (NBR 6492:2021): 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.
- O escalímetro só mede; a face tem de ser a mesma da escala do desenho.
- A escala gráfica continua válida em cópia reduzida; a numérica não.
- A área no papel é a real dividida por n^2 . 1 m² a 1:100 vira 10 × 10 mm = 100 mm².

Glossário do módulo

Escala	relação entre a medida do desenho e a medida real: $E = d : D$.
Escala natural	1:1; desenho e objeto do mesmo tamanho.
Redução	escala 1:n, $n > 1$; o desenho é menor que o objeto.
Ampliação	escala n:1, $n > 1$; o desenho é maior que o objeto.
Escalímetro	régua triangular de seis escalas, só para medir.
Escala gráfica	régua desenhada na prancha, na escala do desenho, com talão.
Talão	primeiro metro da escala gráfica, à esquerda do zero, dividido em partes menores.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **17 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Item 3.9 e anexo A.3.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16752**: desenho técnico: requisitos para apresentação em folhas de desenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 6.

MÓDULO 04

Projeções ortogonais e vistas (1º diedro)

COMO UMA PEÇA DE TRÊS DIMENSÕES VIRA DESENHOS DE DUAS

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- explicar a projeção cilíndrica ortogonal e por que ela mantém as medidas;
- descrever o primeiro diedro e o rebatimento dos planos;
- nomear as seis vistas e dizer onde cada uma fica na folha;
- escolher a vista frontal e o número de vistas;
- alinhar as vistas e transferir medidas entre elas;
- desenhar linhas invisíveis e ler vistas para imaginar a peça;
- reconhecer faces inclinadas e comparar o primeiro com o terceiro diedro.

Antes de começar: Módulos 0 a 3: instrumentos, linhas, construções e escalas.

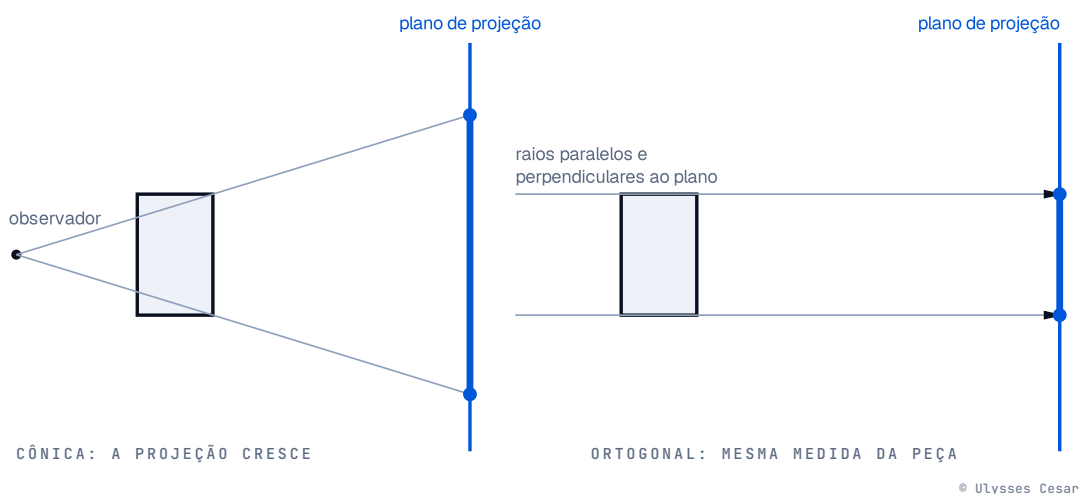
4.1 Projetar é fazer uma sombra que mede

Uma peça tem largura, profundidade e altura. O papel só tem largura e altura. Para desenhar a peça no papel é preciso **projetá-la**: transformar o objeto de três dimensões em figuras de duas, sem perder as medidas.

DEFINIÇÃO

Projeção: a figura que aparece em um plano quando se liga cada ponto do objeto ao plano por uma linha reta. Pense em uma sombra.

- **observador:** o ponto de onde se olha;
- **raios projetantes:** as linhas que ligam os pontos do objeto ao plano;
- **plano de projeção:** a superfície onde a figura aparece.



À esquerda, projeção cônica: os raios saem de um ponto e a figura cresce. À direita, projeção cilíndrica ortogonal: raios paralelos e perpendiculares ao plano.

Se o observador está **perto**, os raios saem de um ponto e abrem como um cone: é a **projeção cônica**, que dá a sensação de profundidade (a fotografia faz isso) mas muda as medidas. Se o observador está **infinitamente longe**, os raios são paralelos: é a **projeção cilíndrica**. Quando os raios paralelos são, além disso, **perpendiculares** ao plano, a projeção é **ortogonal**.

NA NORMA

A NBR 17006:2021 (vigente, em substituição à NBR 10067) trata dos métodos de projeção e de suas relações geométricas. O texto dela não foi consultado para este guia; a classificação acima é a clássica e é a que a norma organiza.

POR QUE A ORTOGONAL É A BASE DO DESENHO TÉCNICO

Toda face da peça que está **paralela** ao plano de projeção aparece em **verdadeira grandeza**: com o mesmo tamanho e a mesma forma que tem na peça. É isso que permite medir no desenho e construir a peça.

IDEIA-CHAVE

Projeção ortogonal: raios paralelos e perpendiculares ao plano. Face paralela ao plano aparece com a medida verdadeira.

4.2 Os planos de projeção e o primeiro diedro

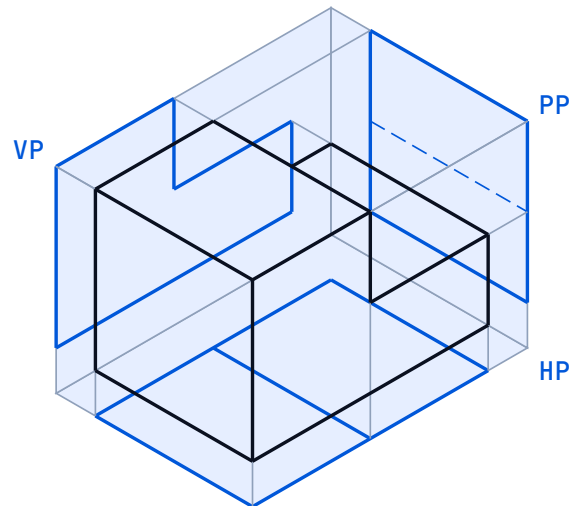
Uma única projeção não basta: uma mesma sombra pode ser feita por muitas peças. Por isso se projeta a peça em **três planos**, perpendiculares entre si, como as três paredes de um canto de sala.

DEFINIÇÃO

Diedro: cada uma das quatro regiões do espaço que dois planos perpendiculares determinam (um vertical e um horizontal). O **primeiro diedro** é a região na frente do plano vertical e acima do plano horizontal.

- **VP**, plano vertical: é o plano da **vista frontal**;
- **HP**, plano horizontal: é o plano da **vista superior**;
- **PP**, plano lateral (ou de perfil): é o plano da **vista lateral**.

No primeiro diedro, a peça fica entre o observador e o plano: o plano está **atrás** da peça (ou embaixo dela). Imagine a peça dentro de uma caixa de vidro: cada parede de vidro recebe o desenho da peça visto de frente a ela.



© Ulysses Cesar

A peça (em preto) no canto da caixa. VP é a parede de trás, HP é o piso e PP é a parede da direita. Em azul, as projeções da peça nos três planos.

Da peça às vistas

1 Coloque a peça no canto

A peça encosta nos três planos. Sua frente fica voltada para o observador.

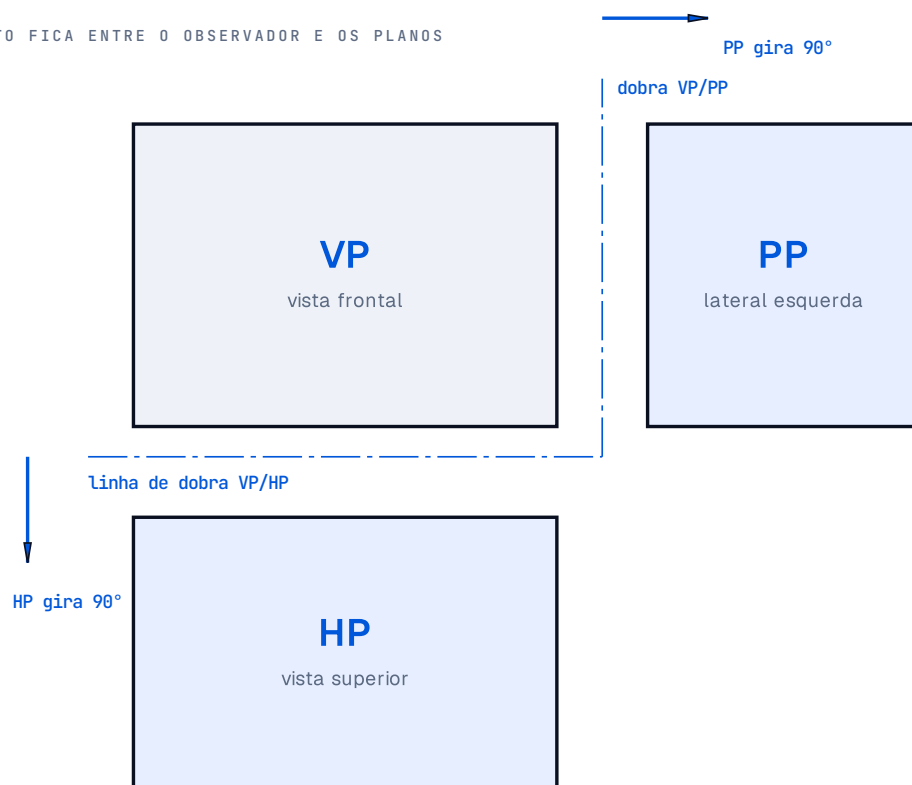
2 Projete

Do observador, olhe perpendicularmente a cada plano: de frente para VP, de cima para HP, da esquerda para PP. Cada olhar produz uma vista.

3 Gire os planos

Os três planos são desenhados juntos em uma folha plana. Para isso, dobram-se dois deles até ficarem no plano de VP: é o rebatimento.

O OBJETO FICA ENTRE O OBSERVADOR E OS PLANOS



© Ulysses Cesar

Rebatimento: o HP gira 90° para baixo em torno da linha de dobra com o VP, e o PP gira 90° para a direita.

REGRA DE POSIÇÃO

Depois do rebatimento, a vista superior fica **abaixo** da frontal e a lateral esquerda fica à **direita**. Em cada uma delas, o lado de **trás** da peça fica **perto** da vista frontal e o lado da **frente** fica **longe**.

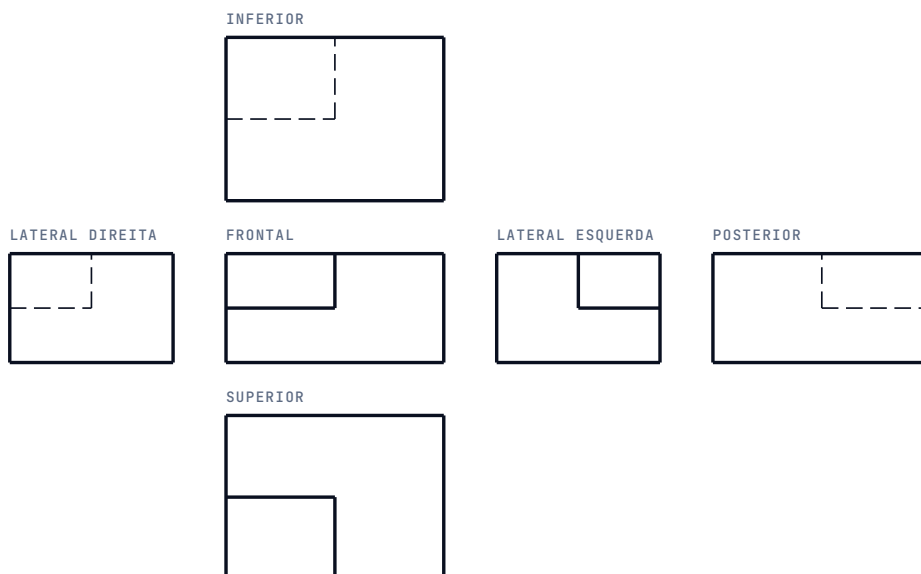
ERRO CLÁSSICO

Achar que a vista superior fica em cima. No primeiro diedro, a vista de cima vai para baixo. Mnemônico: a vista vai para o lado contrário ao de onde você olha.

4.3 As seis vistas e os seus lugares

A peça pode ser olhada de seis lados. Cada lado dá uma vista, com nome e lugar fixos no primeiro diedro.

VISTA	VOCÊ OLHA	ONDE FICA EM RELAÇÃO À FRONTAL
Frontal (principal)	de frente para a peça	no centro
Superior	de cima	abaixo da frontal
Inferior	de baixo	acima da frontal
Lateral esquerda	da esquerda	à direita da frontal
Lateral direita	da direita	à esquerda da frontal
Posterior	de trás	no extremo direito, ao lado da lateral esquerda



© Ulysses Cesar

As seis vistas de uma peça com um canto recortado. Linhas tracejadas mostram o que fica escondido em cada vista.

A peça da figura tem o canto superior da frente recortado. Observe como o recorte aparece: **cheio** (linha contínua) nas vistas de onde se vê e **tracejado** nas vistas de onde ele está escondido.

IDEIA-CHAVE

A vista vai para o lado contrário ao de onde você olha: olha de cima, a vista fica embaixo; olha da esquerda, a vista fica à direita.

CONFERIR NA NORMA

A posição das vistas segue o método do primeiro diedro, tratado na NBR 17006:2021. O texto dela não foi consultado; a organização acima é a convencional, igual à da norma anterior.

4.4 Escolher a vista frontal e o número de vistas

Nenhuma peça precisa das seis vistas. O trabalho do projetista é escolher a vista frontal certa e o número mínimo de vistas que explicam a peça sem dúvida.

A vista frontal

- a que **mostra mais a forma** e os detalhes da peça (a que dá a melhor ideia do todo);
- a que mostra a peça na **posição de uso** (a casa, de pé; a viga, deitada);
- a que tem **menos linhas tracejadas** nas três vistas principais.

O número de vistas

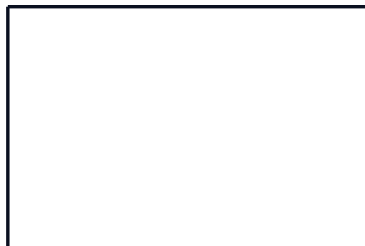
- **Uma vista** basta quando a peça é uma chapa de espessura constante (a espessura vai em nota) ou uma peça de revolução (o diâmetro vai com o símbolo Ø).
- **Doas vistas** bastam para um paralelepípedo e para peças simples, como a da figura.
- **Três vistas** (frontal, superior e lateral esquerda) resolvem a maioria das peças.

- **Mais de três** só quando há detalhes importantes nos lados não vistos.

VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

Um paralelepípedo se define só com a frontal e a superior: a lateral não traria nenhuma informação nova.

DICA

Antes de desenhar a terceira vista, pergunte: ela acrescenta algum dado que as outras duas já não dão? Se a resposta é não, não desenhe.

IDEIA-CHAVE

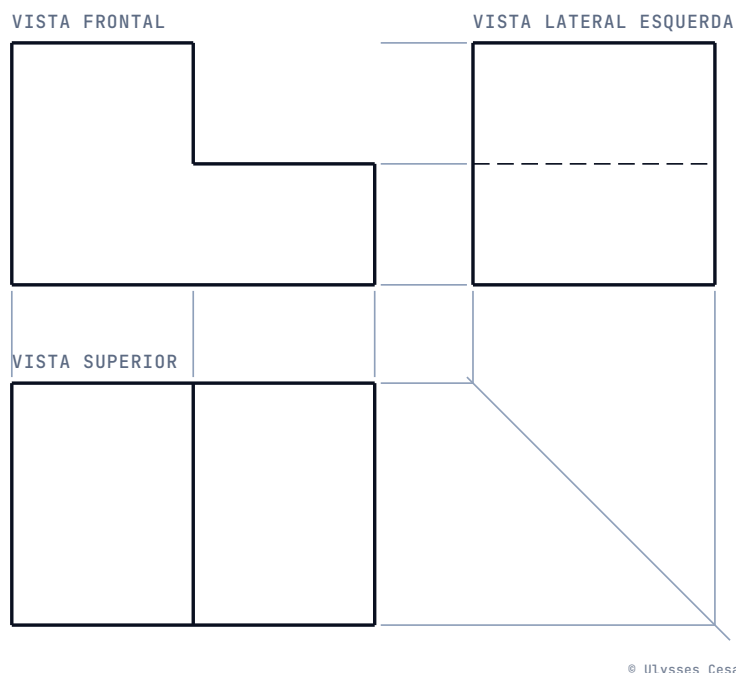
Uma vista a mais que o necessário é trabalho e risco de erro. Uma a menos é ambiguidade. O mínimo sem dúvida é o ponto certo.

4.5 Alinhamento das vistas e transferência de medidas

As vistas de uma peça não são desenhos soltos: elas **se alinham**. O alinhamento é o que garante que as três vistas são da mesma peça.

DIMENSÃO DA PEÇA	APARECE EM QUAIS VISTAS
largura	frontal e superior
altura	frontal e lateral
profundidade	superior e lateral

- **Frontal e superior** têm a mesma largura: alinham-se na **vertical**, por linhas de chamada verticais.
- **Frontal e lateral** têm a mesma altura: alinham-se na **horizontal**, por linhas de chamada horizontais.
- **Superior e lateral** têm a mesma profundidade: não se alinham em linha reta e a medida passa de uma para a outra por uma **linha a 45°** ou por arcos de compasso.



© Ulysses Cesar

Peça em L com as linhas de chamada (azul claro) e a linha a 45° que transfere a profundidade da vista superior para a lateral.

Desenhar a lateral a partir da frontal e da superior

1 Desenhe a frontal e a superior

Alinhadas na vertical. A distância entre elas é livre, mas deve caber a cota.

2 Trace a linha a 45°

No canto entre a lateral e a superior, desenhe uma reta inclinada a 45° (um esquadro de 45° na régua).

3 Leve a profundidade

De cada ponto da vista superior, trace uma horizontal até a linha de 45° e, dali, uma vertical para cima. Essas verticais marcam a profundidade na lateral.

4 Leve as alturas

Da frontal, trace horizontais para a direita. Onde elas cruzam as verticais, estão os vértices da lateral.

5 Reforce

Passe em linha larga o que é contorno visível; use tracejada estreita no que está escondido; apague as linhas de chamada ou deixe-as muito leves.

POR QUE A LINHA DE 45° FUNCIONA

Uma reta a 45° tem a propriedade de trocar horizontal por vertical sem mudar a medida: um ponto a 10 mm de distância de um dos lados sai a 10 mm do outro.

EXEMPLO RESOLVIDO

O espaço que as três vistas ocupam

Uma peça de 60 mm de largura, 40 de profundidade e 30 de altura, com 15 mm de espaço entre as vistas, ocupa na horizontal: $60 + 15 + 40 = 115 \text{ mm}$ (frontal, espaço e lateral). Na vertical, a altura da frontal, o espaço e a profundidade da superior: $30 + 15 + 40 = 85 \text{ mm}$.

ERRO CLÁSSICO

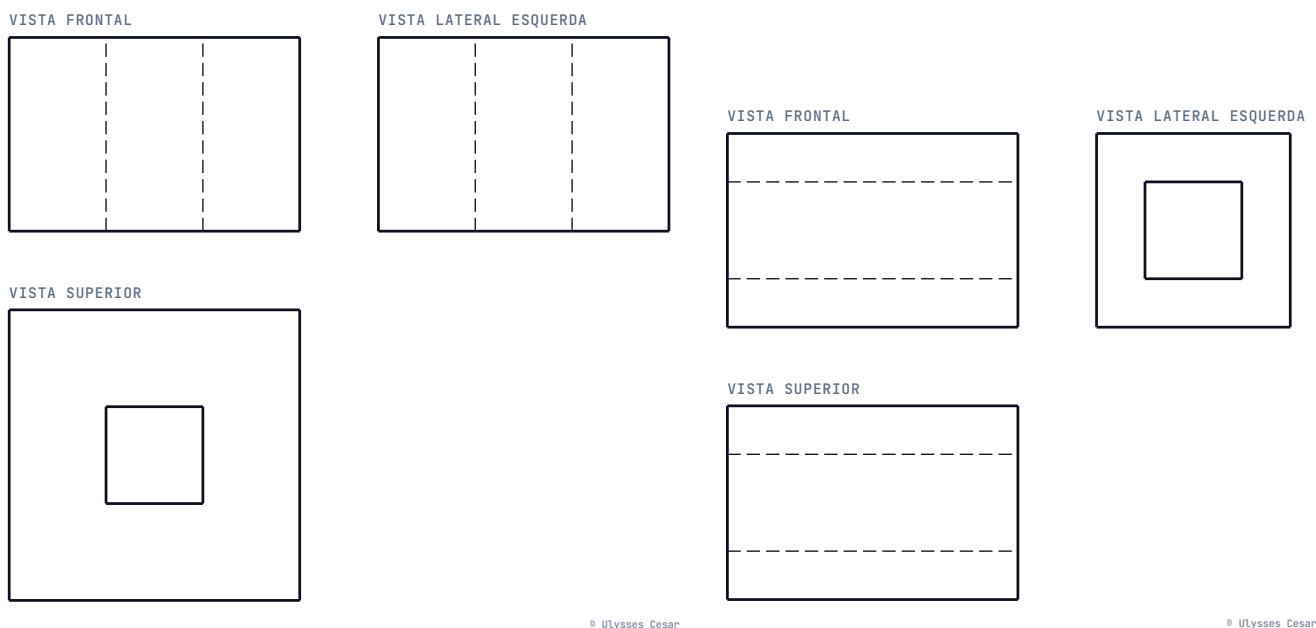
Vistas desalinhadas. Se a vista superior é mais estreita ou mais larga que a frontal, as duas não são da mesma peça. Confira as larguras antes de continuar: o alinhamento é o seu verificador.

4.6 Linhas invisíveis

Nas vistas, o que fica escondido por trás de uma parte da peça não se vê, mas existe. A tracejada é a forma de dizer "existe, mas está escondido".

DEFINIÇÃO

Aresta invisível: aresta que, naquela vista, tem material entre ela e o observador. Desenha-se em linha tracejada estreita (módulo 1).



À esquerda, bloco com furo quadrado vertical: na superior o furo se vê; na frontal e na lateral ele é tracejado. À direita, túnel horizontal.

Como decidir

- 1 **Escolha a aresta**
Pegue uma aresta da peça e olhe pela direção da vista.
- 2 **Procure material na frente**
Se há material entre você e a aresta, ela é invisível nessa vista. Se não há, é visível.

3 Desenhe

Visível: contínua larga. Invisível: tracejada estreita. Se as duas caírem no mesmo lugar, vale a visível.

CONFERIR NA NORMA

A NBR 17067:2022 (vigente) trata das representações ortográficas, incluindo vistas e linhas. O texto dela não foi consultado; a regra acima é a convencional e igual à da prática de ensino.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a tracejada do furo escondido. Um furo que não aparece em uma vista continua existindo. Sem as tracejadas, quem lê a vista não sabe que há um furo e a peça sai errada.

4.7 Ler vistas e imaginar a peça

Ler é o contrário de desenhar: as vistas estão prontas, e você precisa ver a peça na cabeça. Dá para aprender um método simples.

O método

1 Ache a caixa

Os contornos das três vistas dão a largura, a altura e a profundidade da caixa que envolve a peça. Imagine a caixa inteira, cheia.

2 Leia a frontal

O contorno da frontal diz que partes da caixa existem na frente e quais foram retiradas, no plano largura × altura.

3 Leia a superior

Ela diz até onde, em profundidade, vai cada retirada ou saliência.

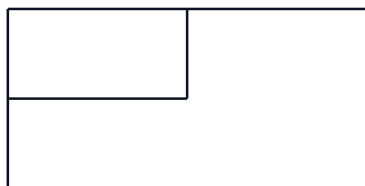
4 Confirme na lateral

Cada linha de uma vista tem de aparecer nas outras. Se não aparece, pergunte onde está.

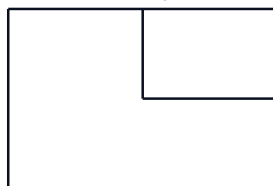
5 Teste desenhando

Faça um croqui em perspectiva e projete mentalmente as três vistas. Se coincidem com as dadas, a leitura está certa.

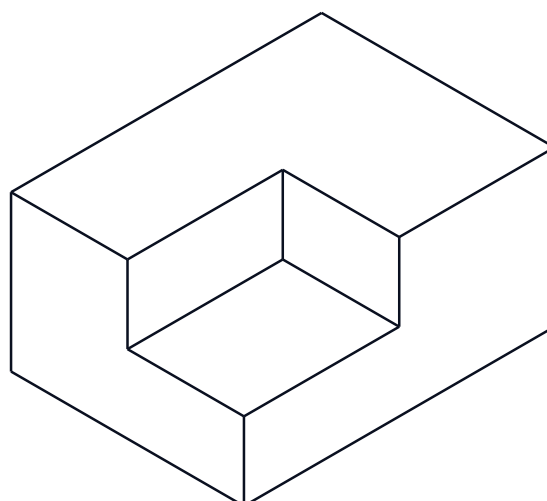
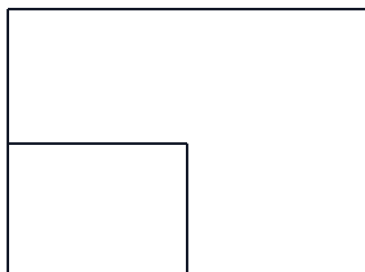
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

© Ulysses Cesar

As três vistas dadas e a peça que elas descrevem.

EXEMPLO RESOLVIDO

Lendo o recorte

Os contornos dão a caixa $8 \times 6 \times 4$. Na frontal falta o canto de cima à esquerda (4 de largura e 2 de altura). Na superior, um retângulo de 4 por 3 aparece cheio na frente à esquerda, de modo que o recorte vai só até a metade da profundidade, 3 módulos. Na lateral esquerda, o degrau aparece na frente (lado direito da vista). Todas as informações concordam: a peça é a caixa $8 \times 6 \times 4$ com um recorte de $4 \times 3 \times 2$ no canto superior da frente, à esquerda.

ERRO CLÁSSICO

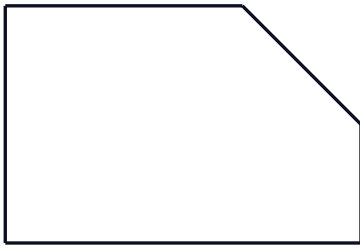
Ler cada vista como se fosse a peça. Uma vista é só uma sombra. O que parece uma moldura na frontal pode ser um vão na superior. Leia as três juntas.

4.8 Faces inclinadas

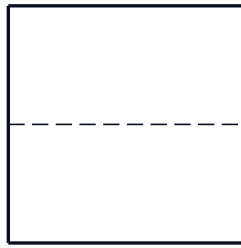
Nem toda face é paralela a um plano de projeção. Faces inclinadas, como o chanfro de uma quina ou a água de um telhado, aparecem de maneira diferente em cada vista.

