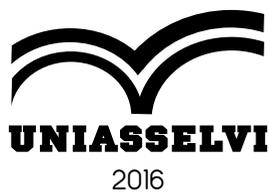


DESENHO TÉCNICO

Prof.^ª Jacinta Milanez Gislon





UNIASSELVI

Copyright © UNIASSELVI 2016

Elaboração:

Prof.^a Jacinta Milanez Gilson

Revisão, Diagramação e Produção:

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

604

G463d Gilson; Jacinta Milanez

Desenho técnico/ Jacinta Milanez Gilson : UNIASSELVI,
2016.

240 p. : il

ISBN 978-85-7830-985-5

1. Desenho técnico.

I. Centro Universitário Leonardo da Vinci.

APRESENTAÇÃO

Assim como as palavras, o desenho é uma linguagem capaz de comunicar ideias. Aquilo que deve ser construído, representado ou executado pode ser mostrado através de desenhos que informam o estudo e as tomadas de decisão.

A diferença entre desenho artístico e técnico é que o primeiro é mais livre e mais apropriado para o artista explorar a sua criatividade, já o técnico facilita, descreve e representa uma ideia por meio de regras e procedimentos que precisam ser aprendidos e desenvolvidos. Seus fundamentos são universais. Ou seja, independem da cultura e das legislações dos países, de forma a facilitar a globalização do conhecimento. Por isso, o conhecimento das normalizações que regem o ramo do desenho técnico complementar a formação do conhecimento desta disciplina.

Mesmo com o desenvolvimento da tecnologia, o estudo do desenho técnico é essencial, pois é a partir dele que serão desenvolvidas habilidades de raciocínio, de organização e da capacidade de entender as formas geométricas.

Espera-se que este caderno ajude você a compreender a ferramenta necessária para a interpretação e representação de um projeto, como um meio de desenvolver a capacidade criativa necessária para o mercado de trabalho, a capacidade de visualização espacial, de transmitir ideias e conceitos através de gráficos e desenhos à mão livre. Esta capacidade constitui uma qualificação de reconhecida importância no exercício da atividade profissional do engenheiro. Bom estudo!

Prof.^a Jacinta Milanez Gislon



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, *tablet* ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



Olá acadêmico! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, a Uniasselvi disponibiliza materiais que possuem o código *QR Code*, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de *QR Code*. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!



BATE SOBRE O PAPO ENADE!



Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o ENADE?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades. ✓✓



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE. ✓✓



Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O MEC – Ministério da Educação. ✓✓

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.



Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas. ✓✓



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE! ✓✓



SUMÁRIO

UNIDADE 1 - INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO.....	1
TÓPICO 1 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA, INSTRUMENTOS E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 BREVE EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO DESENHO	4
3 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS FUNDAMENTAIS	7
4 INSTRUMENTOS PARA DESENHO.....	13
4.1 TÉCNICAS DE GRAFICAÇÃO E USO DOS INSTRUMENTOS DE DESENHO	18
RESUMO DO TÓPICO 1.....	25
AUTOATIVIDADE	26
TÓPICO 2 - ESTUDO DE LETRAS E SÍMBOLOS NO DESENHO TÉCNICO.....	29
1 INTRODUÇÃO.....	29
2 CALIGRAFIA	29
3 LINHAS	31
4 SIMBOLOGIA.....	35
5 CORES.....	36
6 PADRÕES DE FOLHAS	36
7 MARGENS	38
8 LEGENDA	40
RESUMO DO TÓPICO 2.....	43
AUTOATIVIDADE	44
TÓPICO 3 - USO DE COTAS E ESCALAS.....	47
1 INTRODUÇÃO.....	47
2 COTAS E COTAGEM	47
2.1 TIPOS DE COTAGEM.....	62
3 ESCALAS.....	64
3.1 ESCALA NUMÉRICA.....	67
3.2 GRÁFICA	67
LEITURA COMPLEMENTAR.....	69
RESUMO DO TÓPICO 3.....	71
AUTOATIVIDADE	72
UNIDADE 2 - NOÇÕES DE DESENHO TÉCNICO BÁSICO.....	77
TÓPICO 1 - ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO DESENHO.....	79
1 INTRODUÇÃO.....	79
2 ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO DESENHO	79
2.1 PONTO	79
2.2 RETA	80
2.3 PLANO	81
2.4 FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS.....	82
2.5 VOLUME OU SÓLIDO GEOMÉTRICO.....	83

2.6 FORMAS REGULARES	84
2.7 FORMAS IRREGULARES	85
RESUMO DO TÓPICO 1.....	86
AUTOATIVIDADE	87
TÓPICO 2 - PERSPECTIVAS: DEFINIÇÃO, TIPOS E ORIENTAÇÕES	
PARA MONTAGEM	89
1 INTRODUÇÃO	89
2 PERSPECTIVAS	89
2.1 PERSPECTIVAS CÔNICAS.....	91
2.1.1 Perspectiva cônica com um ponto de fuga.....	94
2.1.2 Perspectiva cônica com dois pontos de fuga.....	98
2.1.3 Perspectiva cônica com três pontos de fuga.....	101
2.2 PERSPECTIVAS AXONOMÉTRICAS.....	105
2.2.1 Perspectiva axonométrica isométrica.....	105
2.3 PERSPECTIVA CAVALEIRA.....	111
RESUMO DO TÓPICO 2.....	117
AUTOATIVIDADE	118
TÓPICO 3 - PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS APLICADAS AO DESENHO TÉCNICO	121
1 INTRODUÇÃO	121
2 PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS	121
2.1 DEFINIÇÃO.....	121
2.2 PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS PELO 1º DIEDRO.....	123
2.3 PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS PELO 3º DIEDRO.....	124
2.4 O SISTEMA DE PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS	125
2.4.1 Vista frontal ou vertical de projeção (VF OU VP)	126
2.4.2 Vista superior ou horizontal de projeção (VS OU HP).....	127
2.4.3 Plano de vista lateral ou de perfil (VL).....	128
2.4.4 Plano de vista em corte de projeção	128
2.5 REBATIMENTOS DOS PLANOS DE PROJEÇÃO.....	129
2.5.1 Fundamentos básicos do rebatimento	131
RESUMO DO TÓPICO 3.....	133
AUTOATIVIDADE	134
TÓPICO 4 - DESENHO À MÃO LIVRE: DEFINIÇÃO E TÉCNICAS DE TRAÇADOS	137
1 INTRODUÇÃO	137
2 DESENHO À MÃO LIVRE.....	137
2.1 ESBOÇO	137
2.2 TÉCNICAS PARA O DESENHO À MÃO LIVRE	138
2.2.1 Traçado de linhas.....	138
2.2.2 Proporção	140
2.2.3 Enquadramento.....	141
2.2.4 Eixos centrais	142
2.2.5 Verticalidade e paralelismo	143
2.2.6 Profundidade.....	144
2.2.7 Luz e sombra.....	145
2.2.8 Textura	145
2.3 ESBOÇO DE VISTAS ORTOGRÁFICAS PRINCIPAIS (1º DIEDRO).....	146
2.4 ESBOÇO DE PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	147
LEITURA COMPLEMENTAR.....	150
RESUMO DO TÓPICO 4.....	152
AUTOATIVIDADE	153

UNIDADE 3 - AS REPRESENTAÇÕES DO DESENHO TÉCNICO	157
TÓPICO 1 - DESENHO TÉCNICO DE VISTAS E CORTES NORMAS DESTINADAS AO DESENHO TÉCNICO (ABNT)	159
1 INTRODUÇÃO	159
2 DESENHO DE VISTAS	159
2.1 VISTAS NECESSÁRIAS E SUFICIENTES	159
2.2 SUPRESSÃO DE VISTAS	160
2.3 VISTAS DE PEÇAS SIMÉTRICAS (MEIA-VISTA)	160
2.4 VISTAS AUXILIARES	161
2.5 VISTAS ESPECIAIS (CORTE)	162
2.6 VISTAS ENCURTADAS (LINHAS DE INTERRUÇÃO)	162
3 DESENHO DE CORTES	163
3.1 REPRESENTAÇÃO DE CORTES	163
3.2 TIPOS DE CORTES	166
4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS	170
RESUMO DO TÓPICO 1	173
AUTOATIVIDADE	174
TÓPICO 2 - DESENHO DE EDIFICAÇÕES: PLANTA BAIXA E CORTE	177
1 INTRODUÇÃO	177
2 DESENHO DE EDIFICAÇÕES	177
2.1 O PLANO HORIZONTAL OU PLANTA BAIXA	178
2.1.1 Convenções e símbolos em planta baixa	180
2.1.2 Sequência de montagem de uma planta baixa	188
2.2 PLANO VERTICAL INTERNO OU CORTES	193
2.2.1 Composição do desenho de cortes	194
2.2.2 Colocação de cotas em cortes	199
2.2.3 Posicionamento dos cortes	200
2.2.4 Sequência de montagem do corte	202
RESUMO DO TÓPICO 2	207
AUTOATIVIDADE	208
TÓPICO 3 - DESENHO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS PREDIAIS: ELEMENTOS, SIMBOLOGIAS E ESQUEMAS	209
1 INTRODUÇÃO	209
2 DESENHO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS PREDIAIS	209
2.1 ELEMENTOS ELÉTRICOS	209
2.2 SIMBOLOGIAS	215
2.3 DIAGRAMAS ELÉTRICOS PREDIAIS	218
2.3.1 Esquema multifilar	218
2.3.2 Esquema unifilar	220
3 CARGAS DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO	222
3.1 ILUMINAÇÃO	222
3.2 TOMADAS	223
LEITURA COMPLEMENTAR	230
RESUMO DO TÓPICO 3	232
AUTOATIVIDADE	233
REFERÊNCIAS	236

UNIDADE 1

INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Esta unidade tem por objetivos:

- apresentar um breve histórico do desenho e suas diferentes modalidades;
- proporcionar ao aluno conhecimento sobre os diversos instrumentos de desenho técnico, bem como a maneira correta de utilizá-los;
- explicar o modo de confecção de letras, símbolos e demais elementos do desenho técnico;
- demonstrar o sistema de cotação e o uso de escalas de forma correta, a fim de proporcionar ao aluno uma visão geral sobre suas implicações no desenho.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. Em cada um deles você encontrará atividades para ajudá-lo na compreensão dos conteúdos apresentados.

TÓPICO 1 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA, INSTRUMENTOS E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS

TÓPICO 2 – ESTUDO DE LETRAS E SÍMBOLOS NO DESENHO TÉCNICO

TÓPICO 3 – USO DE COTAS E ESCALAS



*Assista ao vídeo
desta unidade.*



EVOLUÇÃO HISTÓRICA, INSTRUMENTOS E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS

1 INTRODUÇÃO

O desenho técnico é uma forma de expressão que tem por objetivo a representação de objetos de acordo com as diferentes necessidades exigidas pelas engenharias e também pela arquitetura. Da mesma forma, o desenho técnico pode ser definido como uma linguagem gráfica universal que utiliza um conjunto de elementos normatizados.

A criação de normatizações do desenho acompanha os reflexos da Revolução Industrial, onde o homem precisa não só criar produtos, mas também precisa saber reproduzi-los com a mesma qualidade, seguindo uma padronização.

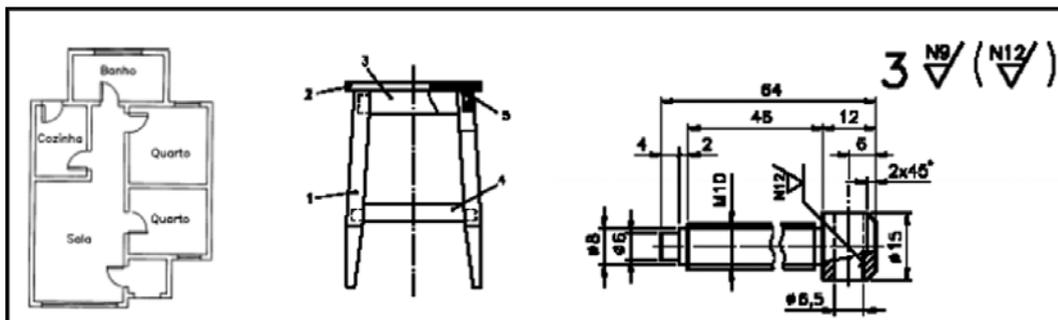
A manufatura moderna difere do artesanato individual primeiramente pelas diferenças nas técnicas de mensuração. Na manufatura, as partes são construídas em conformidade com dimensões ou outras características físicas como definidas em um desenho ou especificação. Instrumentos de medida calibrados segundo padrões de referência são necessários para assegurar o cumprimento dos requisitos necessários. Um artesão individual pode construir seu produto por ajuste ou adequação com uma parte correspondente ou segundo o desejo de seu consumidor. Normas não são necessárias e frequentemente nenhum instrumento de medição é preciso, uma vez que as características podem ser determinadas por ajustes e não por medidas. Um fabricante pode operar um conjunto de normas satisfatórias apenas para ele, mas se ele compra componentes de outros ou distribui seus produtos em competição com outros, ou para ser usado em conjunção com outros ou com garantia de que cumprirá certos requisitos de desempenho, então normas de uso geral são necessárias. (RECK, 1956, p. 50 apud ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011, p. 4).

As normalizações no Brasil são feitas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), desde 1940. Abrangem várias áreas do conhecimento, incluindo a de representação gráfica em desenho técnico, que será apresentada ao longo do caderno e de forma mais específica na Unidade 3.

Na qualidade de uma linguagem, o desenho técnico deve ser exato, claro e de fácil leitura para ser compreensível. Cada área, arquitetura e engenharias, por exemplo, tem seu próprio desenho técnico, com simbologias e características

de acordo com as normas específicas regidas pela ABNT e com os objetos que lhes cabem representar. Este conhecimento é base fundamental para a formação de toda atividade tecnológica, incluindo a do engenheiro.

FIGURA 1 – DESENHOS TÉCNICOS DE DIFERENTES ÁREAS DO CONHECIMENTO



FONTE: Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT24022010183930.PDF>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

O desenho técnico pode abranger esboços, diagramas, gráficos, planos e outras representações. Ele se apropria da geometria e das noções de matemática quando manipula formas geométricas e trabalha com escalas e perspectivas. Antes de iniciarmos, devemos ter em mente que o desenho técnico:

- representa o que deve ser executado ou construído;
- apresenta em gráficos e diagramas resultados dos estudos e conceitos;
- apresenta soluções gráficas que podem substituir cálculos complicados ou textos demasiadamente longos e incompletos de informação;
- desenvolve o raciocínio, o rigor geométrico, o espírito de iniciativa e de organização.

2 BREVE EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO DESENHO

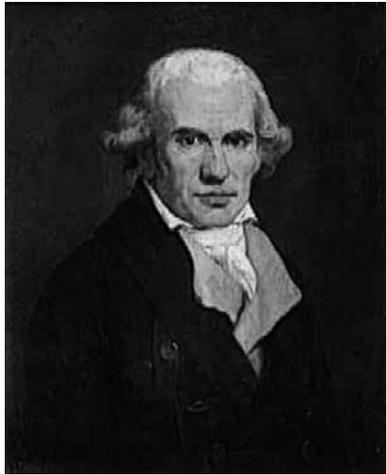
A representação de objetos evoluiu através dos tempos de forma gradativa e pode-se afirmar que a história do desenho acompanha a história do homem. Sabe-se que a transmissão de informações através do desenho existe desde a Pré-História, mas é a partir da Revolução Industrial que surge uma nova modalidade, voltada para a projeção de máquinas e equipamentos: o desenho industrial e, por consequência, o desenho técnico.

Neste momento a produção deixa de ser artesanal e passa a ser produzida em série seguindo um padrão, que carece de planejamento sobre o que será produzido ou construído. A partir daí o desenho técnico passa a ser adotado como ferramenta essencial de planejamento, visto que poderia simular o produto finalizado antes mesmo de ele ser fabricado. Por esta razão, observou-se que o

desenho com predominância técnica foi responsável pelo grande impulso do desenvolvimento industrial.

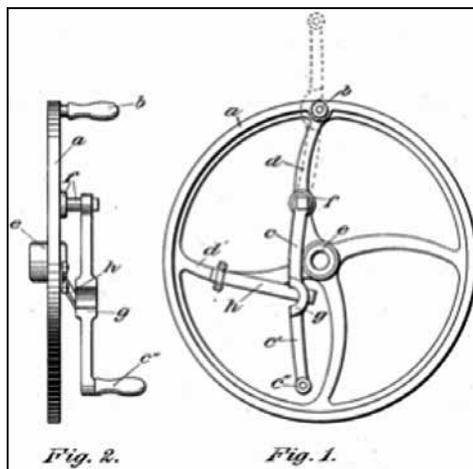
Neste mesmo período, um grande matemático francês, Gaspard Monge (1746-1818), formulou as regras da geometria descritiva, apresentando de forma sistematizada métodos de representação de desenho que antes não seguiam um padrão unificado (SERRA, 2008). Monge insere o sistema de projeções de vistas ortográficas no desenho técnico, importante ferramenta para compreensão e visualização de um produto e de todas as suas faces, como mostra a Figura 3.

FIGURA 2 – MATEMÁTICO FRANCÊS GASPARD MONGE



FONTE: Disponível em: <<http://www.fae.edu/faexpress/interna/81416559/maquinas+de+da+vinci.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

FIGURA 3 – DESENHO DE UM OBJETO DA US PATENT (1913), EM DUAS VISTAS DIFERENTES



FONTE: Disponível em: <<http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1391/1/AT1-breve%20historico.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

Neste desenvolvimento, a geometria descritiva (também chamada de método mongeano) aparece como um auxílio na construção de vistas, na obtenção das verdadeiras grandezas de cada face do objeto através de métodos descritivos e também na construção de protótipos do objeto representado. Sem a geometria descritiva, a enorme expansão da maquinaria do século XIX não teria acontecido.

FIGURA 4 – DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E A PRODUÇÃO EM SÉRIE



FONTE: Disponível em: <<http://www.desenhotecnico.net/#!www.dicasfree.com/zoom/czc0/c1a9y>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

Conforme o desenvolvimento industrial foi avançando, normatizar a utilização da geometria descritiva para transformá-la em uma linguagem que comunicasse informações tecnológicas simplificadas e unificadas tornava-se cada vez mais necessário. Esta tarefa foi realizada pela *International Organization for Standardization* (ISO), que normatizou a utilização da Geometria Descritiva como linguagem gráfica da engenharia e da arquitetura, chamando-a de Desenho Técnico. Nos dias de hoje a denominação “desenho técnico” abrange todos os tipos de desenhos utilizados pela engenharia, incluindo os desenhos não projetivos (RIBEIRO; PERES; IZIDORO, 2016).

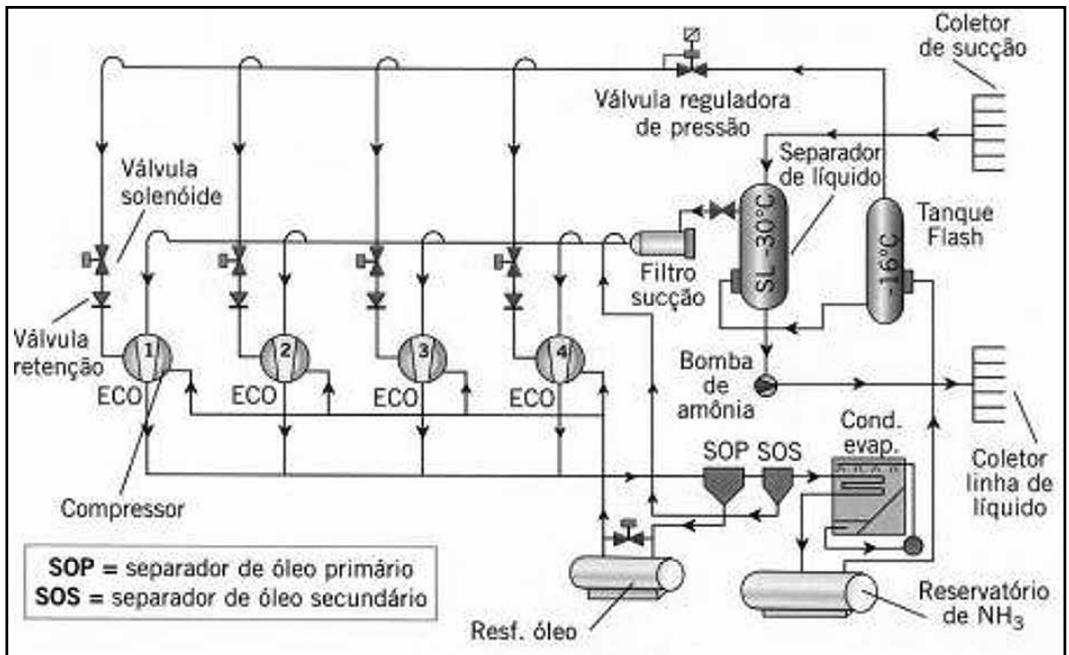
Apesar da evolução tecnológica implementada pela computação gráfica, o desenho técnico e sua normatização ainda é parte imprescindível na formação do engenheiro, pois entende-se que o aspecto de linguagem gráfica permite que as ideias sejam concebidas e executadas seguindo padrões de qualidade, segurança e eficiência, devendo, portanto, estar presentes em todas as atividades de base tecnológica.

3 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS FUNDAMENTAIS

O desenho técnico, em função do seu aspecto geométrico, pode ser dividido em duas grandes modalidades:

- a) **Desenho não projetivo**, que corresponde a desenhos resultantes de cálculos, desenhos de gráficos, diagramas, esquemas, fluxograma, organogramas etc. São representações que não têm equivalência projetiva entre a figura e o que está representado.

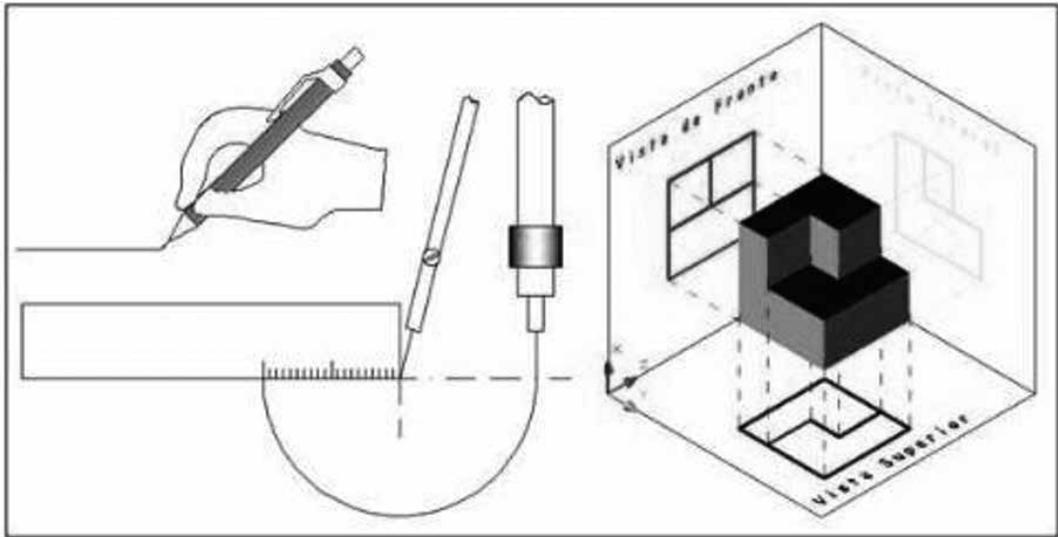
FIGURA 5 – EXEMPLO DE DESENHO NÃO PROJETIVO



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABpKwAB/introducao-ao-desenho-tecnico-parte-1>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

- b) **Desenho projetivo**, que, conforme Souza e Rocha (2010, p. 1), são os "desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e correspondem às vistas ortográficas e às perspectivas".

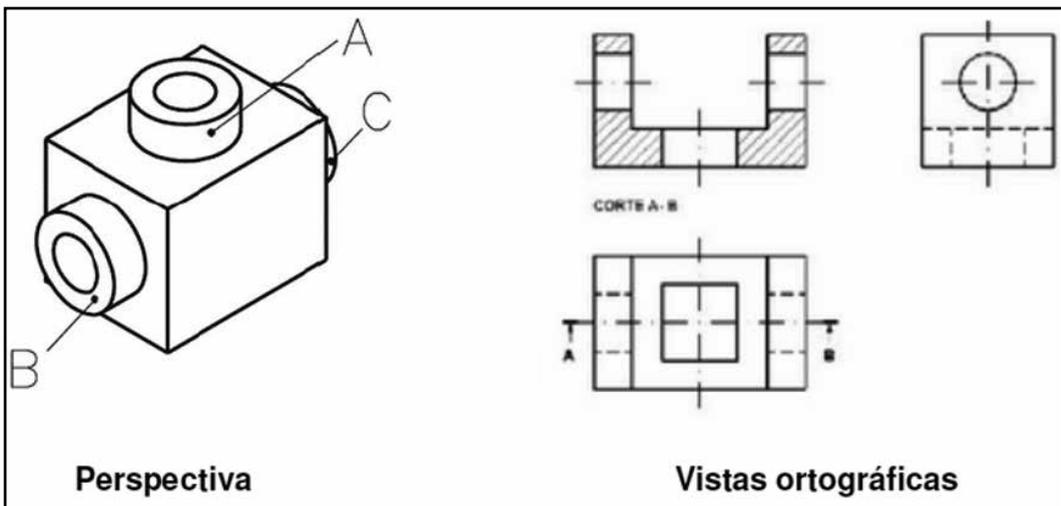
FIGURA 6 – EXEMPLO DE DESENHO PROJETIVO



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABpKwAB/introducao-ao-desenho-tecnico-parte-1>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

As perspectivas são desenhos resultantes de projeção sobre um único plano, e têm a finalidade de fornecer a percepção tridimensional de um objeto. Já as vistas ortográficas são figuras resultantes de projeções ortográficas que devem representar com exatidão a forma do objeto representado e todos os seus detalhes.

FIGURA 7 – DESENHO DE PERSPECTIVA E DE VISTAS ORTOGRÁFICAS

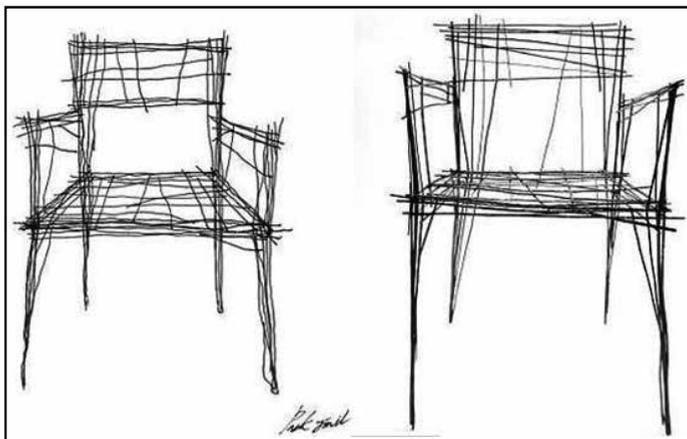


FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABpKwAB/introducao-ao-desenho-tecnico-parte-1>>. Acesso em: 6 jan. 2016.

Dentro das duas grandes modalidades apresentadas anteriormente, o desenho também pode ser qualificado pelo seu grau de elaboração, sua finalidade e pelo seu método.

Quanto ao grau de elaboração, o desenho pode ser considerado um esboço, um desenho preliminar ou um desenho definitivo. O esboço compreende o estado inicial de um projeto, é uma fase de estudo que necessita melhoramento. Já o desenho preliminar é um estágio intermediário, mas que ainda está sujeito a alterações. Este tipo de desenho também pode ser chamado de anteprojetado. Para a solução final dá-se o nome de desenho definitivo. Este já é um desenho completo, com todos os elementos necessários para o entendimento da proposta e sua execução, por isso também pode ser chamado de projeto de execução.

FIGURA 8 – ESBOÇO DE UMA CADEIRA



FONTE: Disponível em: <<http://mundolouco.net/>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

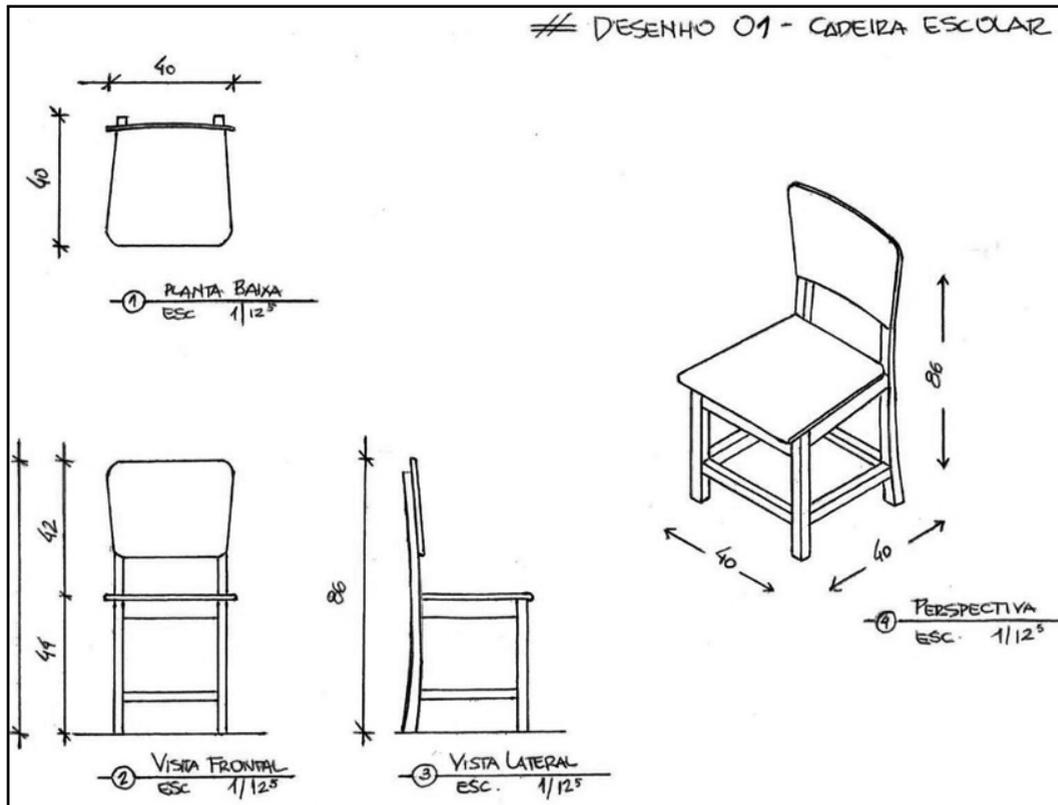
FIGURA 9 – DESENHO DEFINITIVO DE UMA CADEIRA



FONTE: Disponível em: <<http://arktetonix.com.br/wp-content/uploads/2012/08/icon10.jpg>>. Acesso em: 8 jan. 2016.

Na classificação de finalidade, pode-se ter um desenho de fabricação, de montagem e de ilustração. O desenho de fabricação configura-se por esquemas, detalhes e conjuntos. Já na montagem ele deve trazer informações específicas quanto à forma de montar as peças. E, por fim, os desenhos de ilustração, que trabalham com a imagem.

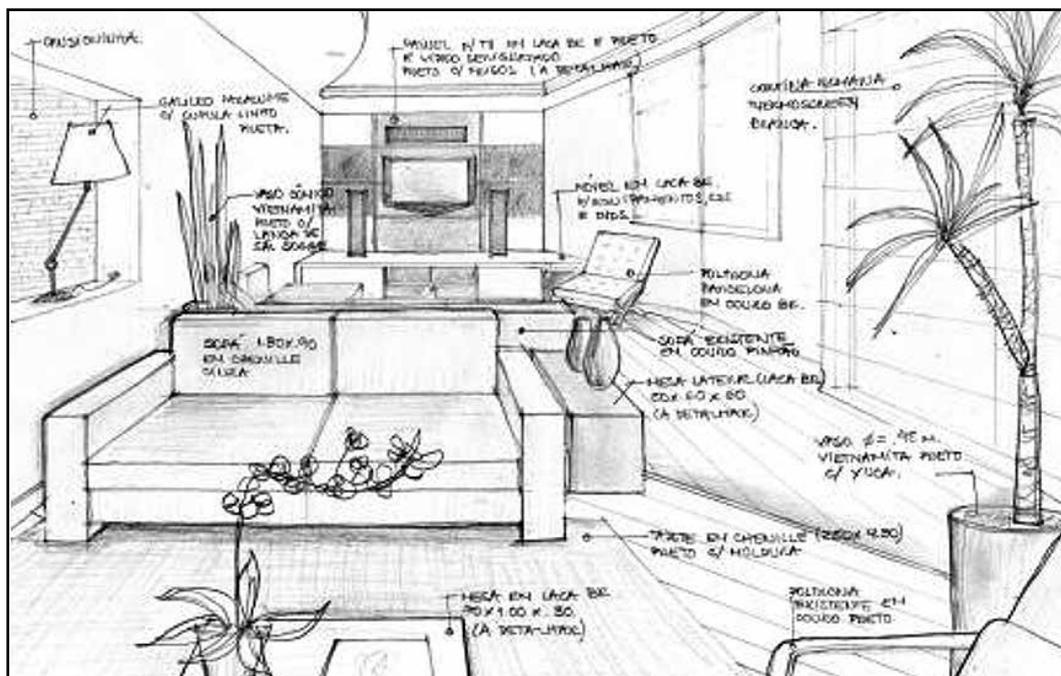
FIGURA 10 – DESENHO PARA FABRICAÇÃO DE UMA CADEIRA



FONTE: Disponível em: <<http://www.habitissimo.com.br/orcamentos/rio-de-janeiro/angra-dos-reis/fabricacao-de-cadeiras-escolares>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

Quanto ao método, há o desenho à mão livre e o desenho com instrumentos (que inclui o computador). O desenho à mão livre é aquele em que as linhas são traçadas sem instrumentos, utilizando-se somente lápis e borracha.