POSIÇÃO DA FACE	COMO APARECE NA VISTA
paralela ao plano da vista	em verdadeira grandeza (forma e tamanho reais)
perpendicular ao plano da vista	como uma linha
inclinada em relação ao plano da vista	como uma figura reduzida em um sentido (encurtada)

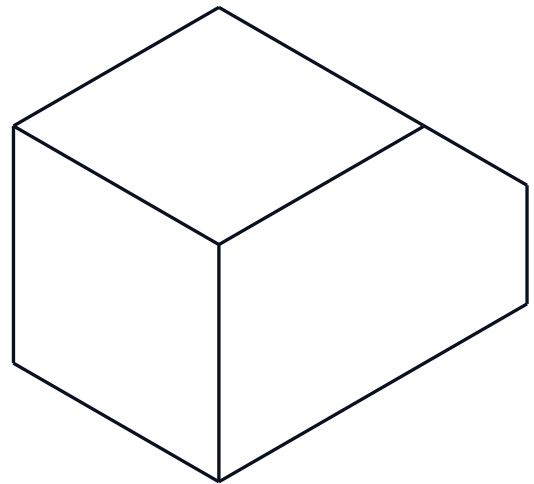
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL ESQUERDA



VISTA SUPERIOR



© Ulysses Cesar

© Ulysses Cesar

Peça com chanfro. A face inclinada é perpendicular ao plano frontal: aparece como linha na frontal e como retângulos reduzidos na superior e na lateral.

Na peça da figura, o chanfro é uma face inclinada. Na frontal, aparece como uma linha inclinada (a face é perpendicular ao plano frontal). Na superior e na lateral, aparece como retângulo menor que o real, porque está inclinada em relação a esses planos.

DICA

Para saber o tamanho real de uma face inclinada, usa-se uma vista auxiliar, olhando perpendicularmente a ela. Neste nível, basta reconhecer a face inclinada pelas suas três aparências.

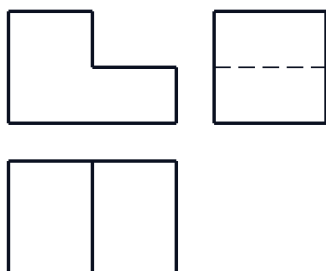
IDEIA-CHAVE

Face inclinada: linha em uma vista, figura encurtada nas outras duas. Face paralela ao plano: verdadeira grandeza.

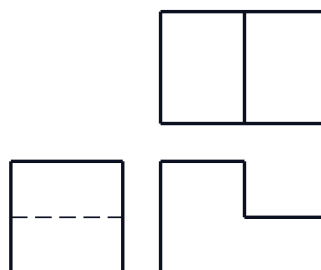
4.9 Primeiro e terceiro diedros

Existem duas convenções para posicionar as vistas. Ambas são método de projeção ortogonal; só muda onde cada vista é colocada.

1° DIEDRO



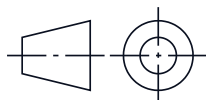
3° DIEDRO



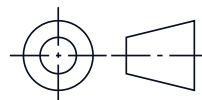
© Ulysses Cesar

A mesma peça em primeiro diedro (esquerda) e em terceiro diedro (direita).

	1° DIEDRO	3° DIEDRO
onde fica o plano	atrás da peça	entre o observador e a peça
vista superior	abaixo da frontal	acima da frontal
lateral esquerda	à direita da frontal	à esquerda da frontal
quem usa	Brasil e Europa	Estados Unidos e outros



1° DIEDRO (ADOPTADO NO BRASIL)



3° DIEDRO

© Ulysses Cesar

Símbolo de cada método. Ele identifica, no carimbo ou perto dele, qual método vale no desenho.

NA NORMA

No Brasil, adota-se o **primeiro diedro**. A NBR 17006:2021 (vigente) trata dos métodos de projeção e dos símbolos; o texto dela não foi consultado para este guia. A NBR 10067, que antes tratava do assunto, foi substituída pela NBR 17006.

ERRO CLÁSSICO

Misturar os dois métodos. Em um mesmo desenho, não se pode usar posições de primeiro diedro em uma vista e de terceiro em outra. Quando receber um desenho de fora, olhe o símbolo antes de ler.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Achar que a vista superior vai em cima da frontal. No primeiro diedro, ela vai embaixo. A vista vai para o lado contrário ao de onde se olha.

ERRO CLÁSSICO

Trocar o lado de trás pelo de frente. Nas vistas superior e laterais, o lado de trás fica perto da frontal.

ERRO CLÁSSICO

Vistas desalinhadas. Largura igual na frontal e na superior; altura igual na frontal e na lateral; profundidade igual na superior e na lateral.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer uma aresta invisível. Se há material na frente, a aresta é tracejada, não omitida.

ERRO CLÁSSICO

Desenhar vista que não acrescenta nada. Duas vistas bastam para um paralelepípedo; três para a maioria.

ERRO CLÁSSICO

Ler uma vista só. Leia as três juntas e confirme com um croqui em perspectiva.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Projeção ortogonal: raios paralelos e perpendiculares ao plano. Face paralela ao plano aparece em verdadeira grandeza.
- Primeiro diedro: plano atrás da peça. A vista superior fica abaixo da frontal; a lateral esquerda, à direita.
- As seis vistas: frontal, superior, inferior, lateral esquerda, lateral direita e posterior. Raramente se usam todas.
- Alinhamento: largura na frontal e na superior; altura na frontal e na lateral; profundidade na superior e na lateral (linha a 45°).
- Visível, contínua larga; escondido, tracejada. Um furo escondido continua existindo.
- Face inclinada: linha em uma vista e figura encurtada nas outras duas.

Glossário do módulo

Projeção	figura que se forma em um plano quando os pontos do objeto são ligados a ele por linhas retas.
Projeção ortogonal	projeção em que os raios são paralelos e perpendiculares ao plano.

Diedro	cada uma das quatro regiões do espaço determinadas por dois planos perpendiculares.
Primeiro diedro	região na frente do plano vertical e acima do horizontal; o método adotado no Brasil.
VP, HP, PP	plano vertical (frontal), horizontal e lateral (de perfil).
Rebatimento	giro dos planos para que fiquem em um só, o da folha.
Vista frontal	vista de frente para a peça; a principal.
Vista superior	vista de cima; no primeiro diedro, fica abaixo da frontal.
Vista lateral esquerda	vista da esquerda; no primeiro diedro, fica à direita da frontal.
Linha de chamada de projeção	linha leve que liga pontos correspondentes entre duas vistas.
Aresta invisível	aresta escondida por material na frente dela, em dada vista; vai tracejada.
Verdadeira grandeza	a forma e o tamanho reais de uma face, vistos quando ela é paralela ao plano da vista.
Face inclinada	face que não é paralela nem perpendicular ao plano da vista.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **19 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17006**: desenho técnico: requisitos para representação dos métodos de projeção. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17067**: desenho técnico: requisitos para as especificidades das representações ortográficas. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 9.
- Para aprofundar (bibliografia da disciplina, não consultada para este guia): MONTENEGRO, Gildo A. **Geometria descritiva**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. v. 1 e 2. Todas as vistas deste módulo foram geradas por cálculo a partir do mesmo sólido.

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

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- descrever o método de Monge e desenhar a épura de um ponto;
- ler afastamento e cota de uma épura e reconhecer pontos em posições especiais;
- reconhecer as seis posições de uma reta e o que cada uma mostra;
- achar os traços de uma reta e a verdadeira grandeza de um segmento;
- descrever um plano pelos seus traços e ligar a épura às vistas do módulo 4.

Antes de começar: Módulo 4 (vistas no primeiro diedro). Um pouco de Pitágoras.

5.1 O método de Monge e a épura

No módulo 4 você aprendeu *o que* fazer: projetar a peça em planos e abrir os planos na folha. A geometria descritiva ensina *por que funciona* e dá ferramentas para medir, na folha, coisas que estão inclinadas no espaço.

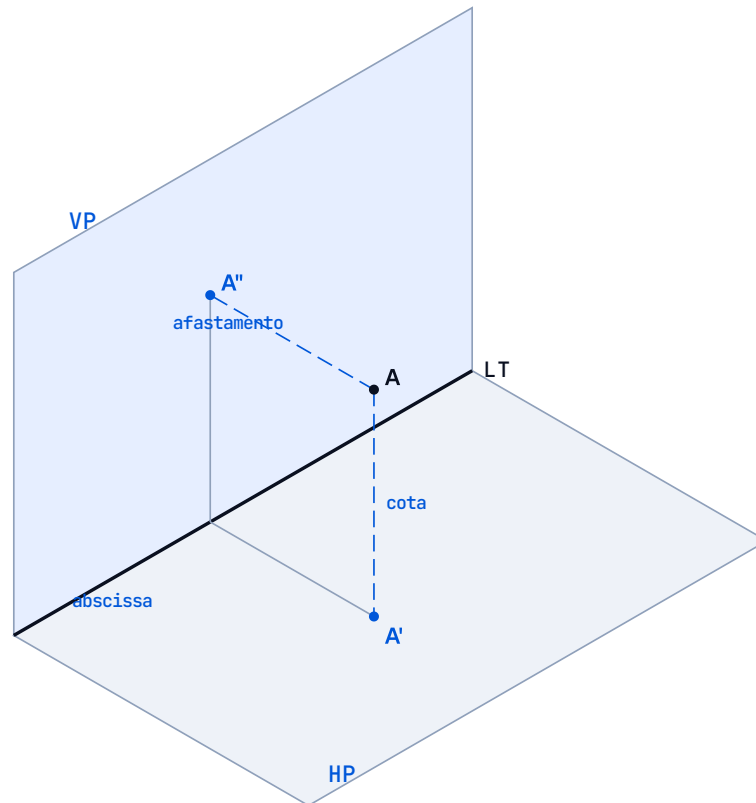
DEFINIÇÃO

Geometria descritiva: ramo da geometria que representa os objetos do espaço em um plano por meio de projeções ortogonais, de modo que cada ponto do espaço fique determinado por duas figuras planas. O método leva o nome de quem o criou, no fim do século XVIII: método de Monge.

O método usa **dois planos perpendiculares**: o vertical (VP) e o horizontal (HP). A reta em que eles se cortam é a **linha de terra** (LT).

DEFINIÇÃO

Épura: o desenho que resulta de girar o HP sobre o VP até que os dois fiquem em um só plano, o da folha. A LT passa a ser uma reta horizontal que separa a projeção vertical (em cima) da projeção horizontal (embaixo).



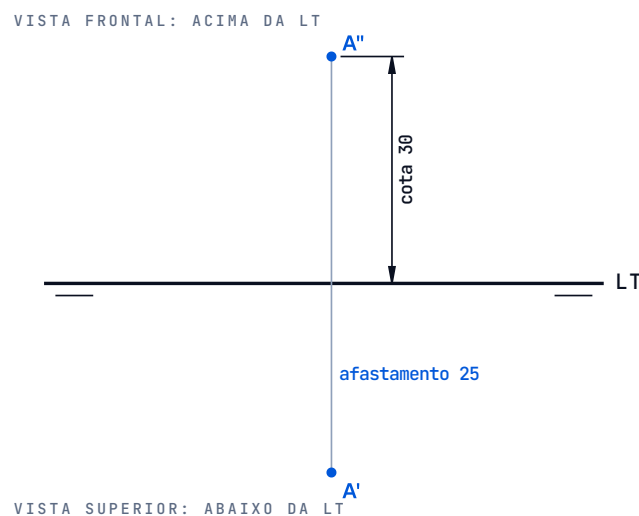
© Ulysses Cesar

O ponto A no primeiro diedro, entre o observador e os planos. A'' é a projeção no VP; A' é a projeção no HP.

Um ponto A do espaço fica determinado por três medidas:

- **abscissa:** a posição ao longo da LT, medida a partir de uma origem escolhida;
- **afastamento:** a distância do ponto ao **plano vertical** (VP);
- **cota:** a distância do ponto ao **plano horizontal** (HP).

Escreve-se A(abscissa; afastamento; cota). Neste guia, A'' é a **projeção vertical** (no VP) e A' é a **projeção horizontal** (no HP). Essa é a notação usual; confira a do seu livro.



© Ulysses Cesar

A é pura do ponto A(30; 25; 30): A'' fica 30 acima da LT (a cota) e A' fica 25 abaixo (o afastamento).

REGRA DA ÉPURA

A projeção vertical fica **acima** da LT e a distância dela até a LT é a **cota**. A projeção horizontal fica **abaixo** da LT e a distância dela até a LT é o **afastamento**. As duas projeções do mesmo ponto estão na mesma **linha de chamada perpendicular à LT**.

IDEIA-CHAVE

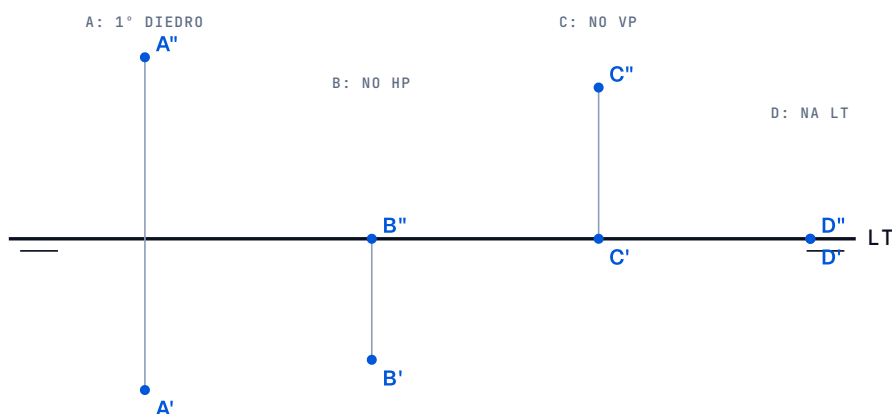
Um ponto, duas projeções, uma linha de chamada perpendicular à LT. Cota para cima, afastamento para baixo.

ERRO CLÁSSICO

Trocar as projeções. Se você marca a cota abaixo da LT e o afastamento acima, o ponto vai parar em outro diedro. No primeiro diedro: vertical em cima, horizontal embaixo.

5.2 O ponto em posições especiais

O ponto pode estar no espaço aberto do primeiro diedro, ou encostado em um dos planos, ou até na LT. Cada situação tem um sinal claro na épura.



© Ulysses Cesar

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

PONTO	SITUAÇÃO	NA ÉPURA
A(14; 20; 24)	afastamento e cota maiores que zero	A'' acima da LT, A' abaixo
B(44; 16; 0)	no HP (cota zero)	B'' sobre a LT; B' abaixo
C(74; 0; 20)	no VP (afastamento zero)	C' sobre a LT; C'' acima
D(102; 0; 0)	na LT	D' e D'' sobre a LT, coincidindo

Os outros diedros (só para reconhecer)

DIEDRO	AFASTAMENTO	COTA	A''	A'
1º	positivo	positiva	acima da LT	abaixo da LT
2º	negativo	positiva	acima da LT	acima da LT
3º	negativo	negativa	abaixo da LT	acima da LT
4º	positivo	negativa	abaixo da LT	abaixo da LT

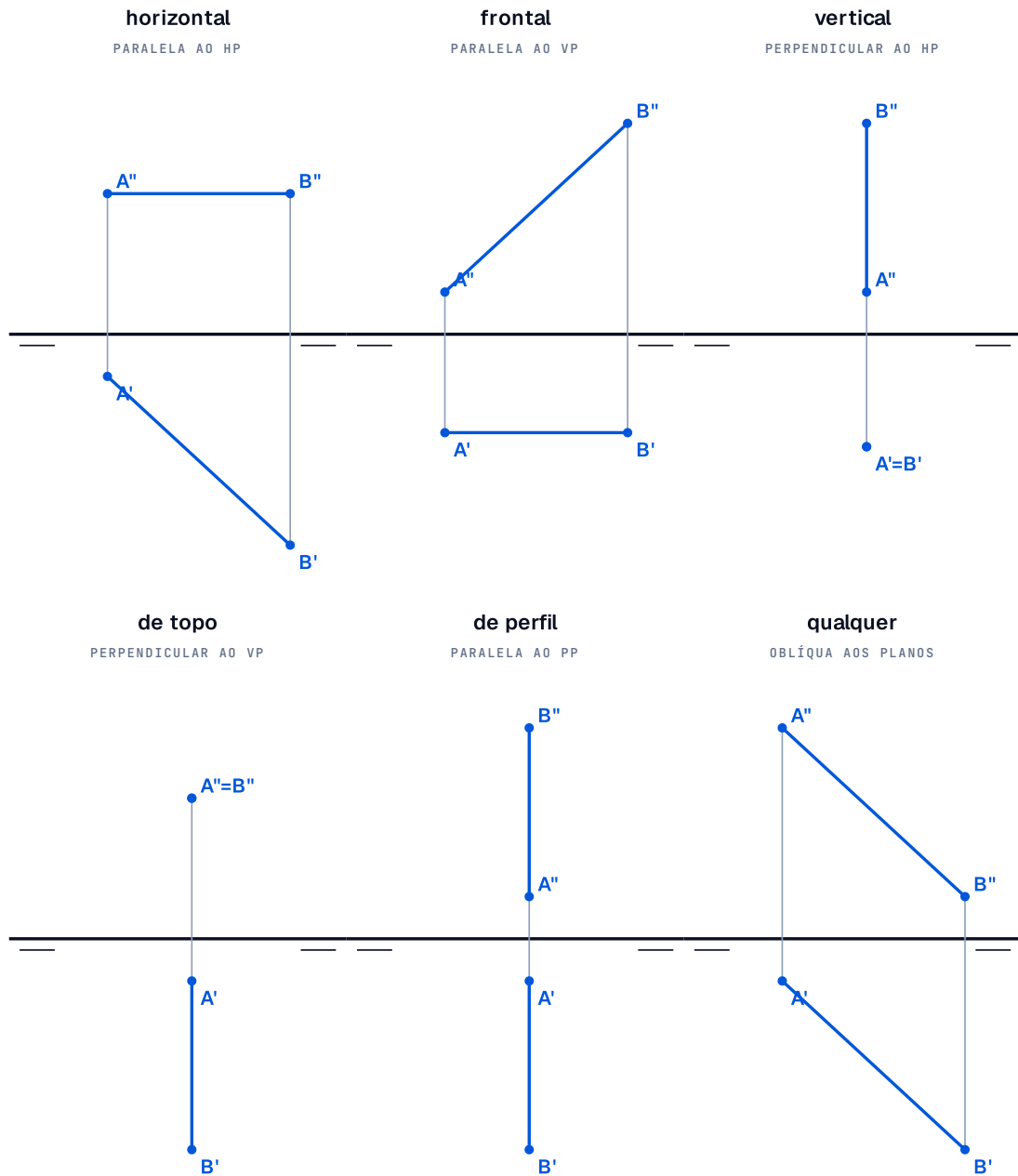
No desenho técnico de engenharia você trabalha no primeiro diedro. Os outros servem para reconhecer erros: se a projeção vertical de um ponto cai abaixo da LT e a horizontal acima, o ponto está no terceiro diedro.

DICA

Para marcar um ponto $A(x; a; c)$ na folha: ache x sobre a LT; suba c e marque A'' ; desça a e marque A' ; trace a linha de chamada ligando as duas.

5.3 A reta e as suas posições

Uma reta fica determinada por dois pontos. Para desenhá-la na épura, desenham-se as duas projeções de cada ponto e ligam-se as projeções de mesmo nome: $A''B''$ e $A'B'$.



© Ulysses Cesar

As seis posições da reta em relação aos planos de projeção (segmento AB).

POSIÇÃO	DEFINIÇÃO	PROJ. VERTICAL	PROJ. HORIZONTAL
horizontal	paralela ao HP (cota constante)	paralela à LT	inclinada, em verdadeira grandeza
frontal	paralela ao VP (afastamento constante)	inclinada, em verdadeira grandeza	paralela à LT
vertical	perpendicular ao HP	vertical, em verdadeira grandeza	um ponto
de topo	perpendicular ao VP	um ponto	perpendicular à LT, em verdadeira grandeza
de perfil	em plano perpendicular à LT	perpendicular à LT, encurtada	perpendicular à LT, encurtada
qualquer	obliqua aos dois planos	inclinada, encurtada	inclinada, encurtada

Duas ideias organizam a tabela. Primeira: um segmento **paralelo** a um plano aparece, nesse plano, com o seu comprimento verdadeiro. Segunda: um segmento **perpendicular** a um plano vira um **ponto** nesse plano.

RETA FRONTO-HORIZONTAL

A reta paralela à própria LT é, ao mesmo tempo, horizontal e frontal. Suas duas projeções são paralelas à LT e estão em verdadeira grandeza.

IDEIA-CHAVE

Paralelo ao plano: medida verdadeira. Perpendicular ao plano: ponto. Inclinado: medida encurtada.

ERRO CLÁSSICO

Confundir "horizontal" com "projeção horizontal". Reta horizontal é uma reta paralela ao plano horizontal. Projeção horizontal é a figura de qualquer reta sobre o plano horizontal. São coisas diferentes.

5.4 Os traços da reta

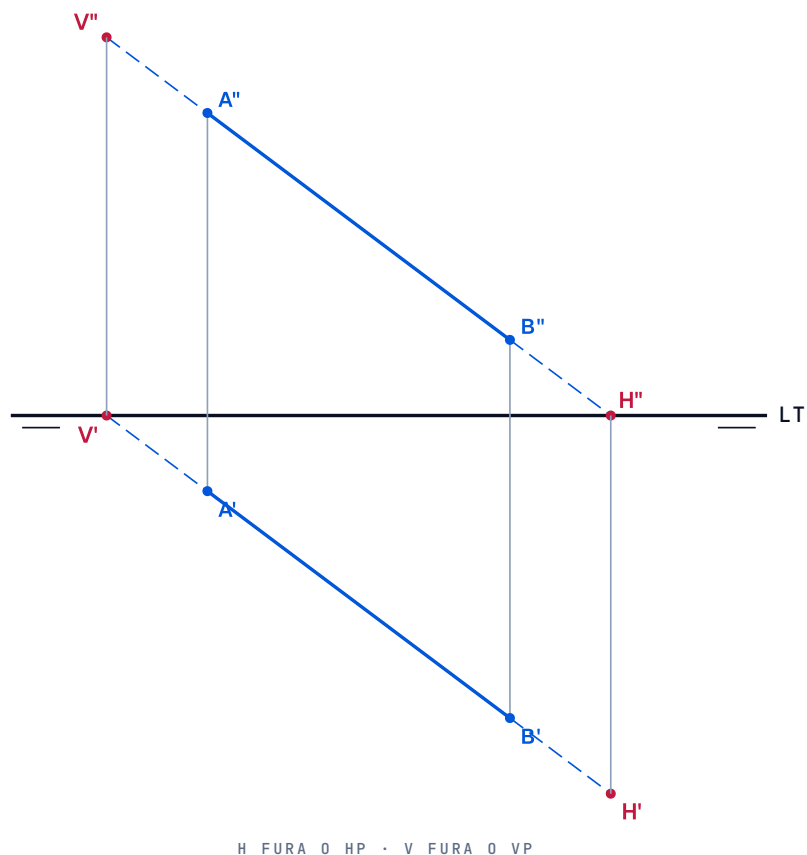
Uma reta inclinada fura o plano horizontal em um ponto e o vertical em outro. Esses dois pontos são os **traços** da reta. Eles são úteis porque estão sobre os planos e mostram para onde a reta se dirige.

DEFINIÇÃO

Traço horizontal (H): ponto em que a reta fura o plano horizontal. Sua cota é zero: H" fica sobre a LT e H' fica abaixo.

DEFINIÇÃO

Traço vertical (V): ponto em que a reta fura o plano vertical. Seu afastamento é zero: V' fica sobre a LT e V" fica acima.



© Ulysses Cesar

A reta AB prolongada até furar o HP (H) e o VP (V).

Passo a passo

- 1 **Ache H''**
Prolongue A''B'' até cortar a LT. O ponto de encontro é H''.
- 2 **Ache H'**
Desça de H'' a linha de chamada (perpendicular à LT) até cortar o prolongamento de A'B'. Esse é H'.
- 3 **Ache V'**
Prolongue A'B' até cortar a LT. O ponto de encontro é V'.
- 4 **Ache V''**
Suba de V' a linha de chamada até cortar o prolongamento de A''B''. Esse é V''.

EXEMPLO RESOLVIDO

Traços da reta A(10; 10; 40), B(50; 40; 10)

O vetor de A para B é (40; 30; -30). Para a cota ficar zero: A tem cota 40 e perde 30 a cada passo, logo o parâmetro é $40 \div 30 = 4/3$. $H = (10 + 4/3 \times 40; 10 + 4/3 \times 30; 0) = (63,33; 50; 0)$. Para o afastamento ficar zero: A tem afastamento 10 e ganha 30 por passo, logo o parâmetro é $-1/3$. $V = (10 - 1/3 \times 40; 0; 40 + 1/3 \times 30) = (-3,33; 0; 50)$.

5.5 A verdadeira grandeza de um segmento

Um segmento inclinado aparece encurtado nas duas projeções. Mas o comprimento real é necessário para cortar uma barra, orçar uma tubulação ou calcular uma rampa. A épura permite achá-lo sem sair do papel.

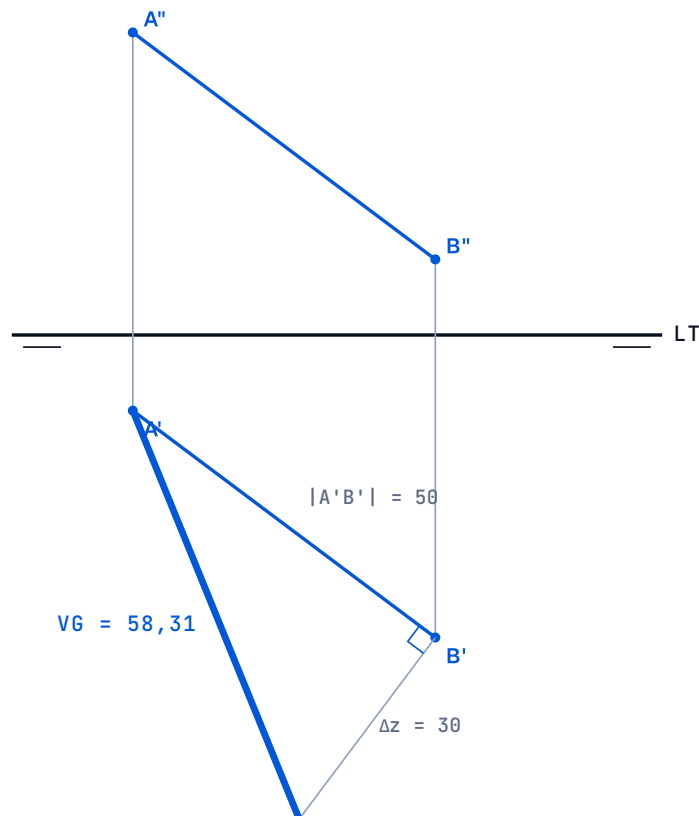
DEFINIÇÃO

Verdadeira grandeza (VG) de um segmento: o comprimento real do segmento no espaço.

A ideia é um triângulo retângulo. O segmento AB tem, no espaço, três deslocamentos: ao longo da LT (Δx), em afastamento (Δy) e em cota (Δz). A projeção horizontal A'B' tem comprimento $\sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$. Esse comprimento e Δz são os catetos de um triângulo retângulo cuja hipotenusa é AB.

Método do triângulo

- 1 **Projeção horizontal**
Meça o comprimento de A'B'. Chame de p.
- 2 **Diferença de cotas**
Leia, na projeção vertical, a diferença de cotas entre A e B: Δz .
- 3 **Triângulo**
Em B', trace uma perpendicular a A'B' com comprimento Δz . Una A' ao extremo dessa perpendicular.
- 4 **Leia a VG**
A hipotenusa desse triângulo é a verdadeira grandeza de AB. O ângulo em A' é o ângulo da reta com o plano horizontal.



© Ulysses Cesar

Segmento AB com A(10; 10; 40) e B(50; 40; 10): o triângulo construído sobre A'B'.

EXEMPLO RESOLVIDO

Conferindo

$p = |A'B'| = \sqrt{(40^2 + 30^2)} = 50$. $\Delta z = 30$. $VG = \sqrt{(50^2 + 30^2)} = 58,31$. Pela fórmula espacial: $\sqrt{(40^2 + 30^2 + 30^2)} = \sqrt{3400} = 58,31$: o mesmo valor. O ângulo com o HP: $\tan \alpha = \Delta z \div p = 30 \div 50 = 0,6$, logo $\alpha = 31,0^\circ$.

PARA A RETA DE PERFIL

Na reta de perfil, as duas projeções são perpendiculares à LT e nenhuma delas mostra a medida real. O método do triângulo resolve: use Δ (afastamento) e Δ (cota) como catetos.

ERRO CLÁSSICO

Medir a projeção e achar que é a medida real. Só vale a medida direta da projeção quando o segmento é paralelo ao plano daquela projeção (reta horizontal na horizontal, reta frontal na vertical). Em qualquer outro caso, use o triângulo.

5.6 O plano e os seus traços

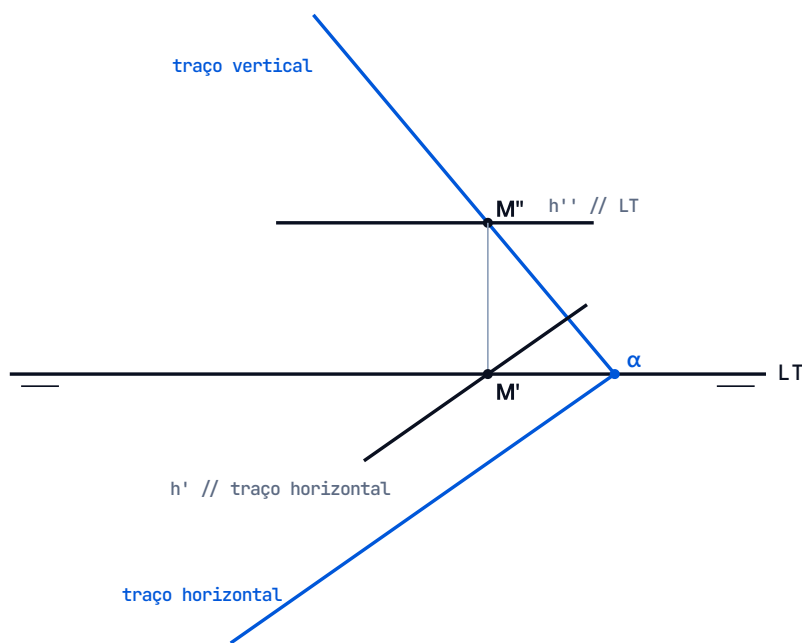
Um plano passa por três pontos que não estão em linha. Na épura, o mais prático é dar o plano pelos seus **traços**: as retas em que ele corta o VP e o HP.

- três pontos não alinhados;
- uma reta e um ponto fora dela;

- duas retas que se cortam;
- duas retas paralelas.

DEFINIÇÃO

Traço de um plano: reta em que o plano corta um plano de projeção. O **traço vertical** está no VP e o **traço horizontal** está no HP. Os dois se encontram sobre a LT.



PLANO α : DOIS TRAÇOS QUE SE CRUZAM SOBRE A LT

© Ulysses Cesar

O plano α dado pelos seus traços, e uma reta horizontal do plano (h) com suas duas projeções.

A **reta horizontal do plano** (cota constante) é muito usada: sua projeção vertical é paralela à LT e sua projeção horizontal é paralela ao traço horizontal do plano.

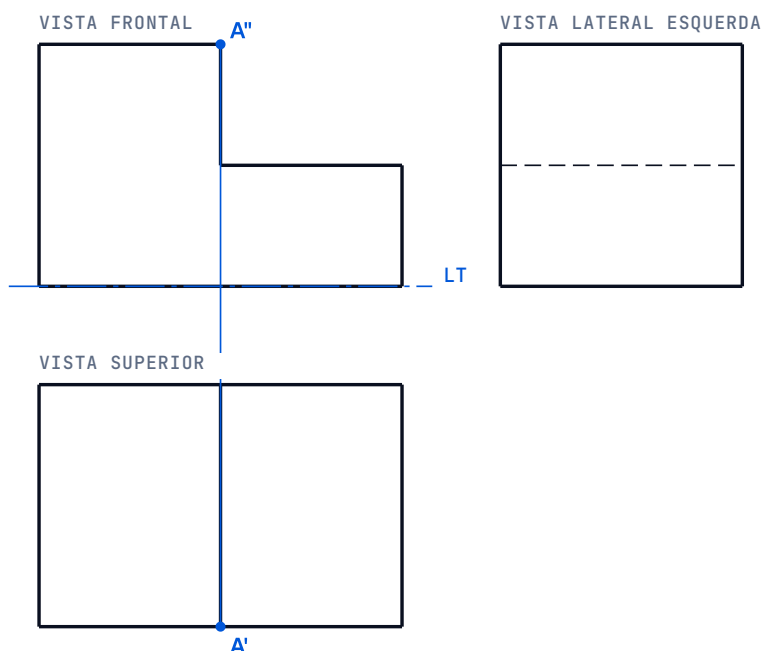
POSIÇÃO DO PLANO	CARACTERÍSTICA
horizontal	paralelo ao HP: tem só traço vertical, paralelo à LT; a figura aparece em verdadeira grandeza na projeção horizontal
frontal	paralelo ao VP: tem só traço horizontal, paralelo à LT; a figura aparece em verdadeira grandeza na projeção vertical
vertical	perpendicular ao HP: na projeção horizontal vira uma reta (o traço horizontal)
de topo	perpendicular ao VP: na projeção vertical vira uma reta (o traço vertical)
de perfil	perpendicular à LT: os dois traços são perpendiculares à LT
qualquer	oblíquo: os dois traços são inclinados e se cruzam sobre a LT

IDEIA-CHAVE

Plano paralelo a um plano de projeção: a figura aparece com a forma real. Plano perpendicular: vira uma reta.

5.7 De volta às vistas

Tudo o que você viu neste módulo já estava no módulo 4, só que sem nomes. A frontal e a superior de uma peça são exatamente as projeções vertical e horizontal de cada vértice dela. As linhas de chamada verticais são as linhas de chamada perpendiculares à LT.



© Ulysses Cesar

O vértice A (canto superior da coluna) nas vistas: A'' na frontal, A' na superior, na mesma linha de chamada vertical.

NA ÉPURA (MÓDULO 5)	NAS VISTAS (MÓDULO 4)
projeção vertical	vista frontal
projeção horizontal	vista superior
cota	altura, medida na frontal
afastamento	profundidade, medida na superior
linha de chamada perpendicular à LT	linha de chamada vertical entre frontal e superior
terceiro plano (perfil)	vista lateral

Cada aresta de uma peça é um **segmento de reta**, e tem uma das seis posições. Arestas na direção da largura são retas fronto-horizontais; na direção da altura, verticais; na da profundidade, de topo. Por isso, nos blocos retos, as arestas aparecem em verdadeira grandeza em duas das três vistas e como ponto na terceira. As arestas inclinadas de um chanfro (lição 4.8) são retas frontais: a medida real aparece na frontal. Já os espigões de uma cobertura de quatro águas são retas quaisquer: só uma vista auxiliar mostra a medida real.

A diferença prática é de vocabulário e de convenção: na geometria descritiva você mede o afastamento a partir de um plano (o VP); no desenho técnico, você mede a profundidade a partir da frente da peça, que dá o mesmo resultado. O que muda é o ponto de partida da medida, não o raciocínio.

IDEIA-CHAVE

Épura é o mesmo que as vistas frontal e superior, com os nomes de cota e afastamento. Quem entende uma entende a outra.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Trocar vertical e horizontal na épura. Vertical acima da LT (cota); horizontal abaixo (afastamento).

ERRO CLÁSSICO

Medir a projeção como se fosse a medida real. Só vale para segmento paralelo ao plano daquela projeção.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a linha de chamada perpendicular. A' e A" do mesmo ponto estão sempre na mesma perpendicular à LT.

ERRO CLÁSSICO

Confundir reta horizontal com projeção horizontal. A primeira é uma posição da reta; a segunda, uma figura.

ERRO CLÁSSICO

Marcar traço fora da LT. H" e V' ficam sobre a LT.

ERRO CLÁSSICO

Usar o triângulo com os catetos errados. Catetos: p (projeção horizontal) e Δz ; ou p" (projeção vertical) e Δ afastamento.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Método de Monge: dois planos perpendiculares, VP e HP; a LT é o encontro; a épura é o desenho dos dois planos abertos em um.
- Ponto A(x; afastamento; cota): A" fica acima da LT na altura da cota; A' fica abaixo na distância do afastamento; mesma perpendicular à LT.
- Reta: seis posições. Paralela ao plano: medida real; perpendicular: ponto; inclinada: encurtada.
- Traços da reta: H fura o HP (cota zero), V fura o VP (afastamento zero).
- Verdadeira grandeza: triângulo com a projeção e a diferença da outra coordenada; a hipotenusa é a VG.
- A épura é a frontal e a superior com outros nomes.

Glossário do módulo

Geometria descritiva	representação dos objetos do espaço por duas projeções ortogonais.
Linha de terra (LT)	reta em que se cortam o plano vertical e o plano horizontal.
Épura	desenho das duas projeções, com o HP girado sobre o VP.
Abscissa	posição do ponto ao longo da LT.
Afastamento	distância do ponto ao plano vertical.
Cota	distância do ponto ao plano horizontal.
Projeção vertical (A'')	projeção do ponto no VP; fica acima da LT.
Projeção horizontal (A')	projeção do ponto no HP; fica abaixo da LT.
Reta horizontal	reta paralela ao HP.
Reta frontal	reta paralela ao VP.
Traço de uma reta	ponto em que a reta fura um plano de projeção (H no HP, V no VP).
Verdadeira grandeza	comprimento ou forma reais, sem encurtamento.
Traço de um plano	reta em que o plano corta o VP ou o HP.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **16 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 9.
- Para aprofundar (bibliografia da disciplina, não consultada para este guia): MONTENEGRO, Gildo A. **Geometria descritiva**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. v. 1 e 2; CALFA, H. G. **Noções de geometria descritiva**. Rio de Janeiro: Bibliex, 1997; RICCA, G. **Geometria descritiva**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2000. Os resultados numéricos deste módulo foram calculados por dois caminhos (fórmula espacial e triângulo) e conferidos por programa.

MÓDULO 06

Perspectivas

MOSTRAR A PEÇA INTEIRA EM UM SÓ DESENHO

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- nomear os tipos de perspectiva e dizer quando usar cada um;
- desenhar uma peça em isométrica a partir da caixa envolvente, medindo só nos eixos;
- desenhar o círculo na isométrica por quatro centros;
- desenhar a cavaleira (frente verdadeira, profundidade a 45° e pela metade);
- reconhecer a perspectiva militar e a cônica;
- ler uma perspectiva e conferi-la com as vistas.

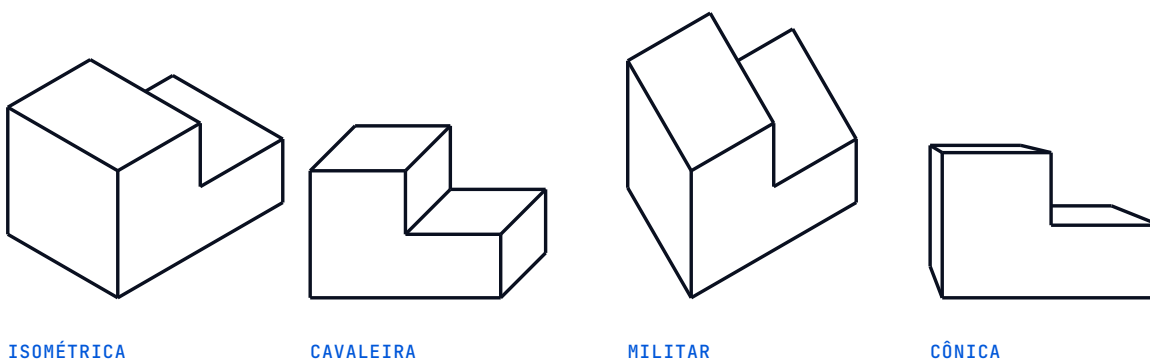
Antes de começar: Módulos 2 (círculos e arcos) e 4 (vistas).

6.1 Por que perspectiva, e quais

As vistas mostram a peça por partes. A perspectiva mostra a peça inteira em um só desenho, e permite que quem não lê vistas entenda a forma. O preço é que o desenho não serve, em geral, para construir.

DEFINIÇÃO

Perspectiva: representação de um objeto de três dimensões em um plano, de modo que as três dimensões apareçam ao mesmo tempo.



© Ulysses Cesar

A mesma peça em quatro perspectivas.

TIPO	COMO SE OBTÉM	O QUE MANTÉM	USOS
isométrica	projeção ortogonal sobre um plano inclinado em relação à peça, de modo que os três eixos formem 120° entre si	mesma medida nos três eixos	peças, mobiliário, instalações, detalhes
cavaleira	projeção oblíqua: a frente é paralela ao plano; a profundidade foge a 45°	frente em verdadeira grandeza	peças com círculos ou arcos na frente; croqui rápido
militar	projeção oblíqua: a planta é paralela ao plano e fica em verdadeira grandeza, girada; as alturas são verticais	planta em verdadeira grandeza	arquitetura e urbanismo, vista de cima de edifícios
cônica	projeção com observador a distância finita: os raios formam um cone	aparência real; as medidas diminuem com a distância	apresentação ao cliente, ambientes

NA NORMA

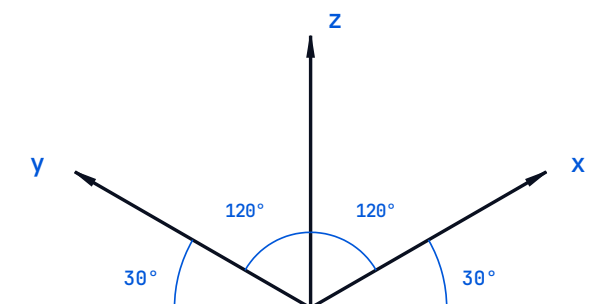
A classificação dos métodos de projeção, inclusive axonométrica e oblíqua, é tratada pela NBR 17006:2021 (vigente, que substituiu a NBR 10067). O texto dela não foi consultado para este guia; as convenções adotadas aqui (45° e redução de 1/2 na cavaleira, eixos a 120° na isométrica) são as clássicas de ensino.

IDEIA-CHAVE

Isométrica: três eixos iguais. Cavaleira: frente verdadeira. Militar: planta verdadeira. Cônica: parece real e não se mede.

6.2 A perspectiva isométrica

A isométrica (do grego, "mesma medida") tem três eixos no desenho: o z, vertical, e o x e o y, que fazem 30° com a horizontal. Entre dois eixos quaisquer o ângulo é de 120°.



TRÊS EIXOS A 120° ENTRE SI

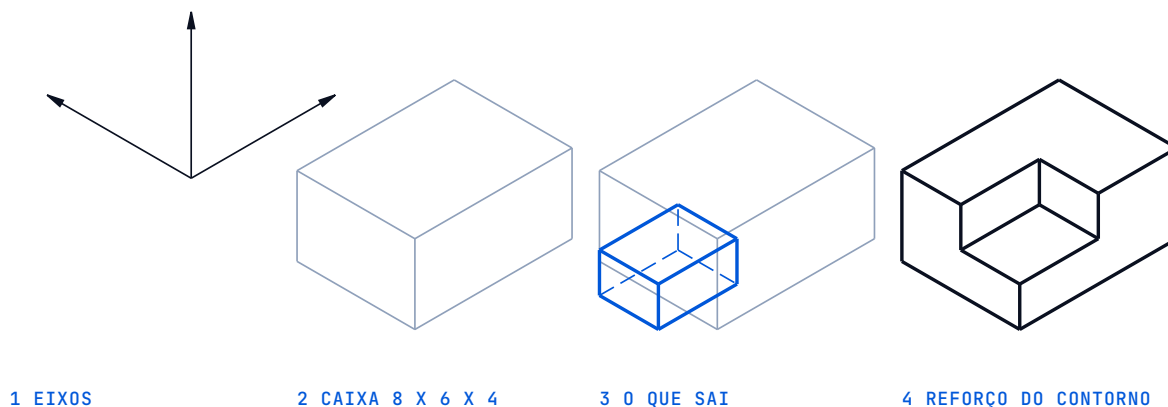
© Ulysses Cesar

Os eixos da isométrica: z vertical; x e y a 30° da horizontal.

PROJEÇÃO ISOMÉTRICA X DESENHO ISOMÉTRICO

Na projeção isométrica verdadeira, as arestas sobre os eixos aparecem reduzidas a 0,8165 do tamanho real ($\sqrt{2/3}$). Na prática de prancheta, desenha-se o **desenho isométrico**: todas as medidas sobre os eixos são marcadas em **verdadeira grandeza**, sem reduzir. A forma é a mesma; o desenho fica 1,2247 vezes maior (cerca de 22%).

Regra de ouro: só se mede sobre os eixos, ou sobre linhas paralelas a eles. Linhas paralelas na peça são paralelas na perspectiva.



© Ulysses Cesar

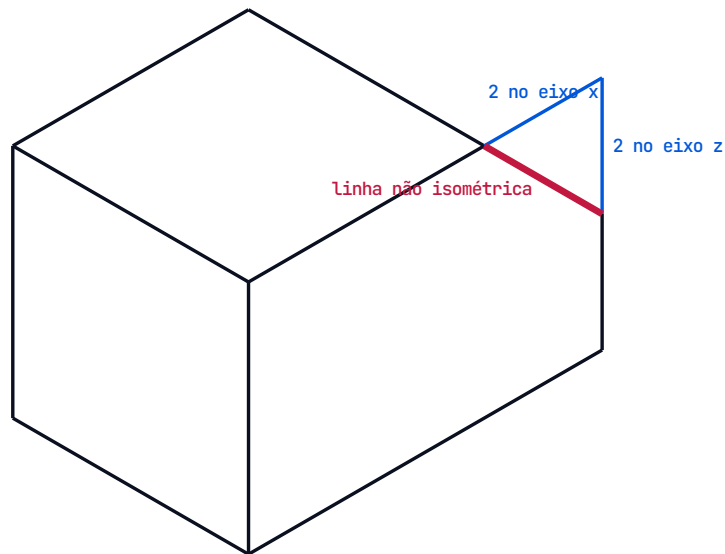
Quatro passos: eixos, caixa envolvente, o que sai, reforço do contorno.

Como desenhar uma peça em isométrica

- 1 **Eixos e caixa**
Trace os três eixos e, em linha leve, a caixa que envolve a peça (largura, profundidade e altura, cada uma sobre o seu eixo).
- 2 **Marque o que sai**
Sobre as arestas da caixa, marque as medidas das partes retiradas. Complete o volume a retirar em linha leve.
- 3 **Retire**
Desenhe, em linha leve, as novas arestas que aparecem depois de retirar o volume.
- 4 **Reforce**
Passe em linha larga só as arestas visíveis. Não desenhe linhas invisíveis.

Linhas não isométricas

Uma aresta inclinada (como o chanfro) não está sobre um eixo e não tem medida direta na perspectiva. Para desenhá-la, ache os dois extremos medindo sobre os eixos e depois ligue-os.



© Ulysses Cesar

0 chanfro: medem-se 2 sobre o eixo x e 2 sobre o eixo z, e a linha inclinada liga os extremos.

DICA

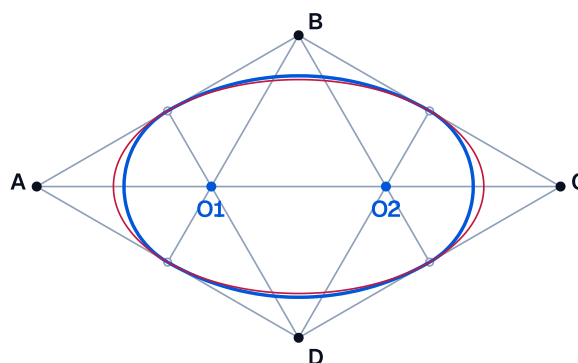
Use papel com malha isométrica (pontos): cada ponto é uma unidade nos três eixos, e fica fácil contar.

ERRO CLÁSSICO

Medir uma linha inclinada diretamente. A linha inclinada é a única que cresce ou encolhe de modo diferente. Meça nos eixos e ligue os pontos.

6.3 O círculo na isométrica

Em isométrica, o círculo de uma face vira uma **elipse**. Na prancheta, desenha-se uma aproximação com quatro arcos, a mesma construção da oval do módulo 2, adaptada ao losango da isométrica.



AZUL: QUATRO ARCOS · VERMELHO: ELIPSE EXATA

© Ulysses Cesar

O quadrado que envolve o círculo vira um losango de lado igual ao diâmetro. A elipse de quatro arcos (azul) quase coincide com a exata (vermelho).

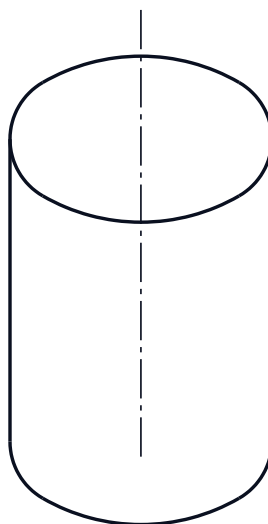
Passo a passo

- 1 **Losango**
Desenhe o losango de lado igual ao diâmetro, com lados paralelos aos eixos da face: é o quadrado do círculo em perspectiva.
- 2 **Pontos médios**
Marque o ponto médio de cada lado.
- 3 **Ligações**
Dos dois vértices obtusos (B e D, os de 120°), trace retas aos pontos médios dos lados que não os tocam. Essas retas cortam a diagonal maior em dois pontos: O1 e O2.
- 4 **Quatro arcos**
Com centro em B, trace o arco de um ponto médio ao outro (embaixo); com centro em D, o de cima; com centros em O1 e O2, os dois arcos pequenos, que fecham a elipse.

Para um círculo de diâmetro 40 mm, o losango tem lado 40 mm; a diagonal maior mede 69,28 mm e a menor, 40 mm. O raio dos arcos grandes é 34,64 mm e o dos pequenos, 11,55 mm.

QUANTO ERRA A APROXIMAÇÃO

O semieixo maior exato da elipse é 24,49 mm; a aproximação tem 23,09 mm. O semieixo menor exato é 14,14 mm; a aproximação tem 14,64 mm. A diferença é de poucos por cento, invisível no desenho.



TANGENTES VERTICAIS NAS PONTAS DA EL

© Ulysses Cesar

Cilindro de eixo vertical: duas elipses iguais e duas tangentes verticais nas pontas.

ERRO CLÁSSICO

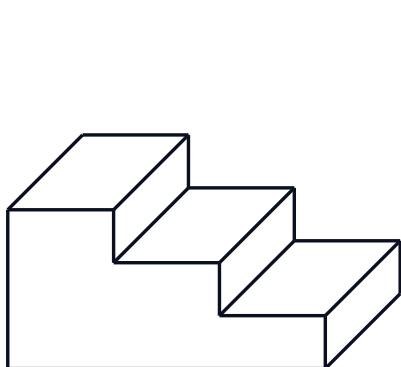
Desenhar o círculo como círculo. Em isométrica, um círculo de uma face nunca fica redondo: vira elipse. As três faces têm elipses de orientações diferentes.

6.4 A perspectiva cavaleira

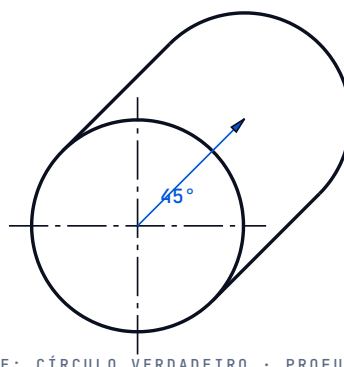
Na cavaleira, a face da frente da peça é desenhada **como nas vistas**, em verdadeira grandeza. Só a profundidade foge, em uma linha inclinada.

DEFINIÇÃO

Perspectiva cavaleira: perspectiva em que a face da frente fica paralela ao plano de desenho (verdadeira grandeza) e a profundidade é desenhada em uma reta inclinada a 45° (para a direita ou para a esquerda) com as medidas reduzidas à metade.



© Ulysses Cesar



© Ulysses Cesar

À esquerda, uma escada em cavaleira. À direita, um cilindro: o círculo da frente continua círculo.

Como desenhar

- 1 **A frente**
Desenhe a face da frente em verdadeira grandeza, como na vista frontal.
- 2 **A profundidade**
De cada vértice da frente, trace retas a 45° (com o esquadro). Marque sobre elas a profundidade **pela metade**: uma aresta de 60 mm de profundidade vai a 30 mm.
- 3 **A face de trás**
Ligue os extremos das retas de profundidade e complete a face de trás, igual à da frente.
- 4 **Reforce**
Passe em linha larga as arestas visíveis.

	ISOMÉTRICA	CAVALEIRA
frente	deformada (losango)	verdadeira grandeza
círculo na frente	elipse de quatro arcos	círculo , com compasso
profundidade	30°, medida inteira	45°, medida pela metade
aparência	equilibrada nos três eixos	alonga na profundidade; a redução corrige

DICA

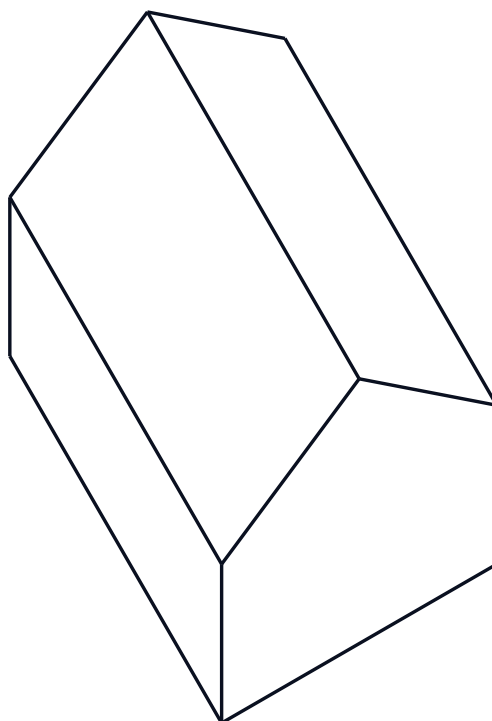
Se você tem peças com furos ou arcos na face da frente, escolha a cavaleira: o compasso desenha o círculo direto.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a redução da profundidade. Sem a redução de $1/2$, a peça parece comprida demais na profundidade. A redução existe para compensar a deformação da projeção oblíqua.

6.5 A perspectiva militar

A militar é, de certo modo, o contrário da cavaleira: quem fica em verdadeira grandeza é a **planta**, que é desenhada girada de 30° ou 45° . As alturas sobem na vertical, sem inclinar.



© Ulysses Cesar

Bloco de casa em perspectiva militar: a planta, girada 30° , mantém a forma e as medidas; as alturas são verticais.