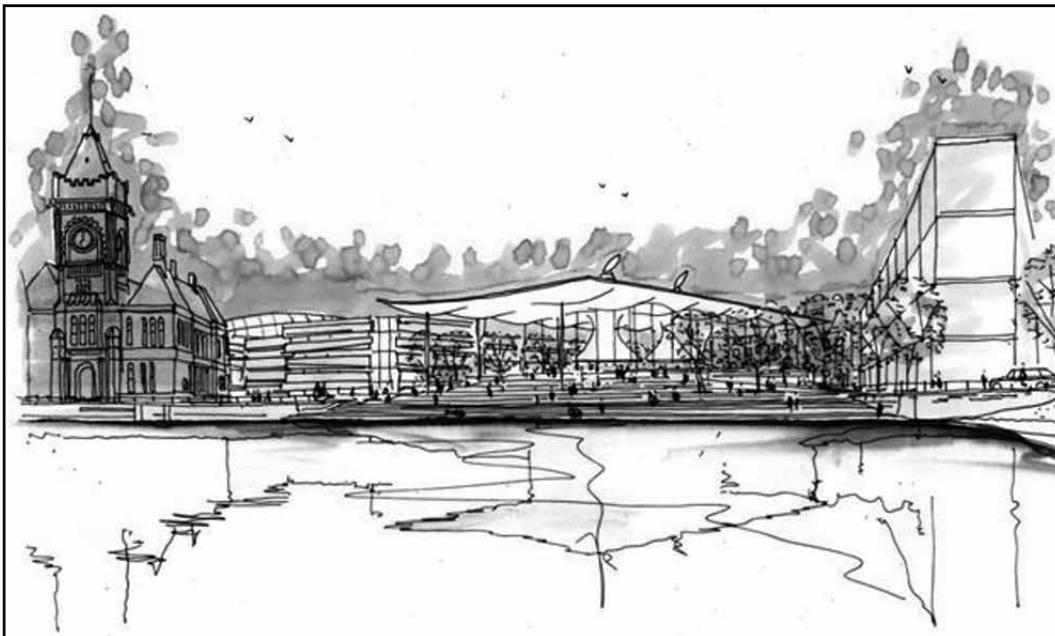
FIGURA 11 – DESENHO ARQUITETÔNICO À MÃO LIVRE



FONTE: Disponível em: <<http://www.carlamago.com.br/>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

O desenho à mão livre é considerado uma excelente ferramenta para o processo de criação e aprendizagem devido à sua rapidez, porque, neste estágio, o estudo é mais importante do que a exatidão. O método de desenho à mão livre é ótimo para o estudo inicial também porque ajuda a treinar técnica, forma e proporção. Os desenhos à mão livre são muito usados comercialmente para projetos preliminares e para alguns trabalhos definitivos. Apresentaremos esta técnica na Unidade 2 deste caderno.

FIGURA 12 – DESENHO ARQUITETÔNICO À MÃO LIVRE



FONTE: Disponível em: <<http://casavogue.globo.com/MostrasExpos/noticia/2013/09/richard-rogers-80-royal-academy-arts.html>>. Acesso em 27 de dezembro de 2015.

O desenho com instrumentos é o método padronizado de expressão, sendo estes feitos “em escala” e com instrumentos utilizados para traçar linhas retas, circunferências e curvas. A habilidade nos instrumentos contribui para a rapidez e precisão do desenho.

FIGURA 13 – DESENHO ARQUITETÔNICO COM INSTRUMENTOS



FONTE: Disponível em: <<http://construfacilrj.com.br/escala-de-desenho-arquitetonico-nocoes-basicas/>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

4 INSTRUMENTOS PARA DESENHO

Agora que já vimos uma breve apresentação das técnicas fundamentais do desenho, conheceremos alguns instrumentos para realizá-lo.

- **Régua paralela:** tem a mesma função da régua T, com a vantagem de não precisar utilizar as mãos para mantê-la firme, pois é fixada à prancheta.

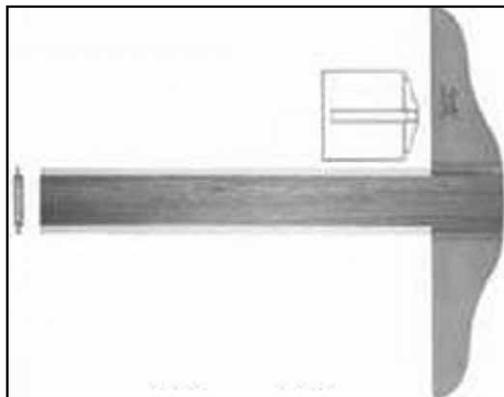
FIGURA 14 – RÉGUA PARALELA



FONTE: Disponível em: <<http://www.tiabere.com.br/produto/6724597/REGUA-PARALELA-100CM-6310-TRIDENT>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

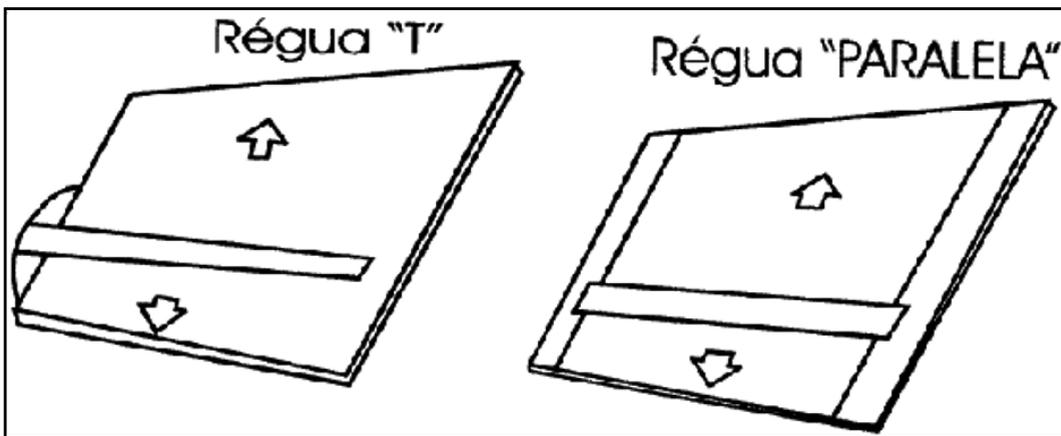
- **Régua T:** adaptada à prancheta, é utilizada para traçar as linhas horizontais e para apoiar o esquadro no traçado de linhas verticais ou com determinadas inclinações.

FIGURA 15 – RÉGUA PARALELA E RÉGUA T



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABpKwAB/introducao-ao-desenho-tecnico-parte-1>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

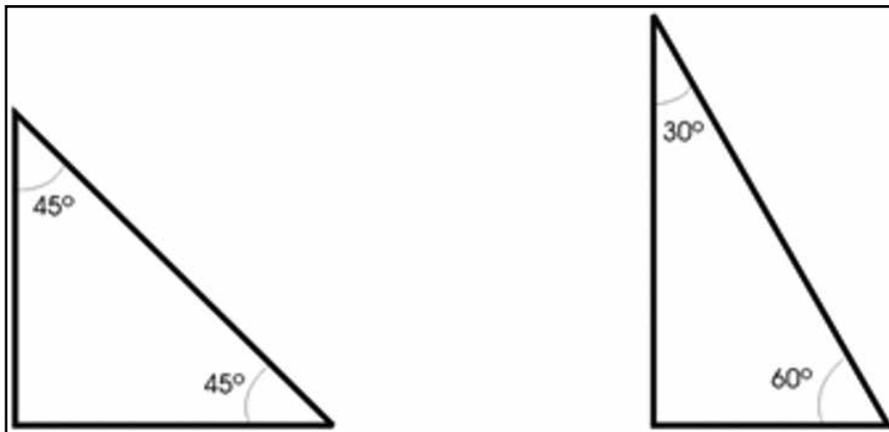
FIGURA 16 – RÉGUA PARALELA E RÉGUA T NA PRANCHETA



FONTE: Disponível em: <<https://papeldepapel.wordpress.com/tag/volta-as-aulas/>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

- **Esquadros:** servem para o traçado de retas perpendiculares às horizontais traçadas com a régua T ou paralela. Os esquadros são de 45° (isósceles) e de 30° e 60° (escaleno) e normalmente são utilizados em pares para confeccionar ângulos diversos.

FIGURA 17 – ESQUADROS



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAafCBAAA/apostila-desenho-tecnico-1>>. Acesso em: 23 dez. 2015.



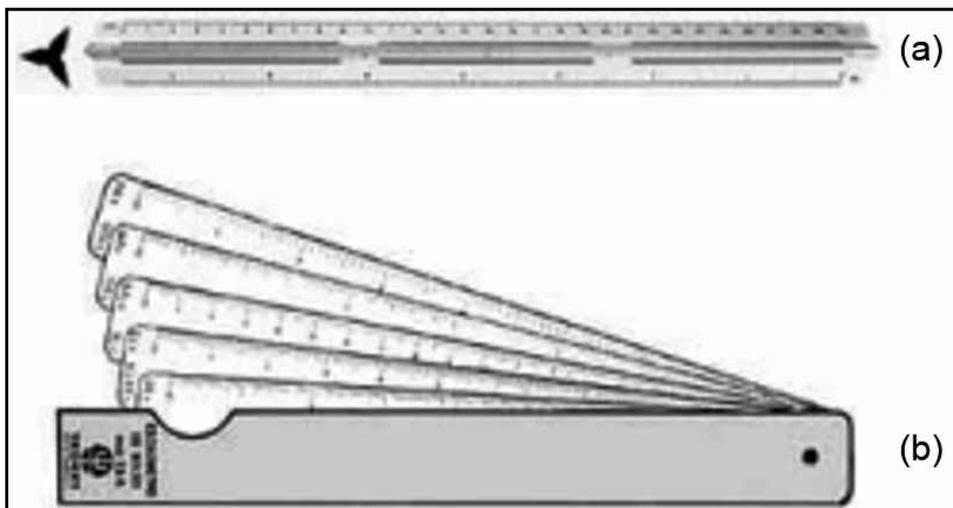
Alguns cuidados a serem tomados com os esquadros:

- Nunca utilizar o esquadro para cortar papel;
- Não utilizar o esquadro com marcadores coloridos;
- Manter os esquadros limpos com sabão neutro e água (não utilizar álcool na limpeza, pois este deixa o esquadro esbranquiçado).

FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2015.

- **Escalímetro:** é uma régua triangular (a) contendo três faces e seis escalas diferentes. São graduadas em milímetros e servem para marcar as dimensões no desenho, nunca para traçar. Há também uma versão de bolso onde as escalas são colocadas em lâminas (b).

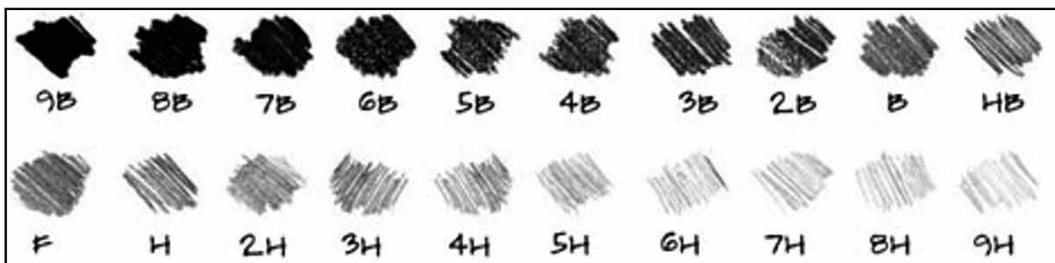
FIGURA 18 – MODELOS DE ESCALÍMETROS: TRIANGULAR E DE BOLSO



FONTE: Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT24022010183930.PDF>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

- **Lápis ou lapiseira:** práticas de serem manuseadas, as lapiseiras são usadas com grafites de diferentes espessuras (0,2mm, 0,5mm, 0,7mm, 0,9mm...) e com diferentes graduações relativas à sua dureza. Os grafites duros vão desde o H (menos duro) até o 9H (extremamente duro) e os macios vão desde o B (menos macio) até o 6B (bastante macio). Existem também tipos de grafites de graduações intermediárias: 2H, H, HB, F, B, 2B.

FIGURA 19 – GRADUAÇÕES DO GRAFITE



FONTE: Disponível em: <<http://desenhosdecarros.com/>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

- **Transferidor:** é um instrumento utilizado na construção e medição de ângulos. É fabricado em metal ou em plástico-acrílico, sendo este último mais utilizado por ser transparente, leve e indeformável. O transferidor mais comum tem a forma semicircular, graduado de 0° a 180° , nos dois sentidos, com diâmetro de 12 cm.

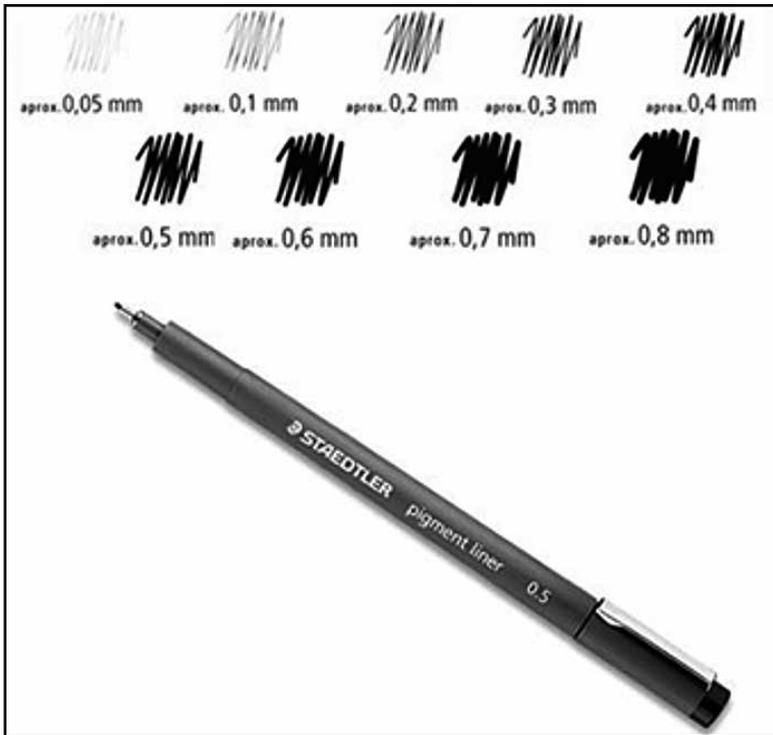
FIGURA 20 – TRANSFERIDOR



FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- **Borracha:** existem várias borrachas disponíveis no mercado. Mas para a confecção de desenho técnico recomenda-se sempre utilizar borracha macia, para evitar danificar a superfície do desenho.
- **Canetas nanquim:** são instrumentos para o traçado de desenhos. Trata-se de canetas do tipo tinteiro que, como o próprio nome já diz, utilizam tinta do tipo nanquim. Possuem espessuras que são numeradas de acordo com o traço que são capazes de produzir.

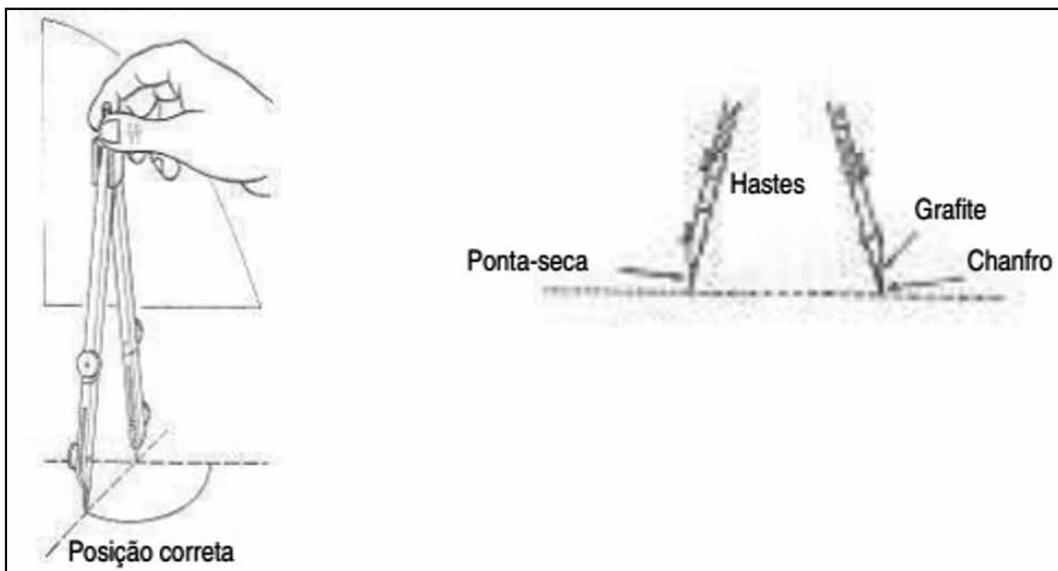
FIGURA 21 – CANETAS NANQUIM



FONTE: Disponível em: <<http://www.editoracras.com.br/Caneta-nanquim-Staedtler-varias-espessuras/prod-2591050/>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

- **Compasso:** é um instrumento que realiza o traçado de arcos e circunferências. Também serve para marcar segmentos de reta e resolver alguns problemas geométricos. Os compassos comuns possuem uma ponta seca em forma de agulha, que determina um ponto fixo no papel e outra ponta dotada de um grafite para traçar a circunferência, tendo como centro a ponta seca.

FIGURA 22 – COMPASSO



FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Nos compassos usados em desenho técnico, a ponta de grafite pode ser substituída por um adaptador que pode acoplar uma lapiseira ou uma caneta. Para realizar traçados de circunferências de grandes raios, alguns compassos possuem hastes telescópicas, que podem ser estendidas até atingir o comprimento necessário.

- **Computador e softwares:** instrumento que é utilizado largamente no auxílio do desenho técnico. Uma vez tendo o domínio e o entendimento do uso dos *softwares* disponíveis, o computador praticamente substitui os demais instrumentos de desenho, principalmente na graficação.

O AutoCAD é um *software* muito utilizado para a confecção de desenhos técnicos bidimensionais e tridimensionais, nas áreas de arquitetura, engenharia e em ramos da indústria. No entanto, é importante lembrar que para desenhar com o auxílio de *softwares* é necessário saber as técnicas e normas do desenho técnico igualmente.

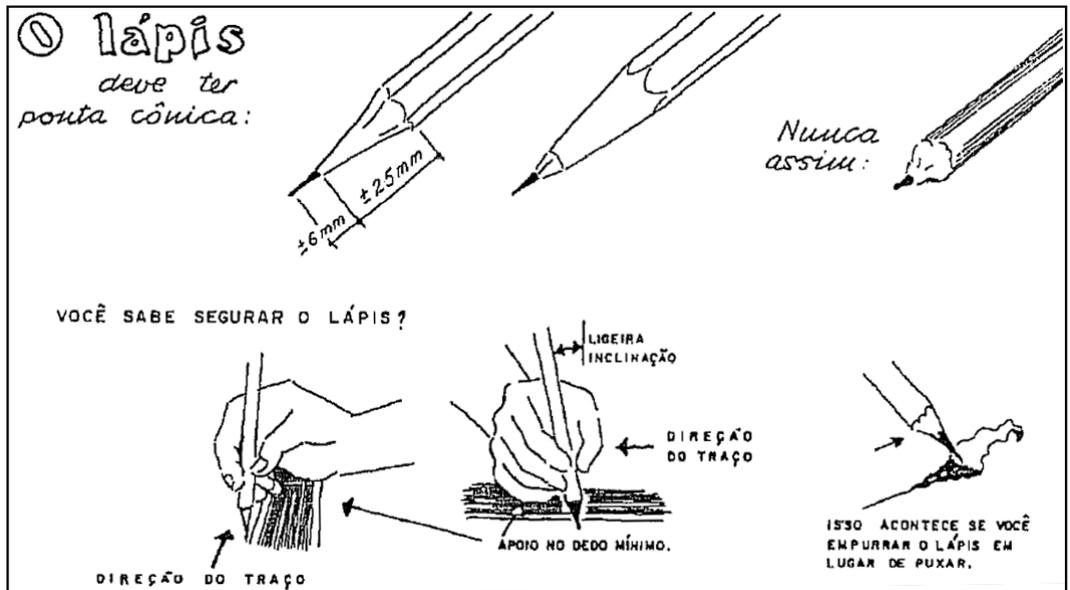
4.1 TÉCNICAS DE GRAFICAÇÃO E USO DOS INSTRUMENTOS DE DESENHO

Não importam os instrumentos que se utilize para realizar o desenho e nem o seu meio: papel vegetal, papel manteiga ou tela de computador. Os traços e os demais elementos apresentados deverão transmitir todas as informações necessárias para a construção do objeto.

Recomenda-se que, sempre que possível, os desenhos sejam bem graficados, dentro de pranchas padronizadas com margens e carimbo contendo todas as informações necessárias. Também devem estar limpos e não conter rasuras. Além disso, o desenho deve ter traços homogêneos, com espessuras diferenciadas que identifiquem e facilitem a compreensão dos elementos representados. Devem conter textos e dimensões com caracteres claros que não gerem dúvidas ou dupla interpretação. Apresentaremos agora algumas técnicas para realizar um bom desenho à mão, baseados em Montenegro (1997):

- **Uso do lápis:** o lápis deve ser segurado entre o dedo polegar e o indicador a aproximadamente cinco centímetros da ponta, de maneira que a mão fique apoiada e a ponta do lápis fique bem visível.

FIGURA 23 – USO DO LÁPIS

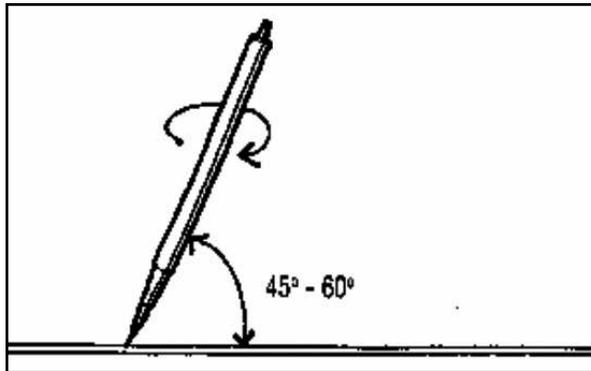


FONTE: Montenegro (1997)

Deve-se sempre puxar o lápis e nunca empurrar. Põe-se o lápis encostado no esquadro ou na régua, com pequena inclinação no sentido do movimento.

- **Traço de linhas:** enquanto estiver traçando uma linha é importante que o lápis seja rotacionado gradativamente. Isso faz com que o grafite se desgaste uniformemente, gerando linhas com a mesma espessura.

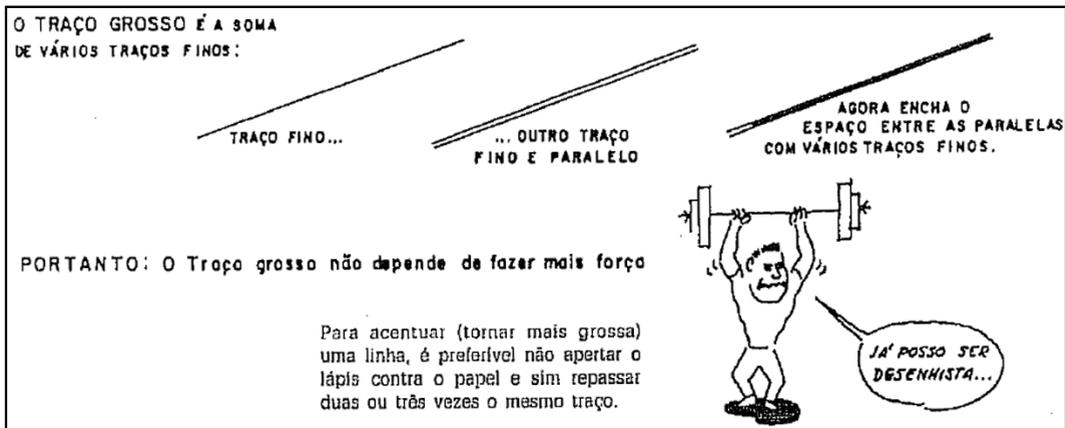
FIGURA 24 – POSIÇÃO DO LÁPIS NO DESENHO



FONTE: Disponível em <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf> Acesso em 07 de janeiro de 2016.

Para acentuar uma linha você não precisa apertar o lápis contra o papel e sim repassar duas a três vezes o mesmo traço.

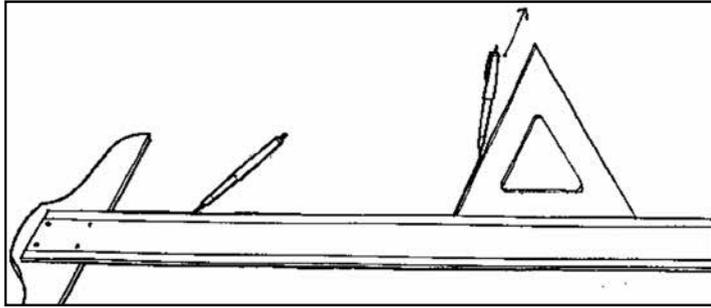
FIGURA 25 – TIPO DE TRAÇO



FONTE: Montenegro (1997)

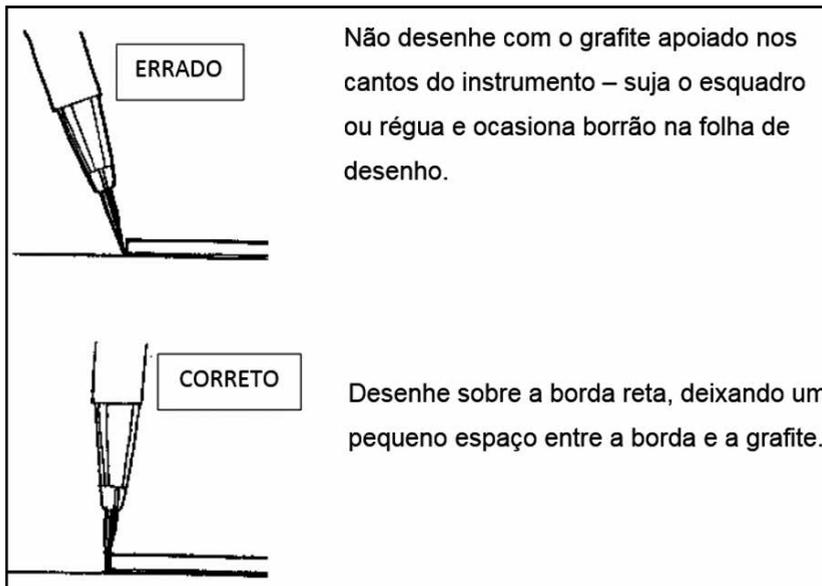
Como já explicamos, durante o traçado puxe sempre a lapiseira e não a empurre no sentido da linha que está fazendo. Assim o domínio do traço será maior.

FIGURA 26 – TRAÇADO COM RÉGUA T E ESQUADRO



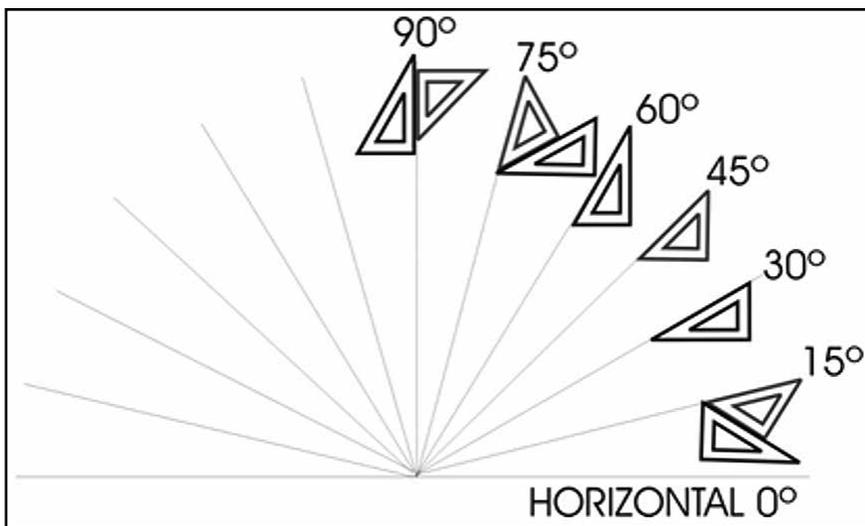
FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2016.

- **Uso de esquadros:** no desenho com esquadros é importante manter o lápis na vertical, levemente inclinado sobre o esquadro. Esta técnica é importante para que não se suje o esquadro ou a régua e, por consequência, a folha. Além disso, a posição errada da lapiseira pode ocasionar manchas no desenho, e se a inclinação sobre o esquadro for excessiva, perde-se o domínio da direção da linha, que não sairá exatamente reta, resultando em uma má qualidade do traço.



Com o esquadro podemos fazer o desenho de linhas paralelas, perpendiculares e com ângulos múltiplos de 15°.

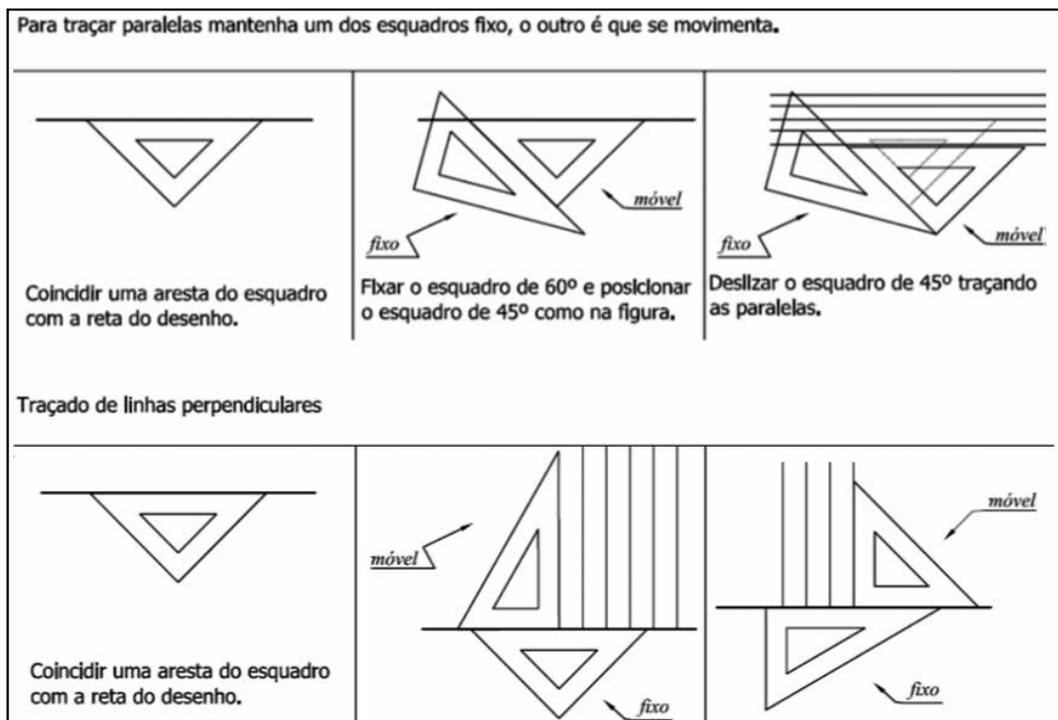
FIGURA 27 – COMPOSIÇÃO DE ESQUADROS



FONTE: Disponível em: <<https://papeldepapel.files.wordpress.com/2015/03/abaaabaqwac-2-1.jpg>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

Se usado corretamente, o esquadro pode economizar bastante tempo com medidas e cálculos. Use-o para fazer linhas retas ou marcar ângulos em construções. Veja os exemplos a seguir:

FIGURA 28 – USO DE ESQUADROS PARA TRAÇAR LINHAS



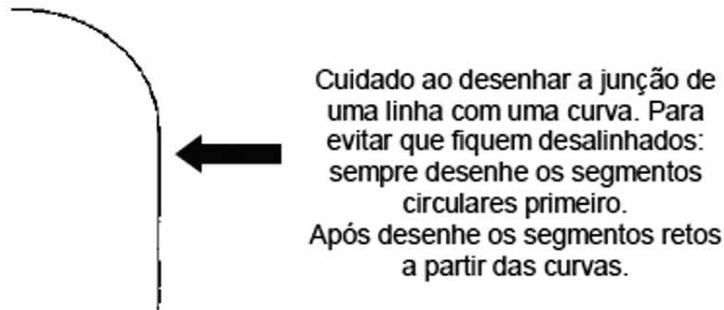
Disponível em <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2016.



Para traçar qualquer linha com o esquadro, use os dois instrumentos juntos: um é fixo e o outro se desloca sobre o primeiro, podendo também utilizar a régua e um dos esquadros.

- **Desenho de linhas curvas ou circulares:** para o desenho de linhas circulares ou curvas, Schueler, Filho e Filho (2014, p. 13) recomendam utilizar a seguinte técnica: "Sempre trace a linha curva antes da linha reta, pois assim poderá encaixá-la perfeitamente sobre a linha curva. O processo contrário dificilmente produz bons resultados".

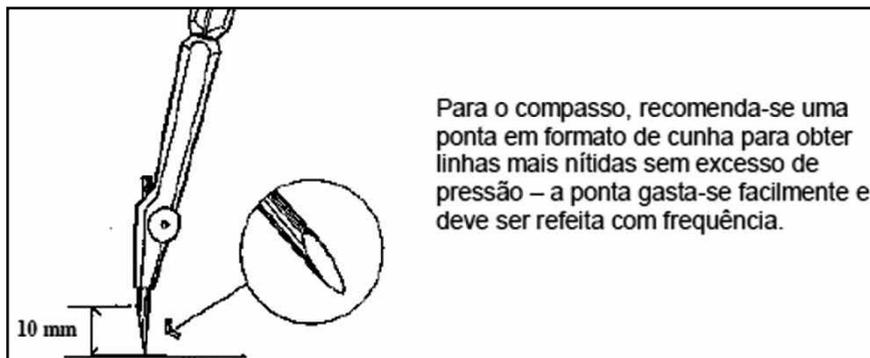
FIGURA 29 – DESENHO DE LINHAS CURVAS E CIRCULARES



FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2016.

- **Uso do compasso:** no desenho com compasso siga a orientação que mostra a figura a seguir:

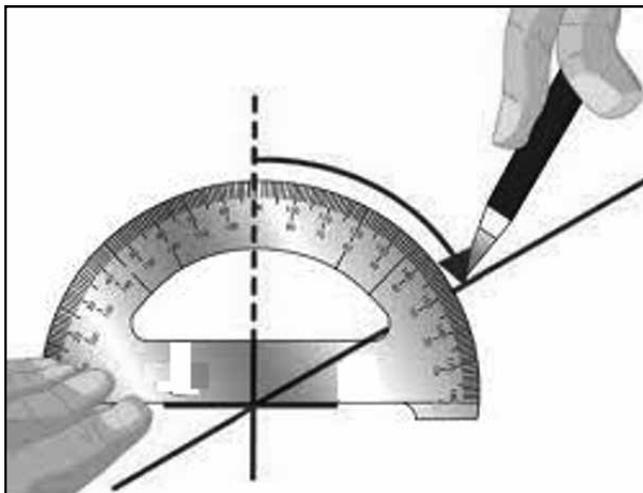
FIGURA 30 – USO DO COMPASSO



FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2016.

- **Uso do transferidor:** quando quiser construir um ângulo, trace primeiramente uma reta e marque nela um ponto de referência para o vértice do ângulo. Coloque o transferidor de tal modo que a linha de fé coincida com a reta e o índice (volta) com o vértice. A partir de 0° , marque com um ponto a abertura do ângulo desejado. Em seguida, retire o transferidor e complete a construção do ângulo.

FIGURA 31 – USO DO TRANSFERIDOR



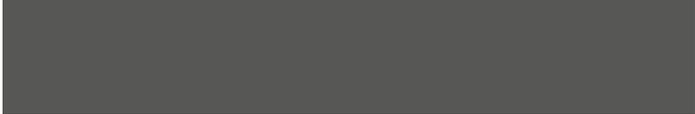
FONTE: Disponível em: <<http://lhjm.macrodesign.com.br/wp-content/uploads/2013/08/MAT-6-SERIE-VOL-2.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2016.