Como desenhar

1

Gire a planta

Desenhe a planta da peça, em verdadeira grandeza, girada de 30° (ou 45°).

2

Levante as alturas

De cada vértice, suba uma vertical na medida da altura, em verdadeira grandeza.

3

Feche o volume

Ligue os extremos das verticais, repetindo o desenho da planta no nível do topo.

4

Reforce

Passe em linha larga o que é contorno visível.

É a perspectiva preferida para **edifícios e conjuntos**: a planta, que o arquiteto já tem, vira o desenho de partida; as medidas dos ambientes permanecem exatas.

IDEIA-CHAVE

Cavaleira: frente verdadeira. Militar: planta verdadeira. Isométrica: nenhuma face verdadeira, três eixos iguais.

6.6 Noção de perspectiva cônica

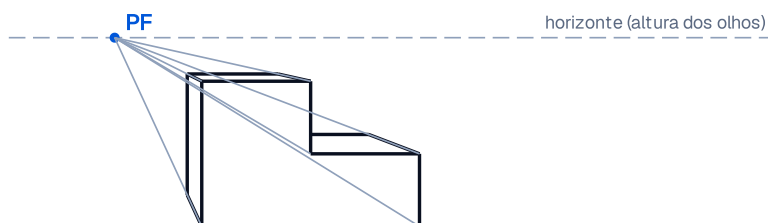
A cônica é a perspectiva da fotografia e do olho: o que está mais longe fica menor, e linhas paralelas que fogem na profundidade parecem se encontrar em um ponto.

DEFINIÇÃO

Linha do horizonte: linha horizontal na altura dos olhos do observador. Em um desenho, todos os pontos de fuga das retas horizontais ficam sobre ela.

DEFINIÇÃO

Ponto de fuga: ponto para onde convergem as retas paralelas que se afastam do observador.



ARESTAS DE PROFUNDIDADE FOGEM PARA O PONTO DE FUGA

© Ulysses Cesar

Peça em perspectiva cônica com um ponto de fuga: a face da frente é paralela ao quadro; as arestas de profundidade fogem para o PF.

- **Um ponto de fuga:** uma face da peça é paralela ao quadro e as arestas de profundidade fogem para um só ponto (ambientes vistos de frente).
- **Dois pontos de fuga:** nenhuma face é paralela ao quadro; as arestas horizontais fogem para dois pontos (fachadas e esquinas).
- **Três pontos de fuga:** o observador olha para cima ou para baixo e as arestas verticais também fogem.

QUANDO USAR

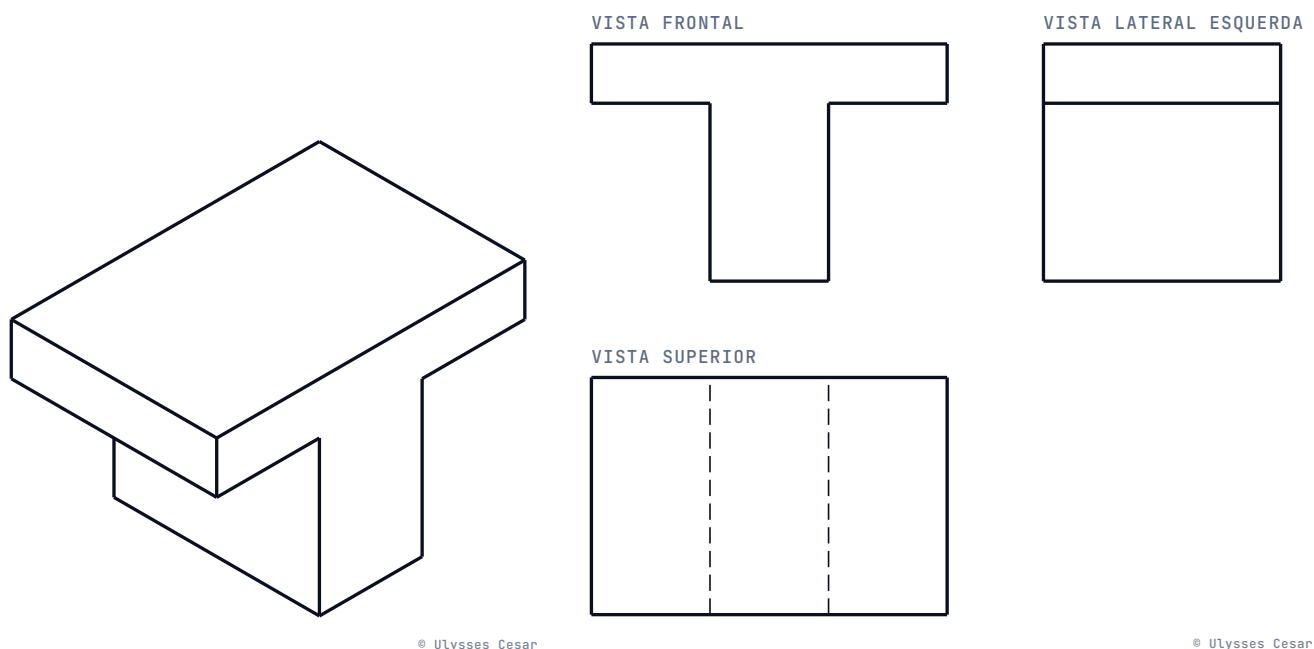
A cônica mostra o ambiente como será visto, e por isso é usada na apresentação ao cliente. Mas as medidas diminuem com a distância e não se leem direto no desenho: não se constrói a partir dela.

ERRO CLÁSSICO

Medir na cônica. Nenhuma aresta de profundidade da cônica tem a medida real. Para construir, volte às vistas.

6.7 Da perspectiva às vistas e de volta

Ler e desenhar vistas e perspectivas são dois lados da mesma moeda. A conferência é sempre a mesma: o que aparece na perspectiva deve aparecer nas vistas, e vice-versa.



Peça em T: a perspectiva e as três vistas.

Conferir uma perspectiva com as vistas

- 1 **Ache os eixos**
Na perspectiva, localize os três eixos (largura, profundidade, altura). Retas paralelas aos eixos são as arestas da peça.
- 2 **Conte módulos**
Conte quantas unidades cada aresta mede sobre o eixo. Na isométrica, a contagem é direta; na cavaleira, a profundidade conta em dobro.
- 3 **Projete mentalmente**
Imagine olhar a peça de frente, de cima e da esquerda. Desenhe cada vista só com o que aparece.
- 4 **Compare**
Cada linha de uma vista tem de ter origem em uma aresta da perspectiva, e cada aresta da perspectiva tem de aparecer em alguma vista, cheia ou tracejada.

IDEIA-CHAVE

Perspectiva e vistas devem concordar em tudo. Quando discordam, uma das duas está errada: o erro está quase sempre em uma aresta que sumiu ou sobrou.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Medir fora dos eixos na isométrica. Só as retas paralelas aos eixos têm medida direta.

ERRO CLÁSSICO

Desenhar o círculo redondo na isométrica. Em isométrica o círculo vira elipse de quatro arcos.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a redução da cavaleira. A profundidade vai pela metade.

ERRO CLÁSSICO

Confundir cavaleira com militar. Cavaleira mantém a frente verdadeira; militar mantém a planta verdadeira.

ERRO CLÁSSICO

Tentar medir na cônica. As medidas diminuem com a distância.

ERRO CLÁSSICO

Perspectiva que não concorda com as vistas. Compare aresta por aresta.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Perspectiva: as três dimensões em um só desenho; serve para ver, nem sempre para construir.
- Isométrica: três eixos a 120°; mede-se só sobre os eixos; uma aresta inclinada se acha pelos extremos.
- Círculo na isométrica: elipse de quatro arcos dentro do losango de lado igual ao diâmetro.
- Cavaleira: frente verdadeira, profundidade a 45° e pela metade; círculo da frente é círculo.
- Militar: planta verdadeira girada de 30° ou 45°; alturas verticais.
- Cônica: aparece como é vista, com pontos de fuga; não se mede nela.

Glossário do módulo

Perspectiva	representação das três dimensões em um plano.
Isométrica	perspectiva de três eixos iguais, a 120° entre si.
Eixo isométrico	cada uma das três direções: x e y a 30° da horizontal, z vertical.

Caixa envolvente	paralelepípedo que contém a peça; ponto de partida do desenho.
Linha não isométrica	linha que não é paralela a um eixo isométrico.
Cavaleira	perspectiva oblíqua com frente verdadeira e profundidade a 45°, reduzida à metade.
Militar	perspectiva oblíqua com planta verdadeira girada e alturas verticais.
Cônica	perspectiva com observador a distância finita e pontos de fuga.
Linha do horizonte	linha na altura dos olhos, onde ficam os pontos de fuga horizontais.
Ponto de fuga	ponto para onde convergem retas paralelas que se afastam.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **17 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17006**: desenho técnico: requisitos para representação dos métodos de projeção. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 9.
- BORNANCINI, J. C. M.; PETZOLD, N. I.; ORLANDI JÚNIOR, H. **Desenho técnico básico**: fundamentos teóricos e exercícios à mão livre. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS. v. 2 (acesso aberto, consultado para a ordem didática).

MÓDULO 07

Cortes e seções, hachuras

MOstrar o que há dentro da peça

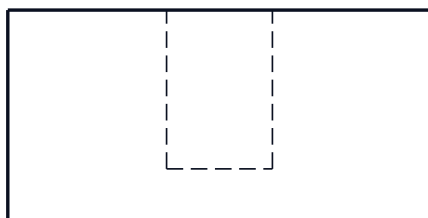
AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- explicar por que e como se imagina um corte;
- distinguir plano de corte, corte e seção;
- indicar um corte: linha, sentido de observação e designação;
- escolher entre corte total, meio corte, corte parcial e corte em planos paralelos;
- desenhar seções rebatidas e deslocadas;
- hachurar com a regra geral e reconhecer as hachuras de materiais da NBR 6492;
- conferir um corte: linhas, hachura e coerência com as vistas.

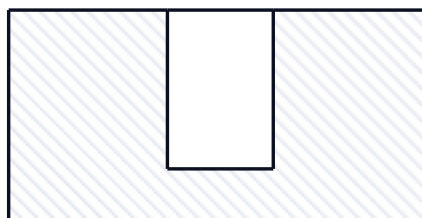
Antes de começar: Módulos 1 (tipos de linha), 3 (escalas) e 4 (vistas).

7.1 Por que cortar

Muitas peças têm o interior complicado: furos, cavidades, rasgos. Na vista comum, o que está dentro aparece como linhas tracejadas. Com muitas linhas tracejadas, a vista fica quase impossível de ler.



SEM CORTE: O RASGO VIRA TRACEJADO



COM CORTE: O RASGO APARECE

© Ulysses Cesar

À esquerda, a vista frontal com o rasgo escondido (tracejado). À direita, a mesma peça em corte: o rasgo aparece em linha cheia.

A solução é imaginar que a peça foi **serrada** por um plano e que a parte da frente foi jogada fora. O que sobra mostra o interior em linhas cheias e fáceis de ler.

DEFINIÇÃO

Plano de corte (ou plano secante): plano imaginário que atravessa a peça no ponto onde se quer ver o interior. Ele não existe de verdade: é só uma maneira de pensar.

DEFINIÇÃO

Corte: vista da peça depois de aberta pelo plano de corte, com a parte que está entre o plano e o observador retirada. Mostra a superfície que o plano atingiu e tudo o que aparece atrás dela.

Como imaginar um corte

- 1 **Escolha o plano**
Pense onde o plano deve passar para mostrar o que importa, por exemplo, pelo centro de um furo.
- 2 **Serre a peça**
Imagine a peça serrada nesse plano.
- 3 **Retire a parte da frente**
Jogue fora a parte que fica entre o plano e você. A parte que sobra é a que será desenhada.
- 4 **Olhe para o plano**
Olhe para a face serrada, de frente, e desenhe o que vê.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 define corte, para projetos de arquitetura, como a representação feita a partir de um plano secante vertical que divide o edifício ou o objeto em duas partes, no sentido longitudinal ou no transversal. A ideia é a mesma da peça serrada.

IDEIA-CHAVE

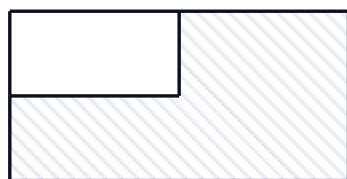
O corte é imaginário. Ele serve para **ver** o interior; a peça continua inteira em todas as outras vistas.

7.2 Corte, seção e hachura

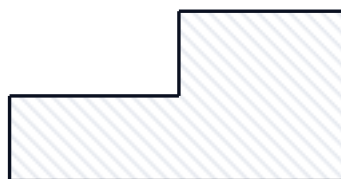
Duas palavras parecidas, dois desenhos diferentes. Vale aprender a diferença desde o começo.

DEFINIÇÃO

Seção: o que o plano de corte atingiu, e nada mais: só a figura da superfície serrada, sem o que há atrás dela.



CORTE: SEÇÃO E O QUE ESTÁ ATRÁS



SEÇÃO: SÓ O QUE O PLANO CORTA

© Ulysses Cesar

O mesmo plano de corte. À esquerda, o corte mostra a seção e o que está atrás. À direita, a seção mostra só o que o plano atingiu.

	CORTE	SEÇÃO
o que mostra	a seção e o que está atrás do plano	só a seção
para que serve	peças com interior complexo	perfis de barras, vigas e nervuras
linhas atrás do plano	aparecem	não aparecem

DEFINIÇÃO

Hachura: conjunto de linhas finas, paralelas e igualmente espaçadas, a 45° (em regra), que preenche a superfície onde o plano atravessou o material.

A hachura diz: aqui o plano passou por dentro do material. Onde o plano passou pelo ar, por exemplo dentro de um furo, **não há hachura**.

SITUAÇÃO	CONTORNO DA SUPERFÍCIE CORTADA (NBR 6492:2021, TABELA A.1)
com hachura	linha contínua larga ; a hachura é em linha contínua estreita
sem hachura (por exemplo, quando a seção é preenchida de preto)	linha contínua extralarga

ERRO CLÁSSICO

Hachurar o furo. O furo é vazio: o plano não corta material nele. Hachurar o furo diz o contrário do que o desenho deve dizer.

7.3 Indicação do corte

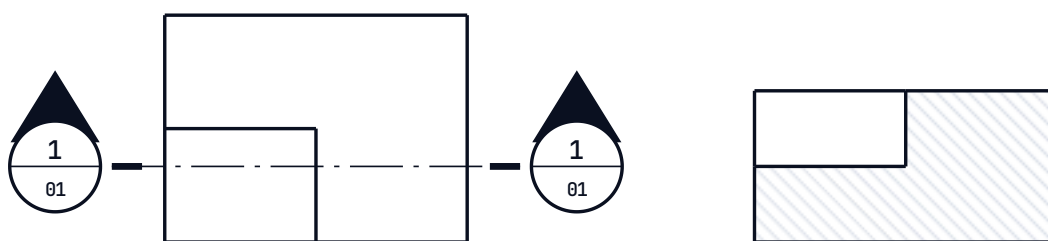
Quem lê o corte precisa saber onde o plano passou e de que lado se olha. A indicação é feita na vista em que o plano aparece como uma linha, em geral a planta.

DEFINIÇÃO

Linha de corte: linha que marca, na vista, o lugar por onde o plano de corte passa.

DEFINIÇÃO

Sentido de observação: direção para onde o observador olha ao ver o corte. É indicada por um triângulo cheio, em cada extremidade da linha de corte.



PLANTA BAIXA: LINHA DE CORTE

CORTE 1

© Ulysses Cesar

À esquerda, a planta com a linha de corte e os símbolos. À direita, o corte que resulta. O triângulo aponta para onde se olha.

- As **extremidades** e as **mudanças de direção** da linha de corte são feitas em traço e ponto **extralarga** (NBR 6492:2021, tabela A.1 e figura A.28).
- Entre as extremidades, o trajeto pode ser marcado em traço e ponto **estreita**; essa marcação é opcional.
- O símbolo é um círculo de 12 mm de diâmetro. Em cima, o número do desenho (letra de 3,5 mm); embaixo, o número da prancha onde está o corte (letra de 2,5 mm) (figura A.19).

- O triângulo cheio fica sobre o círculo e aponta o sentido de observação. A parte que será retirada é a que está do lado do observador, entre ele e o plano.

NA NORMA

Em peças isoladas de desenho mecânico, é comum marcar o corte com letras maiúsculas (A-A, B-B), uma em cada extremidade, repetidas sobre o corte como título. Aqui o guia usa a mesma ideia nas peças. Para a convenção vigente nessa área, consulte a NBR 17067:2022.

Como indicar um corte

- 1 Escolha a vista**
Use a vista em que o plano de corte aparece como uma linha (por exemplo, a planta para um corte frontal).
- 2 Trace a linha**
Desenhe a linha de corte com traço e ponto estreita e extremidades em traço e ponto extralarga.
- 3 Marque o sentido**
Em cada extremidade, ponha o símbolo com o triângulo apontando para onde se olha.
- 4 Nomeie**
Dê ao símbolo o mesmo nome do corte (por exemplo, 1 ou A-A), e escreva o nome sob o corte desenhado.

DICA

Para saber o sentido, imagine que você está de pé dentro do triângulo, olhando para onde ele aponta. A parte que você vê é a que fica depois do plano.

ERRO CLÁSSICO

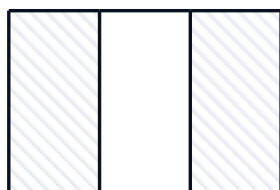
Esquecer a indicação. Um corte sem linha de corte deixa o leitor sem saber de onde ele saiu. Indique sempre, mesmo quando o corte parecer óbvio.

7.4 Tipos de corte

O plano de corte pode atravessar a peça toda, só uma parte, ou mudar de lugar no meio do caminho. Cada escolha tem nome.

Corte total**DEFINIÇÃO**

Corte total: o plano atravessa a peça de ponta a ponta. A vista mostra a peça toda em corte.



CORTE TOTAL (FRONTAL)



O QUE FOI RETIRADO

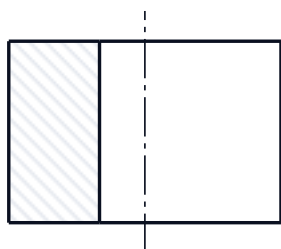
© Ulysses Cesar

Corte total frontal. À direita, em perspectiva, o que foi retirado.

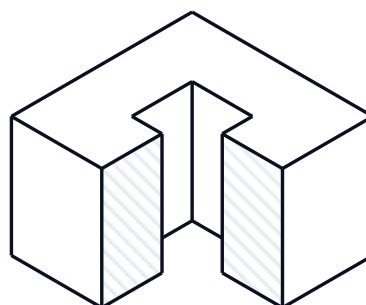
Meio corte

DEFINIÇÃO

Meio corte: em uma peça simétrica, metade da vista é desenhada em corte e a outra metade como vista exterior. Uma única vista mostra o interior e o exterior.



MEIO CORTE: METADE VISTA, METADE CORTADA



© Ulysses Cesar

Meio corte: à esquerda, metade em corte; à direita, a vista de fora. A linha entre as duas metades é a linha de simetria, em traço e ponto.

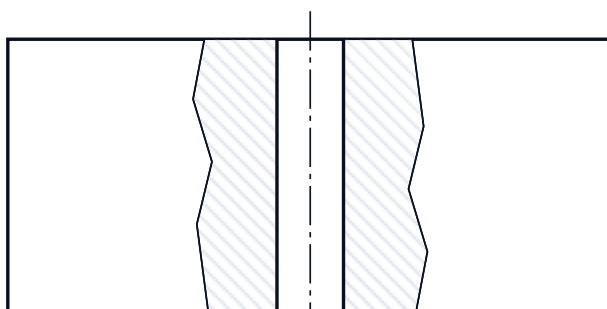
O meio corte só se usa em peças simétricas. A separação entre as duas metades é a **linha de simetria** (traço e ponto estreita), e não uma linha contínua. Em geral, não se desenhavam linhas invisíveis em nenhuma das metades.

Corte parcial

DEFINIÇÃO

Corte parcial: só um pedaço da peça é aberto, o suficiente para mostrar um detalhe. O limite da região aberta é a linha de ruptura.

CORTE PARCIAL: SÓ UM TRECHO É ABERTO



linha de ruptura: contínua estreita, em zigue-zague

© Ulysses Cesar

Corte parcial de uma placa com furo. Só a região em volta do furo é aberta.

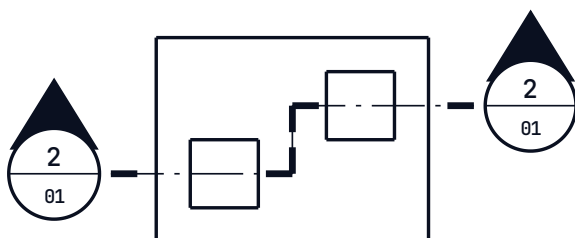
NA NORMA

A NBR 6492:2021 (tabela A.1) lista a linha contínua com zigue-zague, estreita, para limites de vistas ou cortes parciais interrompidos.

Corte em planos paralelos

DEFINIÇÃO

Corte em planos paralelos (ou composto): o plano de corte muda de posição, em degraus, para passar por detalhes que não estão alinhados. Os planos são paralelos entre si.



PLANTA: PLANO DE CORTE DESLOCADO



CORTE 2: SEM LINHA NA MUDA

© Ulysses Cesar

À esquerda, a planta com a linha de corte em degrau: ela passa pelo centro de cada poço. À direita, o corte: o degrau do plano não aparece.

- Na planta, a mudança de direção da linha de corte é marcada em traço e ponto extralarga.
- No corte desenhado, **o degrau do plano não aparece**: o desenho mostra os dois planos como se fossem um só.

SITUAÇÃO

CORTE INDICADO

a peça é simétrica e tem detalhes dentro e fora

meio corte

só um detalhe pequeno precisa ser aberto

corte parcial

os detalhes estão em posições diferentes, mas paralelas

corte em planos paralelos

o interior inteiro importa

corte total

DICA

Antes de escolher, pergunte: "qual é o menor corte que me deixa dizer tudo o que é preciso?". É esse que se desenha.

7.5 Seções rebatida e deslocada

A seção é o perfil de uma barra, de uma viga, de uma nervura. Quando o corte inteiro seria demais, a seção diz só o que é preciso.

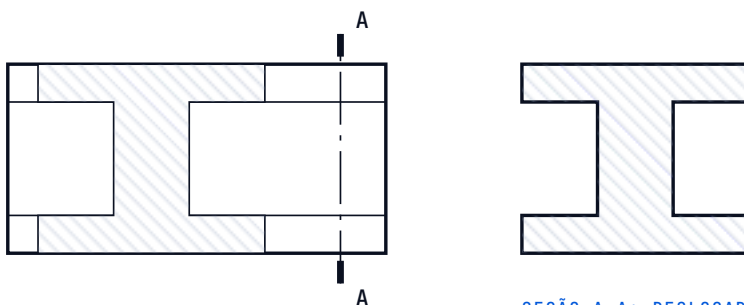
DEFINIÇÃO

Seção rebatida: seção desenhada sobre a própria vista, como se o plano de corte fosse girado 90° até ficar no plano do papel.

DEFINIÇÃO

Seção deslocada: seção desenhada fora da vista, em um lugar livre da folha, ligada à vista pela linha de corte.

A SEÇÃO MOSTRA SÓ O PERFIL CORTADO



SEÇÃO A-A: DESLOCADA

SEÇÃO REBATIDA: SOBRE A PRÓPRIA VISTA

© Ulysses Cesar

A viga em I. À esquerda, a seção rebatida sobre a vista (contorno estreito). À direita, a seção deslocada A-A (contorno largo), ligada à linha de corte da vista.

	SEÇÃO REBATIDA	SEÇÃO DESLOCADA
onde fica	sobre a vista	fora da vista
contorno (NBR 6492:2021, tabela A.1)	linha contínua estreita	linha contínua larga (com hachura)
indicação	geralmente dispensada: o lugar já está claro	linha de corte com letras ou números
quando usar	perfis simples, sem outros desenhos por perto	perfis com mais detalhes ou vista cheia de linhas

Como desenhar uma seção

1

Marque o plano

Na vista, marque o lugar da seção com uma linha de corte.

2

Gire o perfil

Imagine o plano girado 90° até ficar de frente para você.

3

Desenhe o perfil

Desenhe só a superfície que o plano atingiu e hachure.

4

Nomeie

Escreva o nome da seção (por exemplo, SEÇÃO A-A) quando a seção for deslocada.

ERRO CLÁSSICO

Desenhar o resto da peça na seção. A seção mostra só o perfil cortado. O que está atrás do plano não entra.

7.6 Hachuras e hachuras de materiais

A hachura geral, a 45°, diz que há material cortado. Em projetos de edificação, é útil dizer também **qual** material foi cortado. Para isso, a norma de arquitetura tem convenções.

Regras da hachura geral

- As linhas são **finas**, paralelas e **igualmente espaçadas**, em regra a 45° com a base.
- Uma mesma peça tem a **mesma direção e o mesmo espaçamento** em todas as suas seções, em um mesmo desenho.
- Duas peças vizinhas em um mesmo corte são hachuradas com direções contrárias (45° e 135°) ou com espaçamentos diferentes, para que o leitor as separe.
- A hachura **não atravessa** o contorno: para na linha larga da superfície cortada.
- Quando uma cota ou um texto cai sobre a região hachurada, a hachura se interrompe em volta dele, para o texto ficar legível.
- A hachura vale só para a superfície **cortada**. Faces vistas, atrás do plano, nunca são hachuradas.

Hachuras de materiais (NBR 6492:2021, anexo A.10)

As figuras A.35 e A.36 da norma trazem as convenções mais usadas. A figura abaixo é uma ilustração **do autor** com a ideia de cada uma; consulte a norma para o desenho oficial.

	aço em corte		concreto em corte
	argamassa, cimentado		alvenaria a construir
	alvenaria existente		alvenaria a demolir
	terra		aterro
	isolante termoacústico		madeira em corte
	compensado, mármore, granito		borracha, vinil, mastique

SELEÇÃO; VEJA AS FIGURAS A.35 E A.36 DA NORMA

© Ulysses Cesar

Hachuras de materiais mais usadas em arquitetura: ilustração do autor.

Nas reformas, três convenções são importantes (figura A.36): alvenaria **existente** em preenchimento preto; alvenaria **a demolir** sem preenchimento; alvenaria **a construir** em hachura diagonal.

ESCALA E ESPESSURA DA HACHURA

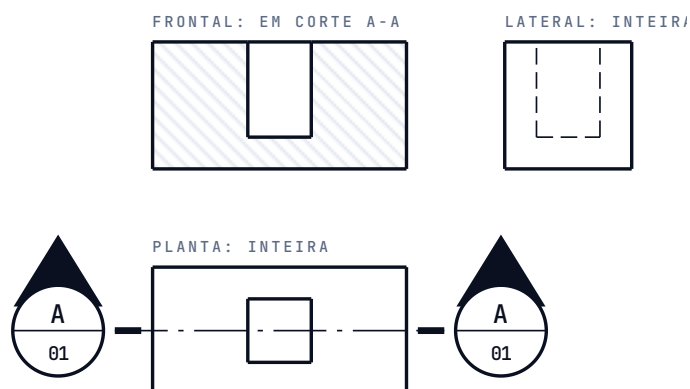
Uma parede de 15 cm em escala 1:50 mede 3 mm no papel. Em escala 1:100, mede 1,5 mm. Em 3 mm ainda cabem duas ou três linhas de hachura; em 1,5 mm, não. Por isso, em escalas pequenas, é prática comum preencher a parede de preto, sem hachura.