Para finalizar, separamos mais algumas dicas para auxiliar na confecção de bons desenhos:



- O material de desenho deve estar sempre limpo.
- Verificar as condições do material e do papel antes do início do desenho.
- Estabelecer uma distribuição racional do material sobre a mesa de desenho, para facilitar sua utilização; a mesa deve ficar o mais livre possível.
- Cuidar da limpeza do material, do papel e da mesa, também durante a execução do desenho, retirando partículas de borracha e apontando o grafite longe da mesa.
- Fixar a folha de papel sobre a mesa, com fita adesiva, cuidando para não invadir as margens da folha.
- Usar a aresta superior da régua paralela ou "T" para desenhar.
- Usar o escalímetro apenas para marcar medidas, não traçando linhas. Proteger a parte concluída do desenho para não sujar.
- Não apoiar objetos sobre o desenho que possam vir a sujá-lo.
- Retirar a fita adesiva com cuidado, de dentro para fora, para não danificar a folha. Limpar a mesa ao terminar o trabalho.

FONTE: Miceli e Ferreira (2001, p. 3)



RESUMO DO TÓPICO 1

Chegamos ao final do Tópico 1 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

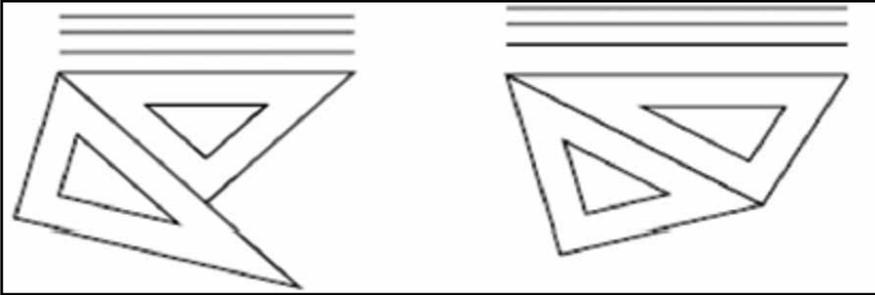
- Que o desenho se configura como uma linguagem gráfica universal e para isso é necessário estudar e conhecer seus elementos e as normatizações para executá-lo.
- Que sua história acompanha a história do homem e que sem ele não teríamos tido avanços em diversas áreas.
- Que existem tipos diferentes de desenhos de acordo com cada finalidade, e temos instrumentos capazes de executá-los.



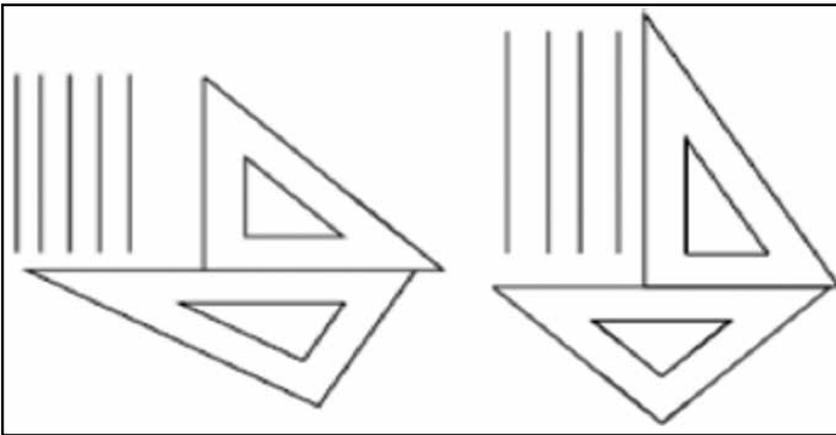
Agora, vamos praticar?

1 Veja as imagens abaixo e pratique o uso do esquadro traçando em um papel à parte:

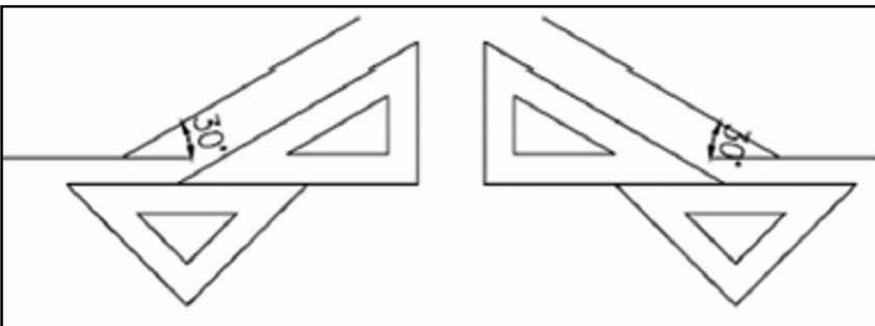
a) 10 linhas horizontais;



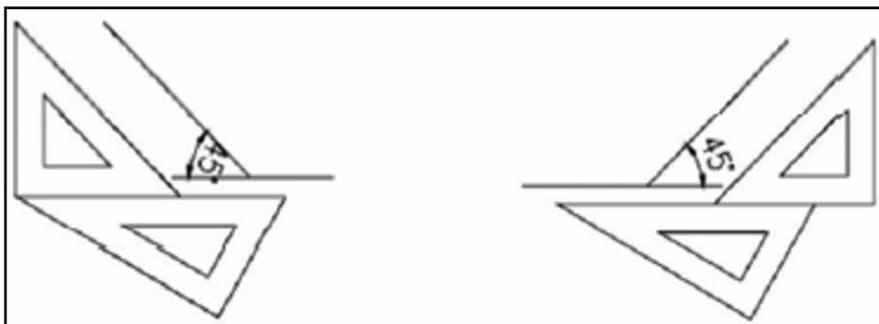
b) 10 linhas verticais;



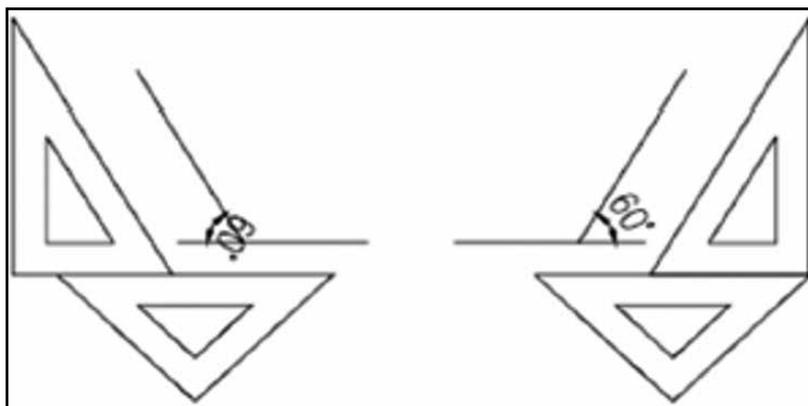
c) 10 linhas com ângulo de 30°;



d) 10 linhas com ângulo de 45° ;

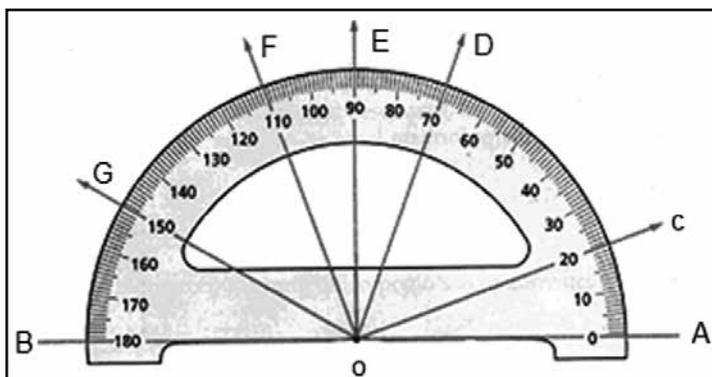


e) 10 linhas com ângulo de 60° .



FONTE FIGURAS: Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/17542448/atividade_01_pratica-dos-instrumentos>. Acesso em: 18 abr. 2016.

2 Observe o transferidor abaixo e dê a medida de cada ângulo:



FONTE: Disponível em: <<http://www.colegioequipe.com.br/viscondedoribranco/wp-content/uploads/sites/10/Revisonal-de-Matem%C3%A1tica-6%C2%BA-ao-1%C2%BA-Ano-Adriana.doc>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

a) $\hat{A}OB$: _____

b) $\hat{A}OC$: _____

c) $\hat{A}OD$: _____

d) $\hat{A}OE$: _____

e) $\hat{A}OF$: _____

f) $\hat{A}OG$: _____

3 Agora, em uma folha à parte, trace os segmentos de retas com os seguintes ângulos:

- a) 10°
- b) 54°
- c) 78°
- d) 135°
- e) 270°

ESTUDO DE LETRAS E SÍMBOLOS NO DESENHO TÉCNICO

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico serão apresentados itens importantes para a composição do desenho técnico, como a caligrafia, os símbolos, as linhas, as folhas, as margens e as legendas. No desenho técnico não podemos utilizar letras e números escritos da mesma forma que escrevemos no dia a dia. Como já explicamos, o desenho técnico é uma linguagem e, por isso, a forma de representação precisa respeitar normatizações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Estas normatizações são elaboradas, aprovadas e publicadas pela ABNT através de normas técnicas específicas e numeradas, conhecidas como NBRs.

2 CALIGRAFIA

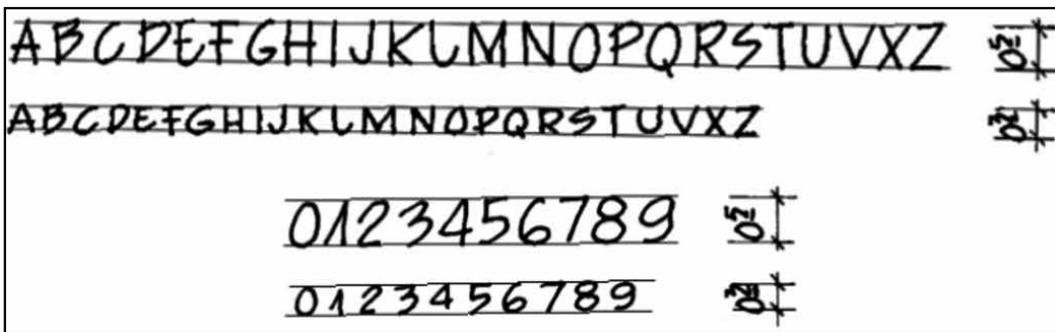
Em caligrafia, a norma técnica regente é a NBR 8402 (ABNT, 1994). Esta norma fixa as condições exigíveis para a escrita usada em desenhos técnicos e documentos semelhantes, e deve ser observada atentamente antes de sua execução. As informações e orientações apresentadas a seguir foram construídas com base nesta norma.

A orientação inicial para a execução da caligrafia é que as letras no desenho técnico sejam padronizadas de maneira que, dentro de um conjunto final de pranchas, elas apresentem a mesma forma escrita. Com a utilização do computador este problema não existe, mas para o uso de desenho a lápis a norma estabelece um padrão. Elas precisam ser feitas com traçados firmes, uniformes e legíveis. A caligrafia técnica é aplicada a:

- preenchimento da legenda;
- especificações técnicas;
- cotagem;
- notas explicativas;
- descrições gerais etc.

Para executá-las, deve-se efetuar sempre duas linhas finas e fracas, para não precisar apagá-las e escrever dentro delas as palavras. Esta prática auxilia na confecção de letras com uma maior uniformidade de tamanho. Recomenda-se que as letras sejam executadas depois que o desenho for concluído.

FIGURA 32 – CALIGRAFIA TÉCNICA



FONTE: Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/tiagogomes3511/apresentao-normas-abnt-desenho-tnico-33136403>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Deve-se também ter sempre em mente que as exigências gerais da caligrafia aplicada ao desenho técnico são (ABNT, NBR 8402, 1994):

- legibilidade;
- uniformidade (altura, tipo de letra, espaço entrelinhas, etc.);
- letras maiúsculas e não inclinadas, altura máxima das letras de 5 mm;
- altura mínima das letras de 3 mm, espaço entrelinhas mínimo de 2 mm;
- não utilização de serifa.

Esta última exigência justifica-se pelo fato de que a ausência da serifa confere legibilidade e simplificação na grafia, e tal simplificação busca evitar os riscos de dupla interpretação das informações.

FIGURA 33 – LETRAS COM E SEM SERIFA



FONTE: Disponível em: <<http://dfmesteves.blogspot.com.br/2012/11/fontes-tipograficas.html>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

A seguir, apresentaremos algumas dicas para a caligrafia técnica que irão ajudá-lo na confecção de textos para os seus desenhos:



a) Desenho simplificado de letras:

- Atenção para a altura mínima de 3mm.
- Escolha a altura das letras maiúsculas e divida em três partes iguais.
- Utilize $1/3$ para baixo para a altura das minúsculas.
- A perna ou haste das letras ocupa $1/3$ para cima ou para baixo.
- Evite letras que possam aparecer mais que os desenhos.

b) Proporção entre as letras e algarismos:

- Os algarismos devem ter a mesma altura das letras maiúsculas.
- Altura: as minúsculas devem ter $5/7$ da altura das maiúsculas.
- Largura: as minúsculas devem ter $4/7$ da largura das maiúsculas.
- Minúsculas: b, d, f, h, k, l, t devem ter a mesma altura das maiúsculas.
- Minúsculas: g, j, p, q, y devem ultrapassar a pauta inferior $2/7$ h.

a) Pode-se agrupar letras conforme a semelhança do traçado:

- Grupo I, L, T, H, F, E - traços retos e paralelos.
- Grupo N, Z, V, A, X - traços retos com grande inclinação.
- Grupo M, Y, K, W - traços inclinados e curtos.
- Grupo J, D, U - traços retos e curvos.
- Grupo O, Q, G, C - traços com duas pequenas retas e duas curvas, derivam da letra O.
- Grupo P, R, B - traços retos e curvas com pequenos traços retos e horizontais.
- Letra S - formado apenas de arcos.
- Grupo i, l, x, z, v, w, k - traços retos.
- Grupo f, j, t, y, r - traços retos e pequenos arcos.
- Grupo n, m, u, h - traços retos e arcos.
- Grupo o, a, e, c, b, d, g, p, q - traços básicos da letra o.

FONTE: Dencker (2009)

3 LINHAS

O tipo e a espessura das linhas indicam a sua função no desenho e são normatizadas pela NBR 8403 (ABNT, 1984). A padronização dos tipos de linhas empregadas no desenho técnico tem por objetivo evitar a criação e o uso de convenções próprias que dificultam a interpretação universal do desenho.

A qualidade da linha refere-se à nitidez e à claridade, ao grau de negrume e à densidade e ao peso apropriado. As linhas servem para melhor representar um desenho, e para isso são usadas com vários tipos e espessuras. Seu conhecimento e uso correto são indispensáveis para a confecção e a interpretação de desenhos.

Dencker (2009, p. 20) explica que as linhas se classificam em grossas, médias e finas, e que quando "fixada a espessura da primeira, para um desenho, a espessura da segunda será a metade e a da última será a metade da segunda. A espessura da linha grossa deve ser proporcional ao tamanho do desenho". Veja abaixo quando e como utilizar cada uma delas:

- **Linhas fortes:** para confecção destas linhas indicamos que você utilize a lapiseira 0,5 e reforçar a linha mais de uma vez até atingir a espessura desejada, ou então utilizar um grafite maior, como o 0,9, por exemplo. O importante é traçar a linha com a lapiseira na posição vertical.
- **Linhas médias:** para confecção destas linhas indicamos que você utilize a lapiseira com grafite 0,5 em um traço mais firme.
- **Linhas finas:** para confecção destas linhas indicamos que você utilize o grafite 0,3, ou o 0,5, desta vez sem apertar muito a lapiseira contra o papel, pois estas linhas devem ser suaves.

O quadro abaixo mostra a aplicação de cada uma destas linhas:

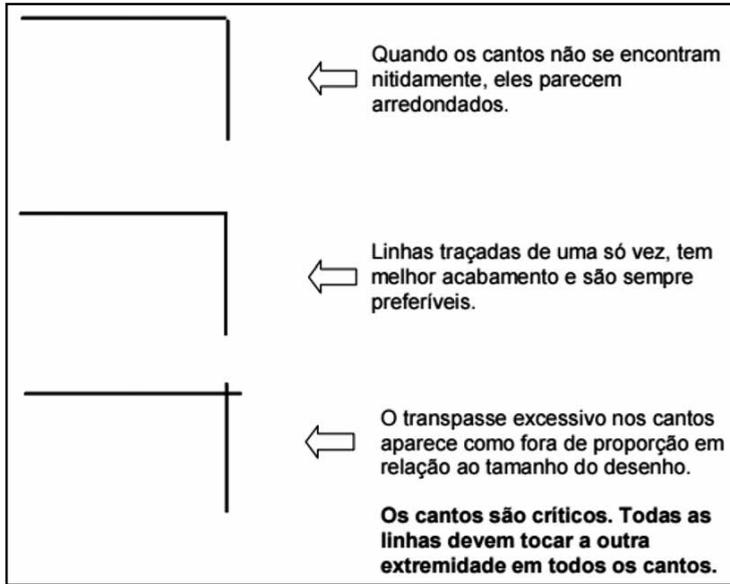
QUADRO 1 – TIPOS DE LINHAS E SEU USO NO DESENHO TÉCNICO

TRAÇO	GRAFITE	TIPO DE LINHAS	USO
Grosso, forte, escuro	HB	Principais - Secundárias	Linhas que estão sendo cortadas
Médio	H	Secundárias	Linhas em vista/ elevações
Fino, fraco, claro	2H 4H	Grades, <i>layouts</i> , Representações	Linhas de construção, cotas e texturas

FONTE: A autora

Outro ponto importante para o traçado das linhas é que todas elas devem começar e terminar de forma definida, assim como o encontro de duas linhas deve sempre tocar os seus extremos. Linhas que não se encontram em cantos dão a falsa impressão de serem arredondados.

FIGURA 34 – TRAÇADO DAS LINHAS

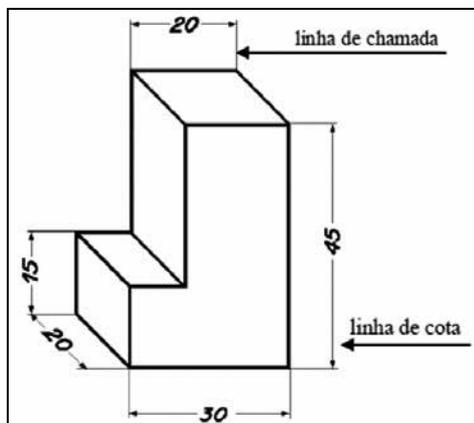


FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Também devemos nos atentar ao emprego das linhas de cota, de chamada e de referência. Veja as orientações:

- **Linhas de cota:** colocadas de preferência fora do desenho, paralelas às faces a serem cotadas. A linha deve ser contínua, interrompida apenas pelo número (também pode-se optar por colocar o número acima da linha, sem interrompê-la) e ter o traço fino e fraco. O número deve destacar-se mais.
- **Linhas de chamada ou linhas de extensão:** prolongam-se para fora das vistas. Devem ter a mesma espessura da linha de cota.

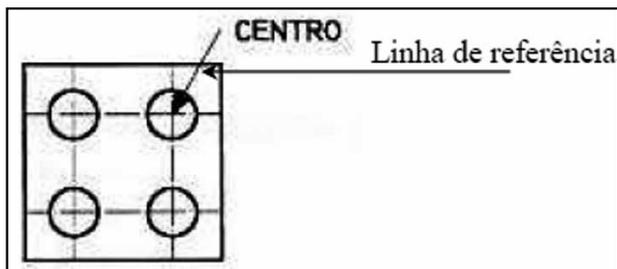
FIGURA 35 – LINHAS DE COTA



FONTE: Dencker (2009)

- **Linhas de referência:** são empregadas para representar alguma observação em relação ao objeto. Traçadas em linha fina inclinada de preferência a 60° em relação à horizontal, terminadas em setas que tocam o objeto ao qual se referem.

FIGURA 36 – LINHAS DE REFERÊNCIA



FONTE: Dencker (2009)

Na figura a seguir são apresentadas as convenções para as linhas de representação mais utilizadas no desenho técnico e que estão presentes na norma brasileira NBR 8403 (ABNT, 1984).

FIGURA 37 – TIPOS DE LINHAS

Linha	Denominação	Aplicação Geral
A 	Contínua larga	A1 contornos visíveis A2 arestas visíveis
B 	Contínua estreita	B1 linhas de interseção imaginárias B2 linhas de cotas B3 linhas auxiliares B4 linhas de chamadas B5 hachuras B6 contorno de seções rebatidas na própria vista B7 linhas de centros curtas
C 	Contínua estreita à mão livre (*)	C1 limites de vistas ou cortes parciais ou interrompidos se o limite não coincidir com linhas traços e ponto
D 	Contínua estreita em ziguezague (*)	D1 Esta linha destina-se a desenhos confeccionados por máquinas
E 	Tracejada larga (*)	E1 contornos não visíveis E2 arestas não visíveis
F 	Tracejada estreita (*)	F1 contornos não visíveis F2 arestas não visíveis
G 	Traço e ponto estreita.	G1 linhas de centro G2 linhas de simetrias G3 trajetórias
H 	Traço e ponto estreita, larga nas extremidades e na mudança de direção.	H1 planos de cortes
J 	Traço e ponto larga	J1 indicação das linhas ou superfícies com indicação especial
K 	Traço dois pontos estreita	K1 contornos de peças adjacentes K2 posição limite de peças móveis K3 linhas de centro de gravidade K4 cantos antes da conformação K5 detalhes situados antes do plano de corte

FONTE: NBR 8403 (ABNT, 1984)

Veja o Uni a seguir, que reforça e sintetiza algumas dicas apresentadas ao longo do texto para o desenho de linhas, com o intuito de ajudá-lo na fixação do conteúdo.



- As linhas cheias devem ser traçadas num só sentido. Não se deve voltar o lápis sobre a linha traçada.
- Deve-se girar o lápis enquanto se traça a linha, para que a ponta tenha um desgaste uniforme, não acarretando variação da espessura.
- Nas linhas tracejadas os traços devem ter o mesmo comprimento e ser igualmente espaçados.
- Quando uma linha tracejada, transversal a uma cheia, é traçada a partir desta, o primeiro traço deve tocar na linha cheia.
- Quando duas linhas tracejadas partem de um mesmo ponto, os seus traços iniciais devem partir deste ponto.
- Quando uma linha tracejada está no prolongamento de uma linha cheia, o seu primeiro traço deve estar espaçado do término desta.
- Nas concordâncias, o ponto de concordância não deve ser percebido. Ao se concordar uma reta com uma curva, esta deve ser traçada primeiro para facilitar a concordância.

FONTE: Dencker (2009)

4 SIMBOLOGIA

Os símbolos são convenções universais que conferem uniformidade na linguagem do desenho, facilitando a sua leitura. Cada área do conhecimento se utiliza de símbolos próprios de acordo com os objetos que fazem parte das suas representações e das normas estabelecidas. O uso correto da simbologia permite fazer amarração e referência entre todos os desenhos.

É imprescindível que o desenhista conheça os símbolos gráficos dos objetos que irá representar. Um símbolo gráfico deve ser (MONTENEGRO, 1997, p. 35):

- único, isto é, apresentando características próprias;
- simples de ser desenhado, compreendido e reproduzido;
- semelhante à coisa representada;
- racional, portanto justificado pela lógica;
- utilizado pelos profissionais, o que implica uma aceitação geral;
- um sinal para orientar trabalhos posteriores.

Tudo isso deve ser analisado ao escolher um símbolo ou notação convencional. Trata-se de uma opção que poderá ser pessoal ou com base nas

normas técnicas (preferencialmente). Ao longo desta apostila iremos apresentar símbolos e convenções utilizados para cada tipo de representação.

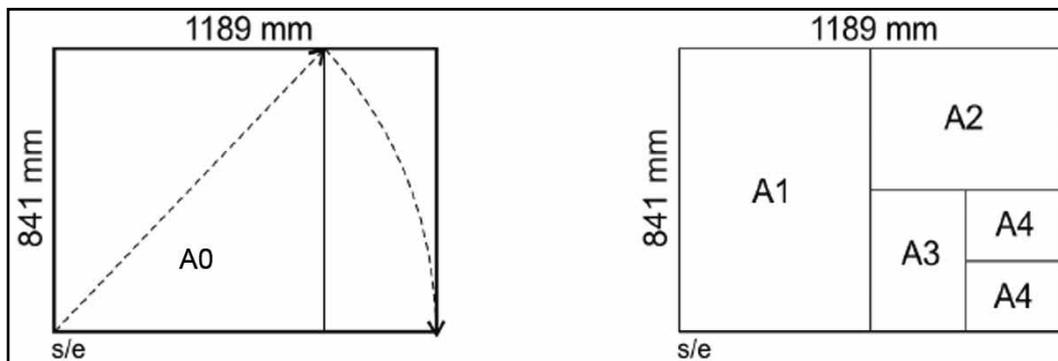
5 CORES

Desenhos técnicos, em geral, são representados em preto e branco. Hoje, com o desenho feito no computador e a facilidade de impressão, tornou-se mais popular usar cores nos desenhos. Recomendamos apenas que, ao optar por desenhos técnicos coloridos, atente-se para não exagerar, evitando que a cor tenha mais destaque do que a representação, que é o objetivo do desenho. Outro aspecto importante é que cada cor utilizada seja mencionada na legenda, para tornar a leitura clara e assertiva.

6 PADRÕES DE FOLHAS

Segundo a norma brasileira NBR 10068 (ABNT, 1987), que trata do *layout* e dimensões da folha de desenho, as folhas em branco utilizadas para desenho técnico devem possuir dimensões padronizadas. A série “A” de padronização do papel é resultado da duplicação sucessiva do formato A0, que é um retângulo com área igual a 1 m^2 com os lados medindo $841 \text{ mm} \times 1189 \text{ mm}$.

FIGURA 38 – FORMATOS SÉRIE A DAS FOLHAS



FONTE: Gomes (2012)

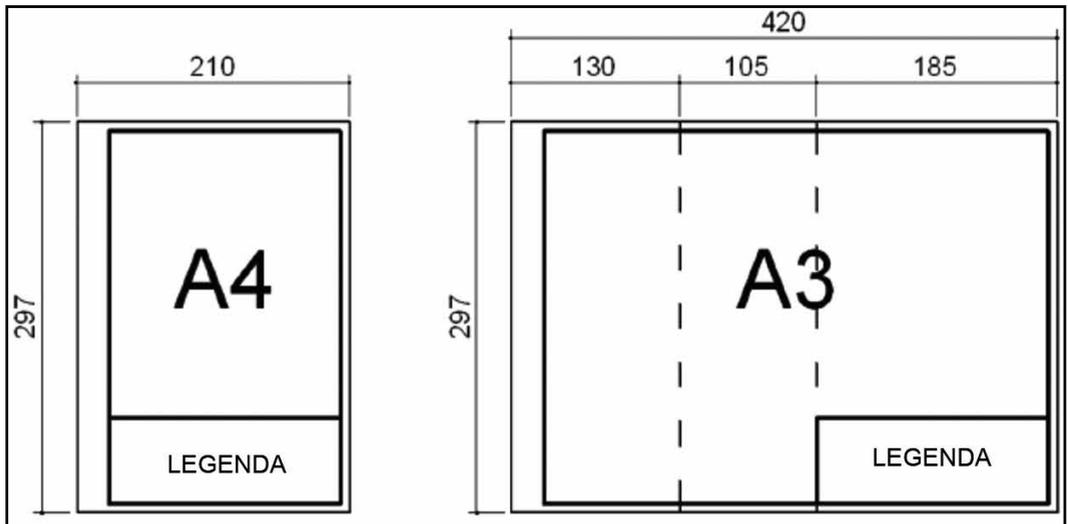
TABELA 1 – TAMANHOS CORRESPONDENTES AOS FORMATOS DA SÉRIE A

FORMATO	TAMANHO (em milímetros)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

FONTE: NBR 10068 (ABNT, 1987)

As folhas podem ser utilizadas tanto na vertical quanto na horizontal. O formato final da dobradura de cópias de desenhos nos formatos A0, A1, A2 e A3 deve ser o formato A4 (210 mm x 297 mm), de maneira a deixar visível a legenda (ABNT, NBR 10582, 1988).

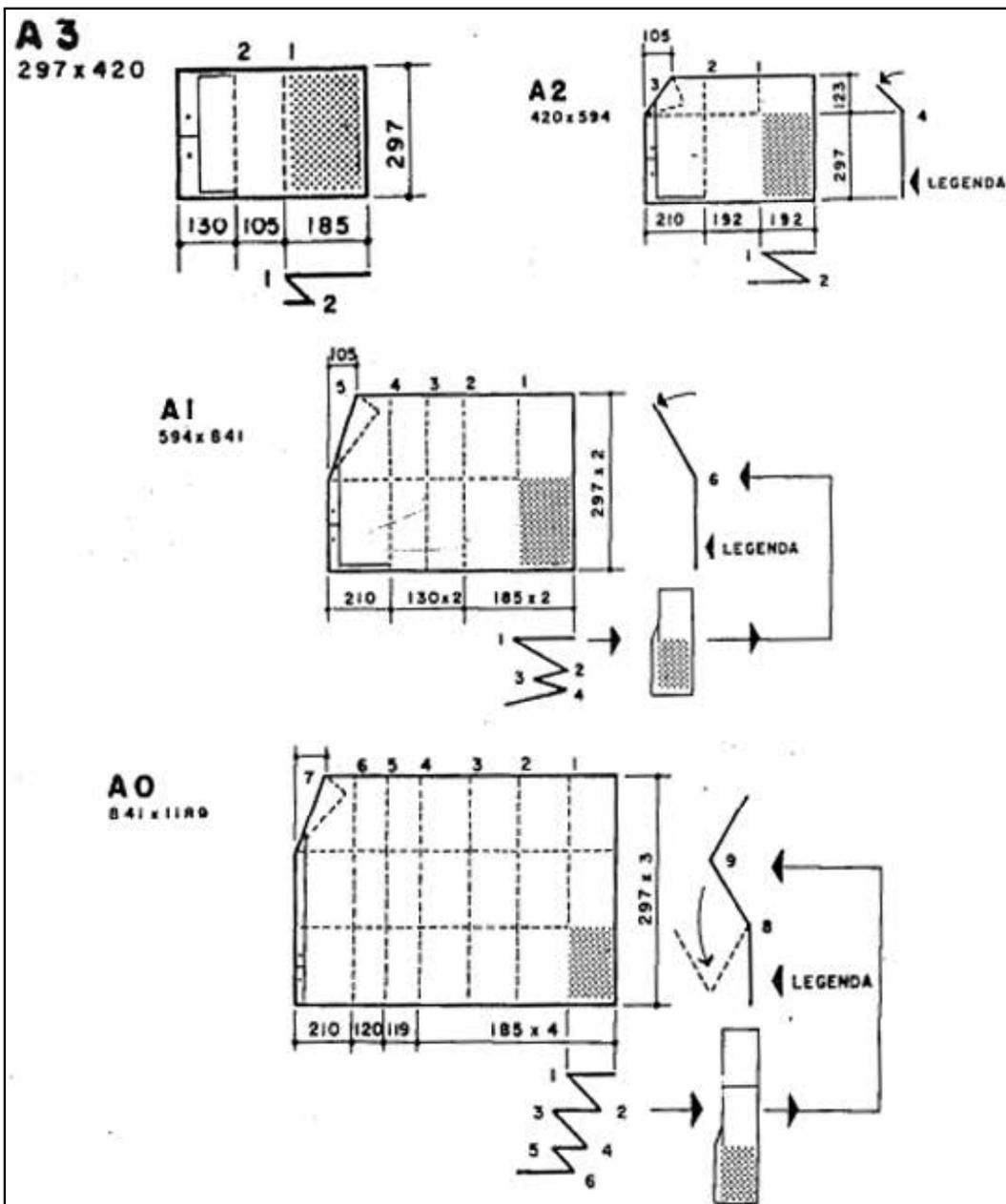
FIGURA 39 – DOBRADURA E VISIBILIDADE DA LEGENDA



FONTE: Gomes (2012)

A forma da dobradura também deve seguir especificações definidas em norma técnica. Veja na figura a seguir a dobradura de cada formato de papel:

FIGURA 40 – PADRÃO DE DOBRADURA DAS FOLHAS

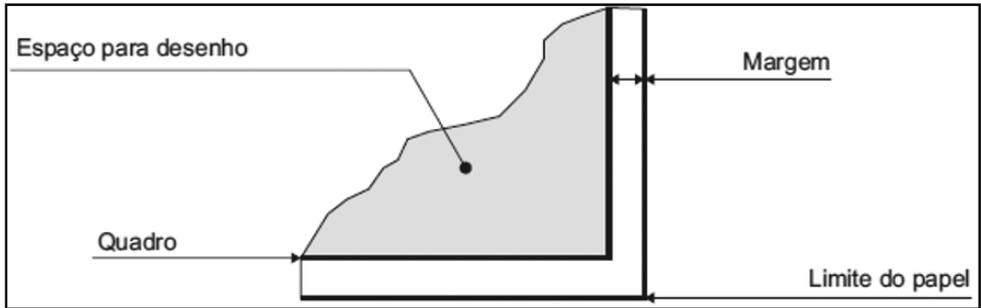


FONTE: Montenegro (1997)

7 MARGENS

As margens são limitadas pelo contorno externo da folha e do quadro. O quadro limita o espaço para o desenho.

FIGURA 41 – MARGENS



FONTE: Disponível em: <<http://www.dca.ufrn.br/~acari/Desenho%20Mecanico/Normas%20ABNT%20para%20Desenho/n02normasabnt.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2016.

As margens e as linhas devem ter dimensões de acordo com a tabela a seguir:

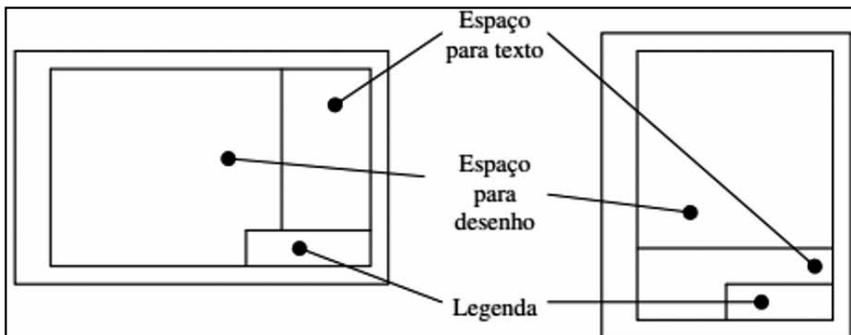
TABELA 2 – LARGURA DAS LINHAS E DAS MARGENS

FORMATO	MARGEM		LARGURA DA LINHA
	Esquerda	Direita	
A0	25	10	1,4
A1		10	1,0
A2		7	0,7
A3		7	0,5
A4		7	0,5

FONTE: NBR 10068 (ABNT, 1987)

A margem esquerda serve para ser perfurada e utilizada no arquivamento, por isso ela tem uma dimensão maior.

FIGURA 42 – ESPAÇOS DAS FOLHAS



FONTE: Disponível em: <<http://www.dca.ufrn.br/~acari/Desenho%20Mecanico/Normas%20ABNT%20para%20Desenho/n02normasabnt.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2015.