ERRO CLÁSSICO

Hachurar peças diferentes do mesmo jeito. Duas peças vizinhas hachuradas igualmente parecem uma só.

7.7 O que o corte não muda, e como conferir

O corte é uma vista a mais, não uma troca da peça. Alguns pontos evitam confusão.



© Ulysses Cesar

Só a vista frontal está em corte. A planta e a lateral continuam mostrando a peça inteira.

- As **outras vistas não mudam**: a peça é desenhada inteira, com as linhas invisíveis necessárias. O corte é imaginário.
- O corte **ocupa o lugar** da vista com a qual coincide (aqui, a frontal). Não se repete a vista comum ao lado.
- Em um corte, o que está **atrás** do plano é desenhado em linha cheia. As linhas invisíveis dentro do corte, em geral, não se desenhavam.
- Em desenho mecânico, parafusos, eixos, pinos e nervuras cortados no sentido do comprimento, em regra, não são hachurados. É uma convenção da prática; na construção civil, ela raramente aparece.

O corte na arquitetura

Em projetos de edificação, o corte é sempre feito por um plano vertical. O desenho mostra as paredes cortadas, as lajes, o piso, o telhado, as alturas e o que se vê atrás do plano. A NBR 6492:2021 pede que os cortes sejam dispostos de modo que mostrem o máximo de detalhes. O módulo 9 volta a este assunto.

Roteiro de conferência de um corte

Seis perguntas

- 1 Linha de corte**
Existe, tem os símbolos nas extremidades e o triângulo no sentido certo?
- 2 Nome**
O nome do corte desenhado é o mesmo do símbolo?
- 3 Hachura**
Aparece só na superfície cortada, na mesma direção em toda a peça, e não aparece nos vazios?
- 4 Contorno**
O contorno da superfície cortada está em linha larga (ou extralarga, sem hachura)?

5 O que está atrás

Tudo o que se vê depois do plano está desenhado em linha cheia?

6 Outras vistas

A planta e as laterais continuam inteiras, sem o corte?

IDEIA-CHAVE

Um corte bem feito se lê sozinho: o leitor sabe onde o plano passou, para onde olhar e o que é material e o que é vazio.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Hachurar o furo ou o vazio. O plano não corta material onde há ar.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a linha de corte ou o sentido de observação. Sem eles, ninguém sabe de onde o corte saiu.

ERRO CLÁSSICO

Hachurar faces vistas, atrás do plano. Só a superfície que o plano atingiu leva hachura.

ERRO CLÁSSICO

Mudar a hachura de uma mesma peça entre as seções. Uma peça, um padrão.

ERRO CLÁSSICO

Hachurar peças vizinhas do mesmo jeito. Direções contrárias ou espaçamentos diferentes.

ERRO CLÁSSICO

Cortar também as outras vistas. O corte é imaginário; a peça continua inteira nas outras vistas.

ERRO CLÁSSICO

Desenhar o degrau do corte composto. O degrau do plano não aparece no corte.

ERRO CLÁSSICO

Contorno do corte em linha fina. Com hachura, a superfície cortada tem contorno largo.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Corte: a peça serrada por um plano imaginário, com a parte da frente retirada.
- Seção: só o que o plano atingiu; corte: a seção e o que está atrás.
- Hachura: linhas finas a 45° na superfície cortada; nunca no vazio.
- Linha de corte: traço e ponto, extremidades e mudanças de direção em extralarga; o triângulo aponta o sentido de observação.
- Tipos: corte total, meio corte (peça simétrica), corte parcial (linha de ruptura) e corte em planos paralelos (o degrau não aparece).
- Seção rebatida: sobre a vista, contorno estreito; seção deslocada: fora da vista, contorno largo.
- Hachuras de materiais: alvenaria existente, a demolir e a construir; concreto, terra, aço e outros (NBR 6492, anexo A.10).
- O corte é imaginário: as outras vistas continuam inteiras.

Glossário do módulo

Plano de corte	plano imaginário que atravessa a peça para mostrar o interior.
Corte	vista da peça depois de aberta pelo plano de corte, com a parte da frente retirada.
Seção	figura da superfície que o plano de corte atingiu, sem o que há atrás.
Hachura	linhas finas e paralelas, a 45° em regra, que preenchem a superfície cortada.
Linha de corte	traço e ponto que marca o lugar do plano de corte na vista.
Sentido de observação	direção em que se olha o corte, indicada pelo triângulo do símbolo.
Meio corte	corte de uma peça simétrica: metade em corte, metade em vista.
Corte parcial	corte de uma região pequena da peça, limitada por linha de ruptura.
Linha de ruptura	linha contínua estreita (zigue-zague ou à mão livre) que limita uma região interrompida.
Corte em planos paralelos	corte cujo plano muda de posição, em degraus paralelos.
Seção rebatida	seção girada 90° e desenhada sobre a própria vista.
Seção deslocada	seção desenhada fora da vista, em outro lugar da folha.
Linha de simetria	traço e ponto estreita que marca o eixo de uma peça simétrica.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **18 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Item 3.2; anexo A (tabela A.1, figuras A.19, A.28, A.35 e A.36).

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17067**: desenho técnico: requisitos para as especificidades das representações ortográficas. Rio de Janeiro: ABNT, 2022 (vigência conferida no catálogo; texto não consultado).
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 10.

MÓDULO 08

Cotagem

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

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- nomear os elementos de uma cota (linha de chamada, linha de cota, limite e cifra);
- aplicar as regras de cotagem da NBR 6492:2021;
- escolher entre cotagem em série e em paralelo e saber por quê;
- cotar diâmetros, raios, chanfros e furos repetidos;
- cotar um cômodo: cotas parciais, cota geral, vãos e níveis (N.A. e N.O.);
- conferir uma cotagem: somas, repetições e unidades.

Antes de começar: Módulos 1 (linhas), 3 (escalas) e 4 (vistas).

8.1 O que é cotar e os elementos da cota

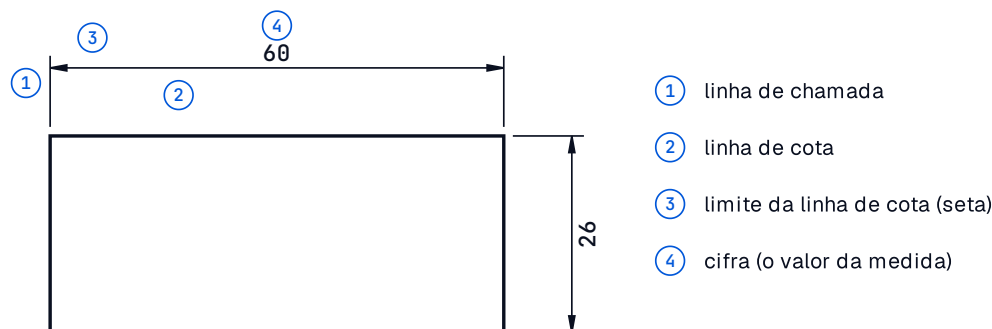
Um desenho mostra a forma. As medidas vêm das **cotas**. Sem cotas, quem constrói não sabe quanto mede cada parte; com cotas demais, ou mal postas, também se confunde.

DEFINIÇÃO

Cota: a medida de uma parte do desenho, escrita sobre ele com linhas e números padronizados. Para a NBR 6492:2021, é toda e qualquer medida expressa nas peças gráficas do projeto.

DEFINIÇÃO

Cotagem: o trabalho de colocar as cotas em um desenho.



LIMITES USADOS NA COTA



SETA



TRAÇO OBLÍQUO



PONTO

© Ulysses Cesar

Os elementos de uma cota: (1) linha de chamada, (2) linha de cota, (3) limite, (4) cifra.

- **Linha de chamada:** sai da peça e vai até além da linha de cota. É contínua estreita e para a 2 mm ou 3 mm do objeto (NBR 6492:2021, A.5.1).

- **Linha de cota:** linha paralela à medida, entre as duas linhas de chamada. É contínua estreita e fica de preferência **fora** do desenho.
- **Limite da linha de cota:** marca em cada ponta da linha de cota. A norma admite seta, traço oblíquo e ponto (figura A.20). Em um mesmo desenho, use sempre o mesmo limite.
- **Cifra:** o número que diz a medida. Tem 2,5 mm ou 1,8 mm de altura e **não encosta** na linha de cota.

COTA É MEDIDA REAL, NÃO DO PAPEL

A cifra é **sempre a medida real** da peça ou da obra, qualquer que seja a escala do desenho. Uma parede de 3,80 m é cotada 3,80 em 1:50 e também em 1:100; o que muda é o tamanho dela no papel.

DICA

Cote só depois de terminar o desenho. Assim, você vê onde há espaço para as linhas de cota e evita cruzamentos.

8.2 Regras de cotação

Boa cotação é como boa pontuação: ninguém repara quando está certa, e todo mundo tropeça quando está errada. As regras abaixo vêm da NBR 6492:2021 e da prática do desenho técnico.

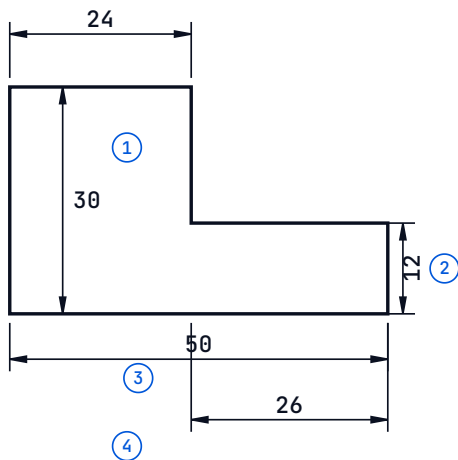
A norma pede

- As cotas usam o **sistema métrico**, e **uma só unidade** em um mesmo desenho (por exemplo, tudo em metros).
- As linhas de cota ficam, de preferência, **fora do desenho**.
- 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.
- Quando a medida não cabe na própria cota, coloca-se a cota ao lado, com uma linha indicando o lugar exato.
- **Nos cortes, só se marcam as cotas verticais.**
- **Evita-se duplicar cotas.** Cada medida aparece uma vez.

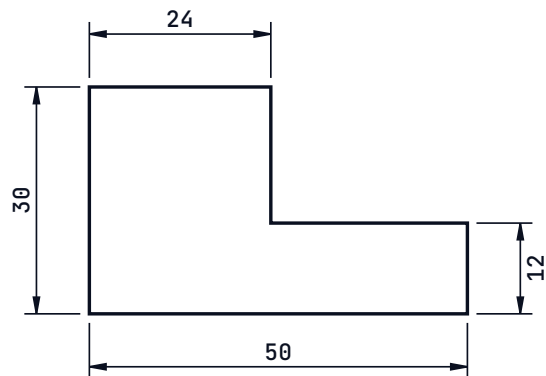
A prática recomenda

- Cotas **menores perto** do desenho e **maiores longe**: assim as linhas de chamada não cruzam linhas de cota.
- Linhas de cota separadas umas das outras por 7 mm a 10 mm (valor de referência da prática).
- Uma linha de cota nunca é continuação de linha do desenho, nem eixo, nem aresta.
- A cifra se lê de baixo para cima nas cotas verticais, e da esquerda para a direita nas horizontais, como nas figuras A.21 e A.22 da norma.
- Não se cota a linha invisível (tracejada): cota-se a vista em que a forma aparece.

ERRADO



CERTO



© Ulysses Cesar

À esquerda, quatro defeitos de cotagem: (1) cota dentro do desenho; (2) cifra e chamadas encostadas; (3) cotas que se cruzam; (4) cota repetida. À direita, a mesma peça bem cotada.

ERRO CLÁSSICO

Cotar tudo. Cotar demais atrapalha. Se três medidas determinam a quarta, a quarta não precisa ser cotada. No exemplo, 50 e 24 já dizem que o resto é 26.

8.3 Cotas em série e em paralelo

Há mais de uma maneira de organizar as cotas de uma peça com vários furos ou vários degraus. A escolha muda como o erro de execução se espalha.

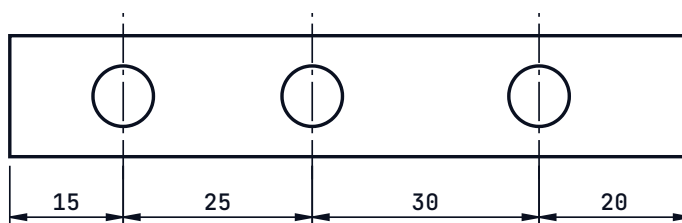
DEFINIÇÃO

Cotagem em série (ou em cadeia): cada cota vai de um ponto ao seguinte, formando uma cadeia. A soma das cotas dá o comprimento total.

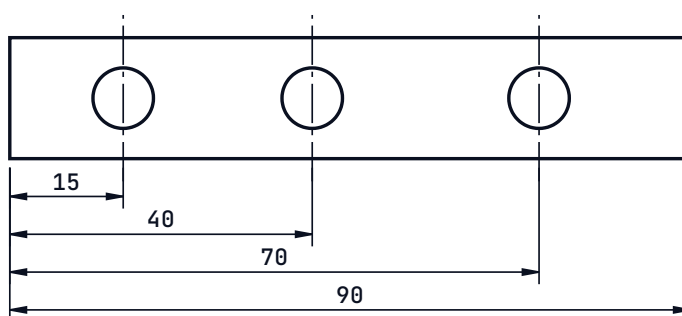
DEFINIÇÃO

Cotagem em paralelo (a partir de uma base): todas as cotas partem do mesmo ponto ou da mesma face, a base. Cada cota é maior que a anterior.

EM SÉRIE



EM PARALELO, A PARTIR DE UMA BASE



© Ulysses Cesar

A mesma placa cotada em série (15, 25, 30, 20) e em paralelo (15, 40, 70, 90).

	EM SÉRIE	EM PARALELO
como lê	cada medida é a distância entre vizinhos	cada medida é a distância até a base
erro de execução	acumula: cada cota soma o seu erro	não acumula: cada cota tem o seu erro, sozinha
bom para	quando só a distância entre vizinhos importa	quando a posição absoluta de cada parte importa
espaço no desenho	ocupa uma linha só	ocupa várias linhas de cota

O ERRO QUE ACUMULA

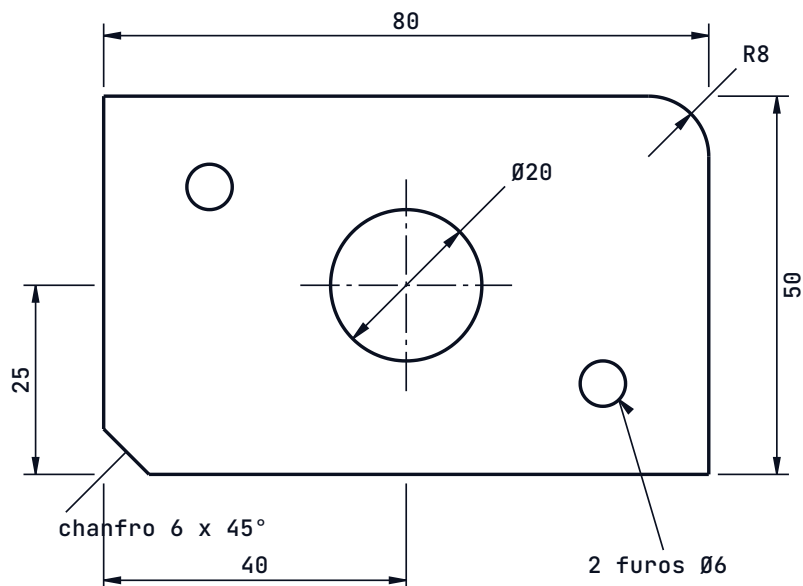
Suponha que cada medida possa errar até 0,2 mm. Na cadeia de 4 cotas da figura, o último trecho pode ficar errado de até $4 \times 0,2 = 0,8$ mm. Na cotagem em paralelo, cada posição depende de uma só cota, e o erro máximo continua 0,2 mm.

DICA

Em desenho de arquitetura, as cotas parciais de uma parede (trechos de alvenaria e vãos) formam uma cadeia, e a cota geral, fora delas, diz a soma. A conferência é: a soma das parciais é igual à geral.

8.4 Cotar diâmetros, raios, chanfros e furos repetidos

Peças têm círculos, cantos arredondados e cantos cortados. Cada um tem um símbolo para dizer a medida sem escrever mais do que o necessário.



© Ulysses Cesar

Placa com furo central, dois furos pequenos, canto arredondado e chanfro. As cotas gerais ficam fora.

ELEMENTO	COMO SE COTA	SÍMBOLO
círculo, furo	linha de cota através do círculo, com setas tocando-o, ou chamada com seta; a cifra vem com o símbolo de diâmetro	Ø antes do número: Ø20
canto arredondado, arco	linha de chamada a partir do centro do arco, com uma seta só, tocando o arco	R antes do número: R8
chanfro de 45°	uma indicação com a medida do lado e o ângulo	6 x 45°
furos iguais	uma só cota, com a quantidade antes	2 furos Ø6

Roteiro para cotar uma peça

- 1 Medidas gerais**
Cote primeiro o comprimento e a altura totais da peça, fora do desenho.
- 2 Posição dos furos**
Cote o centro de cada furo (ou de um só, se são iguais e alinhados) a partir da face-base.
- 3 Tamanho**
Cote o diâmetro de cada furo diferente, uma vez só, com Ø.
- 4 Cantos**
Cote os raios com R e os chanfros com a medida e o ângulo.
- 5 Confira**
Falta alguma medida? Há medida repetida? As somas fecham?

ERRO CLÁSSICO

Cotar o furo sem o símbolo. Um número solto não diz se a medida é do diâmetro, do raio ou de uma distância. O Ø e o R existem para isso.

8.5 Cotas de edificação: parciais, geral, vãos e níveis

Em arquitetura, as cotas vão em metros, com duas casas depois da vírgula, e se organizam em camadas: as parciais perto da planta, a geral longe.

DEFINIÇÃO

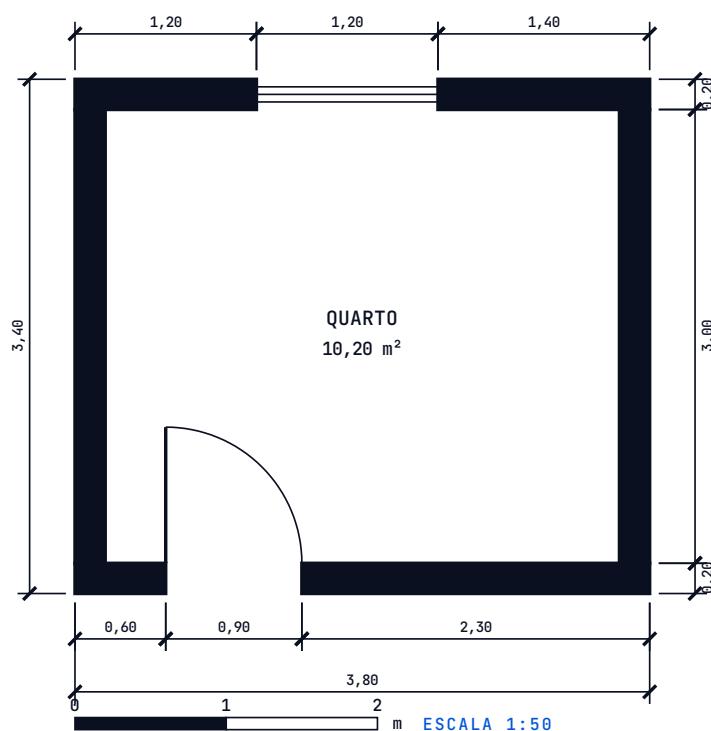
Cota parcial: medida de um trecho: um pedaço de parede, um vão de porta ou janela, a espessura de uma parede.

DEFINIÇÃO

Cota geral: medida do conjunto: o comprimento ou a largura total da edificação. Fica na linha de cota mais afastada.

DEFINIÇÃO

Vão: abertura na parede para porta ou janela. A NBR 6492:2021 (A.5.2) manda cotar o vão **acabado**, pronto para receber a esquadria.



© Ulysses Cesar

Cômodo de vãos livres 3,40 m por 3,00 m, em 1:50. Em baixo e em cima, parciais e geral; à direita, as espessuras e o vão livre; à esquerda, a medida geral.

Confira que as parciais fecham. Embaixo: $0,60 + 0,90 + 2,30 = 3,80$, que é a cota geral. Em cima: $1,20 + 1,20 + 1,40 = 3,80$. À direita: $0,20 + 3,00 + 0,20 = 3,40$.

A área do cômodo, pelas medidas livres, é $3,40 \times 3,00 = 10,20 \text{ m}^2$. Com as paredes, a planta mede $3,80 \times 3,40 \text{ m}$.

Cotas de nível

DEFINIÇÃO

Cota de nível: indica a altura de um ponto em relação a um nível de referência, o zero do projeto. Tem sinal: + acima, – abaixo.

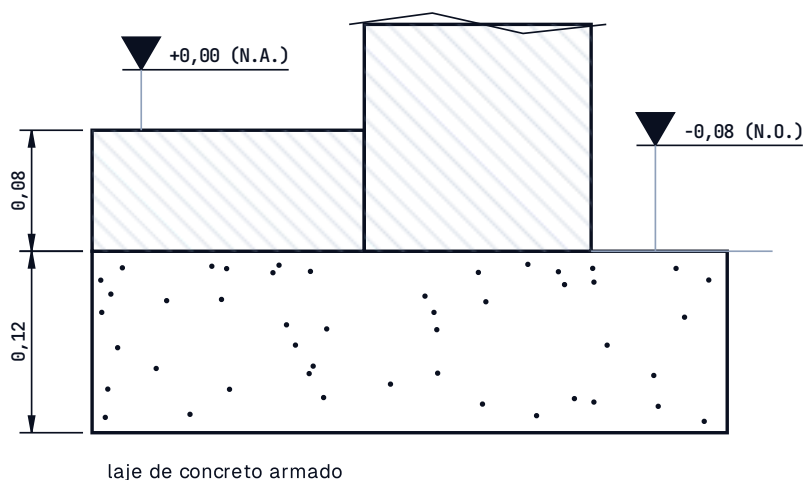
DEFINIÇÃO

Nível acabado (N.A.): nível que considera a espessura do revestimento: é a altura do piso pronto.

DEFINIÇÃO

Nível em osso (N.O.): nível que não considera o revestimento e o que vai embaixo dele: é a altura da estrutura, da laje bruta.

DETALHE, ESCALA 1:5



© Ulysses Cesar

Detalhe 1:5: o piso pronto está em +0,00 (N.A.); a laje, sem o revestimento de 0,08 m, está em -0,08 (N.O.).

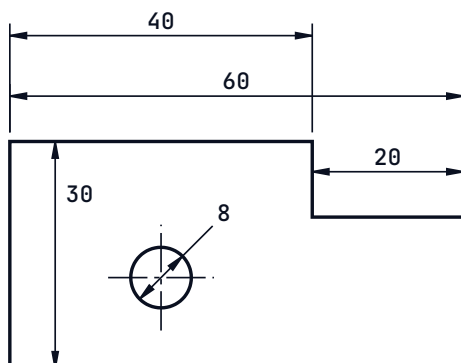
- Nas **plantas**, a cota de nível se escreve em um símbolo de círculo de 5 mm, com o valor ao lado (figura A.23).
- Nos **cortes**, o símbolo é um triângulo de 5 mm sobre o nível, com a linha estendida e o valor acima (figura A.24).
- Nos cortes, só se marcam cotas verticais (NBR 6492:2021, A.5.1).

NA NORMA

A mesma norma pede, nos eixos de uma planta, números (1, 2, 3...) para os eixos transversais e letras (A, B, C...) para os longitudinais (item A.6.1). Os eixos aparecem no módulo 9.

8.6 Conferir uma cotaagem

Antes de entregar, confira. Cotação errada custa obra refeita.



© Ulysses Cesar

Esta chapa foi cotada com erros. Aponte-os (as respostas estão nos exercícios).

Seis conferências

- 1 **Somas**
A soma das cotas parciais é igual à cota geral? Em cadeia, cada trecho fecha com a soma?
- 2 **Repetição**
Alguma medida aparece duas vezes, ou pode ser calculada a partir das outras?
- 3 **Falta**
Há medida que falta para alguém construir? Diâmetros, posições e alturas?
- 4 **Unidades**
Todas as cotas estão na mesma unidade?
- 5 **Lugares**
As cotas estão fora do desenho, as menores perto e as maiores longe, sem cruzamento?
- 6 **Símbolos**
Ø, R, N.A. e N.O. estão onde devem?

IDEIA-CHAVE

Cotar é dizer o necessário e suficiente, uma vez só, na mesma unidade e no lugar onde quem lê espera encontrar.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Cotar em unidades misturadas. Em um mesmo desenho, uma só unidade.

ERRO CLÁSSICO

Duplicar cotas. Cada medida aparece uma vez.

ERRO CLÁSSICO

Cotar dentro do desenho. As linhas de cota ficam de preferência fora.

ERRO CLÁSSICO

Cruzar linhas de cota. As menores perto, as maiores longe.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer o Ø ou o R. Sem o símbolo, o número não diz de que medida se trata.

ERRO CLÁSSICO

Cotas parciais que não somam a cota geral. Confira sempre as somas.

ERRO CLÁSSICO

Cotar a medida do papel. A cota é a medida real, em qualquer escala.

ERRO CLÁSSICO

Marcar cotas horizontais em um corte. Nos cortes, só cotas verticais.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Cota: linha de chamada, linha de cota, limites e cifra; a cifra é a medida real, em qualquer escala.
- Regras da NBR 6492: sistema métrico, uma unidade só, linhas de cota fora do desenho, chamadas a 2 mm a 3 mm, cifras de 2,5 ou 1,8 mm, nada duplicado.
- Em série, o erro acumula; em paralelo, não.
- Ø para diâmetro, R para raio, 6 x 45° para chanfro, 2 furos Ø6 para furos iguais.
- Em arquitetura, as parciais ficam perto da planta e a geral longe; a soma das parciais é igual à geral.
- Vão se cota acabado; nível acabado (N.A.) leva o revestimento, nível em osso (N.O.) não leva.
- Nos cortes, só cotas verticais.

Glossário do módulo

Cota	medida expressa sobre o desenho, com linhas e número padronizados.
Linha de chamada	linha que sai da peça até além da linha de cota.
Linha de cota	linha paralela à medida, com limites nas pontas.
Limite	seta, traço oblíquo ou ponto, nas pontas da linha de cota.
Cifra	o número da cota.
Cotagem em série	cotas de ponto a ponto, em cadeia.
Cotagem em paralelo	todas as cotas partem da mesma base.

Cota parcial	medida de um trecho da peça ou da planta.
Cota geral	medida total do conjunto.
Vão	abertura na parede para porta ou janela; cotado acabado.
Cota de nível	altura de um ponto em relação ao zero do projeto.
N.A.	nível acabado: considera o revestimento.
N.O.	nível em osso: não considera o revestimento.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **17 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Itens 3.3 a 3.6; anexo A.5 (figuras A.20 a A.26) e A.6.1.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17068**: desenho técnico: requisitos para representação de dimensões e tolerâncias. Rio de Janeiro: ABNT, 2022 (vigência conferida no catálogo; texto não consultado).
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulo 8.

MÓDULO 09

Desenho arquitetônico: projeto básico

JUNTAR TUDO EM UM PROJETO DE CASA

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

- situar as etapas de um projeto de arquitetura e o que cada uma entrega;
- desenhar e ler situação, implantação, planta baixa, corte, fachadas e cobertura de uma casa;
- usar os símbolos e convenções da NBR 6492:2021: norte, corte, eixos, níveis, P e J;
- dimensionar o projeto com cotas parciais, cota geral, vãos e níveis, e conferir as somas;
- montar os quadros de áreas e de esquadrias a partir do desenho;
- conferir planta, corte e fachada entre si, porque saem do mesmo modelo.

Antes de começar: Módulos 0 a 8.

9.1 As etapas do projeto de arquitetura

Um projeto não nasce pronto. Ele passa por etapas, e cada etapa entrega um conjunto de desenhos e de textos mais preciso que o anterior. A NBR 6492:2021 (seção 5) descreve as etapas.

ETAPA (SIGLA)	O QUE É	DESENHOS PRINCIPAIS
Levantamento (LV-ARQ)	coleta de dados sobre o terreno, a vizinhança, a legislação e o clima	plantas cadastrais, levantamento do terreno
Programa de necessidades (PN-ARQ)	lista do que o projeto precisa abrigar: ambientes, áreas, relações	organograma e esquemas
Estudo de viabilidade (EV-ARQ)	primeiras formas possíveis para o programa	estudos volumétricos, plantas e cortes esquemáticos
Estudo preliminar (EP-ARQ)	concepção inicial: funções, usos, formas e dimensões	implantação, plantas, cortes, elevações
Anteprojeto (AP-ARQ)	partido arquitetônico desenvolvido, para aprovação do cliente e dos órgãos	implantação, plantas, cobertura, cortes, fachadas, detalhes principais
Projeto para licenciamento (PL-ARQ)	o que a prefeitura e outros órgãos exigem; a forma varia por região	conforme a legislação local
Projeto executivo (PE-ARQ)	todas as informações para construir	tudo do anteprojeto, mais detalhes, cotas, especificações e quantidades

NA NORMA

As etapas e a terminologia vêm da NBR 6492:2021 (seção 5) e da série NBR 16636, que ela cita. Este módulo trabalha no nível do **anteprojeto**, que é o conjunto que o curso chama de projeto básico: situação e implantação, planta, corte, fachadas, cobertura e quadros.

IDEIA-CHAVE

Cada etapa detalha a anterior. Ninguém detalha o que ainda não decidiu.

9.2 Situação e implantação

Antes de desenhar a casa, é preciso saber onde ela fica. Duas plantas respondem a isso, em escalas diferentes.

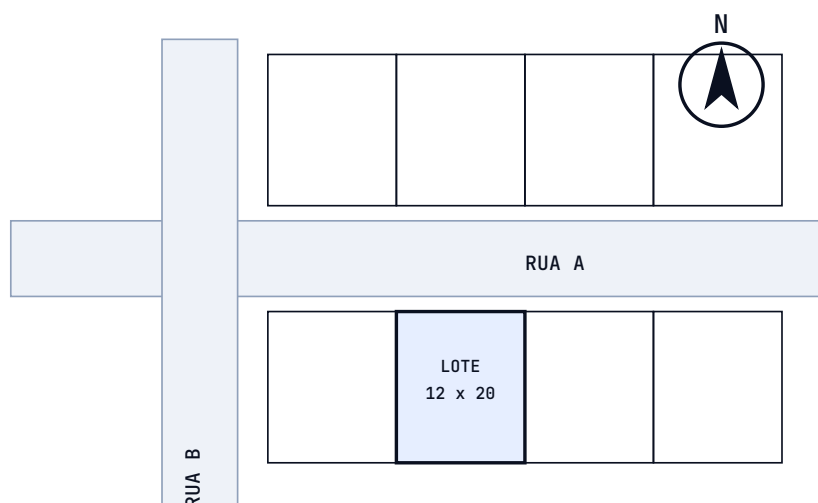
DEFINIÇÃO

Planta de situação: planta que situa a área do projeto em relação aos terrenos vizinhos, às quadras e às ruas que a limitam (NBR 6492:2021, item 3.19). Em geral, não tem escala.

DEFINIÇÃO

Planta de implantação: planta que mostra a edificação no lote: dimensões do terreno, recuos, projeção da cobertura e áreas permeáveis e impermeáveis (item 3.17), em escala compatível.

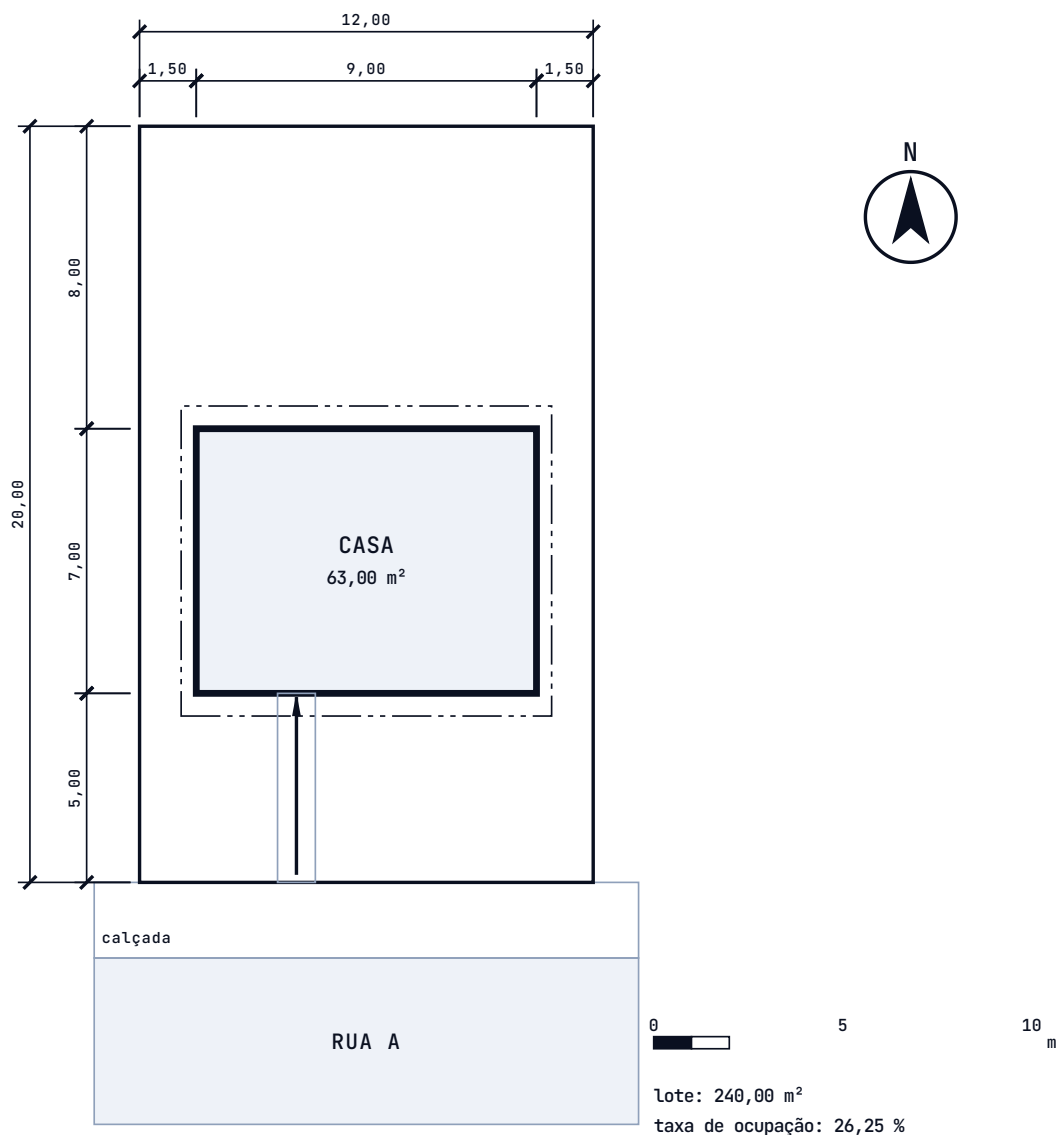
SITUAÇÃO, SEM ESCALA



© Ulysses Cesar

Situação: o lote de 12 m por 20 m na quadra, com as ruas e o norte.

IMPLANTAÇÃO, ESCALA 1:200



© Ulysses Cesar

Implantação, 1:200: lote, casa, projeção do telhado (traço e dois pontos), acesso, recuos cotados, norte e escala gráfica.

DEFINIÇÃO

Recuo: distância que a construção deve guardar entre ela e a divisa do lote. Os valores obrigatórios vêm da legislação do município.

DEFINIÇÃO

Taxa de ocupação: a parte do lote coberta pela projeção da construção: área construída térrea ÷ área do lote.

Na casa-modelo: o lote mede $12 \times 20 = 240 \text{ m}^2$, e a casa ocupa $9,00 \times 7,00 = 63,00 \text{ m}^2$. A taxa de ocupação é $63 \div 240 = 26,25 \%$.

- Recuo frontal: 5,00 m. Recuos laterais: 1,50 m de cada lado ($12,00 - 9,00 = 3,00$; $3,00 \div 2 = 1,50$). Recuo de fundos: $20,00 - 5,00 - 7,00 = 8,00 \text{ m}$.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 (seção 5.1, documentos escritos do levantamento) lista, entre os dados legais que o projeto precisa conhecer, a taxa de ocupação, o coeficiente de aproveitamento, os gabaritos, os alinhamentos e os recuos. Os valores permitidos dependem do município.

ERRO CLÁSSICO

Inventar recuo. Recuo, taxa e coeficiente vêm da lei do local. Antes de implantar a casa, confira o que o município exige.

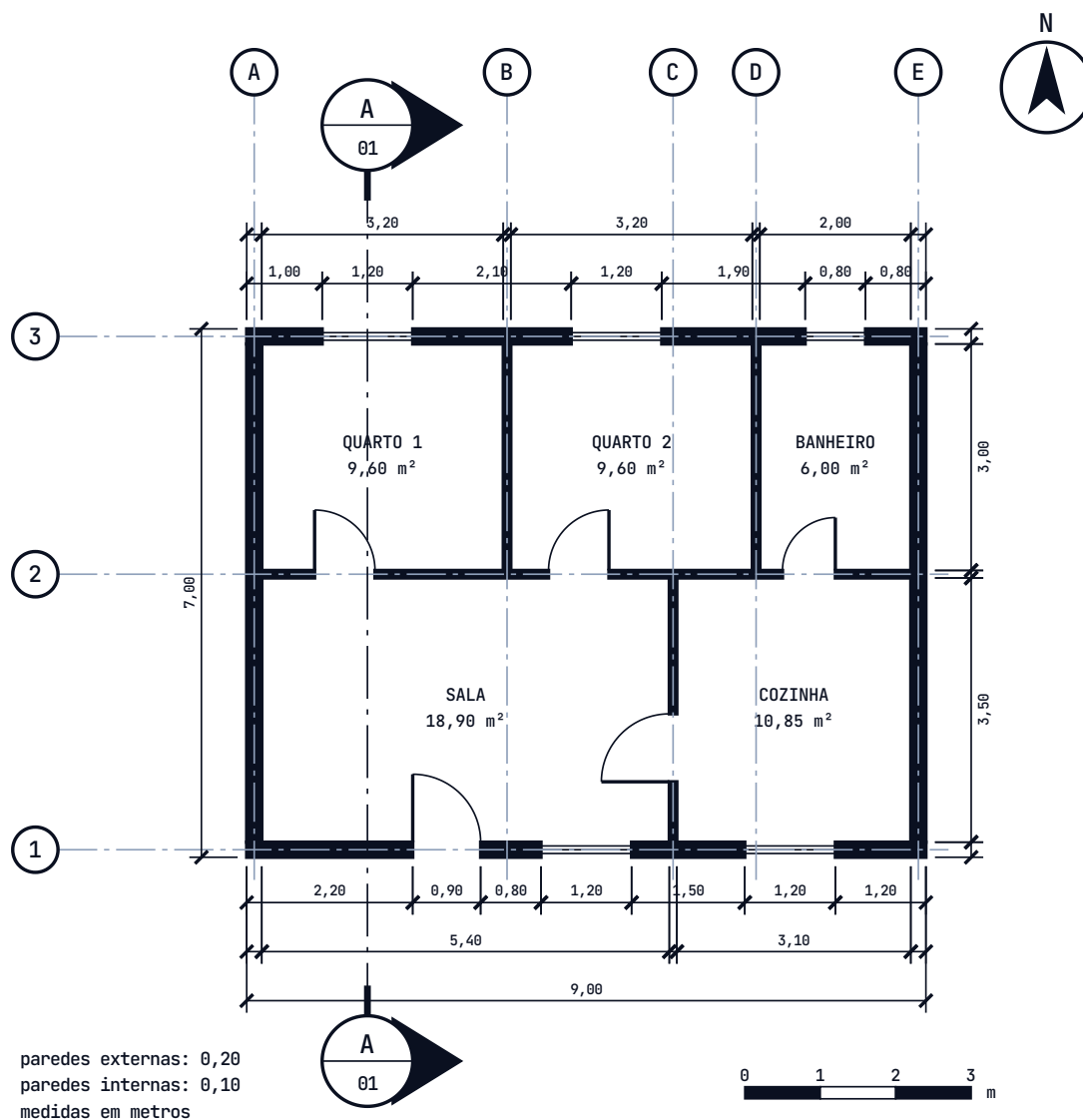
9.3 Planta baixa

A planta baixa é o desenho que mais se lê em um projeto. Quem a entende já sabe onde ficam os cômodos, as portas e as janelas.

DEFINIÇÃO

Planta baixa (ou planta de pavimento): vista de cima da edificação, depois de cortada por um plano horizontal imaginário. A NBR 6492:2021 recomenda que esse plano passe a 1,50 m do piso, e que as exceções sejam informadas.

PLANTA BAIXA, ESCALA 1:100



Planta baixa da casa-modelo, em 1:100, com cotas, eixos, indicação do corte A-A, norte e escala gráfica.

O plano passa a 1,50 m. Por isso **aparecem cortados** as paredes (em preto), as portas e as janelas cujo peitoril fica abaixo de 1,50 m. Uma janela cujo peitoril está acima de 1,50 m não seria cortada (veja a nota da lição 9.7).

O QUE APARECE	COMO SE DESENHA (ESCALA 1:100)
paredes cortadas	preenchidas de preto (0,20 m vira 2 mm no papel)
porta de giro	folha em linha larga, perpendicular à parede, e arco de 90° em linha estreita
janela	três linhas estreitas ao longo do vão, dentro da espessura da parede
ambiente	nome e área, no centro do cômodo
cotas	parciais perto, geral longe; só os trechos que cabem têm cifra
eixos	linhas traço e ponto estreitas com círculo; letras nas verticais e números nas horizontais
corte A-A	linha de corte, símbolos nas extremidades, triângulo no sentido de observação

Como desenhar a planta baixa

- 1 Eixos e paredes**
Trace os eixos das paredes, depois as espessuras (0,20 m externas e 0,10 m internas) em linha leve.
- 2 Vãos**
Marque os vãos de portas e janelas. Abra as paredes nesses pontos.
- 3 Esquadrias**
Desenhe as folhas das portas, com seu arco, e as linhas das janelas.
- 4 Reforce**
Preencha as paredes cortadas e reforce o contorno.
- 5 Ambientes**
Escreva o nome e a área de cada cômodo.
- 6 Cotas e símbolos**
Cote (parciais e geral), ponha eixos, norte, indicação de corte e escala gráfica.

Áreas pelos vãos livres: sala 18,90 m², cozinha 10,85 m², quarto 1 9,60 m², quarto 2 9,60 m², banheiro 6,00 m². Área útil: 54,95 m². Área construída (externa): $9,00 \times 7,00 = 63,00$ m². As paredes ocupam 8,05 m².

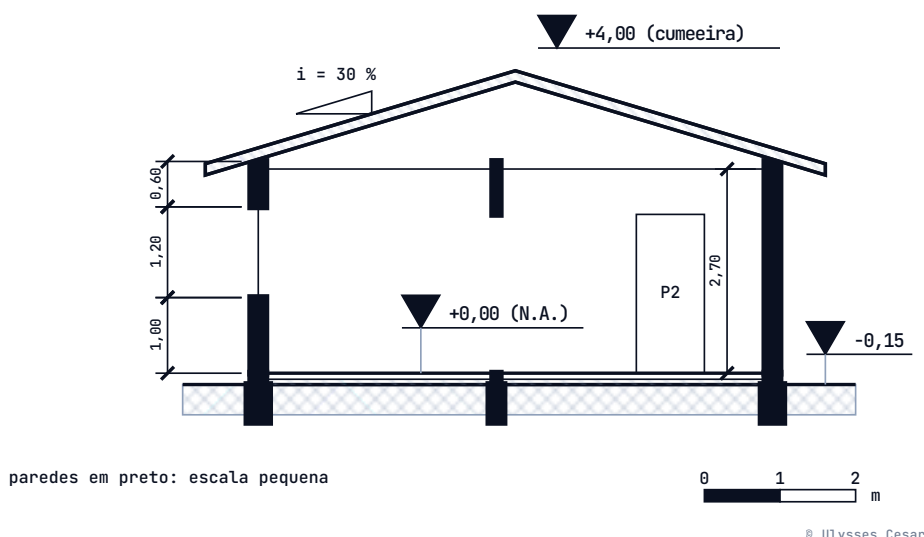
ERRO CLÁSSICO

Calcular a área pela medida externa. Área de um cômodo se calcula pelos vãos livres, entre as faces internas. Medida externa dá a área construída, que é outra coisa.

9.4 Cortes

O corte mostra o que a planta não mostra: as alturas. É por ele que se leem o pé-direito, o peitoril das janelas, o telhado e os níveis.

CORTE A-A, ESCALA 1:100



Corte A-A da casa-modelo, em 1:100. O plano passa pela porta P3 e pela janela J3.

No corte A-A, o plano de corte passa pelo trecho $x = 1,60$ m da planta, olhando para a direita (o triângulo do símbolo aponta para a direita). O fundo da casa fica à esquerda, e a frente, à direita.

- As paredes que o plano **atravessa** aparecem cortadas (em preto). Onde há porta ou janela, a parede se interrompe: a porta P3, na parede de divisa dos quartos, deixa só o trecho de cima (a verga); a janela J3, na parede dos fundos, deixa o peitoril e a verga.
- A parede da frente, que o plano atravessa em um trecho sem abertura, aparece inteira.
- O que está **depois** do plano aparece em linha estreita: aqui, a porta P2, que está na parede entre a sala e a cozinha.
- O telhado aparece em corte, com a cumeeira, os beirais e a inclinação (30 %).
- Nos cortes, só se marcam **cotas verticais**: peitoril 1,00; janela 1,20; verga 0,60; pé-direito 2,70.
- O nível +0,00 é o piso acabado; o terreno fica 0,15 m abaixo, em -0,15.

Como desenhar o corte a partir da planta

- 1 Níveis**
Trace as linhas de nível: terreno, piso (+0,00), forro, topo das paredes e cumeeira.
- 2 Paredes cortadas**
Desenhe as paredes que o plano atravessa, abrindo os vãos de portas e janelas que ele corta.
- 3 O que se vê depois**
Acrescente, em linha estreita, as portas das paredes perpendiculares ao plano.
- 4 Telhado**
Desenhe o telhado em corte, com a inclinação.

5 Cotas e níveis

Marque as cotas verticais e as cotas de nível.

IDEIA-CHAVE

Planta e corte são o mesmo edifício visto de dois lados. Tudo o que o plano de corte atravessa na planta tem de aparecer cortado no corte.

9.5 Fachadas e elevações

A fachada mostra a casa vista de fora, de frente: é o que se vê da rua. Serve para conferir as aberturas, o telhado e as alturas.

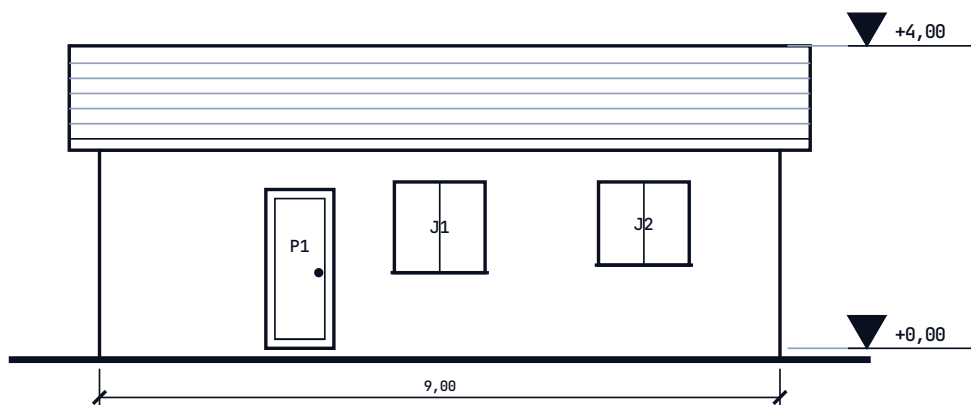
DEFINIÇÃO

Fachada: representação gráfica, em projeção vertical ortogonal, de cada um dos lados planos externos de uma edificação (NBR 6492:2021, item 3.11).

DEFINIÇÃO

Elevação: representação em projeção vertical ortogonal de planos internos ou de elementos da edificação (item 3.8); complementa o que cortes e plantas não mostram.

FACHADA FRONTAL, ESCALA 1:100

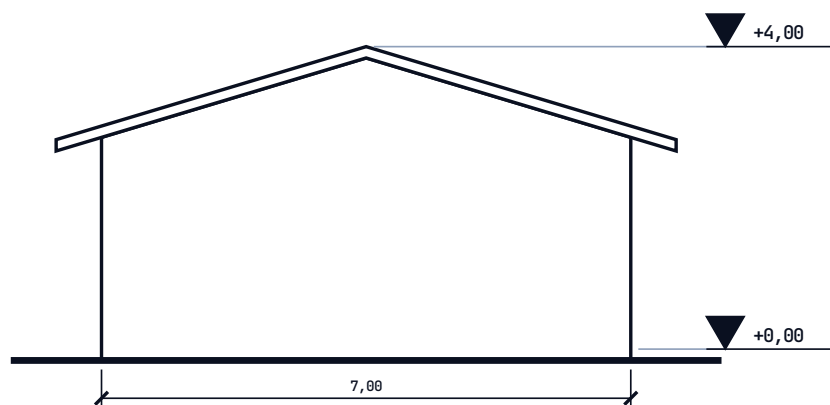


© Ulysses Cesar

Fachada frontal, 1:100: porta P1, janelas J1 e J2, o telhado visto de frente, e as cotas de nível.

- As aberturas aparecem nos mesmos lugares da planta: P1 em x de 2,20 a 3,10; J1 de 3,90 a 5,10; J2 de 6,60 a 7,80.
- As alturas são as do corte: porta com 2,10; janelas com peitoril de 1,00 e 1,10.
- O telhado vê-se como um retângulo, do beiral até a cumeeira (+4,00), porque a cumeeira é paralela à fachada.

FACHADA LATERAL ESQUERDA, ESCALA 1:100



© Ulysses Cesar

Fachada lateral esquerda, 1:100: a parede lateral sobe até o telhado (empena) e o beiral avança de cada lado.

NA NORMA

A NBR 6492:2021 recomenda que todas as fachadas sejam representadas pelo projeto, e que os cortes transversais e longitudinais possam ser marcados nelas (itens 3.11 e 4.1.2).

DICA

Desenhe a fachada logo depois da planta. Cada abertura vem da planta (posição) e do corte (altura). Se não houver corte ainda, use a tabela de esquadrias.

ERRO CLÁSSICO

Desenhar a fachada sem olhar a planta. A porta fica no lugar errado, a janela some. A fachada é consequência da planta e do corte.

9.6 Cobertura e inclinação

O telhado cobre a casa e leva a chuva para fora. Duas coisas importam: a forma (quantas águas) e a inclinação (quanto cada água cai).

DEFINIÇÃO

Água (de telhado): cada plano inclinado de um telhado. A casa-modelo tem duas águas, uma para a frente e outra para os fundos.

DEFINIÇÃO

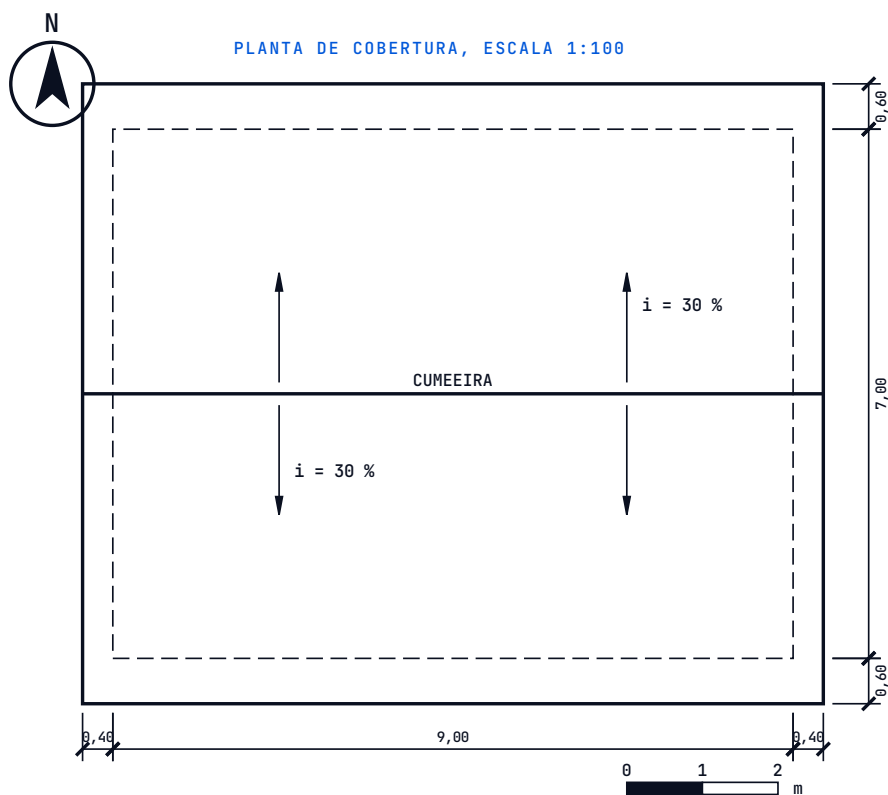
Cumeeira: linha mais alta do telhado, onde as águas se encontram.

DEFINIÇÃO

Beiral: parte do telhado que passa para fora da parede.

DEFINIÇÃO

Inclinação (em %): a subida do telhado a cada 100 de percurso horizontal: $i = \text{subida} \div \text{percurso} \times 100$. Uma inclinação de 30 % sobe 0,30 m a cada 1,00 m.



© Ulysses Cesar

Planta de cobertura, 1:100: contorno do telhado, cumeeira, setas de caimento com a inclinação e beirais cotados. As paredes estão em tracejado, sob o telhado.

EXEMPLO RESOLVIDO

A cumeeira da casa-modelo

Do beiral frontal (0,60 m fora da parede) até a cumeeira, o percurso horizontal é $3,50 + 0,60 = 4,10$ m. A subida é $0,30 \times 4,10 = 1,23$ m. O ângulo é $\arctg 0,30 = 16,7^\circ$. O telhado nasce no topo da parede (+2,80), mais a espessura do telhado (0,15): 2,95 m. A cumeeira fica em $2,95 + 0,30 \times 3,50 = +4,00$.