Espaço para desenho:

- Os desenhos são dispostos na ordem horizontal ou vertical.
- O desenho principal é colocado acima e à esquerda, na área para desenho.
- Os desenhos são executados, se possível, levando em consideração o dobramento das cópias do padrão de desenho, conforme formato A4.

Espaço para texto:

- Todas as informações necessárias ao entendimento do conteúdo do espaço para desenho são colocadas no espaço para texto.
- O espaço para texto é colocado à direita ou na margem inferior do padrão do desenho.
- Quando o espaço para texto é colocado na margem inferior, a altura varia conforme a natureza do serviço.
- A largura do espaço de texto é igual à da legenda ou no mínimo 100 mm.
- O espaço para texto é separado em colunas com larguras apropriadas, de forma que leve em consideração o dobramento da cópia do padrão de desenho, conforme padrão A4.
- As seguintes informações devem constar no espaço para texto: explanação (identificação dos símbolos empregados no desenho), instrução (informações necessárias à execução do desenho), referência a outros desenhos ou documentos que se façam necessários, tábua de revisão (histórico da elaboração do desenho com identificação/assinatura do responsável pela revisão, data etc.).

FONTE: Mansur (2015)

8 LEGENDA

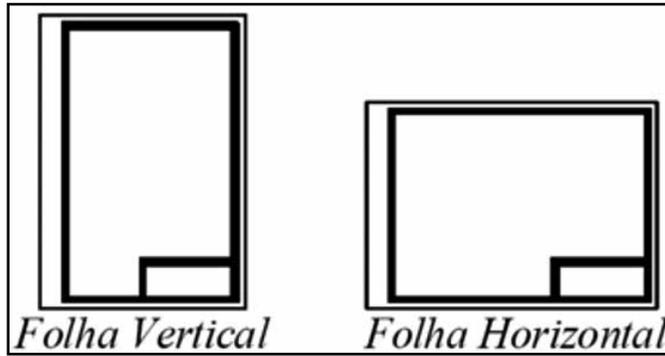
A legenda pode ser chamada também selo, rótulo ou carimbo e deve conter a identificação completa do desenho, que compreende:

- nome do profissional responsável pelo projeto;
- número de registro, nome do cliente ou empresa para o qual o projeto será realizado;
- título e escala do desenho;
- data e número da prancha.

É na legenda, também, que o projetista assina seu projeto e marca as possíveis revisões feitas. Outras informações podem se localizar próximas da legenda, como, por exemplo: convenções gráficas, notas gerais, desenhos de referência, indicação do norte etc.

A posição da legenda deve estar dentro do espaço para o desenho, no canto inferior direito, tanto nas folhas posicionadas horizontalmente, como verticalmente (ver Figura 43). O comprimento da legenda deve ser de 178 mm nos formatos A4, A3, A2, e 175 mm nos formatos A1 e A0. É colocada no canto inferior direito tanto em folhas horizontais quanto verticais, conforme apresentado na figura abaixo (ABNT, NBR 10068, 1987, p. 2-3).

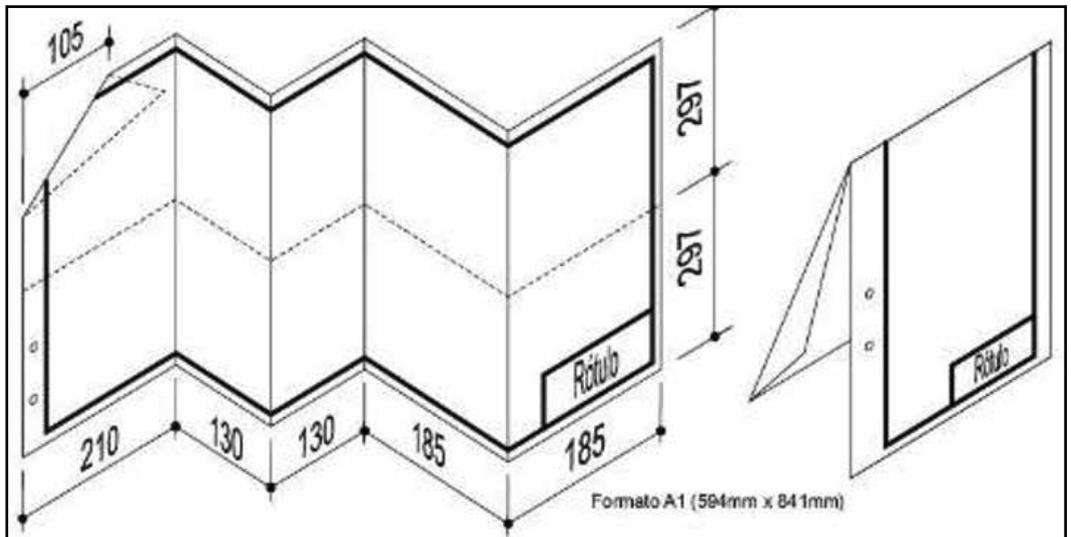
FIGURA 43 – LEGENDA EM FOLHA VERTICAL E HORIZONTAL



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYqEAA/desenho-arquitetonico>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Em folhas grandes, quando se dobra o desenho, a legenda sempre deve estar visível, para facilitar a procura em arquivo sem necessidade de desdobrá-lo.

FIGURA 44 – DOBRADURAS E LEGENDAS



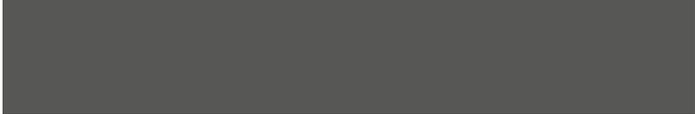
FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgNksAF/desenho-tecnico>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Apresentamos a seguir um modelo de legenda, mas cada arquiteto ou engenheiro cria a sua, levando em consideração padrões gráficos da sua criação e comunicação visual.

FIGURA 45 – EXEMPLO DE LEGENDA

		AGRONOMIA PROJETOS - LTDA	
		Projeto: SEDE DA PROPRIEDADE RURAL	
Planta baixa		Propriedade: Fazenda Terra do Jacarandá	
Propriet.: Renata F. de Souza Rabelo		Data: 21/03/2006	PRANCHA ÚNICA
Escala: 1:50	Unidade: metro	Área: ...	
Projetista: Mateus Matos de Alcântara		ASS:	

FONTE: Disponível em: <http://www.agro.ufg.br/up/68/o/2___Aula_Fundamentos_do_desenho_t__cnico.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.



RESUMO DO TÓPICO 2

Chegamos ao final do Tópico 2 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- A realizar caligrafia técnica e a execução de linhas de forma clara e legível, contribuindo para um bom desenho técnico.
- A executar linhas com um bom traço e com padrões apropriados para cada representação.
- A organizar os desenhos em folhas que podem ter formatos diferentes, mas que deverão sempre contar com margens e legendas, além de serem dobradas da maneira correta.

AUTOATIVIDADE



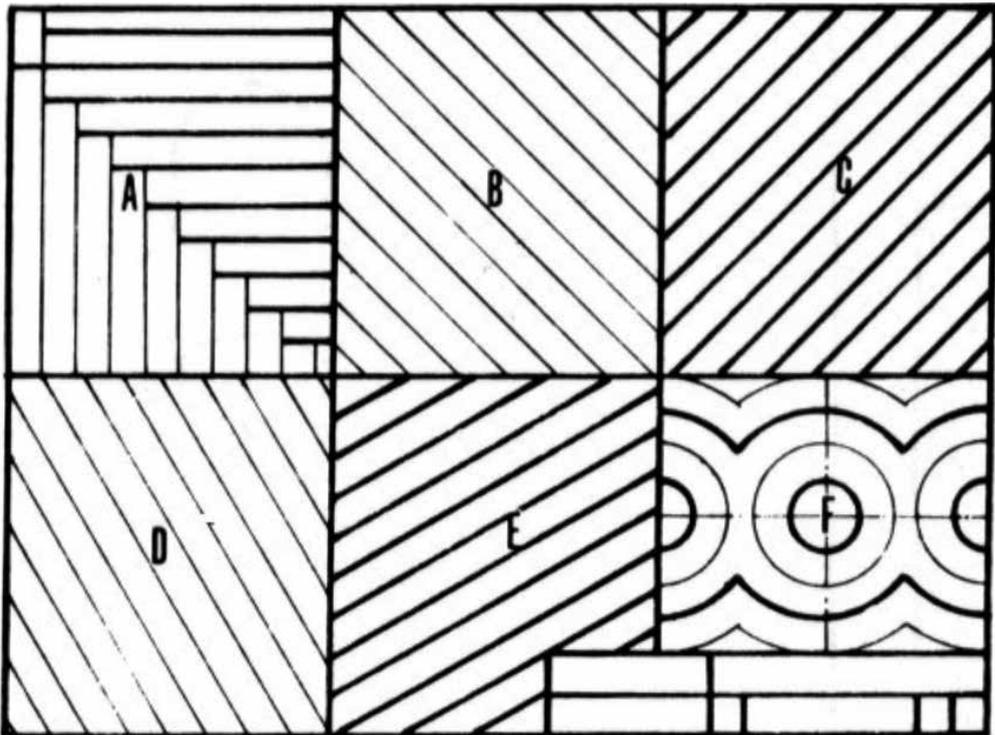
Agora, vamos praticar?

1 Neste exercício, primeiro você deve construir uma prancha A4 em formato paisagem (horizontal), observando os seguintes passos:

- Fazer as margens (25 mm esquerda e 7 mm as demais) com traço largo.
- Fazer a legenda da prancha (31 mm de altura e 178 mm de largura), escrevendo o seu nome, título do exercício e a data.
- Divida a folha em seis partes iguais.

Em seguida, desenhe em cada espaço linhas seguindo as orientações abaixo:

- Horizontal e vertical com linhas grossas;
- 45° com linhas finas;
- 45° com linhas grossas;
- 60°, com a horizontal, com linhas finas;
- 30°, com a horizontal, com linhas grossas;
- Circunferências e arcos com linhas finas e grossas.



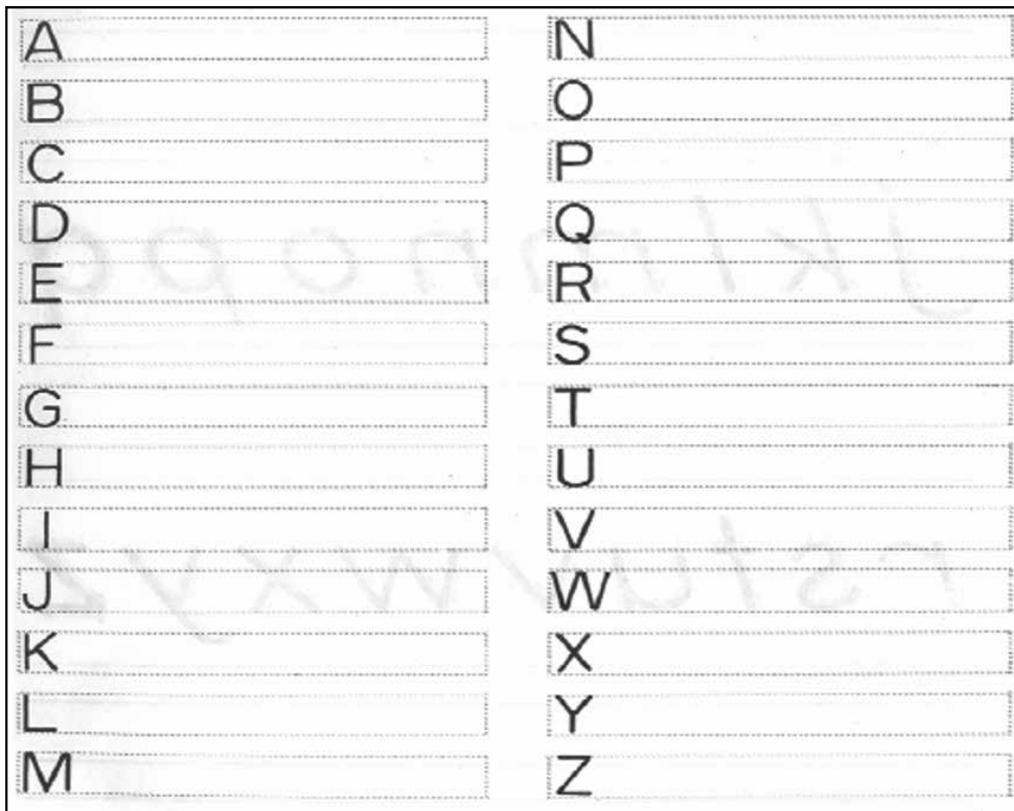
FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABRyMAD/03-desenho-tecnico>>. Acesso em: 27 dez. 2015.



Assista ao vídeo de
resolução desta questão



2 Treine caligrafia técnica copiando as letras abaixo:



FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2015.

Experimente agora traçar as linhas auxiliares com linha fina e fraca, espaçadas 1 cm e desenhar números de 0 a 9.

USO DE COTAS E ESCALAS

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico iremos apresentar dois itens imprescindíveis na composição do desenho técnico: a cotagem e a escala. A colocação de cotas em desenho técnico (cotagem) é feita de forma normatizada, por isso, segue regras e orientações específicas de padronização, enquanto que a escala o torna possível de ser executado em papéis de dimensões convencionais. Interessante? Veja a seguir.

2 COTAS E COTAGEM

Cotas são números que são colocados nos desenhos e que representam as dimensões reais do objeto. Normalmente, a unidade mais utilizada na representação das cotas é o metro, mas de acordo com o tipo e a escala do desenho, outras unidades também podem ser usadas, desde que sejam especificadas nas pranchas do desenho. Já a palavra cotagem, segundo a NBR 10126 (ABNT, 1987, p. 1), significa "a representação gráfica no desenho da característica do elemento, através de linhas, símbolos, notas e valor numérico numa unidade de medida".

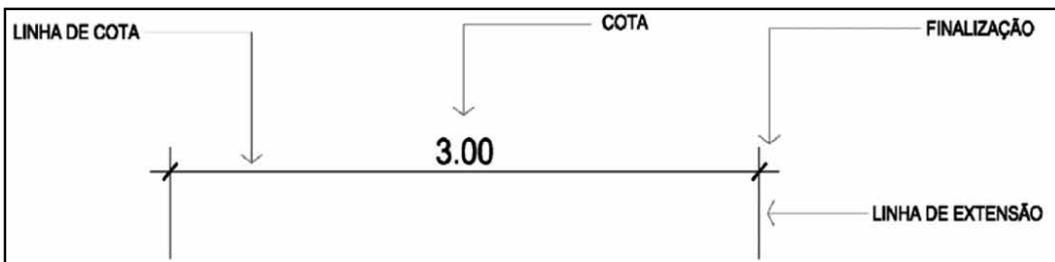
De acordo com esta mesma norma, a cotagem de um desenho técnico deve ser executada de forma objetiva, para não poluir o desenho, tendo sempre em mente que ele precisa estar legível para execução ou fabricação do objeto representado. Da mesma maneira, a cotagem precisa fornecer todas as dimensões de forma perfeita e real, não deixando dúvidas que justifiquem complicações posteriores.

Para realizar a cotagem de desenhos é necessário entender a estrutura básica das linhas que a compõem, que são a linha de cota, a linha auxiliar e a própria cota.

- As **linhas de cota** são linhas mais estreitas, com setas, círculos ou traço oblíquo nas terminações. Nestas linhas ou acima delas são colocadas as cotas (números).
- A **linha auxiliar ou linha de extensão** é uma linha contínua estreita que limita as linhas de cota. A linha auxiliar não deve tocar as linhas do desenho e deve ser prolongada ligeiramente além da respectiva linha de cota.

- As **cotas** são numerais que indicam as medidas do objeto representado. São colocadas acima da linha de cota sem tocá-la.

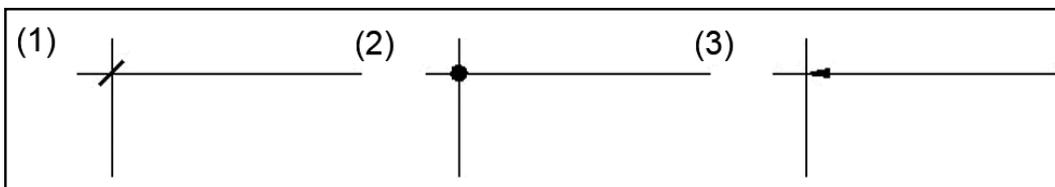
FIGURA 46 – ESTRUTURA DA COTAGEM



FONTE: Disponível em: <<http://leiautdicas.com/category/nocoos-de-desenho-arquitetonico/>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Junto da estrutura básica de linhas, faz-se a finalização de arremate da cota e deve ser representada através de um *tick* (1), um círculo cheio (2) ou uma seta (3). O *tick* é muito utilizado nos desenhos de arquitetura e engenharia civil, o círculo cheio e a seta são frequentes nos desenhos de peças mecânicas, por exemplo.

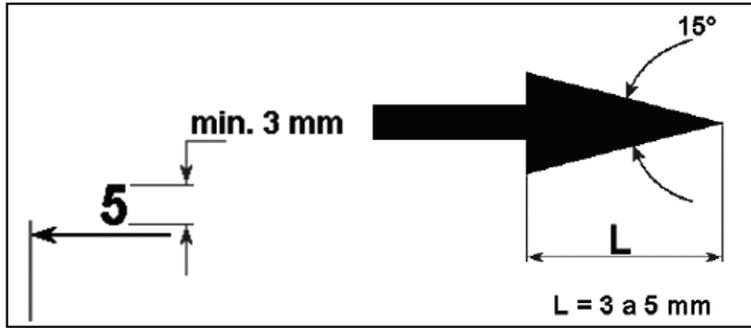
FIGURA 47 – FINALIZAÇÃO EM TICK, EM CÍRCULO E EM SETA



FONTE: Disponível em: <<http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-5-cotagem.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Deve-se ter atenção na representação do item de finalização. Na representação de *ticks* em cotas horizontais, os *ticks* deverão ser virados para a direita e em cotas verticais para a esquerda, ambos executando com o esquadro de 45°. Na representação de setas deve-se cuidar para que os seus lados formem um ângulo aproximado de 15°. As setas podem ser abertas ou fechadas.

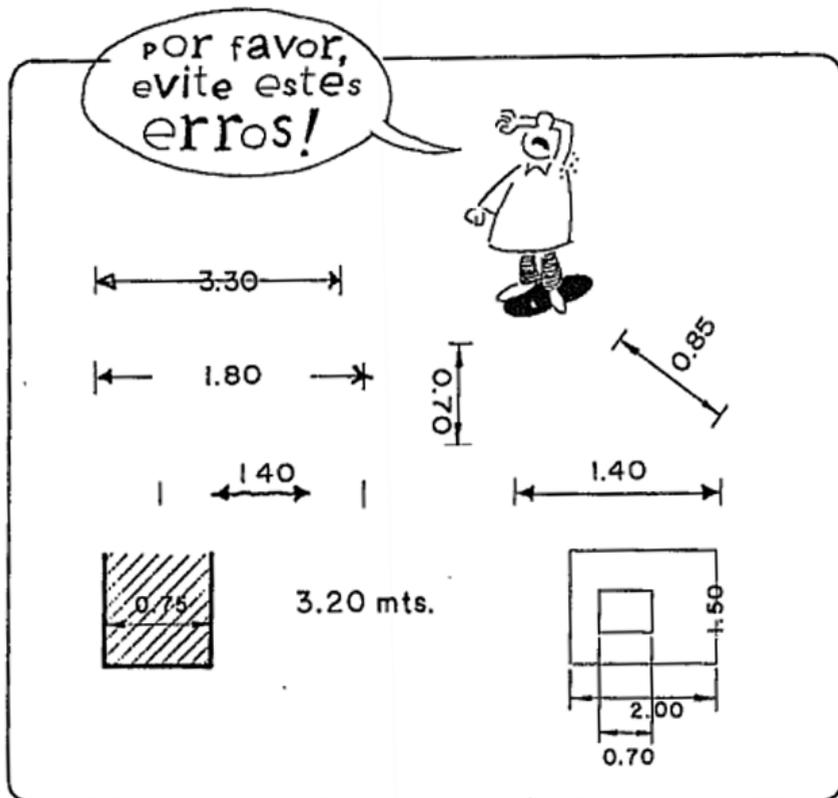
FIGURA 48 – REPRESENTAÇÃO DE FINALIZAÇÃO EM SETA



FONTE: Lugli (2009)

Apresentaremos a seguir orientações básicas para realizar a cotagem de desenhos técnicos de maneira correta:

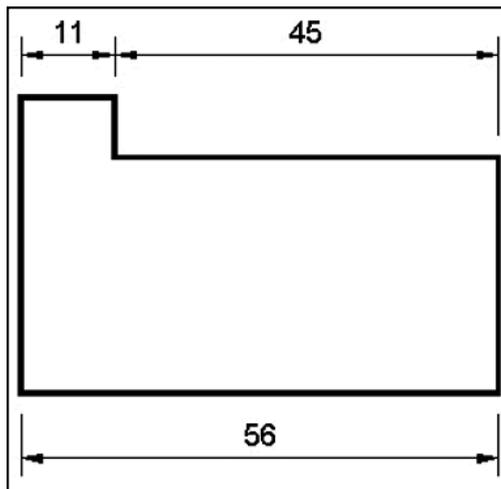
FIGURA 49 – ERROS COMETIDOS EM COTAGEM



FONTE: Montenegro (1997)

- As unidades (milímetro, centímetro, metro) não devem ser colocadas ao lado das cotas. Esta informação deve vir na legenda. Mas fique atento! Todas as cotas de um desenho devem ser empregadas em uma única unidade.

FIGURA 50 – COTAS REPRESENTADAS SEM A UNIDADE AO LADO DO NÚMERO



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degaf_barbara/wp-content/uploads/sites/15/2014/10/Apostila-Desenho-Tecnico_2014.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

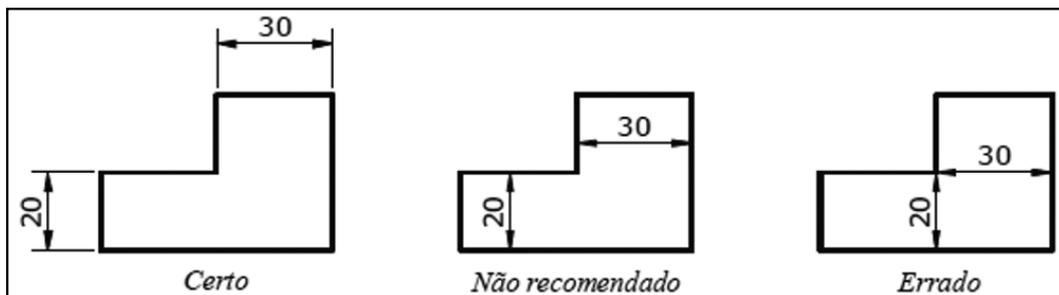


Regra básica:

Qualquer que seja a escala do desenho, as cotas representam a verdadeira grandeza das dimensões. Não podemos desenhar com uma medida e fazer a cota com outra, pois corremos o risco de gerar um enorme problema na execução.

- As linhas de cotas devem ser colocadas preferencialmente fora do desenho. Isso não impede que algumas sejam colocadas no interior, mas deve-se evitar (especialmente em desenhos grandes e complexos) a fim de não dificultar a leitura das informações.

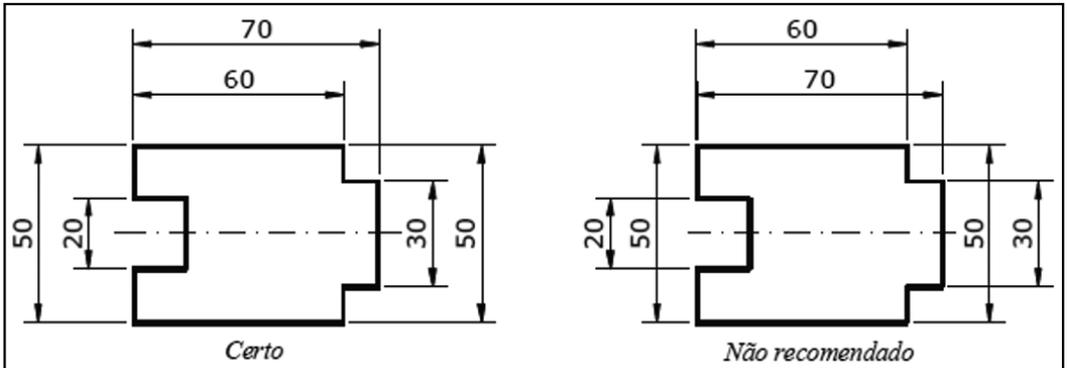
FIGURA 51 – LINHAS DE COTAS PREFERENCIALMENTE FORA DO DESENHO



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Primeiro devemos fazer a cotação dos detalhes menores e posteriormente das medidas gerais.

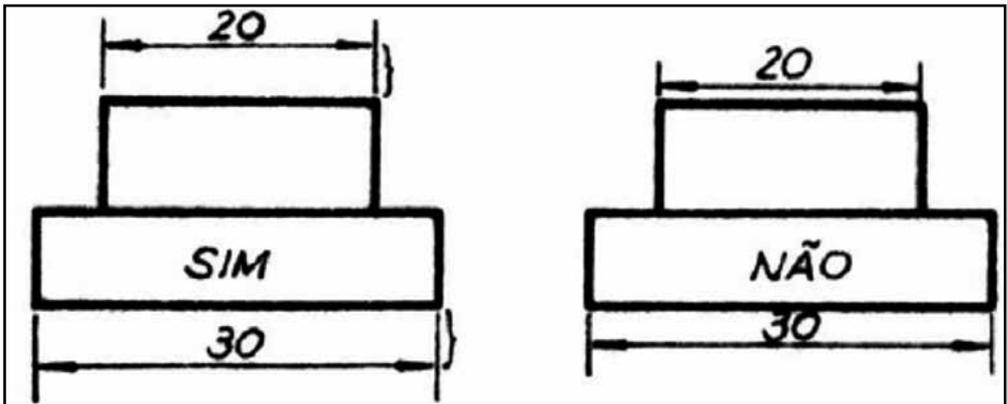
FIGURA 52 – COTAGEM EM DETALHES E MEDIDAS GERAIS



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 de dezembro de 2015.

- Quando a linha de cota é contínua, os números das cotas são colocados acima delas. Se a linha for interrompida, a cota ocupa o intervalo desta interrupção. E também deve haver uma distância do desenho, para não confundir a leitura.

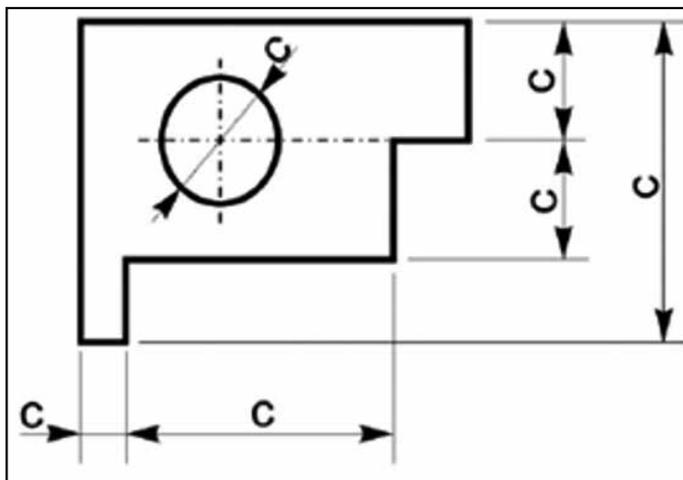
FIGURA 53 – DISTÂNCIA DA LINHA DE COTA EM RELAÇÃO AO DESENHO



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Atenção! Deve-se evitar a mudança de sentido da leitura da cota. Cotas horizontais são sempre escritas e lidas da esquerda para a direita, e cotas verticais, de baixo para cima.

FIGURA 54 – SENTIDO DA LEITURA DE COTAS



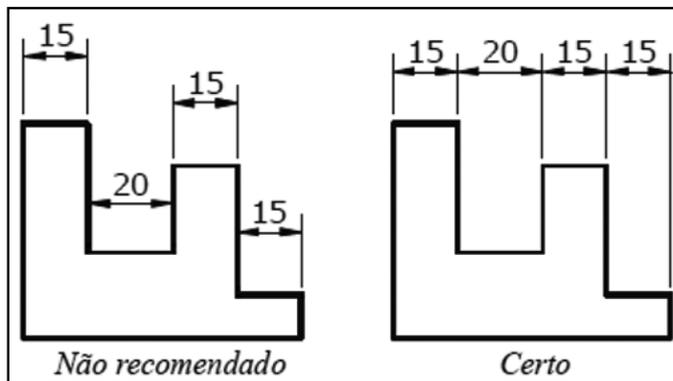
FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_barbara/wp-content/uploads/sites/15/2014/10/Apostila-Desenho-Tecnico_2014.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.



Devemos realizar a cotagem sempre prevendo sua utilização futura na interpretação do projeto, de modo a evitar cálculos e erros posteriores.

- As cotas devem ser colocadas preferencialmente em linhas contínuas.

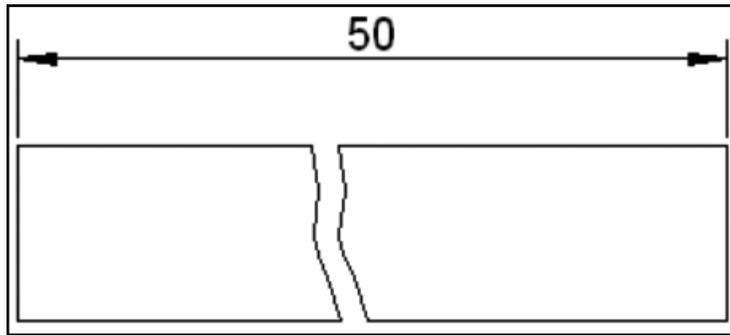
FIGURA 55 – COTAGEM EM LINHAS CONTÍNUAS



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Não se deve interromper a linha de cota, mas sim o objeto.

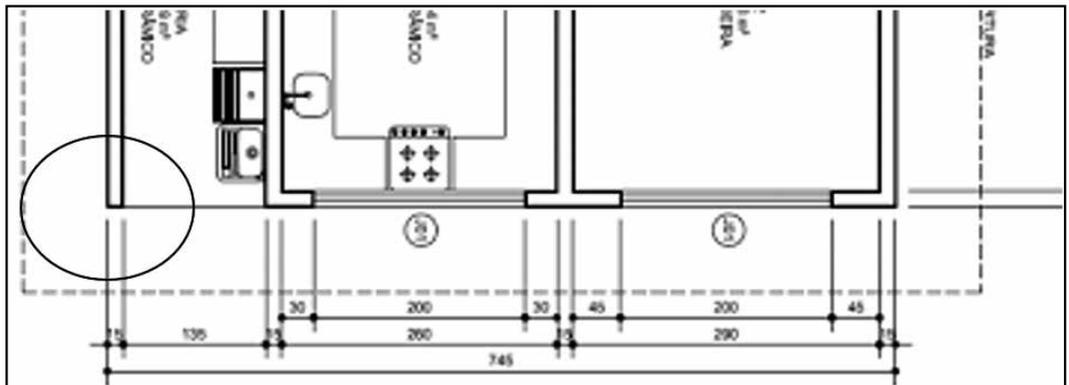
FIGURA 56 – COTAGEM EM PEÇAS INTERROMPIDAS



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Todas as cotas necessárias devem ser colocadas, mas cuidado com a repetição!
- Não devemos traçar linha de cota como continuação de linha da figura. Um espaço entre desenho e linha faz-se necessário para manter a legibilidade.

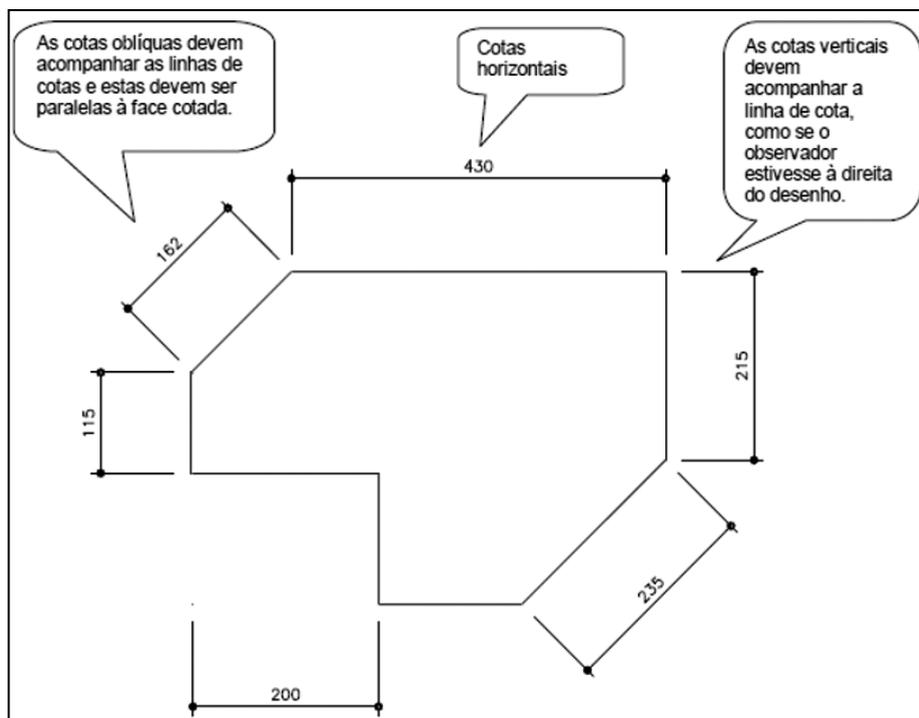
FIGURA 57 – LINHA DE COTA AFASTADA DO DESENHO



FONTE: Disponível em <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Cotas inclinadas acompanham a inclinação da linha de cota: se a inclinação da linha de cota for menor que 45° , escreve-se a cota de baixo para cima. Se a inclinação for maior que 45° , escreve-se de cima para baixo.

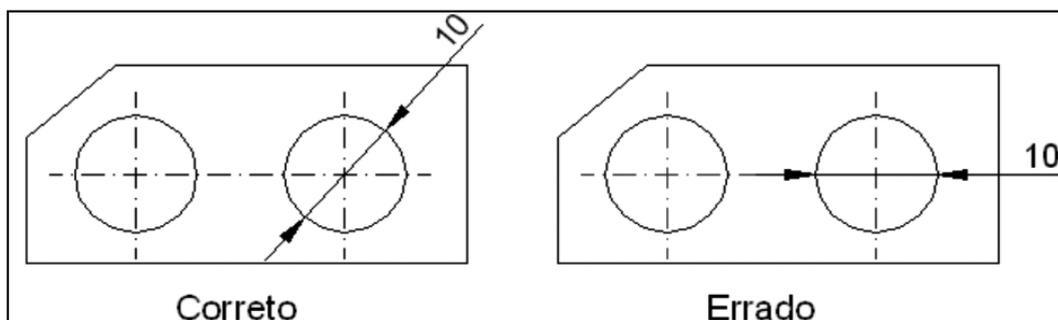
FIGURA 58 – COTAGEM ACOMPANHANDO INCLINAÇÃO DO DESENHO



FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Não devemos usar como linhas de cotas eixos, linhas de centro, arestas e contornos de objetos.