O comprimento inclinado de cada água é $\sqrt{(4,10^2 + 1,23^2)} = 4,281$ m. A cobertura tem duas águas de 4,281 por 9,80 m (9,00 mais 0,40 de beiral de cada lado). A área é $2 \times 4,281 \times 9,80 = 83,90 \text{ m}^2$.

NA NORMA

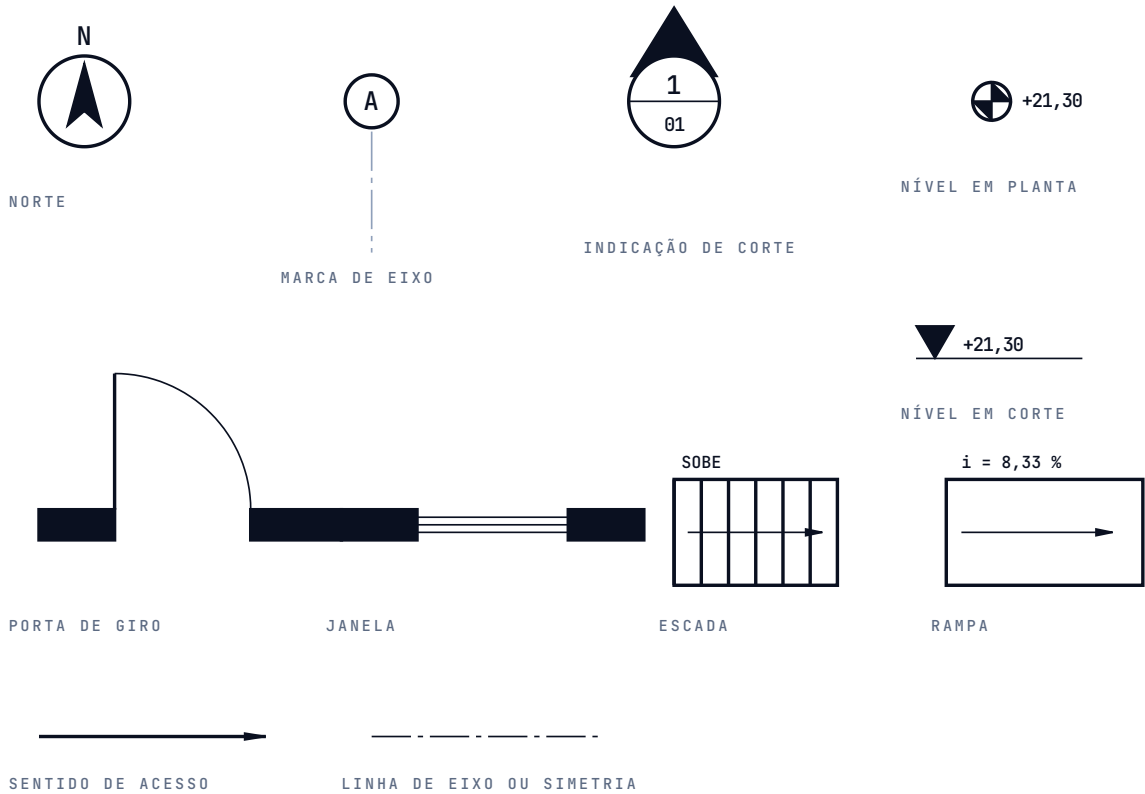
A NBR 6492:2021 pede, na planta de cobertura, o sentido de escoamento das águas pluviais e a inclinação, e, nos cortes, a cobertura com a inclinação indicada (seções 5.4 e 5.5).

ERRO CLÁSSICO

Medir a área do telhado na planta. A água inclinada é maior que sua projeção em planta. Para a área real, use o comprimento inclinado.

9.7 Símbolos e convenções

Um projeto é lido por muita gente: pedreiro, engenheiro, fiscal. Para todos entenderem sem perguntar, os símbolos seguem a norma.



© Ulysses Cesar

Alguns símbolos de projeto: norte, eixo, corte, nível em planta e em corte, porta, janela, escada, rampa e acesso.

SÍMBOLO	QUANDO SE USA	REGRA DA NBR 6492:2021
norte	em todas as plantas e na situação	indicação de norte (Anexo A)
indicação de corte	para ligar a planta ao corte	círculo de 12 mm, número do desenho em cima e da prancha embaixo; triângulo no sentido de observação (A.19)
eixos	para localizar paredes e pilares	números e letras nas linhas de eixo, em círculos (A.6.1 e figura A.27); letras nas linhas verticais, no alto, e números nas horizontais, na lateral
P e J	para designar portas e janelas	P1, P2, ... e J1, J2, ... (A.8.1)
nível	para marcar alturas	círculo de 5 mm na planta, triângulo de 5 mm no corte; N.A. e N.O. (A.5.3)
ambientes	para nomear cômodos	todos os compartimentos levam o nome nas plantas gerais (A.8.2)

- **Escada:** cada degrau é uma linha; uma seta mostra o sentido e a palavra SOBE (ou DESCE) diz para onde se vai.

- **Rampa:** uma seta mostra o sentido da subida, com a inclinação escrita em porcentagem. Valor de referência de ensino: inclinação máxima de 8,33 % (1:12) em rampas de acessibilidade; confira a NBR 9050 vigente.
- **Acesso:** seta cheia, mostrando o caminho da calçada até a porta.

JANELA ALTA NA PLANTA

A planta é cortada a 1,50 m. Uma janela com peitoril acima disso (por exemplo, a 1,60 m, em banheiro) não é cortada: a parede aparece cheia, e a janela costuma ser indicada em linha tracejada. Na casa-modelo, a janela J5 do banheiro tem peitoril a 1,40 m, e por isso aparece cortada.

DICA

Quando houver um símbolo que o leitor possa não conhecer, ponha-o na legenda da prancha: a NBR 6492:2021 pede a legenda de símbolos perto do carimbo.

9.8 Dimensionamento do projeto

Dimensionar é decidir e cotar as medidas do projeto. No anteprojeto, as medidas principais; no executivo, todas. A cotagem do módulo 8 se aplica aqui, camada por camada.

COTA	ONDE FICA NA PLANTA	SOMA
vãos e cheios da frente	embaixo, mais perto da planta: $2,20 + 0,90 + 0,80 + 1,20 + 1,50 + 1,20 + 1,20$	= 9,00
vãos e cheios dos fundos	em cima, mais perto: $1,00 + 1,20 + 2,10 + 1,20 + 1,90 + 0,80 + 0,80$	= 9,00
paredes e ambientes (frente)	embaixo, na segunda linha: $0,20 + 5,40 + 0,10 + 3,10 + 0,20$	= 9,00
paredes e ambientes (lateral)	à direita: $0,20 + 3,50 + 0,10 + 3,00 + 0,20$	= 7,00
medidas gerais	9,00 embaixo; 7,00 à esquerda	9,00 e 7,00

- **Parciais** perto da planta e **geral** longe, em metros com duas casas.
- **Vãos** cotados acabados (A.5.2): a medida de porta e janela é a do vão pronto para receber a esquadria.
- **Níveis:** terreno -0,15; piso acabado +0,00; N.O. do piso -0,08; cumeeira +4,00.
- **Alturas:** pé-direito 2,70; peitoril 1,00 (ou 1,10 e 1,40); porta 2,10; verga 0,60.
- **Beirais:** 0,60 na frente e nos fundos; 0,40 nas laterais (planta de cobertura).

Toda cadeia de cotas fecha em uma conta. Se a soma não der o total, há erro de desenho ou de cota. Refaça as somas antes de entregar.

ERRO CLÁSSICO

Cota de vão em osso. Cotar o vão sem o revestimento engana quem compra a esquadria. Cote o vão acabado.

9.9 Quadros: áreas, esquadrias e acabamentos

Nem tudo cabe no desenho. Quantidades, medidas e materiais vão em quadros, ao lado da planta ou no memorial. Eles devem concordar com o desenho.

Quadro de áreas

A NBR 6492:2021 (A.9.2) diz que o quadro de áreas pode estar nas pranchas ou no memorial. Os números saem das medidas da planta.

AMBIENTE	ÁREA (M ²)
Sala	18,90
Cozinha	10,85
Quarto 1	9,60
Quarto 2	9,60
Banheiro	6,00
Área útil	54,95
Paredes	8,05
Área construída	63,00

Quadro de esquadrias

A norma (A.9.3) pede que os elementos das esquadrias estejam em um quadro. Cada porta (P) e cada janela (J) da planta tem uma linha, com o código que está no desenho (A.8.1).

CÓDIGO	TIPO	LOCAL	LARGURA (M)	ALTURA (M)	PEITORIL (M)
P1	porta	sala (entrada)	0,90	2,10	-
J1	janela	sala	1,20	1,20	1,00
J2	janela	cozinha	1,20	1,10	1,10
P2	porta	sala e cozinha	0,90	2,10	-
P3	porta	quarto 1	0,80	2,10	-
P4	porta	quarto 2	0,80	2,10	-
P5	porta	banheiro	0,70	2,10	-
J3	janela	quarto 1	1,20	1,20	1,00
J4	janela	quarto 2	1,20	1,20	1,00
J5	janela	banheiro	0,80	0,50	1,40

A casa tem 5 portas e 5 janelas, no total de 10 esquadrias. As medidas do quadro são as mesmas das cotas da planta e das aberturas da fachada.

Quadro de acabamentos

Todos os acabamentos devem ser especificados e listados na prancha ou no memorial (A.8.3). O quadro diz, para cada ambiente, o material do piso, da parede e do forro.

AMBIENTE	PISO	PAREDE	FORRO
Sala e cozinha	porcelanato	pintura sobre reboco	forro de PVC
Quartos	porcelanato	pintura sobre reboco	forro de PVC
Banheiro	cerâmica antiderrapante	cerâmica até 2,10 m	forro de PVC

NA NORMA

Os acabamentos acima são exemplos inventados para ilustrar o quadro. Em um projeto real, cada especificação deve ser conferida e justificada.

IDEIA-CHAVE

Quadro e desenho dizem a mesma coisa. Se o quadro diz 5 janelas e o desenho tem 4, um dos dois está errado.

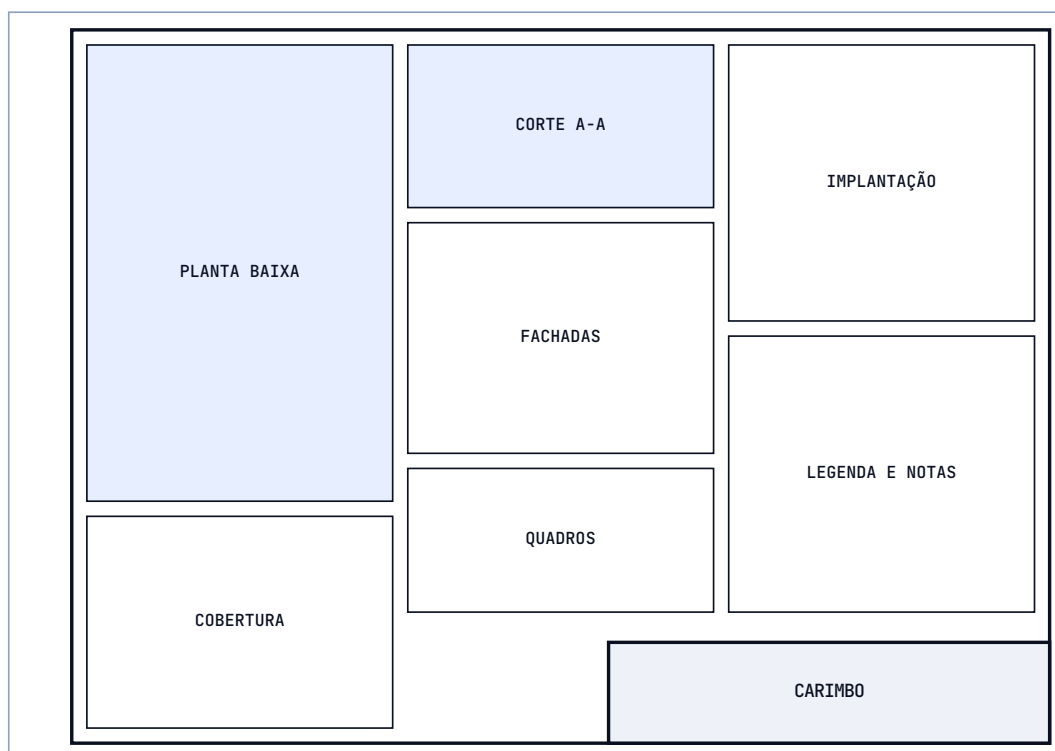
9.10 A prancha

Os desenhos de um projeto são organizados em folhas chamadas pranchas. Cada prancha tem moldura, carimbo e uma composição pensada para ser lida.

DEFINIÇÃO

Prancha: o resultado de reunir, em uma folha de desenho, desenhos e textos (NBR 6492:2021, item 3.20).

PRANCHA A3 REDUZIDA A 1/3



© Ulysses Cesar

Uma prancha A3 reduzida a um terço: planta, cobertura, corte, fachadas, quadros, implantação, legenda e carimbo.

- O formato é da série A, de A0 a A4 (item 4.3). As cópias são dobradas até o formato A4, com aba à esquerda e o carimbo visível (item 4.4).
- O carimbo fica no canto inferior direito e traz, no mínimo: empresa, cliente e nome do projeto, título do desenho, número ou letra do projeto, escala, local e data, autoria, responsáveis técnicos, revisão e espaço para chancela (item 4.5.1).
- Acima do carimbo ficam: planta-chave, escala gráfica, numeração, descrição da revisão, convenções, notas gerais, desenhos de referência e legenda de símbolos (item 4.5.2).
- Em cada prancha, os desenhos são numerados a partir de 1, e cada um tem título e escala (A.7). O número do desenho vai no símbolo de corte, junto com o número da prancha.

Como montar uma prancha

- 1 Escolha o formato**
Some a área dos desenhos e escolha a menor folha da série A em que tudo caiba, com folga para o carimbo.
- 2 Escolha a escala**
A planta, o corte e as fachadas da mesma casa costumam usar a mesma escala, para serem comparados.
- 3 Distribua**
Coloque a planta no centro de atenção; o corte e as fachadas alinhados com ela, quando possível.
- 4 Numere e titule**
Dê número, título e escala a cada desenho.
- 5 Confira**
Planta, corte, fachadas e quadros concordam entre si? O carimbo está completo?

QUANTAS ESCALAS CABEM EM UMA A3

A área útil de uma A3 em paisagem, com margem esquerda de 25 mm e as outras de 7 mm (valores de referência), é 388×283 mm. A casa-modelo, de $9,00 \times 7,00$ m, mede 90×70 mm em 1:100 e 180×140 mm em 1:50. Em 1:50, a planta sozinha ocuparia metade da folha.

Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Fachada que não concorda com a planta. Cada abertura da fachada vem da planta (posição) e do corte (altura).

ERRO CLÁSSICO

Corte que não passa pelo que a planta marca. O que a linha de corte atravessa na planta tem de aparecer cortado no corte.

ERRO CLÁSSICO

Calcular a área do cômodo pela medida externa. Use os vãos livres; a medida externa dá a área construída.

ERRO CLÁSSICO

Cadeia de cotas que não fecha. Some as parciais e confira com a geral.

ERRO CLÁSSICO

Quadro que não concorda com o desenho. Quantidades e medidas do quadro saem do desenho.

ERRO CLÁSSICO

Medir a área do telhado na planta. Use o comprimento inclinado da água.

ERRO CLÁSSICO

Esquecer a indicação de norte e a escala gráfica. Sem elas, o desenho perde a orientação e a medida quando é ampliado ou reduzido.

ERRO CLÁSSICO

Inventar recuos e índices. Eles vêm da legislação do município.

Ideias-chave

PARA LEVAR

- Projeto em etapas: levantamento, programa, viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, licenciamento e executivo; cada etapa detalha a anterior.
- Situação (onde fica o lote) e implantação (a casa no lote, com recuos) são plantas diferentes.
- Planta baixa: vista de cima depois de um corte horizontal a 1,50 m; paredes em preto, portas com arco, janelas com três linhas.
- Corte: plano vertical; alturas, peitoris, pé-direito, telhado e níveis; só cotas verticais.
- Fachadas: as aberturas vêm da planta (posição) e do corte (altura).
- Telhado: inclinação em %, cumeeira, beirais e comprimento inclinado da água.
- Símbolos da NBR 6492: norte, corte (12 mm), eixos, P e J, níveis (N.A. e N.O.).
- As cadeias de cotas fecham em contas: parciais somam a geral.
- Quadros de áreas, esquadrias e acabamentos concordam com o desenho.

Glossário do módulo

Anteprojeto	etapa em que o partido arquitetônico está desenvolvido para aprovação do cliente e dos órgãos.
Planta de situação	planta que situa o lote em relação às quadras e às ruas.
Planta de implantação	planta que mostra a edificação no lote, com recuos e projeção da cobertura.
Recuo	distância mínima entre a construção e a divisa do lote.

Taxa de ocupação	área construída térrea dividida pela área do lote.
Planta baixa	vista de cima da edificação cortada por plano horizontal, em geral a 1,50 m.
Pé-direito	altura livre entre o piso acabado e o forro.
Peitoril	altura da base da janela em relação ao piso.
Verga	trecho de parede acima da abertura de porta ou janela.
Fachada	vista vertical de um lado externo da edificação.
Cumeeira	linha mais alta do telhado.
Beiral	parte do telhado que avança para fora da parede.
Eixo	linha de referência que localiza paredes e pilares, marcada com letra ou número.
Prancha	folha de desenho com desenhos, textos e carimbo.
Quadro de esquadrias	tabela com as portas e janelas do projeto e suas medidas.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **18 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. Itens 3.8, 3.11, 3.17 a 3.20, 4 e 5; anexo A.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636**: elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Rio de Janeiro: ABNT, partes 1 a 5 (vigência conferida no catálogo; textos não consultados).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16752**: desenho técnico: requisitos para apresentação em folhas de desenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2020 (vigência conferida no catálogo; texto não consultado).
- MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. Capítulos 10, 11, 12 e 14 a 19.

MÓDULO 10

Leitura de projeto e erros clássicos

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

AO FINAL DESTES MÓDULO VOCÊ SABE

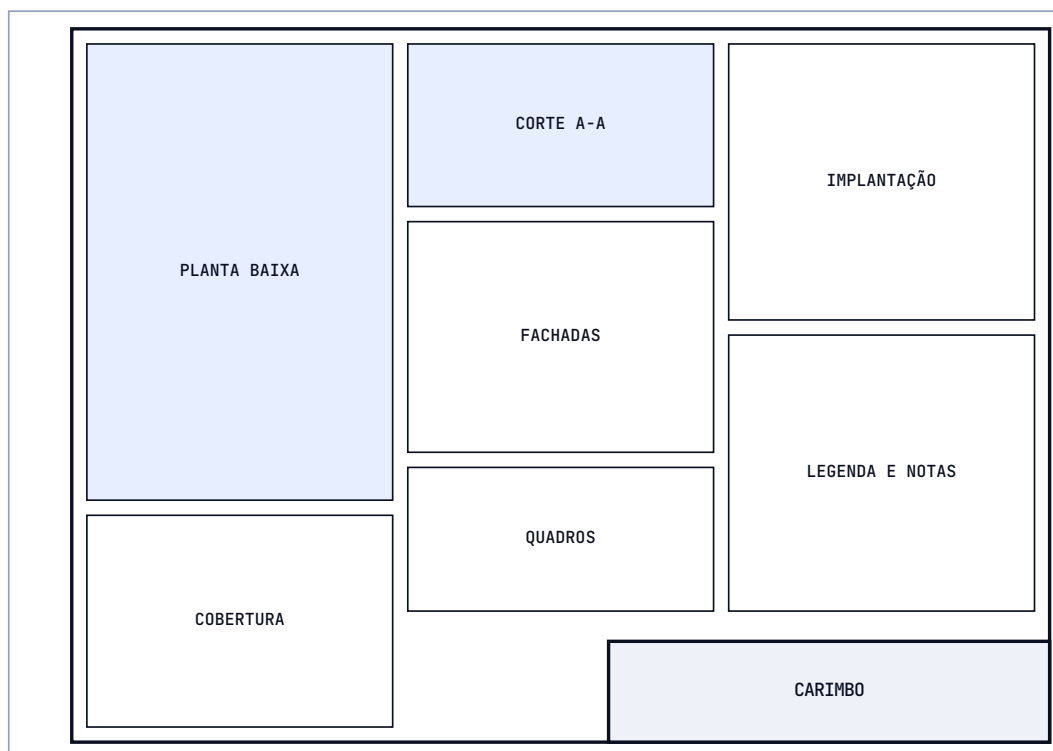
- seguir um roteiro de leitura de prancha, do carimbo aos quadros;
- conferir planta, corte e fachada entre si;
- medir e calcular na prancha: escala, área, cópias reduzidas;
- reconhecer os erros clássicos de cada módulo;
- resolver um simulado que reúne os módulos 0 a 9.

Antes de começar: Módulos 0 a 9.

10.1 Roteiro de leitura de uma prancha

Ler um projeto é diferente de olhar um desenho. Quem lê tem uma ordem, e na ordem certa pergunta o que cada parte quer dizer.

PRANCHA A3 REDUZIDA A 1/3



© Ulysses Cesar

Uma prancha de arquitetura: cada região responde a uma pergunta.

Nove passos

- 1 Carimbo**
Leia primeiro o carimbo, no canto inferior direito: qual é o projeto, o desenho, a escala, a data e a revisão. Sem isso, não se sabe o que se tem nas mãos.
- 2 Legenda e convenções**
Veja a legenda de símbolos e as notas gerais, acima do carimbo. Elas explicam o que cada símbolo da prancha significa.
- 3 Orientação e escala**
Procure o norte, a escala gráfica e a escala de cada desenho. Medidas só valem com escala.
- 4 Implantação**
Situe a casa no lote: recuos, acesso, projeção da cobertura.
- 5 Planta**
Percorra os ambientes, as portas, as janelas e os acessos. Leia nomes, áreas e cotas.
- 6 Cortes**
Leia as alturas: pé-direito, peitoris, níveis. Siga a linha de corte na planta até o corte.
- 7 Fachadas**
Veja as aberturas e o telhado vistos de fora.
- 8 Quadros e memorial**
Confira quantidades, medidas e acabamentos.
- 9 Conferência**
Planta, corte, fachada e quadros dizem a mesma coisa?

IDEIA-CHAVE

Leia do geral para o particular: primeiro a folha, depois o lote, depois a casa, depois cada detalhe.

10.2 Conferir planta, corte e fachada entre si

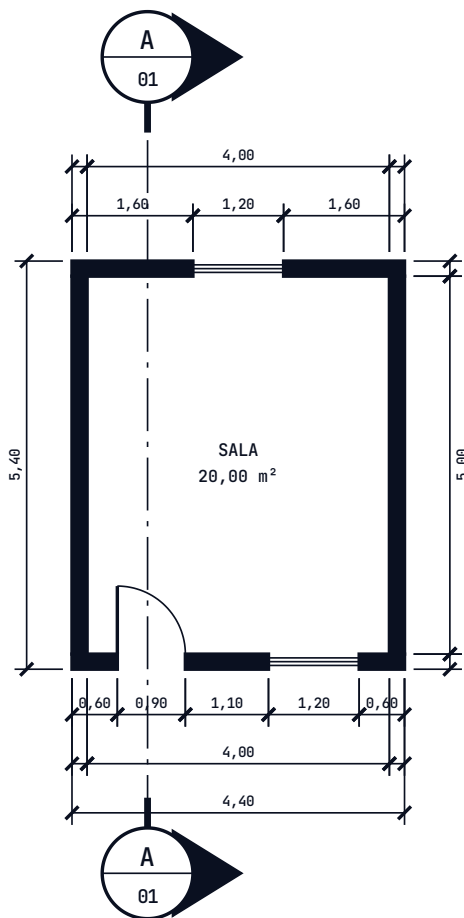
Os desenhos de um projeto são vistas do mesmo edifício. Por isso devem concordar. A conferência cruzada é a forma mais barata de encontrar erro.

O QUE CONFERIR	ONDE OLHAR	COMO CONFERIR
posição das aberturas	planta e fachada	a posição em x de cada porta e janela é a mesma nos dois desenhos
alturas das aberturas	corte, fachada e quadro de esquadrias	peitoril, altura e verga iguais nos três
lugar do corte	linha de corte na planta e corte desenhado	o que a linha atravessa na planta está cortado no corte; o que está depois do plano aparece em linha estreita
níveis	corte e fachadas	+0,00, terreno, beirais e cumeeira com os mesmos valores
inclinação do telhado	cobertura, corte e fachada	mesma inclinação em %; a cumeeira calculada bate com a cota
medidas gerais	planta, implantação e cobertura	a largura e a profundidade da casa são as mesmas; a cobertura é maior pelos beirais
áreas	planta e quadro de áreas	a soma dos ambientes é a área útil do quadro
esquadrias	planta e quadro de esquadrias	mesmo número de P e J, com os mesmos códigos

Um caso: a fachada da casinha

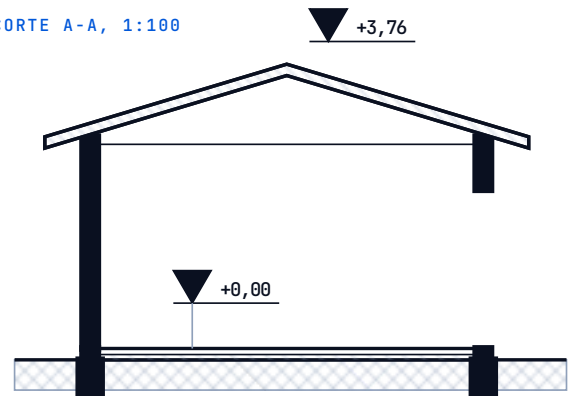
A casinha dos exercícios do módulo 9 tem a planta e o corte abaixo. Um aluno desenhou a fachada frontal. Confira: o que não bate?

PLANTA, ESCALA 1:100



© Ulysses Cesar

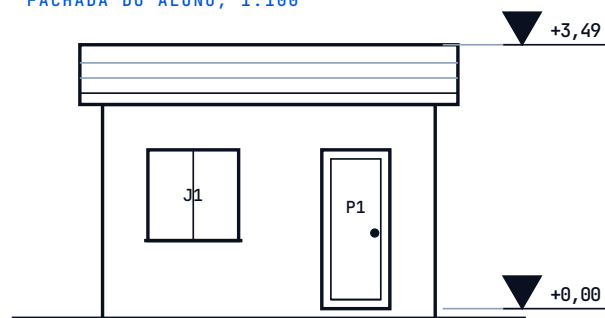
CORTE A-A, 1:100



© Ulysses Cesar

Planta e corte A-A da casinha: dados de partida.

FACHADA DO ALUNO, 1:100



© Ulysses Cesar

A fachada do aluno. Conferindo com a planta e com o corte, há três incoerências.

- **Porta e janela trocadas de lado.** Na planta, a porta P1 está à esquerda (x de 0,60 a 1,50) e a janela J1, à direita (x de 2,60 a 3,80). O aluno desenhou o contrário: espelhou a fachada.
- **Peitoril da janela a 0,90 m.** Os dados dizem 1,00 m, e a altura da janela é 1,20: a janela vai de 1,00 a 2,20.
- **Cumeeira em +3,49.** Com 30 % de inclinação, a cumeeira sobe $0,30 \times 2,70 = 0,81$ sobre os 2,95 do topo do telhado nas paredes: +3,76. O aluno usou 20 %.

IDEIA-CHAVE

Cada erro desse jeito se pega em segundos, se alguém confere. Em obra, custa muito mais.

10.3 Medir e calcular na prancha

Com a escala, qualquer medida do papel vira medida real, e vice-versa. As contas são curtas.

AS TRÊS CONTAS

Comprimento: $\text{real} = \text{papel} \times \text{denominador da escala}$; $\text{papel} = \text{real} \div \text{denominador}$. **Área:** $\text{real} = \text{papel} \times \text{denominador}^2$. **Cópia reduzida:** se a cópia está a $k\%$ do original, a escala efetiva é a escala escrita $\div (k \div 100)$.

EXEMPLO RESOLVIDO

Do papel para o real

Em uma planta em 1:75, uma parede mede 38 mm no papel. A medida real é $38 \times 75 = 2.850 \text{ mm} = 2,85 \text{ m}$.

EXEMPLO RESOLVIDO

Do real para o papel

Uma parede de 3,80 m, em 1:50, mede $3.800 \div 50 = 76 \text{ mm}$ no papel.

EXEMPLO RESOLVIDO

Área

Um ambiente mede 600 mm^2 no papel (6 cm^2), em 1:100. A área real é $600 \times 100^2 = 6.000.000 \text{ mm}^2 = 6,00 \text{ m}^2$. Não se multiplica a área só por 100: é por 100 vezes 100.

EXEMPLO RESOLVIDO

Cópia reduzida

Uma planta em 1:100 foi copiada reduzida a 70 %. Um milímetro da cópia vale $100 \div 0,70 = 142,9 \text{ mm}$ reais: a escala efetiva é **1:142,9**. Por isso a escala gráfica, que encolhe junto com a cópia, é mais confiável que a escala escrita.

Medir em uma prancha

- 1 Ache a escala**

Leia a escala no carimbo ou sob o desenho. Se a cópia foi reduzida, use a escala gráfica.

- 2 Meça no papel**

Meça com o escalímetro ou com a régua, em milímetros.

- 3 Converta**

Multiplique pelo denominador (comprimento) ou pelo seu quadrado (área).

4 Compare

Confira com a cota escrita. Se a cota e a medida divergem, vale a cota, e o desenho deve ser corrigido.

DICA

Quando a medida do desenho e a cota escrita divergem, a prática é seguir a cota e corrigir o desenho. Por isso a NBR 6492:2021 (A.5.1) pede que se evite duplicar cotas: duas cotas para a mesma medida abrem a possibilidade de contradição.

ERRO CLÁSSICO

Multiplicar a área por 100. Em 1:100, o comprimento multiplica-se por 100 e a área, por $100 \times 100 = 10.000$.

10.4 Erros clássicos de todos os módulos

Esta lição reúne, em uma tabela, os erros que mais se repetem. Antes de entregar um desenho, percorra a tabela como um roteiro.

MÓDULO	ERROS CLÁSSICOS	COMO EVITAR
0 Instrumentos e folha	margem esquerda igual às outras; carimbo no canto errado; escalímetro lido no lado errado	margem de furar maior; carimbo embaixo à direita; conferir a escala marcada na face
1 Linhas e escrita	linha larga onde devia ser estreita; letra de alturas diferentes; tracejado que não encosta	três larguras na proporção 1:2:4; guias leves na letra; cantos fechados
2 Construções	arco que não fecha na tangente; ângulo que não é o pedido; régua em vez de compasso	marcar os pontos de tangência; conferir com o transferidor; deixar o rastro das construções
3 Escalas	trocar o sentido (papel ÷ real); multiplicar área por um só fator; ler o escalímetro na escala errada	$E = \text{desenho} \div \text{real}$; área pelo quadrado; conferir o rótulo da face
4 Vistas	vistas desalinhadas; faltar linha invisível; frontal escolhida sem critério; 1º e 3º diedros misturados	linhas de chamada; ler peça por peça; frontal é a que mais diz; um diedro por folha
5 Geometria descritiva	confundir afastamento e cota; achar a verdadeira grandeza na projeção; épura sem linha de chamada	afastamento é y, cota é z; use rebatimento ou triângulo; chamadas sempre
6 Perspectivas	medir fora dos eixos; esquecer a redução da cavaleira; círculo redondo na isométrica	medir só sobre eixos; profundidade na metade; elipse de quatro centros
7 Cortes	hachurar o furo; esquecer a indicação; mudar a hachura da mesma peça	hachura só no material; linha de corte e título; um padrão por peça
8 Cotas	duplicar; cotar dentro; unidades misturadas; parciais que não somam a geral	uma vez, fora, uma unidade, somas conferidas
9 Arquitetura	fachada que não concorda com a planta; corte que não passa onde a planta marca; área pela medida externa	conferir pelo roteiro; usar vãos livres para áreas

IDEIA-CHAVE

O erro de desenho técnico quase nunca é de capricho: é de método. Siga o roteiro, e o capricho vem de brinde.

| Erros clássicos do módulo

ERRO CLÁSSICO

Entregar sem conferir. Planta, corte, fachada e quadros se conferem entre si, com o roteiro da lição 10.2.

ERRO CLÁSSICO

Ler a medida do papel em vez da cota. Vale a cota escrita; a medida do papel só vale com escala conferida.

ERRO CLÁSSICO

Usar a escala escrita em cópia reduzida. Use a escala gráfica.

ERRO CLÁSSICO

Multiplicar a área por um só fator de escala. Área é pelo quadrado do denominador.

| Ideias-chave

PARA LEVAR

- Ler uma prancha: carimbo, legenda, norte e escala, implantação, planta, cortes, fachadas, quadros e conferência.
- Os desenhos de um projeto são o mesmo edifício visto de lados diferentes: devem concordar.
- Comprimento real = papel $\times$ denominador; área real = papel $\times$ denominador ao quadrado.
- Cópia reduzida: escala efetiva = escala $\div$ fração da redução; a escala gráfica acompanha a cópia.
- Na dúvida entre medida do papel e cota, vale a cota.

| Glossário do módulo

Escala efetiva	escala real de uma cópia reduzida ou ampliada: escala escrita dividida pela fração da cópia.
Escala gráfica	barra graduada no desenho que mostra a medida real e acompanha a cópia.
Roteiro de leitura	sequência fixa de perguntas para ler uma prancha: carimbo, legenda, implantação, planta, cortes, fachadas e quadros.

TREINE AGORA

O Caderno de treino tem **18 exercícios** deste módulo, em 4 graus, e o Caderno comentado traz a resolução de cada um.

Referências do módulo

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16752**: desenho técnico: requisitos para apresentação em folhas de desenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2020 (vigência conferida no catálogo; texto não consultado).

APÊNDICE A

Normas vigentes

As normas de desenho técnico foram reorganizadas entre 2020 e 2022. A tabela mostra, para cada assunto deste guia, a norma que vale hoje e as que ela substituiu. A consulta foi feita no catálogo oficial da ABNT em 02/10/2026; as relações de substituição são as que o catálogo declara na ficha de cada norma antiga.

ASSUNTO	NORMA VIGENTE	SUBSTITUIU (CANCELADA)
Folha, legenda, margens, dobramento de cópias, emprego de escalas	NBR 16752:2020 (em vigor; confirmada em 21/01/2025)	NBR 10068:1987 e NBR 10582:1988 (23/01/2020); NBR 13142:1999 já estava cancelada (2017); NBR 8196:1999 cancelada em 2016
Linhas (tipos e larguras) e escrita	NBR 16861:2020 (em vigor; confirmada em 21/01/2025)	NBR 8403:1984 e NBR 8402:1994 (05/01/2021)
Métodos de projeção (diedros, perspectivas)	NBR 17006:2021 (em vigor)	NBR 10067:1995 (08/12/2021)
Representações ortográficas: vistas, cortes, seções, hachuras	NBR 17067:2022 (em vigor)	NBR 12298:1995, hachuras (29/09/2022)
Cotagem: dimensões e tolerâncias	NBR 17068:2022 (em vigor)	NBR 10126:1987 e NBR 8404:1984 (28/09/2022)
Projetos de arquitetura e urbanismo: documentação, carimbo, linhas, letras, escalas, cotas, símbolos, quadros	NBR 6492:2021 (em vigor; texto lido)	NBR 6492:1994 (cancelada pelo prefácio da edição de 2021)
Serviços de projeto de arquitetura (etapas e terminologia)	NBR 16636 , partes 1 a 5 (em vigor)	NBR 13531:1995 e NBR 13532:1995 (15/12/2017)

ATENÇÃO

Apostila antiga cita norma cancelada. Se uma apostila, um livro ou uma prova citar NBR 10068, 10582, 13142, 8196, 8402, 8403, 10067, 10126 ou 12298, o número está desatualizado. O conteúdo geralmente continua válido, mas a norma de referência mudou.

LIMITE DESTA CONFERÊNCIA

O texto da NBR 6492:2021 foi lido por inteiro. O texto das demais normas é pago e não foi consultado: de cada uma, foi confirmada a vigência no catálogo. Por isso, quando este guia dá uma medida que depende delas (por exemplo, a margem da folha), escreve "valor de referência" e manda conferir a norma vigente antes de usar em trabalho.

APÊNDICE B

Glossário geral

Todos os termos definidos nos módulos, em ordem alfabética, com o módulo onde aparecem.

TERMO	DEFINIÇÃO	ONDE
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas, que publica as NBR.	M00
Abscissa	posição do ponto ao longo da LT.	M05
Afastamento	distância do ponto ao plano vertical.	M05
Ampliação	escala $n:1$, $n > 1$; o desenho é maior que o objeto.	M03
Ângulo	abertura entre duas semirretas de mesmo vértice, medida em graus.	M02
Anteprojeto	etapa em que o partido arquitetônico está desenvolvido para aprovação do cliente e dos órgãos.	M09
Aresta invisível	aresta escondida por material na frente dela, em dada vista; vai tracejada.	M04
Beiral	parte do telhado que avança para fora da parede.	M09
Bissetriz	semirreta que divide um ângulo em dois iguais.	M02
Caixa envolvente	paralelepípedo que contém a peça; ponto de partida do desenho.	M06
Carimbo	quadro no canto inferior direito que identifica o desenho (também chamado legenda ou selo).	M00
Cavaleira	perspectiva oblíqua com frente verdadeira e profundidade a 45° , reduzida à metade.	M06
Cifra	o número da cota.	M08
Circunferência	pontos à mesma distância (raio) de um centro.	M02
Concordância	ligação suave entre linhas por um arco tangente a elas.	M02
Cônica	perspectiva com observador a distância finita e pontos de fuga.	M06
Continua	linha sem interrupções.	M01
Corda e diâmetro	corda liga dois pontos da circunferência; diâmetro é a corda que passa pelo centro.	M02
Corpo tipográfico	tamanho da fonte em pontos; a maiúscula mede cerca de 0,71 do corpo.	M01
Corte	vista da peça depois de aberta pelo plano de corte, com a parte da frente retirada.	M07
Corte em planos paralelos	corte cujo plano muda de posição, em degraus paralelos.	M07
Corte parcial	corte de uma região pequena da peça, limitada por linha de ruptura.	M07
Cota	distância do ponto ao plano horizontal.	M05
Cota de nível	altura de um ponto em relação ao zero do projeto.	M08
Cota geral	medida total do conjunto.	M08
Cota parcial	medida de um trecho da peça ou da planta.	M08
Cotagem em paralelo	todas as cotas partem da mesma base.	M08
Cotagem em série	cotas de ponto a ponto, em cadeia.	M08
Croqui	desenho livre, sem escala exata, para mostrar e discutir ideias.	M00

TERMO	DEFINIÇÃO	ONDE
Cumeeira	linha mais alta do telhado.	M09
Desenho técnico	desenho feito por regras de norma, para ser lido do mesmo jeito por todos.	M00
Diedro	cada uma das quatro regiões do espaço determinadas por dois planos perpendiculares.	M04
Eixo	linha que passa pelo centro de um elemento ou por uma modulação do projeto.	M01
Eixo isométrico	cada uma das três direções: x e y a 30° da horizontal, z vertical.	M06
Elipse	curva fechada de semieixos a e b.	M02
Épura	desenho das duas projeções, com o HP girado sobre o VP.	M05
Escala	relação entre a medida do desenho e a medida real: $E = d : D$.	M03
Escala efetiva	escala real de uma cópia reduzida ou ampliada: escala escrita dividida pela fração da cópia.	M10
Escala gráfica	régua desenhada na prancha, na escala do desenho, com talão.	M03
Escala natural	1:1; desenho e objeto do mesmo tamanho.	M03
Escalímetro	régua de seis escalas, só para medir.	M00
Extralarga, larga, estreita	as três larguras de um grupo, na proporção 1 : 1/2 : 1/4.	M01
Face inclinada	face que não é paralela nem perpendicular ao plano da vista.	M04
Fachada	vista vertical de um lado externo da edificação.	M09
Formato	tamanho padronizado de folha: A0, A1, A2, A3 ou A4.	M00
Geometria descritiva	representação dos objetos do espaço por duas projeções ortogonais.	M05
Grafite	mina da lapiseira, de dureza H (duro), HB (médio) ou B (macio), com número que reforça o efeito.	M00
Grupo de linhas	conjunto das três larguras de uma prancha; identificado pela largura da larga.	M01
Hachura	linhas finas e paralelas, a 45° em regra, que preenchem a superfície cortada.	M07
Isométrica	perspectiva de três eixos iguais, a 120° entre si.	M06
Letra bastão	letra feita de traços simples de espessura uniforme, em caixa de 4 por 6 módulos.	M01
Limite	seta, traço oblíquo ou ponto, nas pontas da linha de cota.	M08
Linha de chamada	linha estreita que leva os limites da medida para fora do desenho.	M01
Linha de chamada de projeção	linha leve que liga pontos correspondentes entre duas vistas.	M04
Linha de corte	traço e ponto que marca o lugar do plano de corte na vista.	M07
Linha de cota	linha estreita com setas nas pontas que mostra a medida.	M01
Linha de ruptura	linha contínua estreita (zigue-zague ou à mão livre) que limita uma região interrompida.	M07
Linha de simetria	traço e ponto estreita que marca o eixo de uma peça simétrica.	M07
Linha de terra (LT)	reta em que se cortam o plano vertical e o plano horizontal.	M05
Linha do horizonte	linha na altura dos olhos, onde ficam os pontos de fuga horizontais.	M06

TERMO	DEFINIÇÃO	ONDE
Linha não isométrica	linha que não é paralela a um eixo isométrico.	M06
Margem	faixa entre a borda da folha e a moldura; a esquerda é maior, para furar.	M00
Mediatriz	reta perpendicular a um segmento, pelo seu ponto médio.	M02
Meio corte	corte de uma peça simétrica: metade em corte, metade em vista.	M07
Militar	perspectiva oblíqua com planta verdadeira girada e alturas verticais.	M06
Moldura	retângulo em linha larga que delimita a área útil da folha.	M00
N.A.	nível acabado: considera o revestimento.	M08
N.O.	nível em osso: não considera o revestimento.	M08
Norma técnica	conjunto de regras combinadas para todos fazerem do mesmo modo; no Brasil, a NBR, da ABNT.	M00
Oval	aproximação da elipse por quatro arcos de circunferência.	M02
Pauta	duas linhas leves paralelas que marcam a altura da letra.	M01
Pé-direito	altura livre entre o piso acabado e o forro.	M09
Peitoril	altura da base da janela em relação ao piso.	M09
Perspectiva	representação das três dimensões em um plano.	M06
Plano de corte	plano imaginário que atravessa a peça para mostrar o interior.	M07
Planta baixa	vista de cima da edificação cortada por plano horizontal, em geral a 1,50 m.	M09
Planta de implantação	planta que mostra a edificação no lote, com recuos e projeção da cobertura.	M09
Planta de situação	planta que situa o lote em relação às quadras e às ruas.	M09
Planta-chave	desenho esquemático que situa a parte representada na prancha em relação ao todo.	M00
Polígono inscrito	polígono com todos os vértices sobre uma circunferência.	M02
Polígono regular	lados iguais e ângulos iguais.	M02
Ponto	posição sem tamanho, marcada com letra maiúscula.	M02
Ponto de fuga	ponto para onde convergem retas paralelas que se afastam.	M06
Prancha	folha de desenho com os desenhos e textos de um projeto.	M00
Primeiro diedro	região na frente do plano vertical e acima do horizontal; o método adotado no Brasil.	M04
Projeção	figura que se forma em um plano quando os pontos do objeto são ligados a ele por linhas retas.	M04
Projeção horizontal (A')	projeção do ponto no HP; fica abaixo da LT.	M05
Projeção ortogonal	projeção em que os raios são paralelos e perpendiculares ao plano.	M04
Projeção vertical (A'')	projeção do ponto no VP; fica acima da LT.	M05
Quadro de esquadrias	tabela com as portas e janelas do projeto e suas medidas.	M09
Rebatimento	giro dos planos para que fiquem em um só, o da folha.	M04
Recuo	distância mínima entre a construção e a divisa do lote.	M09
Redução	escala 1:n, $n > 1$; o desenho é menor que o objeto.	M03
Reta frontal	reta paralela ao VP.	M05
Reta horizontal	reta paralela ao HP.	M05

TERMO	DEFINIÇÃO	ONDE
Reta, semirreta, segmento	reta sem fim; reta que começa em um ponto; parte de reta entre dois pontos.	M02
Roteiro de leitura	sequência fixa de perguntas para ler uma prancha: carimbo, legenda, implantação, planta, cortes, fachadas e quadros.	M10
Seção	figura da superfície que o plano de corte atingiu, sem o que há atrás.	M07
Seção deslocada	seção desenhada fora da vista, em outro lugar da folha.	M07
Seção rebatida	seção girada 90° e desenhada sobre a própria vista.	M07
Sentido de observação	direção em que se olha o corte, indicada pelo triângulo do símbolo.	M07
Talão	primeiro metro da escala gráfica, à esquerda do zero, dividido em partes menores.	M03
Tangente	reta que toca a circunferência em um ponto, perpendicular ao raio.	M02
Taxa de ocupação	área construída térrea dividida pela área do lote.	M09
Teorema de Tales	paralelas cortando transversais formam segmentos proporcionais.	M02
Tipo de linha	aspecto da linha (contínua, tracejada, traço e ponto) que, com a largura, dá a ela um significado.	M01
Tracejada	linha formada por traços curtos separados por vazios; indica o que não se vê.	M01
Traço de um plano	reta em que o plano corta o VP ou o HP.	M05
Traço de uma reta	ponto em que a reta fura um plano de projeção (H no HP, V no VP).	M05
Traço e ponto	linha de traço longo, vazio, ponto, vazio; indica centro, simetria ou eixo.	M01
Vão	abertura na parede para porta ou janela; cotado acabado.	M08
Verdadeira grandeza	a forma e o tamanho reais de uma face, vistos quando ela é paralela ao plano da vista.	M04
Verga	trecho de parede acima da abertura de porta ou janela.	M09
Vista frontal	vista de frente para a peça; a principal.	M04
Vista lateral esquerda	vista da esquerda; no primeiro diedro, fica à direita da frontal.	M04
Vista superior	vista de cima; no primeiro diedro, fica abaixo da frontal.	M04
VP, HP, PP	plano vertical (frontal), horizontal e lateral (de perfil).	M04

APÊNDICE C

Revisão em uma página

O que levar de cada módulo para a prova e para a obra: as ideias-chave, lado a lado.

MÓDULO 0: INSTRUMENTOS, PAPEL, FORMATOS, MARGENS E CARIMBO

- Desenho técnico é comunicação com regra: o mesmo desenho, lido do mesmo jeito por todos.
- Dois esquadros e a régua dão todos os ângulos múltiplos de 15°: some ou subtraia 30°, 45°, 60° e 90°.
- Série A: A0 tem 1 m²; cada formato é o anterior cortado ao meio pelo lado maior; a razão entre os lados é $\sqrt{2}$. Decore a A4: 210 × 297 mm.
- A moldura é em linha larga; a margem esquerda é a maior; o carimbo vai no canto inferior direito e tem pelo menos dez campos.
- Dobrar a cópia é deixá-la A4, com aba à esquerda e carimbo à mostra.
- Croqui é livre de escala, mas não de proporção, retas e hierarquia de linhas.

MÓDULO 1: LINHAS, TRAÇADO E ESCRITA TÉCNICA

- Visto, contínuo. Escondido, tracejado. Eixo, traço e ponto. Medida, estreito.
- Em cada grupo: extralarga : larga : estreita = 1 : 1/2 : 1/4; entre grupos, multiplica-se por $\sqrt{2}$ (0,25; 0,35; 0,50; 0,70; 1,00).
- Quando duas linhas coincidem, vale a mais importante: visível sobre invisível sobre corte sobre eixo sobre cota.
- Tracejado com traços e vazios iguais; cantos fecham em traço; eixos se cruzam em traço.
- Escrita técnica: sem serifa, traço de um décimo da altura, caixa alta, sem inclinar; alturas 7,0; 5,0; 3,5; 2,5 e 1,8 mm.
- A letra de 2,5 mm tem traço de 0,25 mm, igual à linha estreita do grupo 0,50.

MÓDULO 2: CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS BÁSICAS

- O compasso transporta distâncias; a régua só liga pontos. Construir é provar que a figura está certa.
- Mediatriz: perpendicular pelo meio. Bissetriz: divide o ângulo em dois iguais.
- Tales: marcas iguais em uma transversal dão partes iguais em AB, por paralelas.
- Do compasso saem 60° e 90°; bissetrizes dão 30°, 45° e 15°; somas dão todos os múltiplos de 15°.
- Hexágono: lado igual ao raio. Quadrado: $R \times 1,414$. Triângulo: $R \times 1,732$. Pentágono: $R \times 1,176$. Octógono: $R \times 0,765$.
- Tangente e raio formam 90° no ponto de tangência. Concordância: centro a distância R das retas.

MÓDULO 3: ESCALAS

- Escala é a relação entre o desenho e o real: 1:n é redução, n:1 é ampliação, 1:1 é natural.
- Papel = real ÷ n; real = papel × n. Antes, a mesma unidade (1 m = 1 000 mm).
- Escalas usuais (NBR 6492:2021): 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.
- O escalímetro só mede; a face tem de ser a mesma da escala do desenho.
- A escala gráfica continua válida em cópia reduzida; a numérica não.
- A área no papel é a real dividida por n^2 . 1 m² a 1:100 vira 10 × 10 mm = 100 mm².

MÓDULO 4: PROJEÇÕES ORTOGONAIS E VISTAS (1° DIEDRO)

- Projeção ortogonal: raios paralelos e perpendiculares ao plano. Face paralela ao plano aparece em verdadeira grandeza.
- Primeiro diedro: plano atrás da peça. A vista superior fica abaixo da frontal; a lateral esquerda, à direita.
- As seis vistas: frontal, superior, inferior, lateral esquerda, lateral direita e posterior. Raramente se usam todas.
- Alinhamento: largura na frontal e na superior; altura na frontal e na lateral; profundidade na superior e na lateral (linha a 45°).
- Visível, contínua larga; escondido, tracejada. Um furo escondido continua existindo.
- Face inclinada: linha em uma vista e figura encurtada nas outras duas.

MÓDULO 5: GEOMETRIA DESCRITIVA: PONTO, RETA E PLANO

- Método de Monge: dois planos perpendiculares, VP e HP; a LT é o encontro; a épura é o desenho dos dois planos abertos em um.
- Ponto A(x; afastamento; cota): A" fica acima da LT na altura da cota; A' fica abaixo na distância do afastamento; mesma perpendicular à LT.
- Reta: seis posições. Paralela ao plano: medida real; perpendicular: ponto; inclinada: encurtada.
- Traços da reta: H fura o HP (cota zero), V fura o VP (afastamento zero).
- Verdadeira grandeza: triângulo com a projeção e a diferença da outra coordenada; a hipotenusa é a VG.
- A épura é a frontal e a superior com outros nomes.

MÓDULO 6: PERSPECTIVAS

- Perspectiva: as três dimensões em um só desenho; serve para ver, nem sempre para construir.
- Isométrica: três eixos a 120°; mede-se só sobre os eixos; uma aresta inclinada se acha pelos extremos.
- Círculo na isométrica: elipse de quatro arcos dentro do losango de lado igual ao diâmetro.
- Cavaleira: frente verdadeira, profundidade a 45° e pela metade; círculo da frente é círculo.
- Militar: planta verdadeira girada de 30° ou 45°; alturas verticais.
- Cônica: aparece como é vista, com pontos de fuga; não se mede nela.

MÓDULO 7: CORTES E SEÇÕES, HACHURAS

- Corte: a peça serrada por um plano imaginário, com a parte da frente retirada.
- Seção: só o que o plano atingiu; corte: a seção e o que está atrás.
- Hachura: linhas finas a 45° na superfície cortada; nunca no vazio.
- Linha de corte: traço e ponto, extremidades e mudanças de direção em extralarga; o triângulo aponta o sentido de observação.
- Tipos: corte total, meio corte (peça simétrica), corte parcial (linha de ruptura) e corte em planos paralelos (o degrau não aparece).
- Seção rebatida: sobre a vista, contorno estreito; seção deslocada: fora da vista, contorno largo.
- Hachuras de materiais: alvenaria existente, a demolir e a construir; concreto, terra, aço e outros (NBR 6492, anexo A.10).
- O corte é imaginário: as outras vistas continuam inteiras.

MÓDULO 8: COTAGEM

- Cota: linha de chamada, linha de cota, limites e cifra; a cifra é a medida real, em qualquer escala.
- Regras da NBR 6492: sistema métrico, uma unidade só, linhas de cota fora do desenho, chamadas a 2 mm a 3 mm, cifras de 2,5 ou 1,8 mm, nada duplicado.
- Em série, o erro acumula; em paralelo, não.
- Ø para diâmetro, R para raio, 6 x 45° para chanfro, 2 furos Ø6 para furos iguais.
- Em arquitetura, as parciais ficam perto da planta e a geral longe; a soma das parciais é igual à geral.
- Vão se cota acabado; nível acabado (N.A.) leva o revestimento, nível em osso (N.O.) não leva.
- Nos cortes, só cotas verticais.

MÓDULO 9: DESENHO ARQUITETÔNICO: PROJETO BÁSICO

- Projeto em etapas: levantamento, programa, viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, licenciamento e executivo; cada etapa detalha a anterior.
- Situação (onde fica o lote) e implantação (a casa no lote, com recuos) são plantas diferentes.
- Planta baixa: vista de cima depois de um corte horizontal a 1,50 m; paredes em preto, portas com arco, janelas com três linhas.
- Corte: plano vertical; alturas, peitoris, pé-direito, telhado e níveis; só cotas verticais.
- Fachadas: as aberturas vêm da planta (posição) e do corte (altura).
- Telhado: inclinação em %, cumeeira, beirais e comprimento inclinado da água.
- Símbolos da NBR 6492: norte, corte (12 mm), eixos, P e J, níveis (N.A. e N.O.).
- As cadeias de cotas fecham em contas: parciais somam a geral.
- Quadros de áreas, esquadrias e acabamentos concordam com o desenho.

MÓDULO 10: LEITURA DE PROJETO E ERROS CLÁSSICOS

- Ler uma prancha: carimbo, legenda, norte e escala, implantação, planta, cortes, fachadas, quadros e conferência.
- Os desenhos de um projeto são o mesmo edifício visto de lados diferentes: devem concordar.
- Comprimento real = papel $\times$ denominador; área real = papel $\times$ denominador ao quadrado.
- Cópia reduzida: escala efetiva = escala $\div$ fração da redução; a escala gráfica acompanha a cópia.
- Na dúvida entre medida do papel e cota, vale a cota.