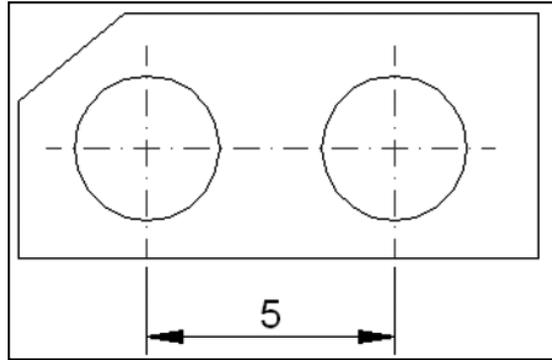
FIGURA 59 – COTAGEM EM EIXOS, LINHAS DE CENTRO E ARESTAS



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/porta/degaf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Conforme já explicamos, a linha de centro e a linha de contorno não devem ser usadas como linha de cota, mas elas podem ser utilizadas como linha auxiliar. Quando usadas como linha auxiliar, devem continuar como linha de centro até a linha de contorno do objeto, conforme a figura a seguir:

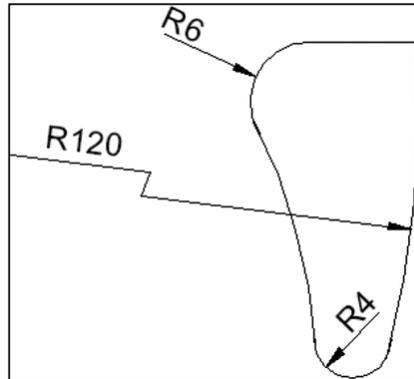
FIGURA 60 – LINHA DE CENTRO UTILIZADA COMO LINHA AUXILIAR DA COTA



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Em cotagem de raios amplos com o centro fora dos limites disponíveis para cotagem, a linha de cota precisa ser quebrada.

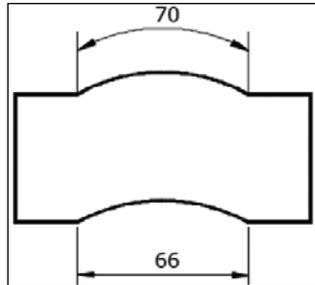
FIGURA 61 – COTAGEM DE RAIOS



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Quando o objetivo é definir o comprimento do arco, a linha de cota deve ser paralela ao elemento cotado. A figura a seguir mostra a cotagem de arco na parte superior e a cotagem de corda na parte inferior. Ambas expressam a mesma medida, mas com o tipo de linha diferente (cota de corda = linha reta, cota de arco = linha curva).

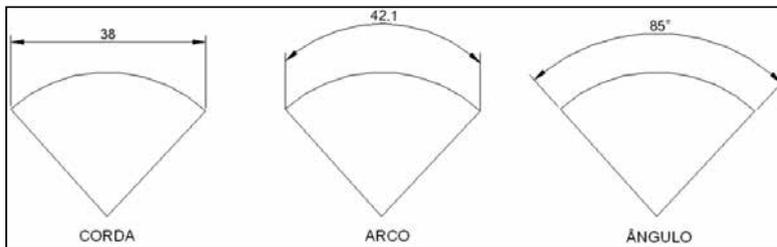
FIGURA 62 – COTAGEM EM ARCO E EM CORDA



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

A cotagem de cordas, arcos e ângulos deve ser feita conforme a figura a seguir:

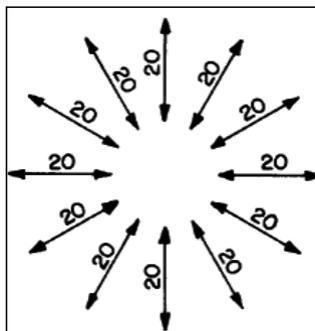
FIGURA 63 – COTAGEM EM CORDA, ARCO E ÂNGULO



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Cotagem em linhas de cotas inclinadas deve ser feita como mostra a figura a seguir:

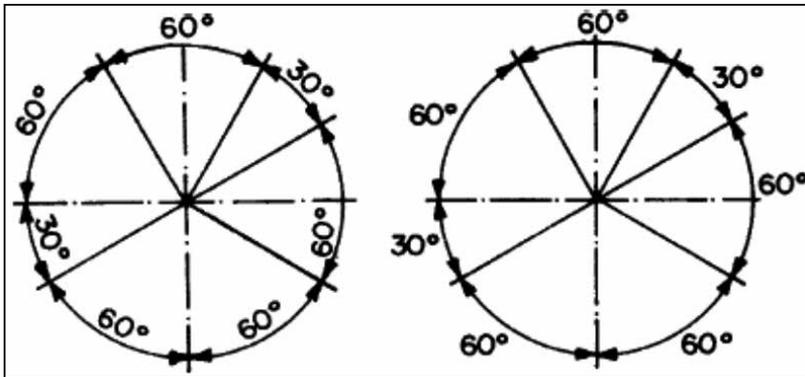
FIGURA 64 – COTAGEM INCLINADA



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- A cotagem angular pode seguir uma das formas apresentadas na figura a seguir:

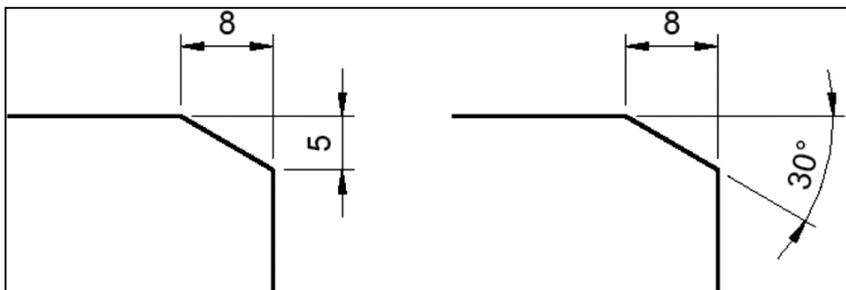
FIGURA 65 – COTAGEM ANGULAR



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/deggraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Em cotagem de chanfros de 45°, podemos simplificar a cotagem usando um dos sistemas apresentados nas figuras a seguir:

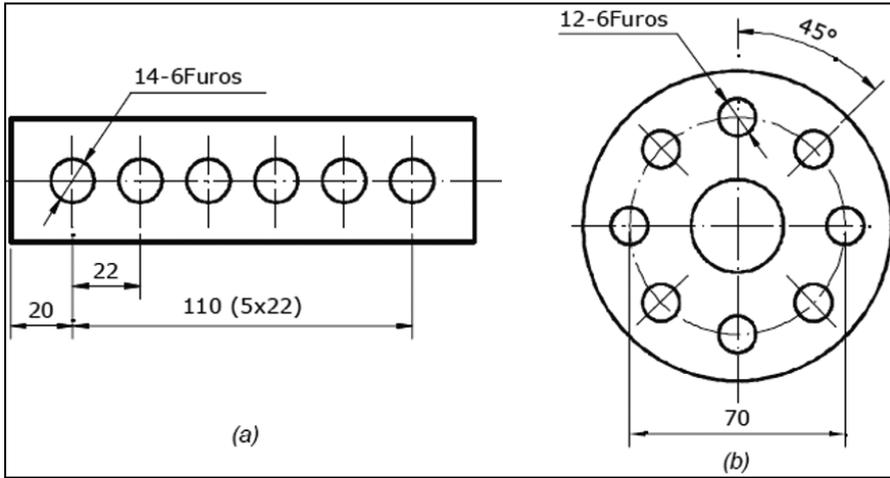
FIGURA 66 – COTAGEM DE CHANFROS



FONTE: Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/deggraf_deise/wp-content/uploads/sites/9/2014/10/3-DT-CD028-Eng-Civil-0-2014-Turmas-A-e-E-Prof-Deise.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- A cotagem de elementos repetidos e equidistantes pode ser simplificada, já que não há necessidade de se colocar todas as cotas. Os espaçamentos lineares podem ser cotados mostrando o comprimento total e o número de espaços, conforme mostra a figura a seguir.

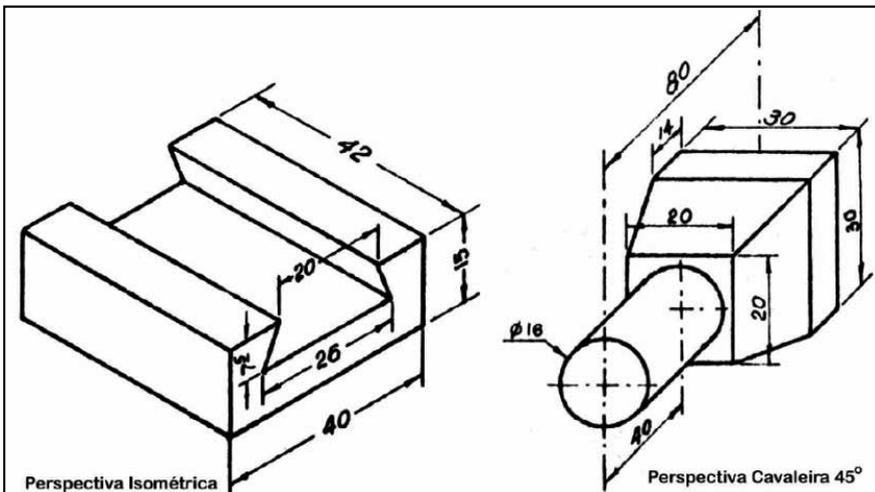
FIGURA 67 – COTAGEM DE ELEMENTOS REPETIDOS E EQUIDISTANTES



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- A cotagem em desenhos de perspectivas é mais difícil do que em vistas. A regra é fazer as linhas de extensão e as linhas de cotas também em perspectiva. A colocação dos números deve ser feita de tal forma que pareçam estar situados sobre o plano da face cotada. Para isso, é preciso que os números também sejam desenhados em perspectiva, exigindo uma habilidade maior.

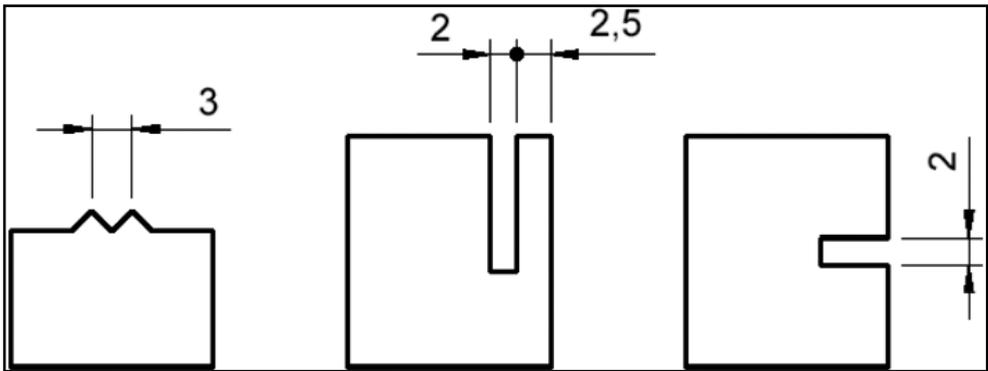
FIGURA 68 – COTAGEM EM PERSPECTIVAS



FONTE: Disponível em: <[ftp://ftp.sm.ifes.edu.br/professores/SolivanAltoe/1EN/Apostilas/LIVRO%20DE%20DESENHO_UNIMAR.pdf](http://ftp.sm.ifes.edu.br/professores/SolivanAltoe/1EN/Apostilas/LIVRO%20DE%20DESENHO_UNIMAR.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Cotas em espaços limitados podem ser colocadas fora da linha de cota ou em uma seta direcional.

FIGURA 69 – COTAS EM ESPAÇOS LIMITADOS



FONTE: Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/prof_shiroma/Senai_Leitura_e_interpretacao_de_projetos.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Para a indicação de diâmetro, quadrado, sextavado ou raio, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, em suas normas NB-8 e NB-13, recomenda a utilização de símbolos, que devem ser colocados sempre antes dos números das cotas.

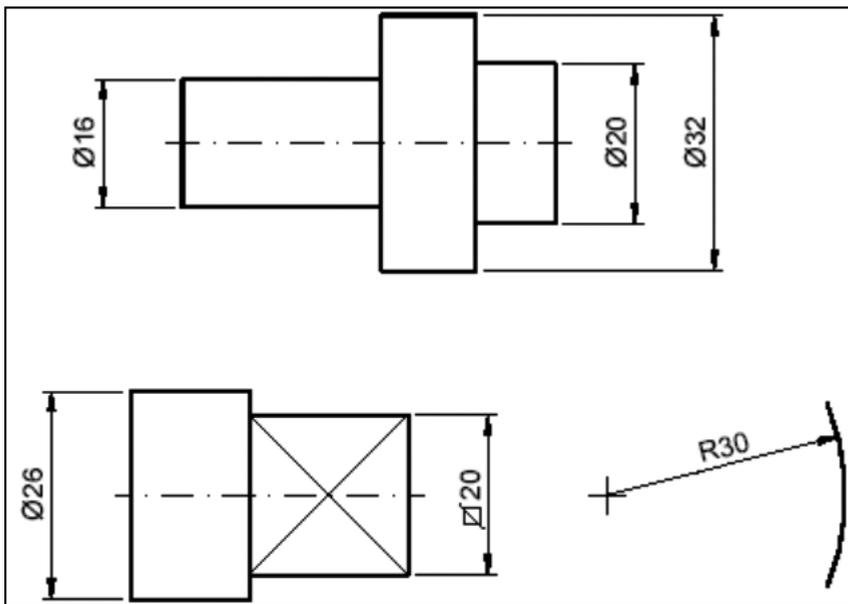
FIGURA 70 – SIMBOLOGIA

∅	Diâmetro
◻	Quadrado
◻	Sextavado
r	Raio

FONTE: Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/prof_shiroma/Senai_Leitura_e_interpretacao_de_projetos.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

As figuras a seguir exemplificam a utilização dos símbolos na cotagem:

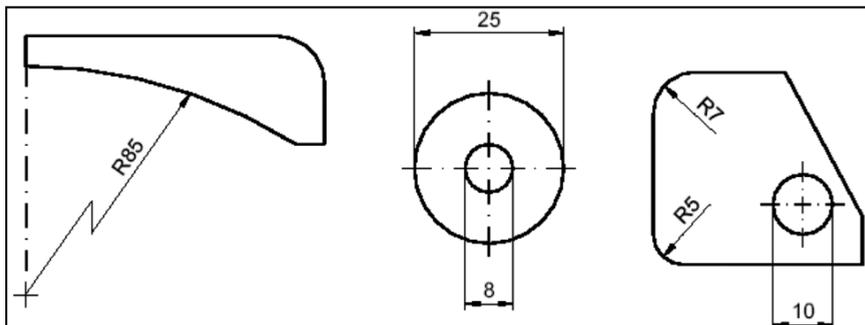
FIGURA 71 – USO DE SÍMBOLOS EM COTAGEM



FONTE: Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/prof_shiroma/Senai_Leitura_e_interpretacao_de_projetos.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Mas, quando na vista cotada for evidente que se trata de diâmetro ou quadrado, os respectivos símbolos podem ser dispensados.

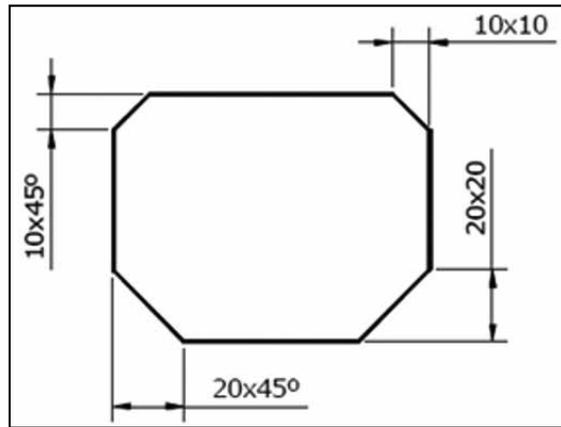
FIGURA 72 – COTAGEM COM SÍMBOLOS DISPENSADOS



FONTE: Disponível em: <http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/prof_shiroma/Senai_Leitura_e_interpretacao_de_projetos.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

- Em elementos angulares são necessárias pelo menos duas cotas, informando os comprimentos de seus dois lados ou o comprimento de um dos seus lados junto com o valor de um dos seus ângulos, conforme mostra a figura a seguir.

FIGURA 73 – COTAGEM DE ELEMENTOS ANGULARES



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Esperamos que as dicas tenham ajudado você a entender como a cotagem deve ser feita nos desenhos técnicos. A imagem a seguir traz alguns princípios gerais de forma mais sintética, para que sejam memorizados mais facilmente.

FIGURA 74 – PRINCÍPIOS GERAIS DA COTAGEM

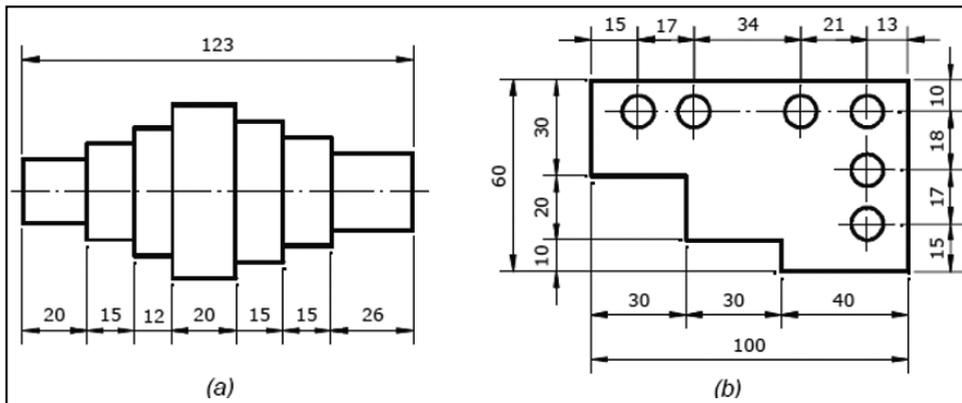


FONTE: Montenegro (1997)

2.1 TIPOS DE COTAGEM

De acordo com a NBR 10126 (ABNT, 1987), em desenhos de detalhes menores e mais precisos, as cotas podem ser colocadas em cadeia (cotagem em série), na qual as cotas de uma mesma direção são referenciadas umas nas outras ou podem ser colocadas tendo um único elemento de referência.

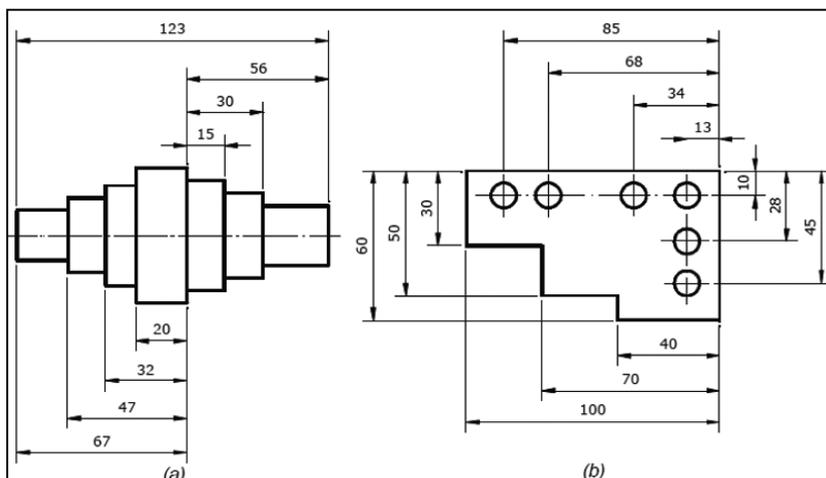
FIGURA 75 – EXEMPLO DE COTAGEM EM CADEIA



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Vale ressaltar que na cotagem em cadeia, durante a execução do objeto ocorrerá a soma sucessiva dos erros cometidos na confecção de cada elemento cotado, enquanto no tipo de cotagem seguindo o mesmo elemento de referência não ocorrerá a soma dos erros cometidos na execução de cada cota (ABNT, NBR 10126, 1987).

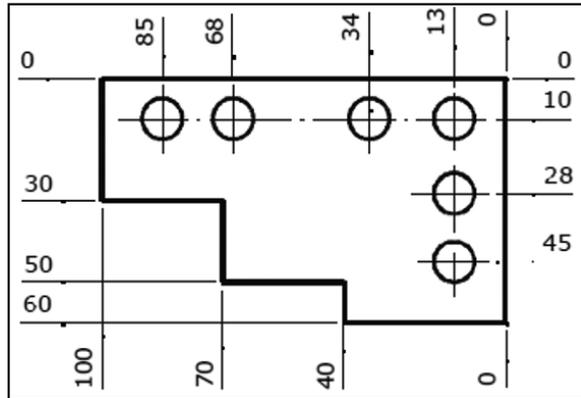
FIGURA 76 – COTAGEM POR ELEMENTO DE REFERÊNCIA



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

A cotagem por elemento de referência também é chamada de cotagem em paralelo. Outro tipo de cotagem por elemento de referência é a cotagem aditiva. A cotagem aditiva é uma variação simplificada da cotagem em paralelo, que pode ser usada quando temos problema de espaço. Na prática, a cotagem aditiva não é muito utilizada, porque existe a possibilidade de dificultar a interpretação do desenho e, conseqüentemente, gerar problemas de execução (ABNT, NBR 10126, 1987).

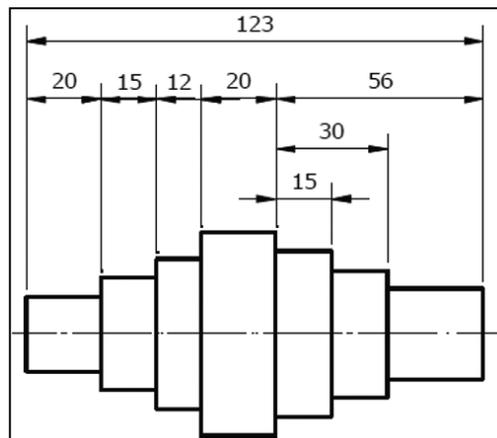
FIGURA 77 – COTAGEM ADITIVA



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Conforme já foi mencionado anteriormente, a escolha do tipo de cotagem está diretamente vinculada ao objeto e à sua execução, alguns exigem uma maior precisão de fabricação, outros admitem o somatório de erros sucessivos. Na prática é muito comum a utilização combinada da cotagem.

FIGURA 78 – UTILIZAÇÃO COMBINADA DE COTAGENS



FONTE: Disponível em: <www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/LEITURA%20E%20INTERPRETAÇÃO%20DE%20DESENHO%20TÉCNICO.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

3 ESCALAS

Podemos definir escala como a relação entre as grandezas representadas no desenho e as grandezas reais do objeto. Esta relação pode ser natural, de redução ou de ampliação. Explicaremos a seguir cada uma delas:

- **Natural:** quando o desenho possuir as mesmas dimensões que o objeto real, podemos afirmar que ele está em escala natural (ou real), representada numericamente em 1:1.

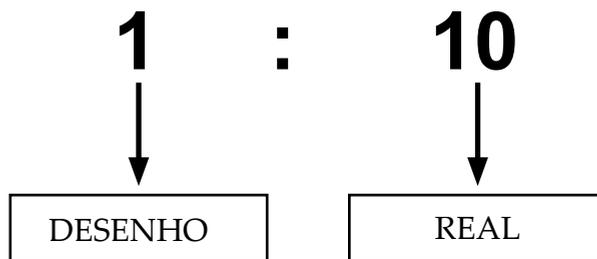


A escala 1:1 significa que 1 cm do desenho é igual a 1 cm do objeto.

- **Redução:** quando o objeto a ser representado for muito grande, fica praticamente impossível desenhá-lo no tamanho natural, por isso precisamos reduzi-lo. Neste caso, o desenho terá dimensões menores do que as dimensões do objeto desenhado.

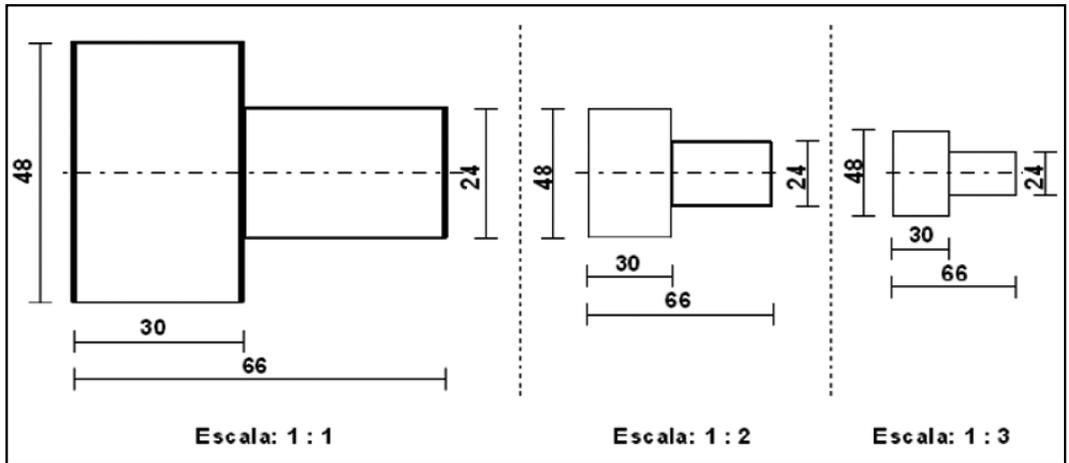
Este tipo de escala é muito utilizado na representação de edificações, devido ao seu tamanho. Imagine se tivéssemos que desenhar o projeto de uma casa em escala natural. Precisaríamos de um papel gigantesco e teríamos dificuldade de manusear este material para fazer a leitura e a interpretação.

As escalas de redução são representadas desta forma: 1/10 ou 1:10 (significa que cada unidade do desenho corresponde a dez unidades reais do objeto).



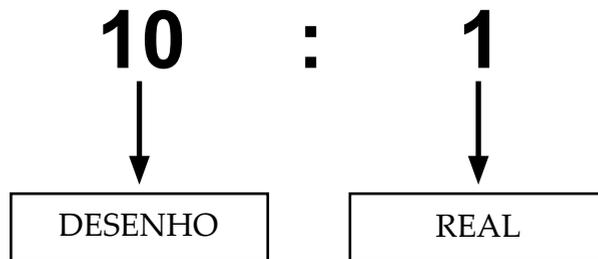
A figura a seguir exemplifica um desenho em dimensão natural e em escalas de redução:

FIGURA 79 – ESCALA DE REDUÇÃO



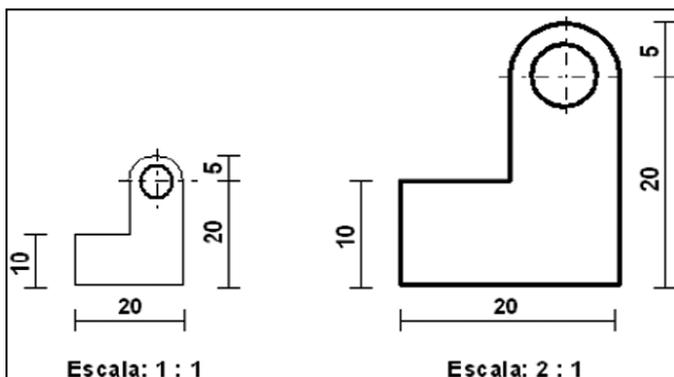
FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2016.

- **De ampliação:** quando o objeto a ser representado for muito pequeno, ele deverá ser ampliado no desenho, a fim de mostrar melhor os detalhes projetados. Neste caso, o desenho tem as dimensões maiores do que as dimensões do objeto representado. Imagine, por exemplo, um objeto com dimensão de alguns milímetros que, para ser desenhado e visualizado mais facilmente, foi ampliado dez vezes. Neste caso falamos que a representação está desenhada na escala 10:1 ou 10/1 (significa que cada dez unidades do desenho correspondem a uma unidade real do objeto).



A figura 80 exemplifica um desenho em dimensão natural e em escala de ampliação:

FIGURA 80 – ESCALA DE AMPLIAÇÃO



FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2016.

Mas, e como devemos escolher qual tipo de escala usar?

Para escolher se a escala da representação será natural, de ampliação ou de redução, é necessário levar em consideração no mínimo três condições básicas:

- O tamanho do objeto a representar;
- As dimensões do papel disponível;
- A clareza e a precisão do desenho.

Há também algumas escalas usuais, dependendo do tipo de desenho e da área pela qual ele é elaborado. Veja alguns exemplos na tabela a seguir:

TABELA 3 – ESCALAS RECOMENDADAS E USUAIS

Categoria	Escalas recomendadas		
<i>Escala de Redução</i>	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000
<i>Escala de Ampliação</i>	2 : 1	5 : 1	10 : 1
	20 : 1	50 : 1	

FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAdwwAG/apostila-desenho-tecnico>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

Outro aspecto importante para sabermos sobre escalas é que há duas maneiras de expressá-las: na forma numérica e na forma gráfica. A seguir apresentaremos estas duas modalidades.

3.1 ESCALA NUMÉRICA

Como mostramos anteriormente, os desenhos técnicos dificilmente são feitos com as dimensões reais do objeto, mas sim com representações em escalas. Se as dimensões reais fossem utilizadas, inviabilizariam a confecção e leitura dos desenhos. Por isso, desenha-se aquilo que se deseja reduzindo ou ampliando todas as dimensões proporcionalmente, segundo uma escala. Pode-se, por exemplo, reduzir todas as dimensões igualmente 15 vezes, tendo, neste caso, uma escala de 1 para 15, representada da seguinte forma: 1:15. A esta forma de representar denominamos de escala numérica.

A escala numérica é dada pela seguinte expressão:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

onde:

E = escala desejada

d = medida do desenho

D = medida real do objeto

Exemplo: A medida real do objeto (D) é igual a 20 metros e a medida no papel (d) é igual a 20 cm. Qual é a escala do desenho?

$$\frac{1}{E} = \frac{0,20}{20}$$

$$E = 1:100$$

FONTE: Poletti (2003)

Com a criação do escalímetro, o uso das escalas se tornou mais fácil. Isso porque esta ferramenta traz impressas em suas faces triangulares as escalas de maior uso. Para os desenhos de arquitetura, por exemplo, o escalímetro possui as escalas de redução de 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100, 1:125 - todas dadas em metro.

3.2 GRÁFICA

A escala gráfica funciona da mesma forma que a escala numérica, com a diferença de que, ao invés de ser representada em números, ela é representada graficamente através de um segmento de reta e de uma unidade de medida. Este tipo de escala é bastante utilizado para desenhos que possam vir a ser reproduzidos mecanicamente (xerox, cópias heliográficas etc.), pois permite que quaisquer alterações nos tamanhos das cópias com relação ao original sejam

também registradas na representação da escala. Ela controla as variações que ocorrem nas ampliações, reduções, dilatação do papel etc., mantendo sempre a mesma proporcionalidade. A figura a seguir traz um exemplo de escala gráfica:

FIGURA 81 – ESCALA GRÁFICA



FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

No exemplo anterior, a escala gráfica nos diz que cada intervalo entre um número e outro representa uma distância determinada, neste caso um metro. Esta gradação funciona como uma régua que servirá para medir o desenho. A escala gráfica é mais simples, já que não há necessidade de conversão de unidades, por outro lado, torna-se menos precisa, principalmente em desenhos mais complexos.

Para construção de uma escala gráfica é necessário utilizar a escala numérica e calcular o valor da divisão principal correspondente no desenho. Veja o exemplo a seguir:

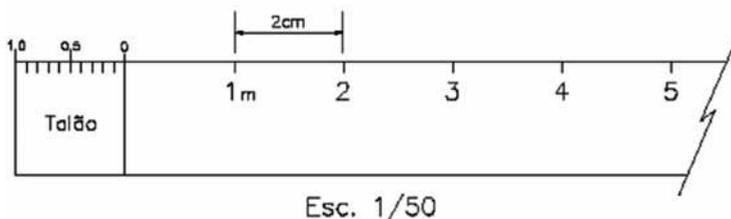
Ex.: Construir uma escala gráfica de 1/50

Divisão Principal = 1 m (unidade definida para o desenho – poderá ser qualquer outra unidade de medida)

Cálculo do valor da divisão principal correspondente no desenho:

$$X = 1/50 = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

Então, cada 2 cm no desenho correspondem à divisão principal de 1 m.



FONTE: Ferreira (2016)

LEITURA COMPLEMENTAR

A EVOLUÇÃO DO ENSINO DE DESENHO

Hemeclecio Nascimento Santana
Lilian Quelle Santos de Queiros

A busca pelo conhecimento sempre foi uma condição para o desenvolvimento da humanidade. A propagação das experiências adquiridas esteve vinculada ao desenvolvimento tecnológico e científico de cada fase da evolução humana. Inicialmente realizado de forma empírica, depois através de manuais e, posteriormente, com o advento da imprensa, através de livros.

Em levantamento realizado por Ulbricht (1998), até o final do século XVIII o conhecimento era passado de mestre para discípulo no mesmo local onde as obras eram realizadas, já que neste espaço a aprendizagem estava integrada à ação de tarefas voltadas para manutenção do ambiente de trabalho, como limpeza do atelier, compra de equipamentos, afiamento das ferramentas e trabalhos de reparação.

Ainda neste período, surgiu a necessidade da regulamentação dos profissionais, gerando a criação de escolas de aprendizagem onde as práticas e os rudimentares saberes teóricos eram compartilhados entre mestres e aprendizes. A partir de então, grupos passaram a fazer reuniões se constituindo como uma sociedade erudita que posteriormente, com a utilização das bibliotecas e com o consentimento das autoridades da época, formariam as academias precursoras das atuais Instituições de Ensino Superior. Estas academias ofereciam cursos públicos e gratuitos de Desenho, de Arquitetura, de Geometria, de Perspectiva, entre outras, sempre destinadas à formação dos aprendizes de mestres.

Inicialmente o ensino do Desenho era fundamentado na cópia, já que, ao copiar, aprendia-se a observar, condicionar o traço e se desenvolvia as habilidades artísticas. Nesse sentido, o ato de desenhar se apresentava não somente educativo, mas terapêutico, explica Carvalho (2001). Trinchão compartilha da mesma ideia, justificando que a precisão do olho, a flexibilidade da mão e a rigidez do traço eram difundidas pela prática da repetição incessante da cópia de objetos, para a aquisição da habilidade perfeita (TRINCHÃO, 2013). Para desenvolver as habilidades de desenho era necessário se ter acesso aos preceitos e regras, para riscar qualquer objeto, principalmente em se tratando da área técnica, pois ao serem explicados somente oralmente, os alunos as esquecem com facilidade. Por isso a necessidade de livros, que na falta de mestre, [...] fornecerão as luzes necessárias aos que precisam desenhar, de nenhum modo se executaria coisa alguma com a perfeição e justeza que se deseja. (TRINCHÃO, 2013).

O ensino do Desenho evoluiu nos seus instrumentos e técnicas, mantendo o caráter de resultado do gesto e da movimentação do olhar, com o intuito de transmitir informação técnica, emoção ou o simples modo particular de ver o

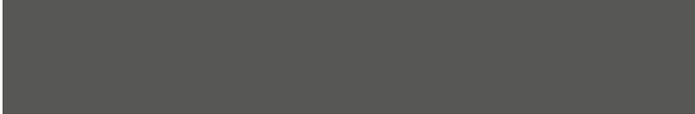
mundo (CARVALHO, 2001). Tal evolução ocasionou divisões e subdivisões para a melhor compreensão do vasto conteúdo que o Desenho contempla, tais como: o Desenho Geométrico, a Geometria Descritiva, a Perspectiva, o Desenho de Máquinas, o Desenho Arquitetônico, o Desenho Técnico, entre outros, sempre se valendo de trabalhos gráficos (COSTA, 2007).

O Desenho Técnico como ramo especializado do Desenho se apropria de uma linguagem gráfica usada para descrever o tamanho, a forma e a relação de objetos sólidos e, como disciplina, seu estudo se faz necessário a todos os tipos de engenharias práticas (FRENCH, 2005). Por sua vez, a engenharia contribui para o constante aprimoramento da tecnologia, como afirma Bazzo:

[...]é fruto (a engenharia) do aparecimento e do constante aprimoramento de um tipo de indivíduo preocupado com o desenvolvimento de técnicas e, na história mais recente da humanidade, ao aparecimento de um novo tipo de intelectual, com base educacional técnica e íntima relação com os processos de desenvolvimento de tecnologia (BAZZO, 2002, p.180).

Bazzo ainda afirma que, a partir do século XVIII, foi estabelecido um marco divisório na engenharia, separando-a em dois tipos, a saber: a engenharia do passado e a engenharia moderna. A primeira era caracterizada pelo empirismo, pois as práticas eram transmitidas pelos que os antecederam, na própria experiência e no próprio espírito criador. A segunda é aquela que se caracteriza pela aplicação generalizada dos conhecimentos científicos à solução de problemas.

FONTE: SANTANA, Hemeclécio Nascimento; QUEIROS, Lilian Quelle Santos de. **O desenho na formação dos estudantes de engenharia civil e de processos na Uefs**. Disponível em: <http://www2.uefs.br:8081/msdesenho/xiseminarioppgdci2015/artigos/SD025_o_desenho_na.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2016.



RESUMO DO TÓPICO 3

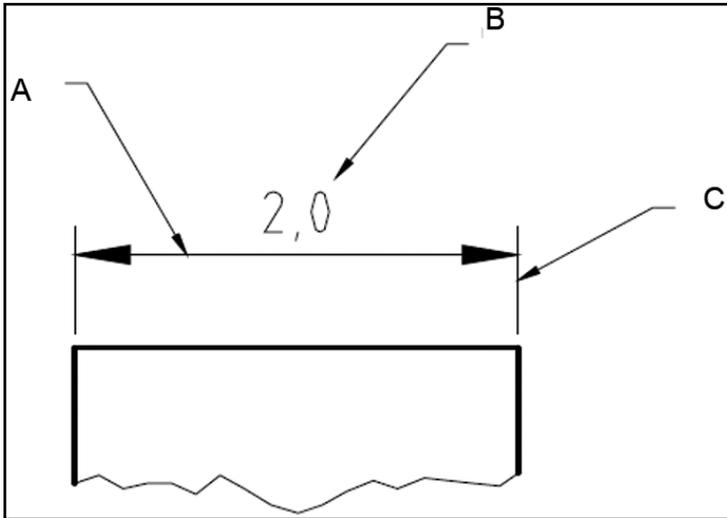
Chegamos ao final do Tópico 3 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- Que a cotação de desenhos técnicos é fundamental para a interpretação e execução de projetos e que há uma maneira correta de fazer este trabalho.
- A saber identificar e utilizar escalas para melhor representar suas ideias.



Agora, vamos praticar?

1 Analise o desenho técnico abaixo e responda às questões a seguir:



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABRyMAD/03-desenho-tecnico>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

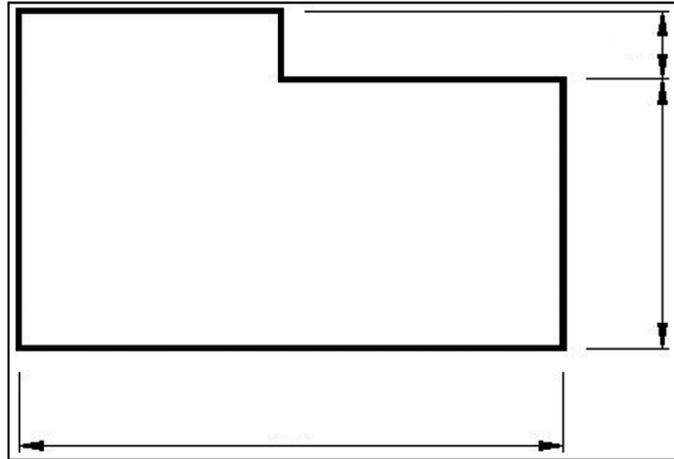
- A linha A é a linha de _____.
- O item B representa a _____.
- A linha C é a linha de _____.

2 Complete as frases com os conhecimentos adquiridos sobre cotas:

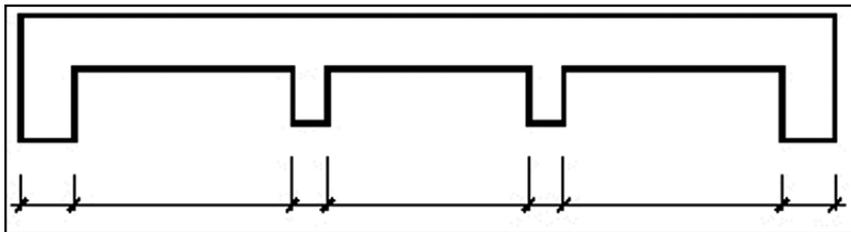
- As linhas auxiliares de cotas não encostam na linha do _____.
- A linha de _____ encosta na linha auxiliar de cota.
- A linha _____ ultrapassa a linha de cota.
- A _____ não encosta na linha de cota.
- A linha de _____ é uma linha _____ e pode ter setas nas extremidades.
- São utilizados para finalização da cota: o _____, o _____ ou a _____.

3 Faça a cotagem dos desenhos a seguir já com a linha de cota desenhada (utilize um escalímetro e a unidade de medida metro).

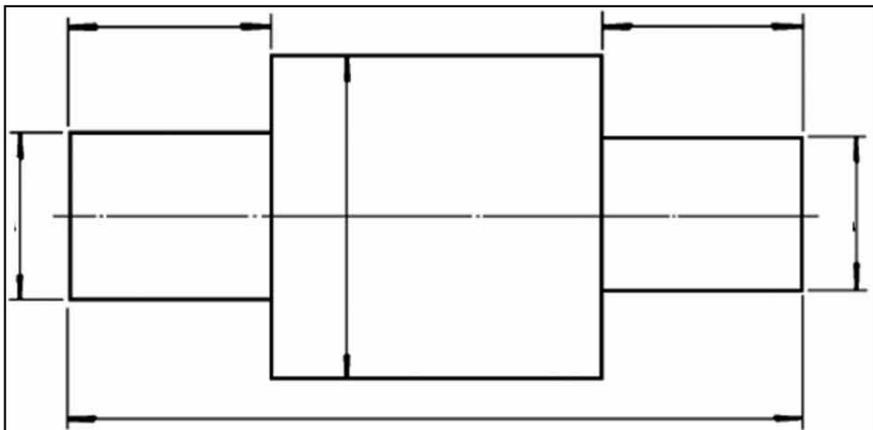
a) Escala 1:100



b) Escala 1:50



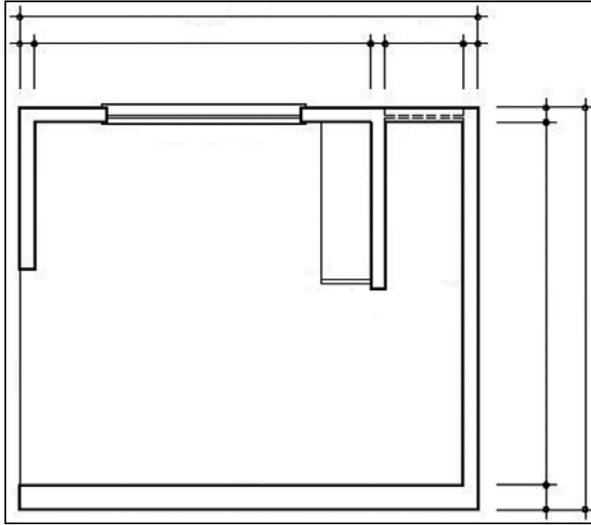
c) Escala 1:25



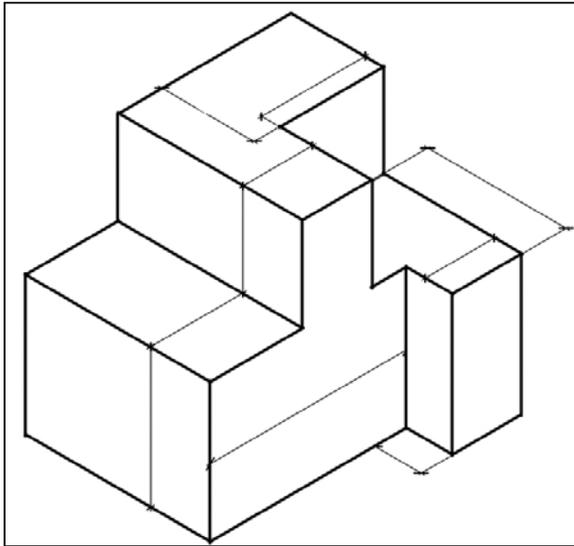
Assista ao vídeo de
resolução da questão 1



d) Escala 1:50

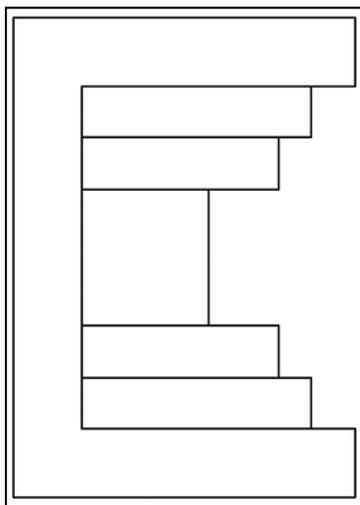


e) Escala 1:125

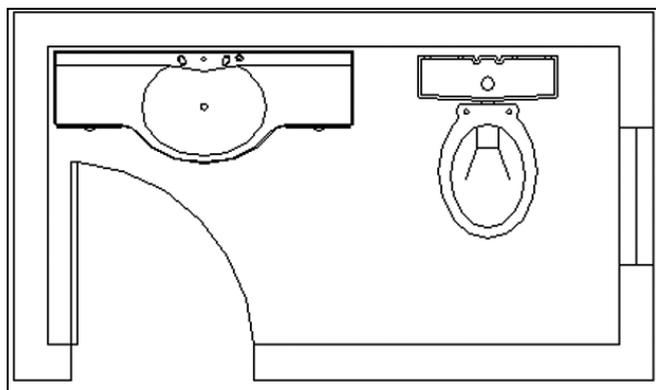


4 Faça a cotagem dos desenhos a seguir, agora construindo as linhas de cota (utilize um escalímetro).

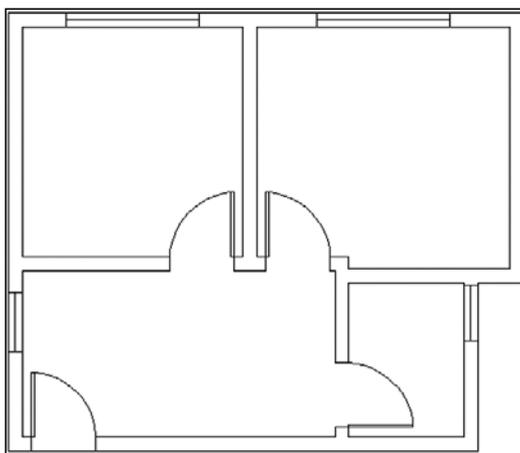
a) Escala 1:20 (unidade de medida: centímetro)



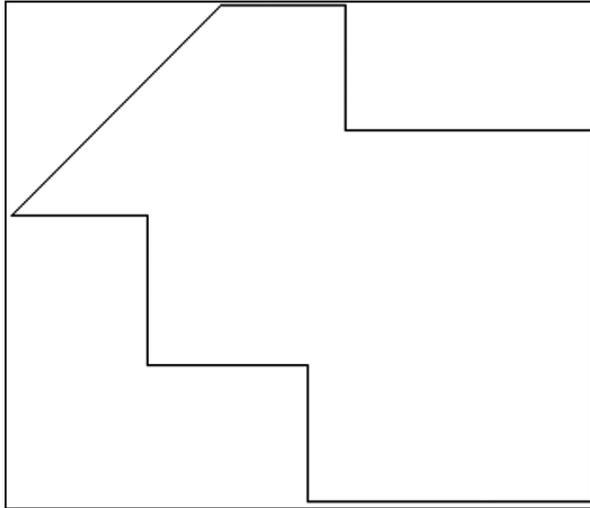
b) Escala 1:25 (unidade de medida: centímetro)



c) Escala 1:50 (unidade de medida: metro)



d) Escala 1:25 (unidade de medida: centímetro)



5 Escala é a relação entre as medidas do desenho e as medidas reais do objeto. Com base nesta definição, resolva as sentenças a seguir:

- a) Uma porta que em uma escala de 1:25 mede 0,05 m de largura, que dimensão terá na realidade?
- b) Um terreno mede 300 metros e está representado no papel por 0,6 m. Em que escala está representado?
- c) Deseja-se representar um retângulo com as dimensões de 5 m X 10 m na escala 1:250. Quais as dimensões gráficas?
- d) Em uma planta que se encontra na escala 1/50 foi retirada uma medida por uma régua graduada em centímetros equivalente a 5,5 centímetros. Quanto equivale essa medida no espaço real?
- e) Quantos metros correspondem 3,75 cm na escala 1/75?

6 Complete a tabela a seguir, utilizando seus conhecimentos sobre escalas.

	DIMENSÃO DO DESENHO	ESCALA	DIMENSÃO REAL
a)	10 cm		100 cm
b)	25 cm	1:5	cm
c)	30 cm	1:20	cm
d)	20 cm		400 cm
e)	150cm		900 cm
f)	10 mm	1:2	mm
g)	350 mm	5:1	mm



Assista ao vídeo de resolução da questão 4



UNIDADE 2

NOÇÕES DE DESENHO TÉCNICO BÁSICO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Nessa unidade vamos:

- apresentar os elementos fundamentais do desenho, que são considerados a base para qualquer representação: o ponto, a reta, o plano e o volume;
- proporcionar o conhecimento sobre os diferentes tipos de perspectivas e suas aplicações práticas;
- explicar noções gerais sobre as projeções ortográficas, aprofundando um pouco mais no sistema do 1º diedro, incluindo vistas e rebatimentos;
- conceituar o desenho à mão livre e explicar as técnicas necessárias para sua confecção.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em quatro tópicos. Em cada um deles você encontrará atividades para ajudá-lo na compreensão dos conteúdos apresentados.

TÓPICO 1 – ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO DESENHO

TÓPICO 2 – PERSPECTIVAS: DEFINIÇÃO, TIPOS E ORIENTAÇÕES PARA MONTAGEM

TÓPICO 3 – PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS APLICADAS AO DESENHO TÉCNICO

TÓPICO 4 – DESENHO À MÃO LIVRE: DEFINIÇÃO E TÉCNICAS DE TRAÇADOS



Assista ao vídeo
desta unidade.



ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO DESENHO

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico serão apresentados os elementos primários da forma na ordem de seu desenvolvimento, desde o ponto até o volume tridimensional. A conceituação e o conhecimento de cada elemento contribuirão para o entendimento dos tópicos futuros relacionados ao desenho de vistas, de projeções e de perspectivas.

2 ELEMENTOS FUNDAMENTAIS DO DESENHO

Na geometria, os elementos fundamentais do desenho são o ponto, a reta, o plano e o volume. Estes elementos não são visíveis, mas sua presença é sentida por nós. “Podemos perceber um ponto no encontro de duas retas, uma reta marcando o contorno de um plano, um plano delimitando um volume, e o volume de um objeto que ocupa o espaço” (CHING, 2002, p. 2).

Quando se fazem visíveis no papel ou no espaço tridimensional, estes elementos se apresentam com características de matéria, formato, tamanho, cor e textura. “À medida que experimentamos essas formas em nosso meio, devemos ser capazes de perceber em sua estrutura a existência dos elementos primários do ponto, da reta, do plano e do volume” (CHING, 2002, p. 2). A seguir explicaremos cada um desses elementos que são fundamentais como geradores do desenho.

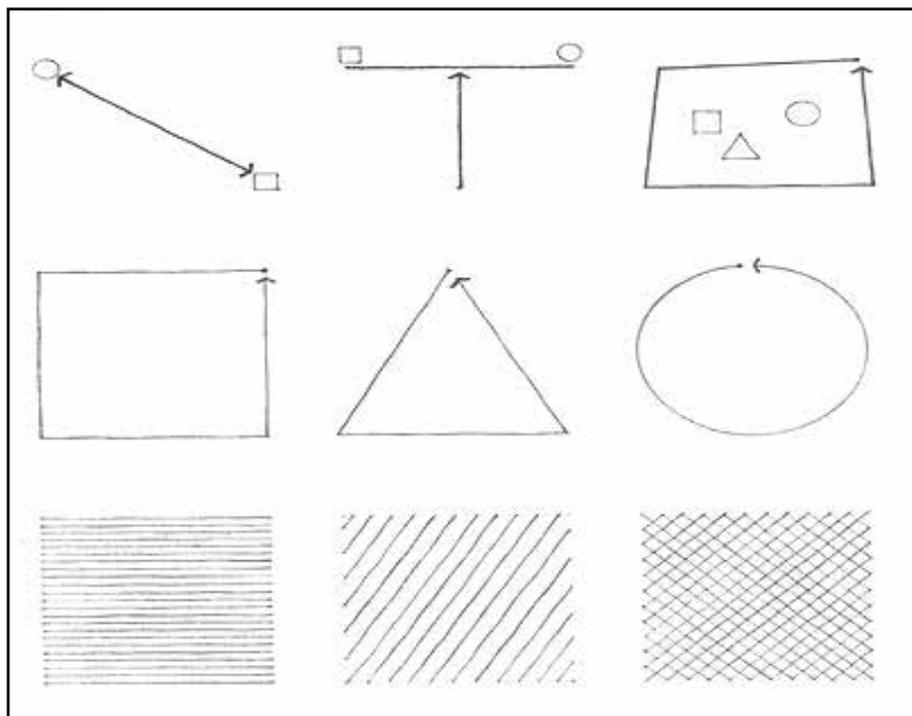
2.1 PONTO

O ponto é a figura geométrica mais simples. Ele indica uma posição no espaço e não tem dimensão, isto é, não tem comprimento, nem largura, nem altura. É, portanto, estático, centralizado e sem direção. Um ponto pode servir para marcar as duas extremidades de uma reta, marcar a intersecção de duas retas, marcar o encontro de retas no canto de um plano ou volume ou, ainda, para marcar o centro de um campo (CHING, 2002).

2.2 RETA

Um ponto trasladado se torna uma reta. Conceitualmente, a reta tem comprimento, mas não tem largura e nem profundidade. Enquanto um ponto é por natureza estático, uma reta, ao descrever a trajetória de um ponto em movimento, é capaz de visualmente expressar direção e desenvolvimento. Uma reta é um elemento crucial na formação de qualquer estrutura visual, pois serve para unir, ligar, sustentar, circundar ou interseccionar outros elementos. Também pode descrever as arestas de figuras planas, dando forma a elas e articular superfícies (CHING, 2002).

FIGURA 82 – A RETA



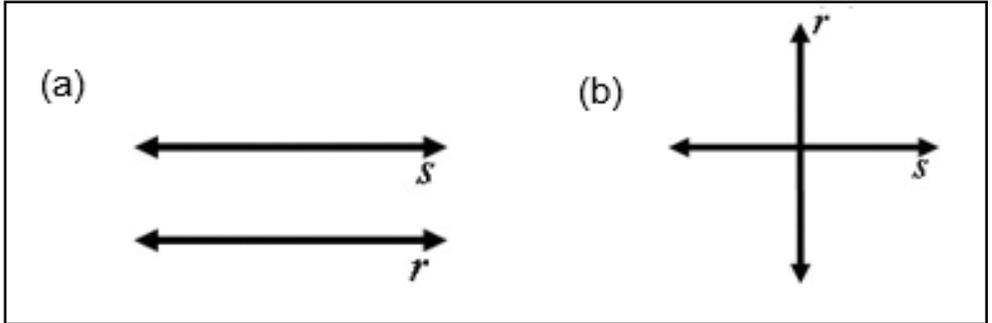
FONTE: Ching (2002)

Embora uma reta tenha somente uma dimensão, sua representação deve conter algum grau de espessura, para que se torne visível. O caráter de uma reta, seja ela marcante ou tênue, é determinado pela nossa percepção da razão comprimento/largura, seu contorno e seu grau de continuidade (CHING, 2002).

A orientação de uma reta afeta sua função em uma estrutura visual. Enquanto uma reta vertical pode expressar um estado de equilíbrio e simbolizar a condição humana no espaço, uma reta horizontal pode representar a estabilidade, o plano do solo ou a linha do horizonte, por exemplo (CHING, 2002).

Duas ou mais retas podem estar em posição paralela ou perpendicular entre si. Retas paralelas (a) não possuem ponto em comum. Retas perpendiculares (b) possuem um ponto em comum, pois elas se cruzam.

FIGURA 83 – RETAS PARALELAS (A) E RETAS PERPENDICULARES (B)



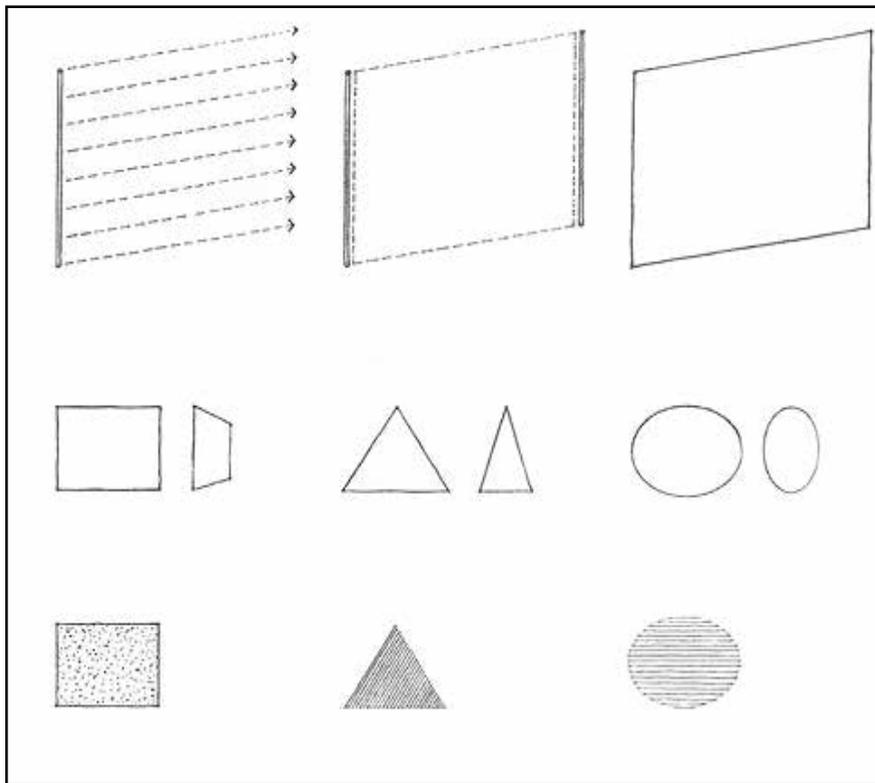
FONTE: Disponível em: <<http://escolakids.uol.com.br/estudo-da-reta-segmento-de-reta-e-semirreta.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.3 PLANO

Uma reta transladada em uma direção que não seja a sua própria se torna um plano. Um plano tem comprimento, largura, mas não tem profundidade. O formato constitui a característica primordial na identificação de uma figura plana. Ele é determinado pelo contorno da linha que forma as bordas da figura. Como nossa percepção de uma forma pode ser distorcida pela perspectiva, que a encurta, a verdadeira forma de uma figura plana só é vista se olhada de frente (CHING, 2002).

Na concepção de uma estrutura visual, um plano serve para definir os limites ou fronteiras de um volume. Se os projetos se ocupam especificamente da formação de volumes de massa e espaço tridimensionais, o plano torna-se seu elemento-chave (CHING, 2002).

FIGURA 84 – O PLANO

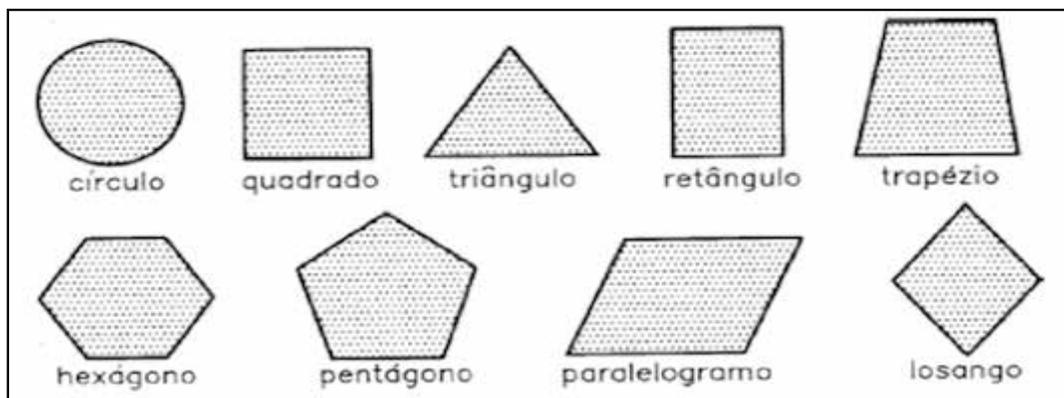


FONTE: Ching (2002)

2.4 FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS

Uma figura qualquer é plana quando todos os seus pontos se situam no mesmo plano. A figura a seguir apresenta alguns tipos de figuras geométricas planas:

FIGURA 85 – FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS



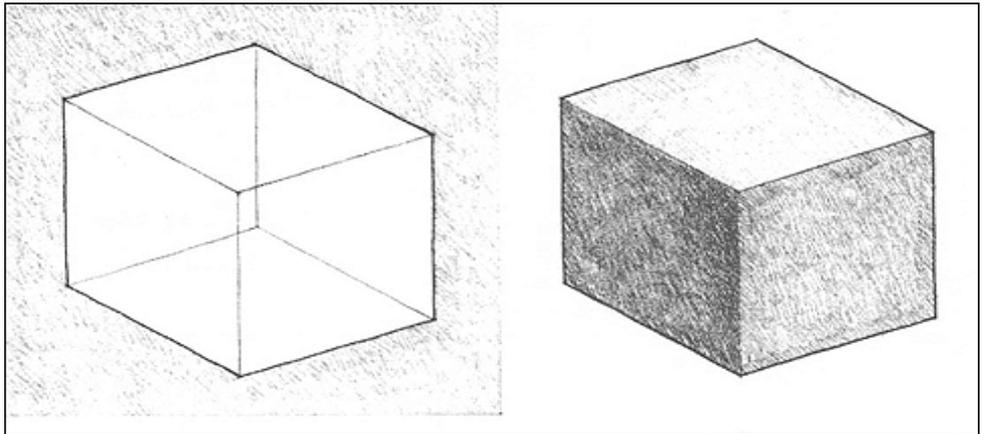
FONTE: Disponível em: <ftp://ftp.sm.ifes.edu.br/professores/SolivanAltoe/1EN/Apostilas/LIVRO%20DE%20DESENHO_UNIMAR.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

É através do formato que fazemos a identificação de uma figura plana. Ele é determinado pelo contorno das linhas que formam as bordas da figura e podem ser regulares e simples, como o círculo, o quadrado, o triângulo e o retângulo, ou podem sofrer alterações na angulação das linhas, tornando-se figuras planas mais complexas, como o hexágono, o pentágono etc. (CHING, 2012).

2.5 VOLUME OU SÓLIDO GEOMÉTRICO

Um plano transladado numa direção que não seja a sua própria se converte em um volume, também conhecido nas engenharias como sólido geométrico. Conceitualmente, um volume tem as três dimensões: comprimento, largura e profundidade (CHING, 2002).

FIGURA 86 – O VOLUME

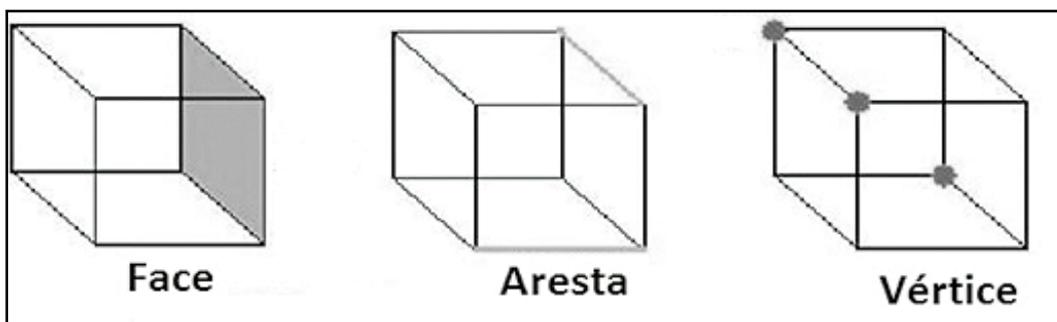


FONTE: Ching (2002)

Todos os volumes são formados por:

- pontos ou vértices em que vários pontos se unem;
- linhas ou arestas em que dois planos se encontram;
- planos, faces ou superfícies que definem os limites de um volume.

FIGURA 87 – A COMPOSIÇÃO DO VOLUME: FACE, ARESTA E VÉRTICE



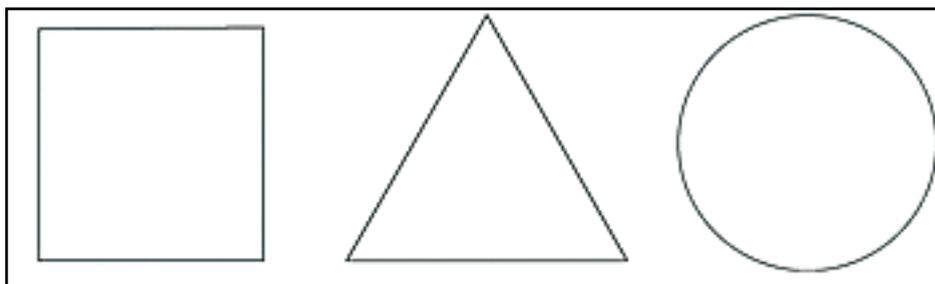
FONTE: Disponível em: <<http://matematicafabiana.blogspot.com.br/2012/08/faces-vertices-e-aresta.html>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Segundo Ching (2002, p. 28), "a forma é a característica fundamental na identificação de um volume. Ela é estabelecida pelos formatos e inter-relações dos planos que descrevem as fronteiras do volume". Estas formas podem ser classificadas em formas regulares ou irregulares.

2.6 FORMAS REGULARES

Quanto mais simples e regular for uma forma, mais fácil será percebê-la e compreendê-la. Na geometria, as formas regulares mais significativas são as primárias: círculo, triângulo e quadrado.

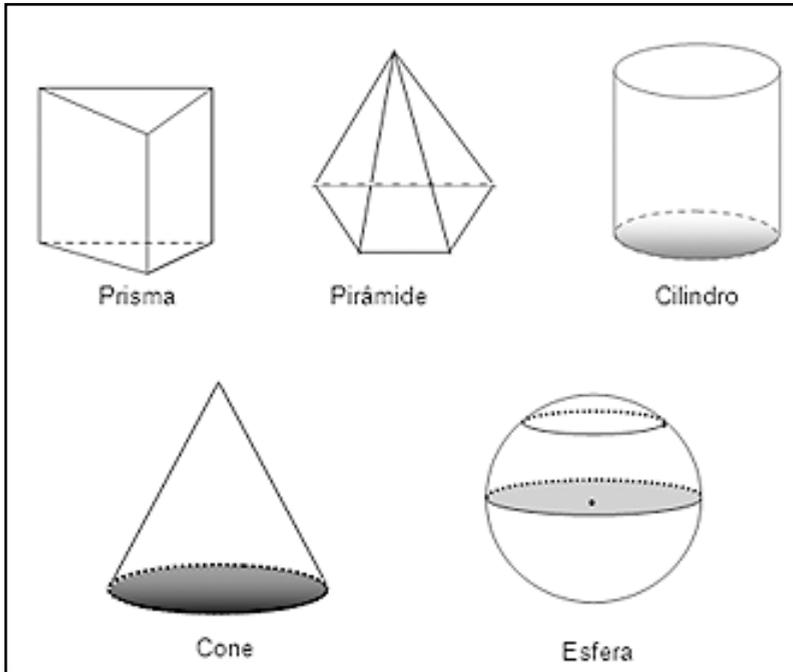
FIGURA 88 – FORMAS PRIMÁRIAS REGULARES



FONTE: Disponível em: <<http://www.acrilex.com.br/educadores.asp?conteudo=62&visivel=sim&mes=26>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Pode-se definir formas regulares como sendo aquelas cujas partes estão relacionadas umas às outras de uma forma consistente e organizada. São geralmente de natureza estável e simétrica. A esfera, o prisma, o cubo, o cone, o cilindro e a pirâmide também constituem exemplos principais de formas regulares (CHING, 2002).

FIGURA 89 – FORMAS PRIMÁRIAS REGULARES

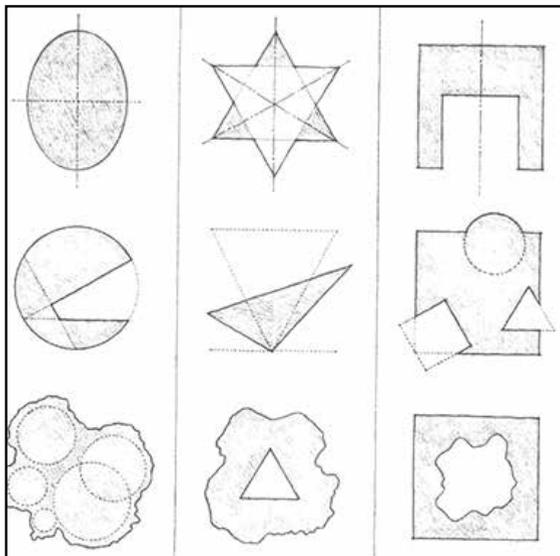


FONTE: Disponível em: <<http://mat22014thays.blogspot.com.br/p/geometria-espacial.html>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.7 FORMAS IRREGULARES

As formas irregulares são aquelas cujas partes possuem naturezas diferentes e se relacionam entre si de forma incoerente. São geralmente assimétricas e mais dinâmicas e geralmente mais difíceis de representar.

FIGURA 90 – FORMAS IRREGULARES



FONTE: Ching (2002)



RESUMO DO TÓPICO 1

Chegamos ao final do Tópico 1 desta unidade, esperamos que você tenha aprendido:

- Que o desenho é constituído por elementos primários fundamentais para sua construção, que são: o ponto, a reta, o plano e o volume. Conhecê-los é primordial para ser um bom desenhista.
- Que a face, a aresta e o vértice são componentes formadores dos sólidos geométricos.
- Que as formas têm importância na identificação de um volume e estão divididas em formas regulares e irregulares. Cada uma apresenta características próprias que as definem.



Agora, vamos praticar?

Sobre os elementos fundamentais do desenho, complete as sentenças abaixo:

- a) O _____ indica uma posição no espaço. Não tem _____, nem largura, nem altura.
- b) A reta tem comprimento, mas não tem _____ e nem _____. Sua representação deve conter algum grau de _____ a fim de se tornar visível.
- c) Retas _____ não possuem ponto comum. Retas _____ possuem um ponto comum, pois elas se cruzam.
- d) Uma reta transladada se torna um _____. Ele tem comprimento, largura, mas não tem _____.
- e) Um plano transladado torna-se um _____. Conceitualmente ele possui as três dimensões: _____, _____ e _____.
- f) Os volumes são formados por: _____, _____
_____.

PERSPECTIVAS: DEFINIÇÃO, TIPOS E ORIENTAÇÕES PARA MONTAGEM

1 INTRODUÇÃO

Utilizamos a técnica da perspectiva com o objetivo de transmitir uma ideia tridimensional de representação gráfica, pois ela é capaz de mostrar as três dimensões de um objeto em um único plano, de maneira a transmitir a sensação de profundidade e relevo. Suas aplicações estendem-se para vários segmentos, incluindo a engenharia. Que tal conhecê-la melhor?

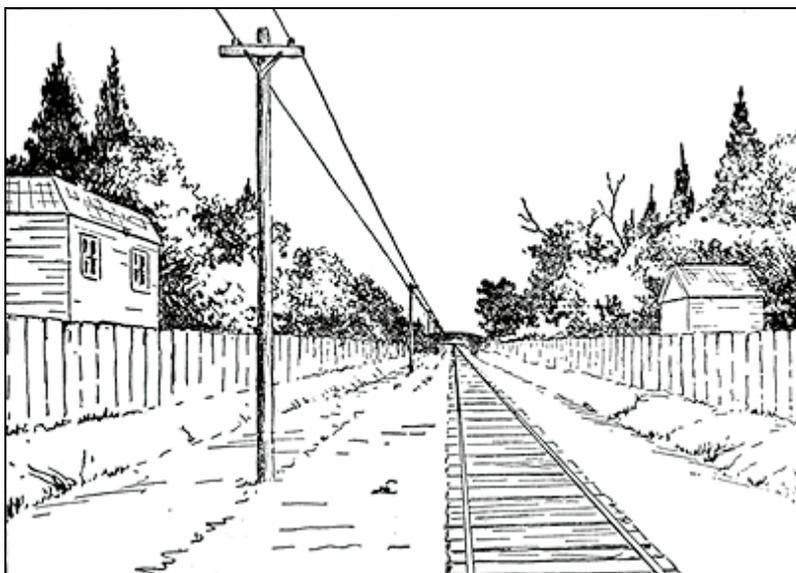
2 PERSPECTIVAS

Segundo Estephanio (1994, p. 105), “o termo perspectiva provém do latim *perspicere*, que significa ver através”. Ainda segundo o autor, os desenhos de perspectivas são os mais utilizados para concepção volumétrica, por serem mais fáceis de entender.

Para conseguirmos transmitir a sensação de profundidade no desenho, precisamos recorrer a um modo especial de representação gráfica, que é a perspectiva. A perspectiva nos fornece três elementos indispensáveis: 1) ideia de dimensão e volume; 2) sensação de distância; 3) sugestão do espaço.

Observando a figura a seguir, podemos notar que os fios telegráficos e os trilhos convergem para um mesmo ponto no horizonte. Podemos notar também que a altura dos postes se torna cada vez menor à medida que se afastam do observador, até que sua imagem se reduz a um único ponto no horizonte. A distância entre postes e a distância entre um e outro dormente diminuem gradativamente.

FIGURA 91 – O EFEITO DA PERSPECTIVA

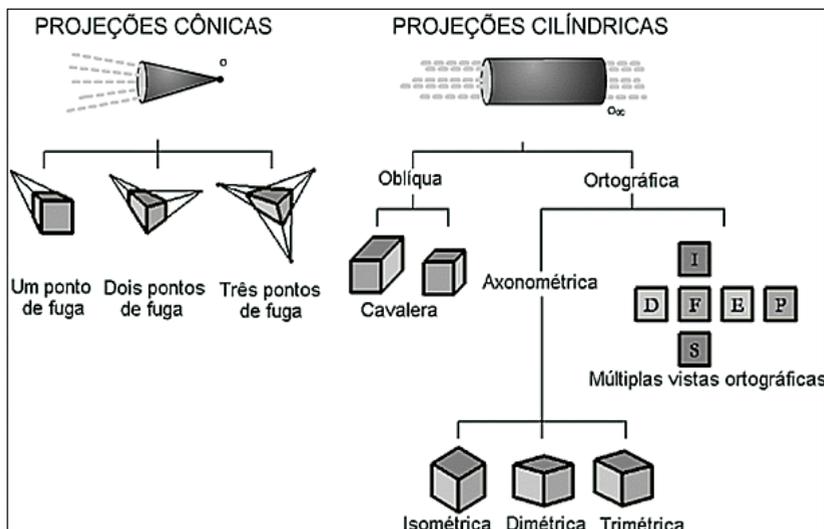


FONTE: Disponível em: <<http://studio2-41.blogspot.com.br/2012/06/grade-8-work-due-and-break-down-of.html>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

Esta forma e tamanho aparentes dos fios, trilhos, postes e dormentes vistos de frente, variam quando o observador se desloca para a esquerda ou para a direita. A partir desta observação conseguimos entender o efeito da perspectiva enquanto representação gráfica capaz de dar forma e volume para os objetos.

O desenho de perspectiva pode ser feito de várias maneiras, a partir da classificação da figura a seguir e que iremos explicar adiante.

FIGURA 92 – CLASSIFICAÇÃO DAS PERSPECTIVAS



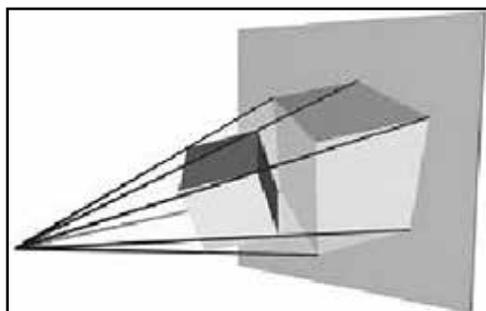
FONTE: Disponível em: <<http://drb-assessoria.com.br/2familiasdasproducoes.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.1 PERSPECTIVAS CÔNICAS

Segundo Ugulino (2011, p. 65), “as perspectivas cônicas são as mais associadas à ideia que geralmente temos de perspectiva”. Isso deve-se ao fato de ela ser a representação de um objeto e a sua projeção exata em uma superfície, projeção esta que representa o objeto tal qual ele é visto, isto é, com as deformações originárias da constituição do olho humano.

Podemos definir perspectiva cônica como sendo a representação de objetos tridimensionalmente em um único plano, considerando o observador a uma distância do plano de projeção, denominado de ponto de vista. As linhas projetantes formam um cone de projeção e vem daí o termo “cônica”.

FIGURA 93 – PERSPECTIVA CÔNICA

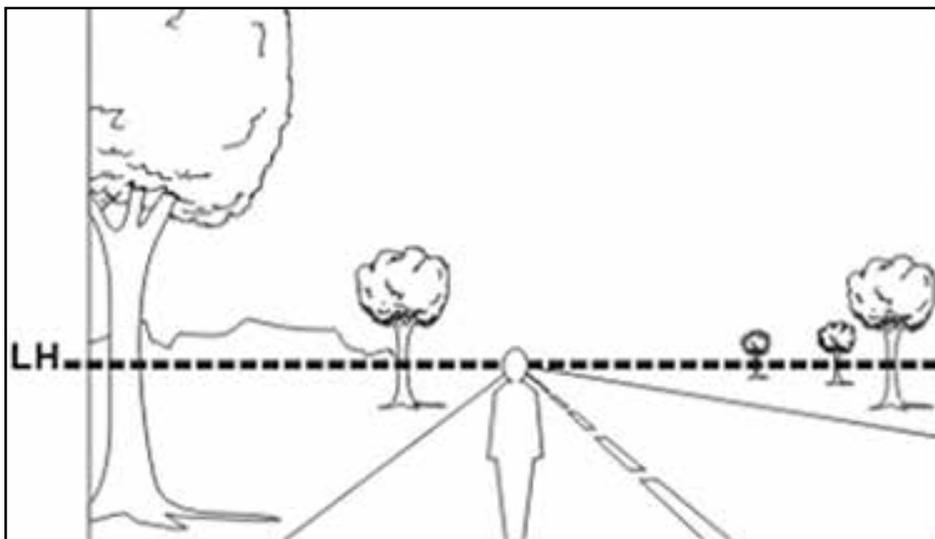


FONTE: Disponível em: <http://www.agro.ufg.br/up/68/o/7_aula_Perspectiva_Isom__trica.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Devemos optar pela perspectiva cônica quando queremos transmitir a sensação de realidade no desenho, já que ela é a que mais se aproxima da maneira como enxergamos os objetos. No entanto, esta perspectiva, apesar de respeitar as proporções, não mostra os objetos em verdadeira grandeza.

Para construir uma perspectiva cônica precisamos, primeiro, definir a **linha do horizonte** (LH), que é uma linha horizontal que atravessa o desenho de um lado a outro e está sempre na altura do olho do observador. Ela é sempre paralela à linha de terra. A linha do horizonte é, portanto, uma linha imaginária que parece acompanhar os nossos olhos e, quanto mais alta ela se situar, maior é o espaço de visão que teremos (ESTADO DO CEARÁ, 2012).

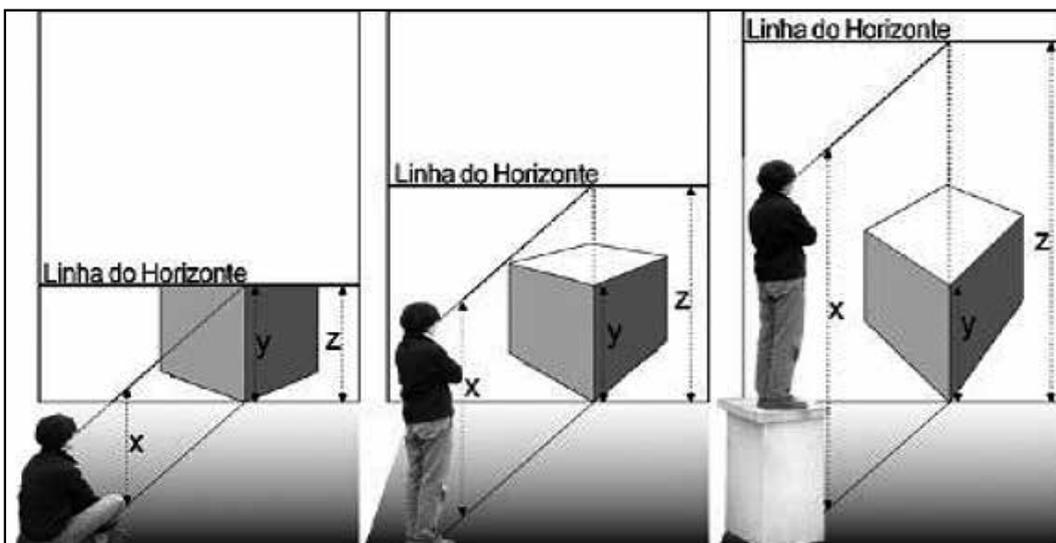
FIGURA 94 – A LINHA DO HORIZONTE



FONTE: Disponível em: <http://licita.seplag.ce.gov.br/pub/168664/design_de_interiores_desenho_em_perspectiva.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

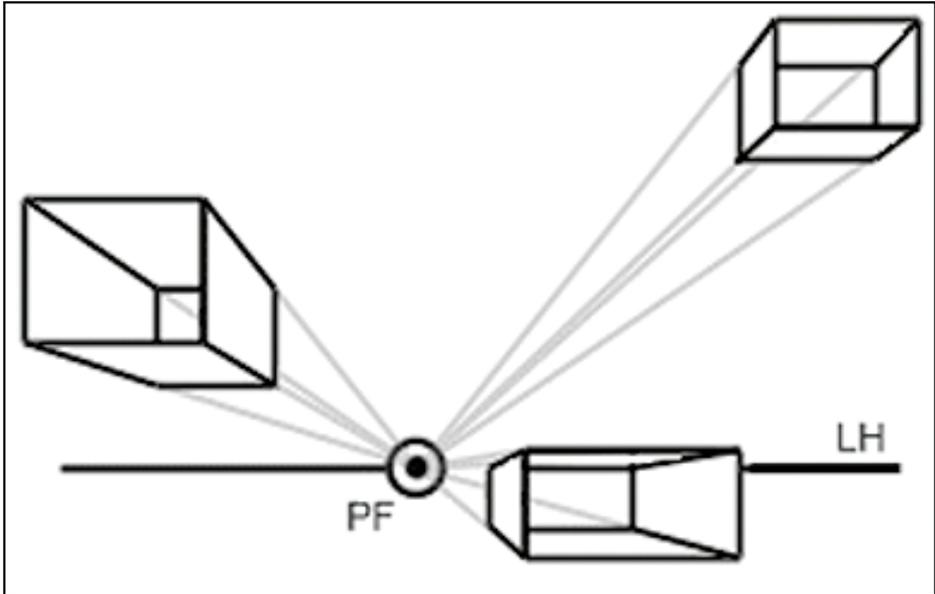
A altura da linha do horizonte em relação ao ponto de vista do observador é capaz de fornecer composições diferentes na perspectiva. Por exemplo, para obtermos uma vista panorâmica, necessitamos que a linha do horizonte esteja mais alta. Para produzirmos uma perspectiva com aspecto mais distorcido, podemos diminuir excessivamente a altura da linha do horizonte. Conclui-se então que a posição do observador é determinante para as características que a perspectiva irá transmitir no desenho.

FIGURA 95 – A ALTURA DA LINHA DO HORIZONTE EM RELAÇÃO AO OBSERVADOR



FONTE: Disponível em: <http://licita.seplag.ce.gov.br/pub/168664/design_de_interiores_desenho_em_perspectiva.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

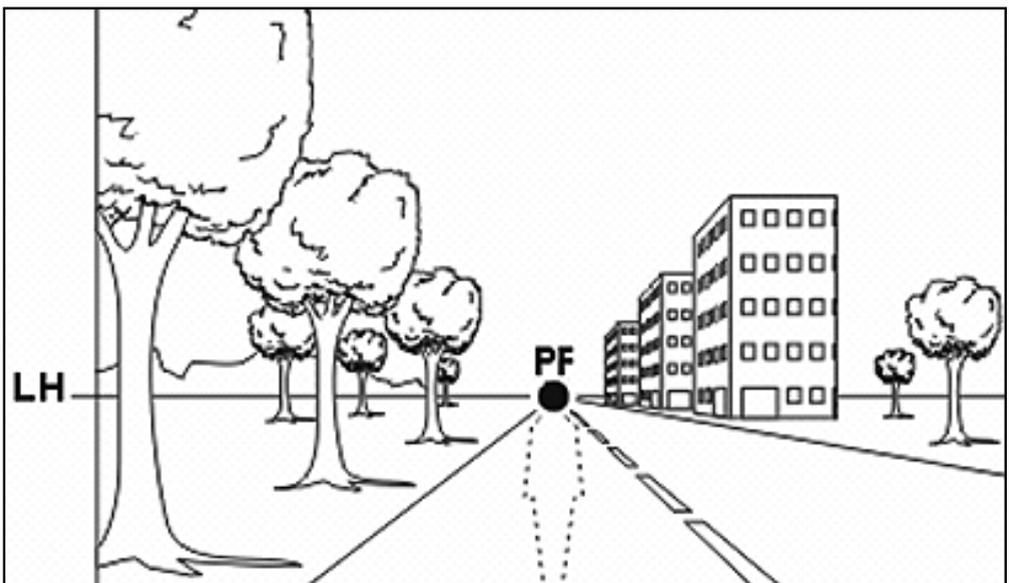
FIGURA 96 – CARACTERÍSTICAS DIFERENTES DA PERSPECTIVA DE ACORDO COM A ALTURA DA LINHA DO HORIZONTE



FONTE: Disponível em: <<http://www.amopintar.com/wp-content/uploads/perspectiva3.gif>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Outro elemento constituinte da perspectiva cônica é o **ponto de fuga (PF)**, que é o lugar (ponto) para onde as retas paralelas de um objeto parecem se encontrar na linha do horizonte. As profundidades dos objetos são definidas através desses pontos.

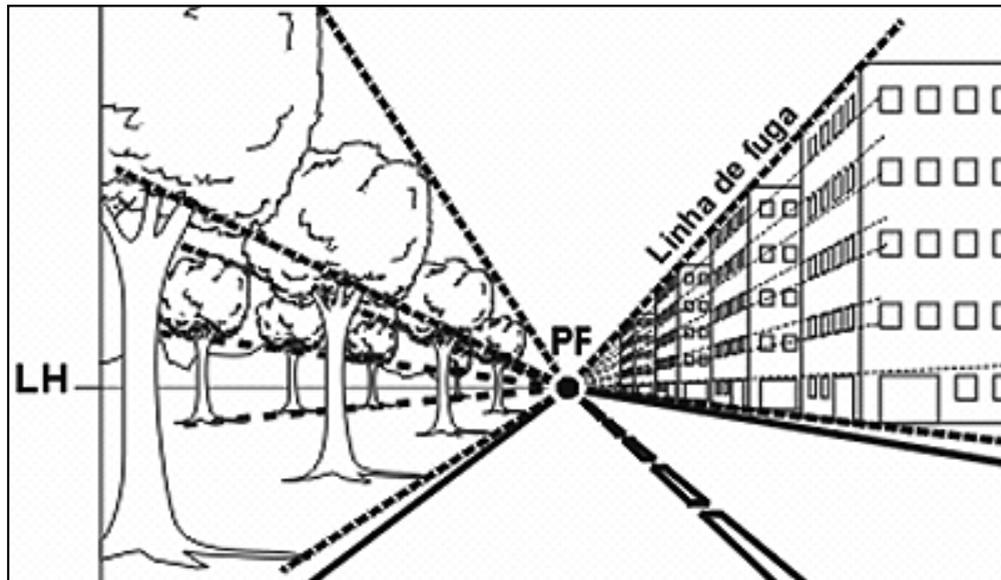
FIGURA 97 – O PONTO DE FUGA



FONTE: Disponível em: <http://www.sobrearte.com.br/desenho/perspectiva/elementos_da_perspectiva.php>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Para o ponto de fuga irão convergir as **linhas de fuga**, que são linhas imaginárias que causam o efeito da perspectiva. É o afunilamento dessas linhas em direção ao ponto que gera a sensação visual de profundidade nos objetos. Ela também pode ser chamada somente de fuga.

FIGURA 98 – AS LINHAS DE FUGA



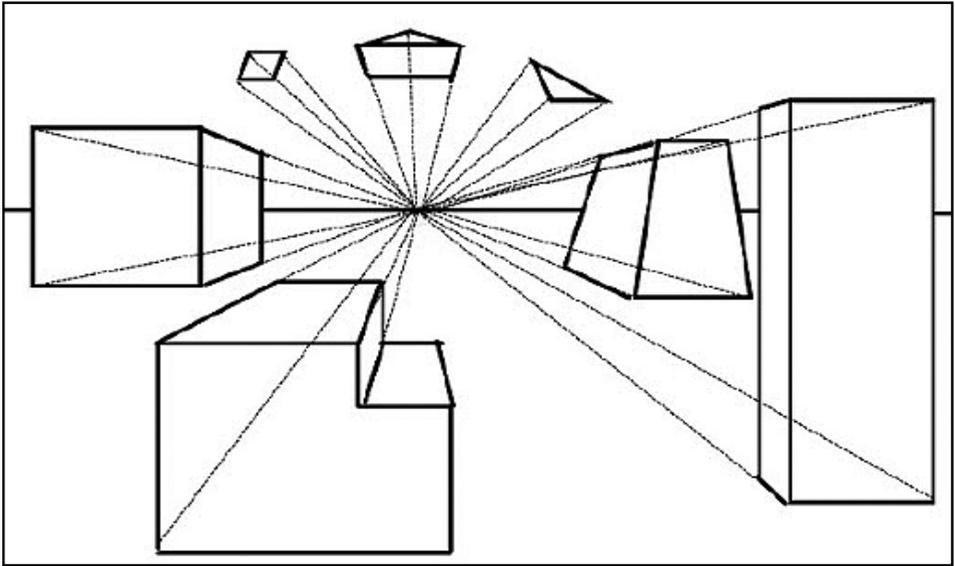
FONTE: Disponível em: <http://www.sobrearte.com.br/desenho/perspectiva/elementos_da_perspectiva.php>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Agora que você já conheceu os elementos básicos que compõem a perspectiva, apresentaremos os tipos de perspectivas cônicas.

2.1.1 Perspectiva cônica com um ponto de fuga

A perspectiva com um ponto de fuga foi o primeiro método de perspectiva cônica e é conhecida também como perspectiva central. Nela, todas as retas horizontais paralelas a uma direção têm como perspectiva as linhas que correm para um mesmo ponto de fuga, situado sobre a linha do horizonte. Estas linhas, ao serem transformadas em diagonais no quadro, provocam a sensação de profundidade.

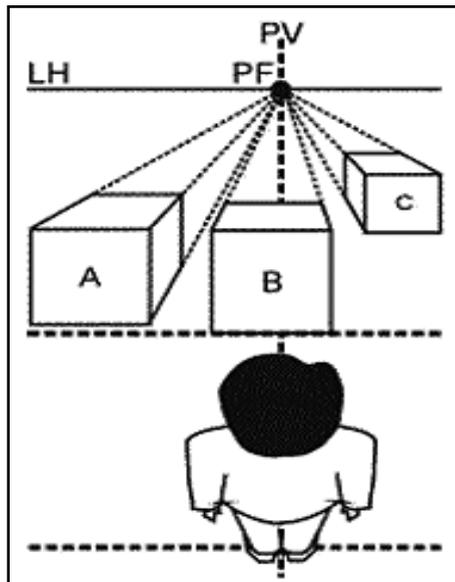
FIGURA 99 – A PERSPECTIVA CÔNICA COM UM PONTO DE FUGA



FONTE: Disponível em: <<http://instrutorxisto.blogspot.com.br/2015/11/blog-post.html?view=classic>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

Este tipo de perspectiva é geralmente usado para o desenho de objetos que se encontram **diretamente de frente** em relação ao observador e em todos os objetos que são compostos de linhas paralelas em relação à linha de visão do observador.

FIGURA 100 – A POSIÇÃO DO OBSERVADOR NA PERSPECTIVA COM UM PONTO DE FUGA



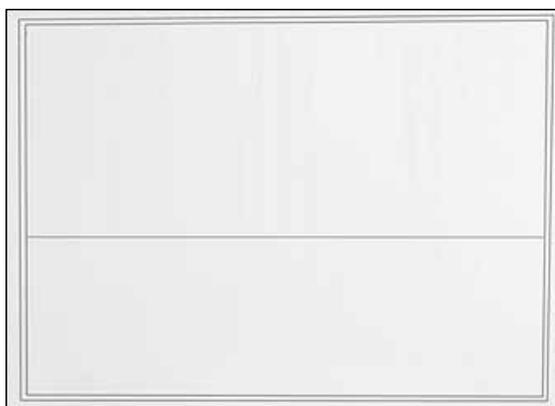
FONTE: Disponível em: <http://www.sobrearte.com.br/desenho/perspectiva/elementos_da_perspectiva.php>. Acesso em: 11 jan. 2016.



Como construir uma perspectiva com um ponto de fuga? Veja a seguir:

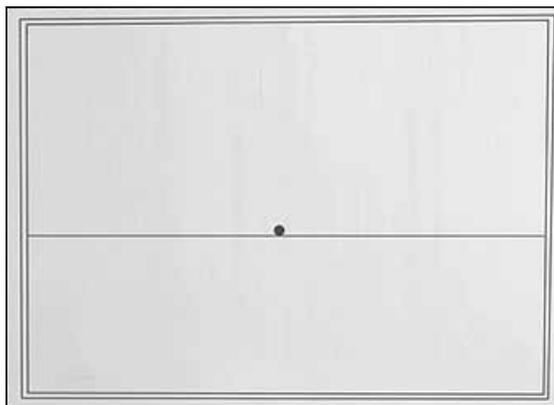
Este tipo de perspectiva é relativamente fácil de construir. Antes de começar a construção de qualquer perspectiva, primeiro você deve determinar o seu ponto de vista desejado: o que você quer desenhar? Definido isso, siga os seguintes passos:

1- Trace a linha do horizonte em uma folha de papel.



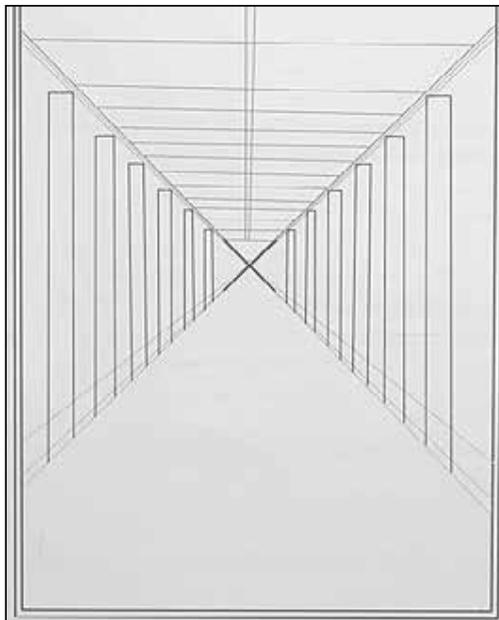
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2- Escolha o ponto de fuga, lembrando que o mais comum é o ponto central na linha do horizonte. Se você determinar o ponto de fuga à direita, o desenho ficará como se o ponto de vista estivesse movido para a esquerda dos objetos. Se o ponto de fuga for colocado acima ou abaixo da linha do horizonte, a sensação será de inclinação dos planos em relação ao chão. Sugerimos que você treine experimentando fazer perspectivas com pontos de fuga em lugares diferentes.



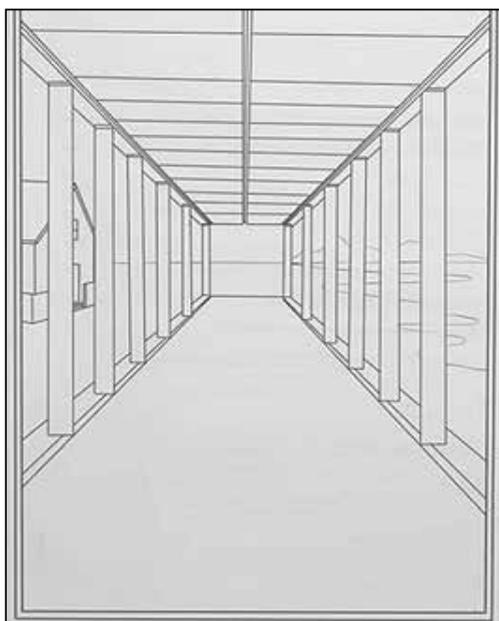
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

3- Atenção! Você deve desenhar todas as linhas horizontais e verticais realmente nesta orientação. As linhas que começam do ponto de vista e se distanciam devem ser desenhadas indo em direção ao ponto de fuga. Por último, desenhe o quadro (ao fundo).



FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

4- Agora que você já traçou as linhas, dê detalhes ao seu desenho respeitando as proporções baseadas nas linhas de referência que você traçou.

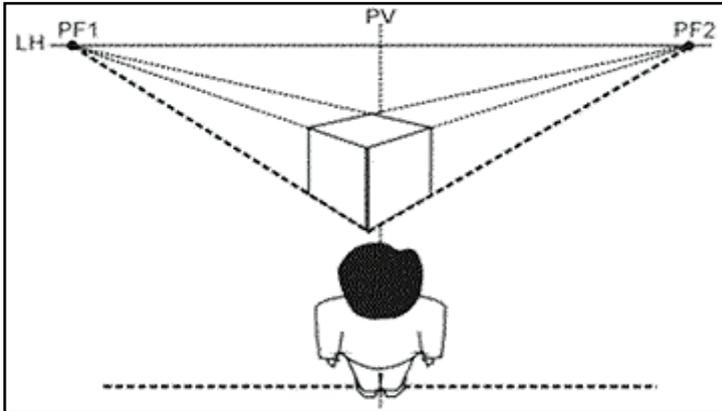


FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

2.1.2 Perspectiva cônica com dois pontos de fuga

Também conhecida como perspectiva oblíqua, a perspectiva com dois pontos ocorre quando uma figura não é vista de frente, porque forma um ângulo com o quadro, resultando em uma **visão oblíqua** do observador.

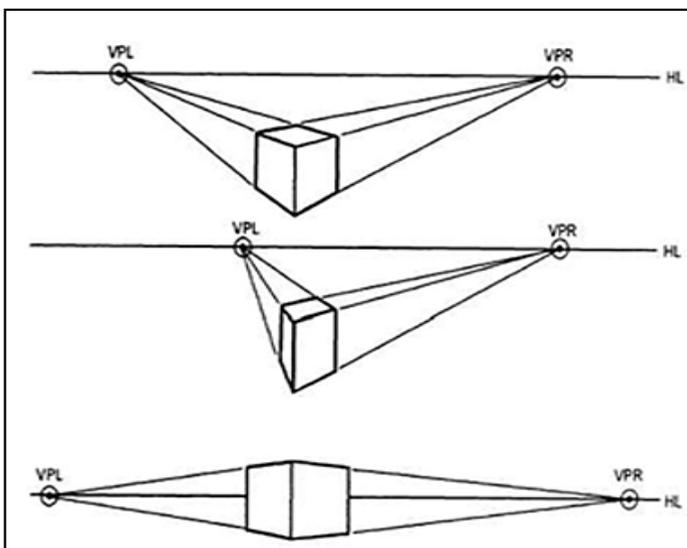
FIGURA 101 – A POSIÇÃO DO OBSERVADOR NA PERSPECTIVA COM DOIS PONTOS DE FUGA



FONTE: Disponível em: <http://www.sobrearte.com.br/desenho/perspectiva/elementos_da_perspectiva.php>. Acesso em: 11 jan. 2016.

A perspectiva com dois pontos de fuga recebe este nome por ter dois pontos situados na linha do horizonte. Serão para esses pontos que todas as linhas irão tender, menos as perpendiculares (WEBER; VIEIRA, 2016).

FIGURA 102 – A PERSPECTIVA COM DOIS PONTOS DE FUGA



FONTE: Disponível em: <http://hismagart.blogspot.com.br/2013_04_07_archive.html>. Acesso em: 27 abr. 2016.

Diferentemente da central, uma perspectiva de dois pontos de fuga tende a não ser simétrica nem estática, retratando uma vista mais natural para o observador. A maioria dos desenhos de perspectiva é feito com um ou dois pontos de fuga, mas existem casos em que são necessários mais pontos.



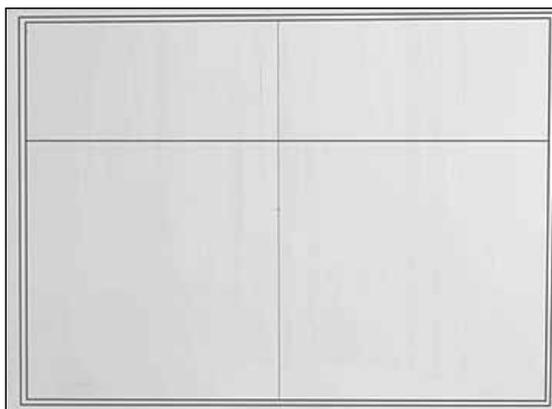
Saiba como construir uma perspectiva com dois pontos de fuga:

1- Assim como o método anterior, você deve começar traçando a linha do horizonte no papel.



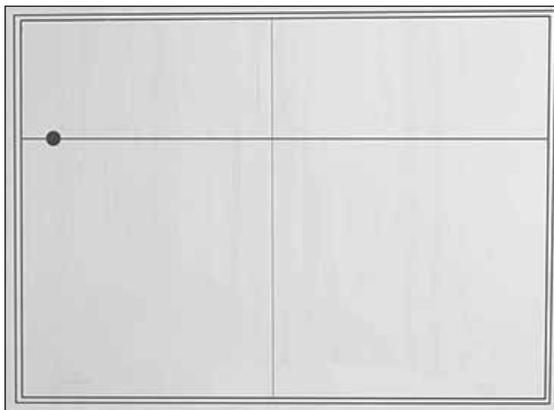
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

2- Agora, determine o ponto de vista do observador. Este ponto pode ser central, deslocado e pode estar até mesmo localizado fora do papel. Você não precisa de fato traçar esse ponto, mas precisa definir a sua posição.



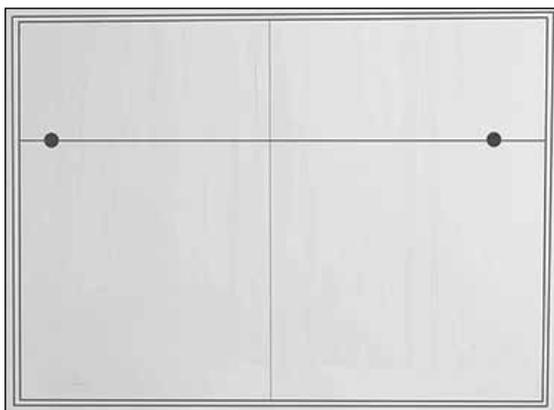
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

3- O próximo passo é determinar o primeiro ponto de fuga. O método utilizado para fazer isso é traçar uma linha em um ângulo de 60° , saindo do ponto de vista à esquerda. Feito isso, é só marcar o ponto de fuga no encontro desta linha com a linha do horizonte.



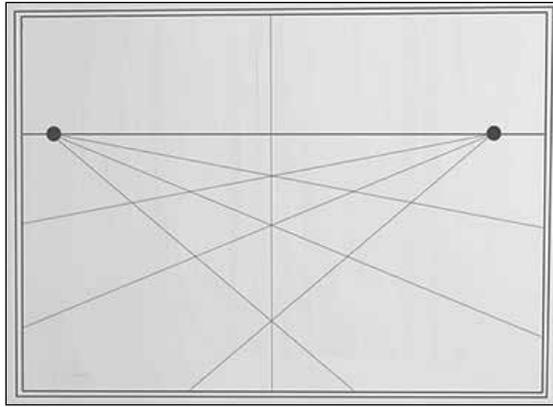
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

4- Agora precisamos determinar o segundo ponto de fuga. Você deve seguir o mesmo método, só que agora o ângulo será de 30° à direita do ponto de vista. Novamente, o ponto de fuga será a interseção desta linha com a linha do horizonte. Os ângulos de 60° e 30° são uma sugestão. Você poderá adotar ângulos diferentes, desde que o ângulo entre as linhas que partem da visão do observador até os pontos de fuga seja sempre de 90° .



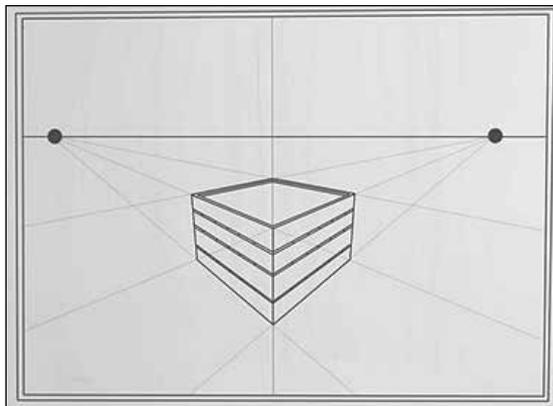
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

5- Determinados os dois pontos de fuga, você pode começar a esboçar os objetos desenhando as linhas verticais perfeitamente verticais. Atenção! As linhas horizontais à esquerda devem convergir para o ponto de fuga esquerdo e as linhas horizontais à direita para o ponto de fuga direito. Todas as linhas horizontais seguirão esta regra.



FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

6- Todos os detalhes que você for dando ao seu desenho devem respeitar a convergência das linhas de fuga. Mas atenção à proporção dos tamanhos dos objetos quando eles estiverem localizados mais perto ou mais longe do ponto de vista.

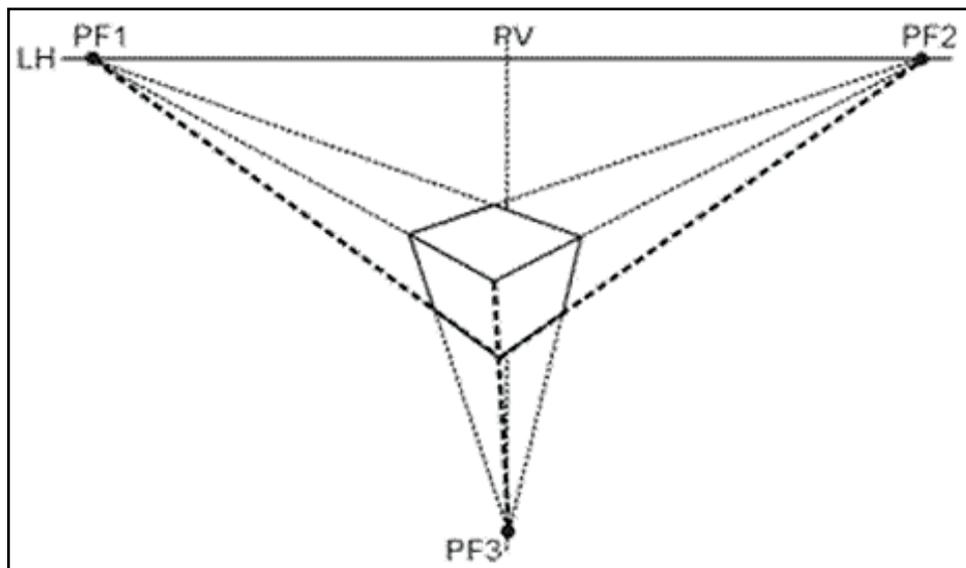


FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

2.1.3 Perspectiva cônica com três pontos de fuga

Também conhecida como perspectiva vista de cima, na perspectiva com três pontos de fuga, além dos dois pontos anteriores, existe agora um novo ponto que está situado fora da linha do horizonte. Este terceiro ponto é chamado de ponto de fuga vertical. Nesta perspectiva, o ponto de vista do observador está **de baixo para cima ou de cima para baixo do objeto**.

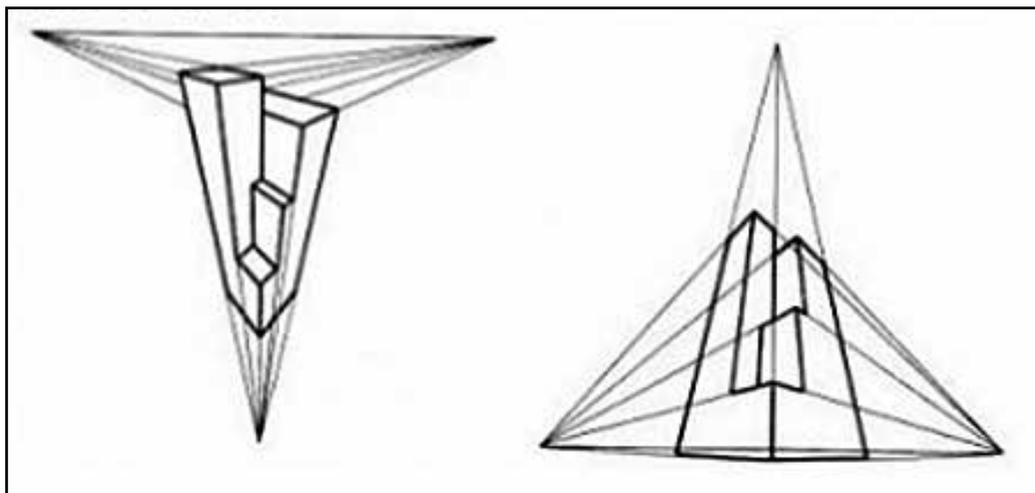
FIGURA 103 – OS TRÊS PONTOS DE FUGA E A LINHA DO HORIZONTE



FONTE: Disponível em: <http://www.sobrearte.com.br/desenho/perspectiva/elementos_da_perspectiva.php>. Acesso em: 11 jan. 2016.

A figura a seguir mostra exemplos de perspectivas cônicas com três pontos de fuga. Na figura da esquerda, o observador está em posição elevada e o terceiro ponto de fuga encontra-se abaixo da linha do horizonte, e na figura da direita o observador encontra-se mais abaixo, e o terceiro ponto de fuga encontra-se acima da linha do horizonte.

FIGURA 104 – OS TRÊS PONTOS DE FUGA E A LINHA DO HORIZONTE

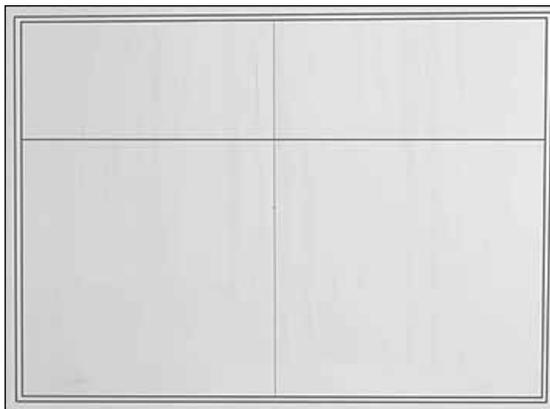


FONTE: Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/mendes007/desenho-tcnico-31971098>>. Acesso em: 27 abr. 2016.



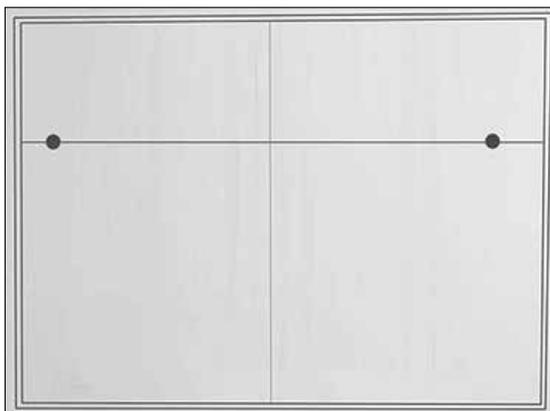
Veja como construir uma perspectiva com três pontos de fuga:

1- Trace a linha do horizonte e determine o ponto de vista do observador, como feito no método da perspectiva de dois pontos de fuga.



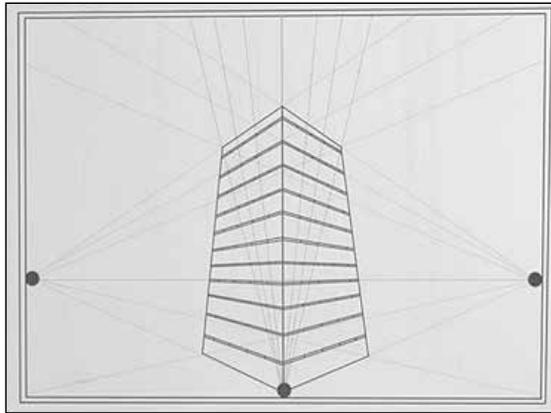
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

2- Em seguida, determine os dois pontos de fuga na linha do horizonte.



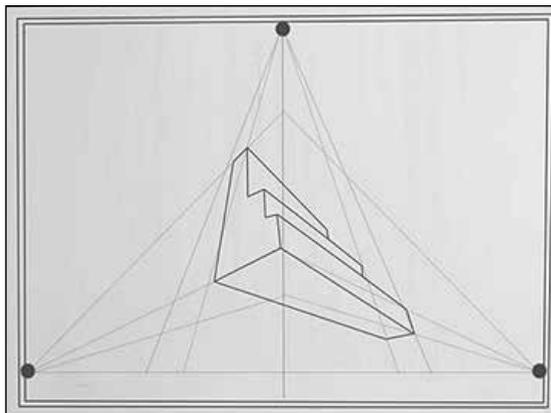
FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

3- Agora você precisa marcar o terceiro ponto de fuga, que pode estar abaixo ou acima da linha do horizonte. Se estiver abaixo, o objeto representado será visto de cima. Se o ponto de fuga estiver acima da linha do horizonte, o objeto representado será visto de baixo. Às vezes, para marcar esses pontos é necessário anexar folhas ao lado do desenho com fita adesiva. Após terminar os traços pode-se remover essas folhas.



FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

4- Agora que você já tem a estrutura formada, trace a partir dos pontos de fuga as linhas de frente e base do objeto, constituindo seu topo (ou parte posterior). Do terceiro ponto trace as linhas que vão se encontrar em cada quina visível do objeto. Dê detalhes seguindo sempre a mesma técnica.



FONTE: Disponível em: <<http://pt.wikihow.com/Desenhar-em-Perspectiva>>. Acesso em: 27 abr. 2016.



Agora que você conhece todos os tipos de perspectiva cônica, sugerimos que procure treinar bastante. Não esqueça que você pode jogar fora uma tentativa que não deu certo. O importante é não desistir!

2.2 PERSPECTIVAS AXONOMÉTRICAS

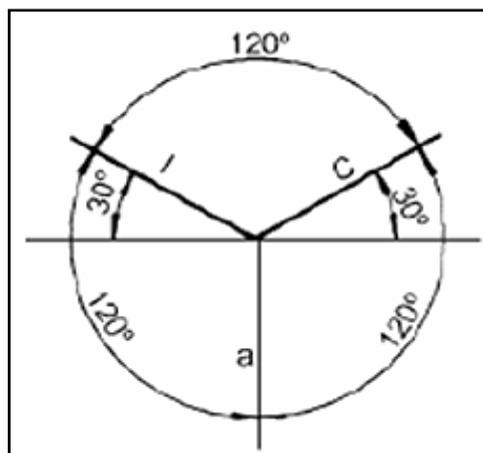
O termo axonometria deriva-se do grego axon (eixo) e metron (medida) (ESTEPHANIO, 1994). Nas perspectivas axonométricas não existe linha do horizonte e nem ponto de fuga como nas perspectivas cônicas, visto que as retas que em planta são paralelas entre si, continuam sendo paralelas na perspectiva.

Existem três tipos de perspectivas axonométricas: isométrica, dimétrica e trimétrica. Para efeito didático, direcionaremos o estudo para a perspectiva axonométrica isométrica, por ser mais utilizada nos desenhos de engenharia.

2.2.1 Perspectiva axonométrica isométrica

Esta perspectiva é a que mais se aproxima da realidade. Suas três vistas mostram detalhes muito semelhantes. Ambos os eixos têm uma inclinação de 30° em relação à linha do horizonte e todas as dimensões representadas são as reais ou proporcionais ao objeto representado. Semanticamente, ISO quer dizer mesma e MÉTRICA quer dizer medida.

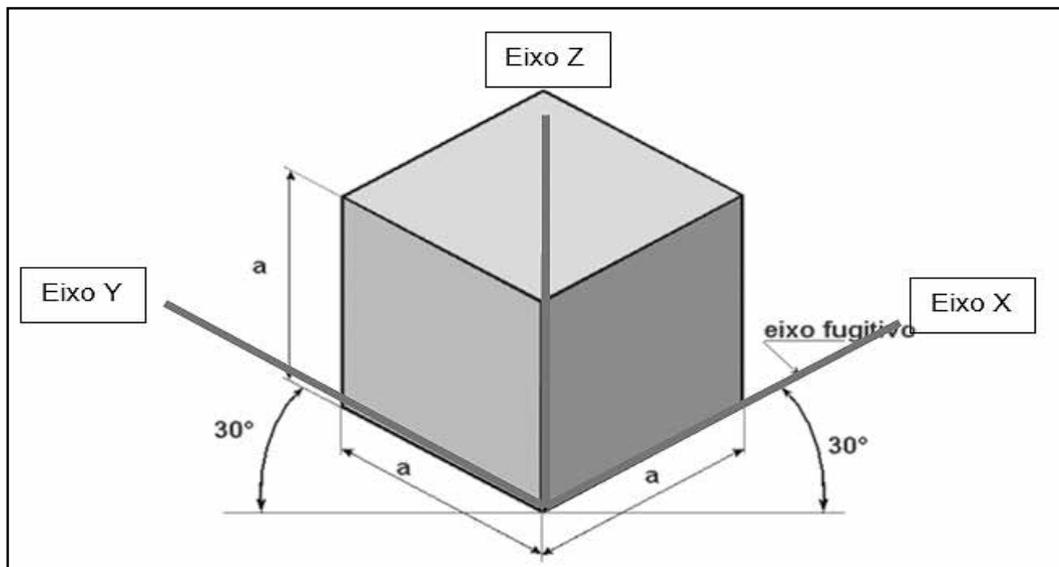
FIGURA 105 – EIXOS DE INCLINAÇÃO DA PERSPECTIVA ISOMÉTRICA



FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Na perspectiva isométrica os três eixos no espaço (x, y, z) estão igualmente inclinados em relação ao plano de projeção. Assim, os eixos axonométricos fazem o mesmo ângulo. É usual a posição do eixo Z ser na vertical representando a altura do objeto. Para o traçado das demais direções (eixos X e Y) que fazem ângulos de 30° na direção horizontal, utiliza-se um esquadro (LUGLI, 2009).

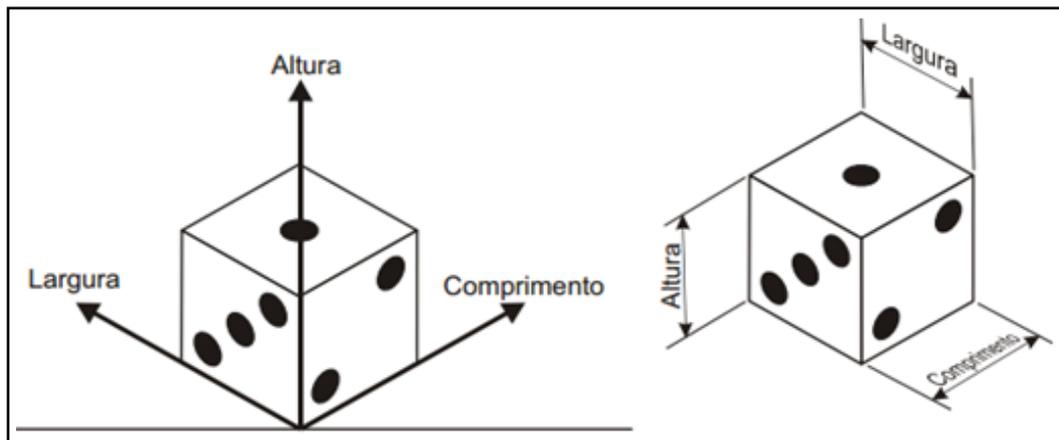
FIGURA 106 – EIXOS Z, X E Y E OS EIXOS FUGITIVOS



FONTE: Disponível em: <http://www.lugli.com.br/wp-content/uploads/2009/01/apostila_completa_2009.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

A figura a seguir nos mostra que na perspectiva isométrica, cada eixo corresponde a uma dimensão do objeto:

FIGURA 107 – DIMENSÕES DO OBJETO NA PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

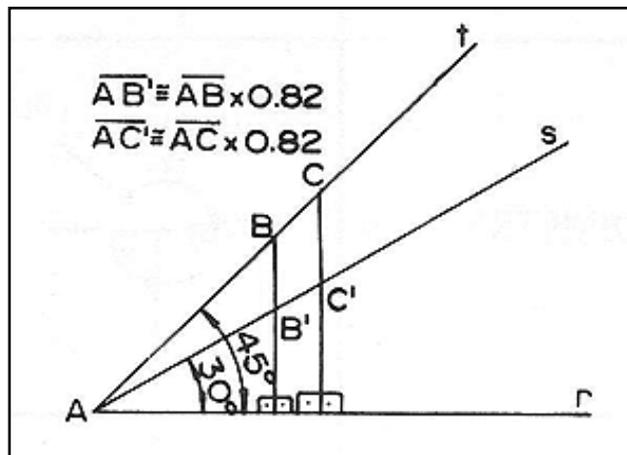


FONTE: Disponível em: <<http://www2.ucg.br/design/da2/perspectiva.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Um item importante na construção da perspectiva isométrica é a utilização do recurso chamado de escala isométrica, que tem o objetivo de facilitar a obtenção das medidas na perspectiva. Segundo Estephanio (1994, p. 106), "na representação em perspectiva isométrica, o desenho deve corresponder a $0.82 \times$ dimensão real, para não resultar em uma imagem muito alongada".

A aplicação desta escala isométrica consiste em primeiro traçar uma linha horizontal (r) e depois traçar duas retas (s e t) com origem comum (A), em ângulos de 30° e 45° , respectivamente. Deve-se marcar na reta (t) a medida real do objeto e depois fazer a projeção ortográfica deste ponto até a linha (r), passando pela (s). Desta forma, o desenho terá a dimensão correta segundo a escala isométrica de redução (ESTEPHANIO, 1994). A figura a seguir exemplifica esta técnica:

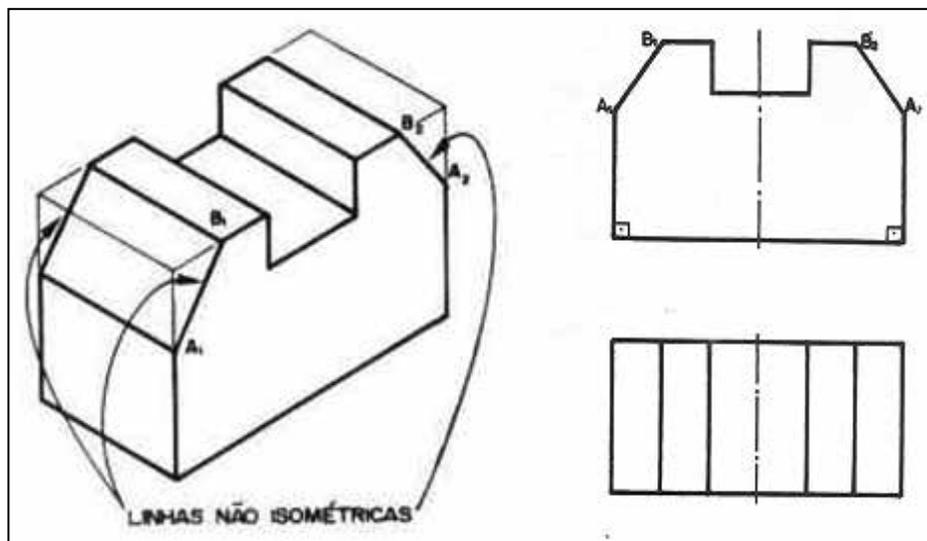
FIGURA 108 – ESCALA ISOMÉTRICA DE REDUÇÃO



FONTE: Estephanio (1994)

Em uma representação isométrica, as linhas desenhadas não paralelas aos eixos iniciais são chamadas de linhas não isométricas ou não axiais, e, portanto, devem ser desenhadas fora de suas verdadeiras grandezas. Para traçar estas linhas que não são isométricas é necessário utilizar o sólido gerador do desenho como um componente auxiliar. Após a sua construção, marcam-se os vértices das arestas não isométricas, concluindo o seu desenho (ESTEPHANIO, 1994).

FIGURA 109 – TRAÇADO DE LINHAS NÃO ISOMÉTRICAS NO DESENHO

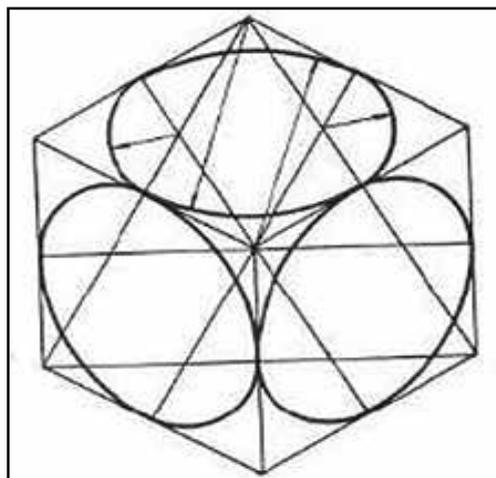


FONTE: Estephano (1994)

Com a figura anterior é possível perceber que na perspectiva isométrica os ângulos não são representados com suas dimensões verdadeiras, já que os ângulos de 90° vistos de frente aparecem na perspectiva isométrica ora com 60° , ora com 120° , dependendo da sua posição (ESTEPHANIO, 1994).

Além de figuras geométricas ortogonais, a perspectiva isométrica poderá representar também circunferências e arcos. Na representação de circunferências, a maneira mais fácil de desenhar é realizar o traçado aproximado de uma elipse isométrica com quatro pontos, conforme nos mostra a figura a seguir (ESTEPHANIO, 1994).

FIGURA 110 – REPRESENTAÇÃO DE CIRCUNFERÊNCIAS NA PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

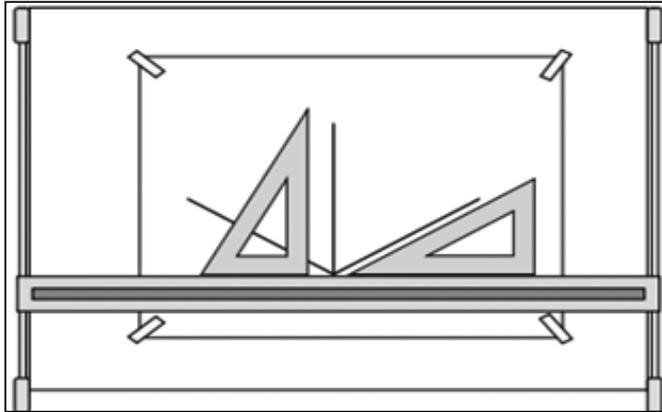


FONTE: Estephano (1994)



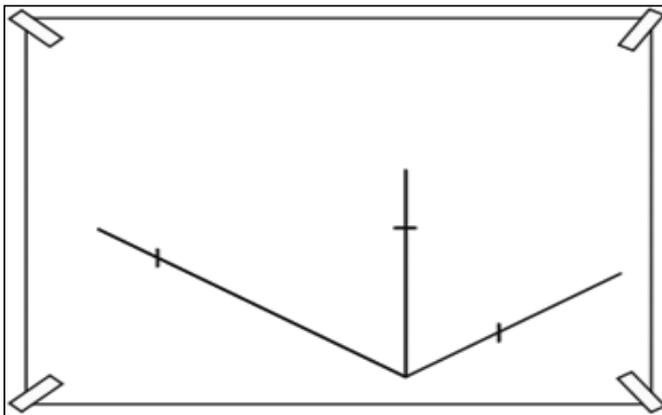
Confira como construir uma perspectiva isométrica:

1- Primeiro trace uma linha horizontal na folha. Ela servirá de base para a construção do objeto. Em seguida, trace a partir desta linha os eixos isométricos com o uso do esquadro de 30°.



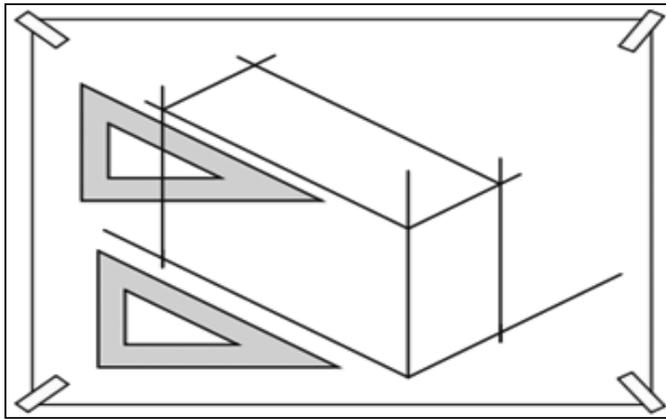
FONTE: Disponível em: <<http://www2.ucg.br/design/da2/perspectiva>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2- Em seguida, faça a marcação das dimensões do objeto usando os eixos isométricos (atenção para a redução explicada anteriormente).



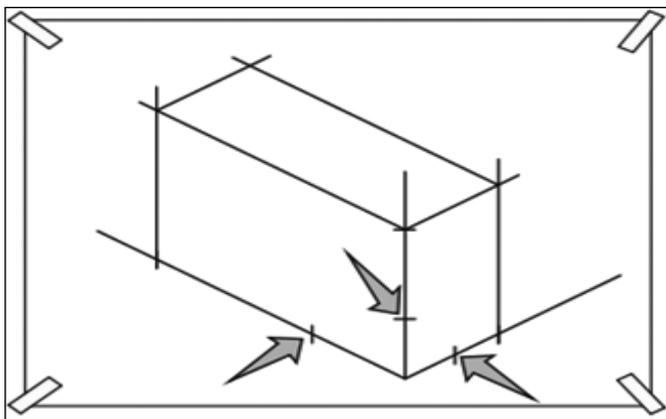
FONTE: Disponível em: <<http://www2.ucg.br/design/da2/perspectiva>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

3- Agora, trace linhas paralelas aos eixos para fechar o volume do objeto (utilize esquadro e régua paralela ou dois esquadros).



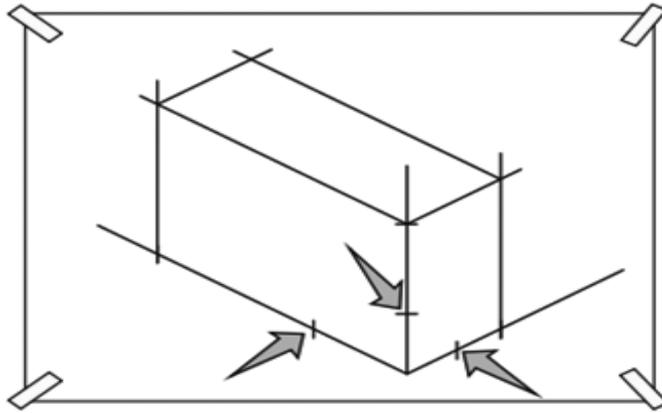
FONTE: Disponível em: <<http://www2.ucg.br/design/da2/perspectiva>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

4- Se precisar fazer detalhes menores na figura, use os eixos isométricos para marcação das dimensões parciais do objeto.



FONTE: Disponível em: <<http://www2.ucg.br/design/da2/perspectiva>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

5- Por último, trace retas paralelas aos eixos para completar o volume do objeto. Reforce o traço para dar expressividade ao desenho.

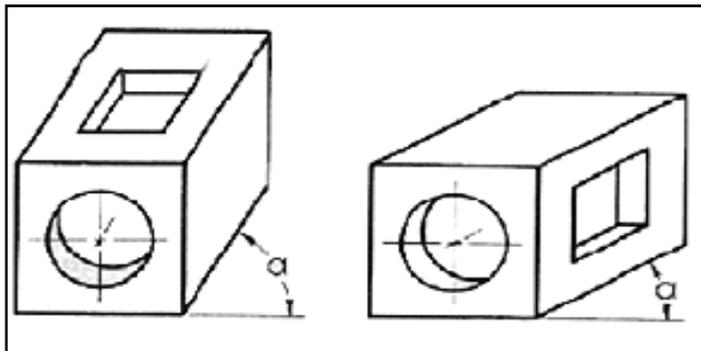


FONTE: Disponível em: <<http://www2.ucg.br/design/da2/perspectiva>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.3 PERSPECTIVA CAVALEIRA

Diferente da perspectiva isométrica que tem dois eixos inclinados, na perspectiva cavaleira tem-se a figura representada com uma face frontal que conserva a forma e as dimensões (largura e altura), e a partir da face frontal são traçadas linhas inclinadas em ângulos de 30° , 45° ou 60° , como podemos observar na figura a seguir:

FIGURA 111 – A PERSPECTIVA CAVALEIRA COM DOIS ÂNGULOS DIFERENTES.

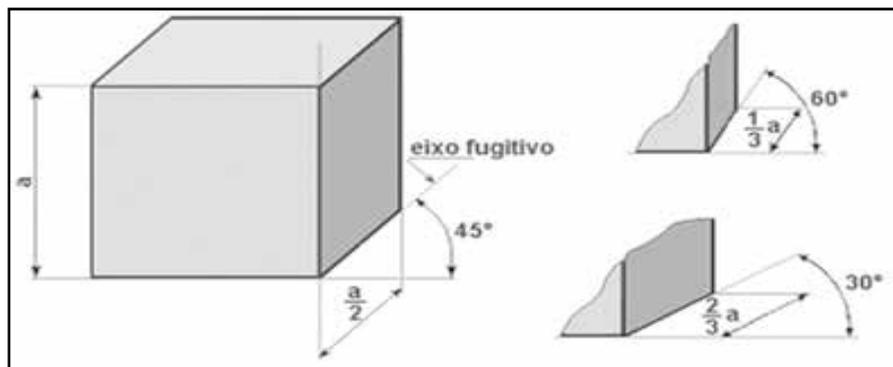


FONTE: Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

O comprimento do objeto é marcado em apenas uma direção, sofrendo redução em sua medida proporcional ao ângulo de profundidade. Ferreira, Faleiro e Souza (2008, p. 30) ainda explicam que:

As retas perpendiculares ao quadro ou à superfície a ser desenhada têm o nome de fúgivas. O ângulo que formam em perspectiva com a direção horizontal é chamado de ângulo das fúgivas e a razão existente entre o comprimento em perspectiva (deformado) de seus segmentos e o comprimento real denomina-se coeficiente de alteração ou fator de conversão (K). Este fator só é aplicado nas arestas perpendiculares ao quadro e os melhores valores para K se encontram entre 0,5 e 1. Valores fora desta faixa podem ser usados, mas causam deformidades das arestas do objeto, dificultando sua visualização.

FIGURA 112 – COEFICIENTES DE ALTERAÇÃO DA PERSPECTIVA CAVALEIRA



FONTE: Disponível em: <http://www.lugli.com.br/wp-content/uploads/2009/01/apostila_completa_2009.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Com o objetivo de minimizar a deformação imposta pela perspectiva cavaleira, recomenda-se desenhar as arestas e as linhas sobre as quais houve aplicação direta do ângulo com dimensões reduzidas (ESTEPHANIO, 1994). Dependendo do ângulo de construção das linhas de comprimento, as reduções dos tamanhos das arestas paralelas a elas serão as seguintes:

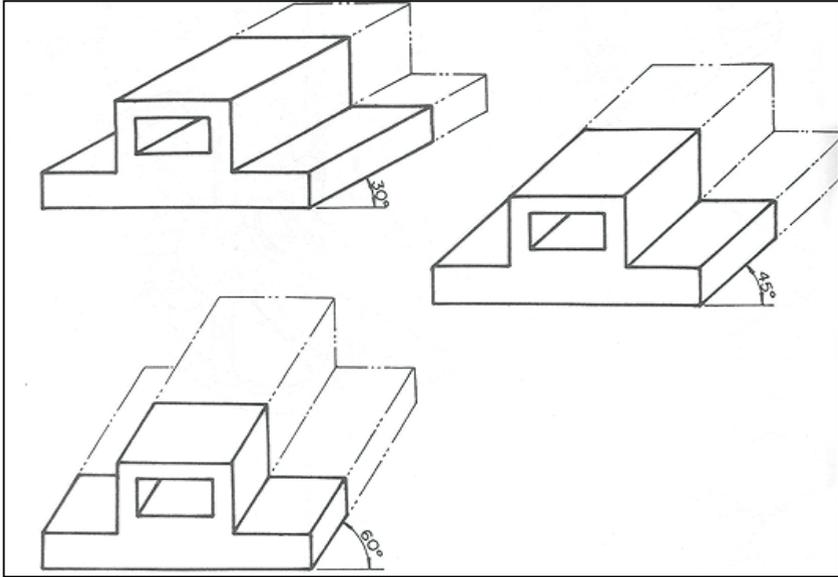
TABELA 4 – REDUÇÕES DAS ARESTAS NA PERSPECTIVA CAVALEIRA

Fúgivas inclinadas a:	Tamanho da aresta reduzido para:
30°	2/3
45°	1/2
60°	1/3

FONTE: Adaptado de Miceli e Ferreira (2001)

A figura a seguir exemplifica a aplicação das referidas reduções de acordo com os ângulos utilizados na construção da perspectiva:

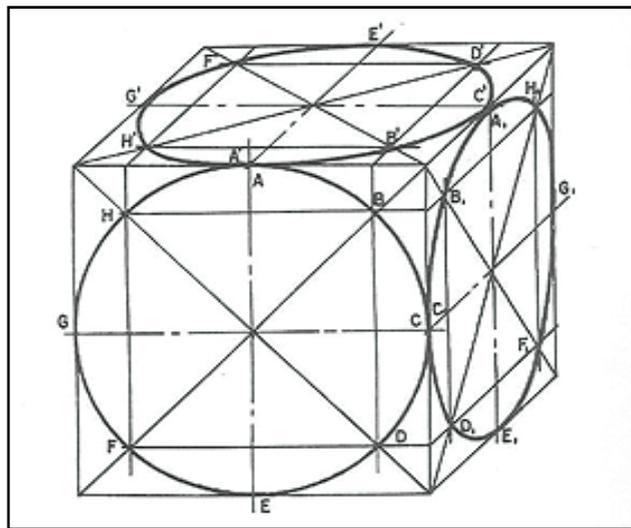
FIGURA 113 – REPRESENTAÇÃO EM PERSPECTIVA CAVALEIRA COM 30°, 45° E 60° E A REDUÇÃO DAS LINHAS INCLINADAS



FONTE: Estephanio (1994)

Para o traçado de circunferências em perspectiva cavaleira, deve-se traçar primeiro a circunferência com seu tamanho real, para que possam ser encontradas posteriormente as interseções auxiliares e os pontos de tangência, finalizando o desenho com a união deles à mão livre (neste tipo de perspectiva não há possibilidade de usar o compasso, já que a circunferência em perspectiva fica deformada.) (ESTEPHANIO, 1994).

FIGURA 114 – DESENHO DE CIRCUNFERÊNCIA NA PERSPECTIVA CAVALEIRA



FONTE: Estephanio (1994)

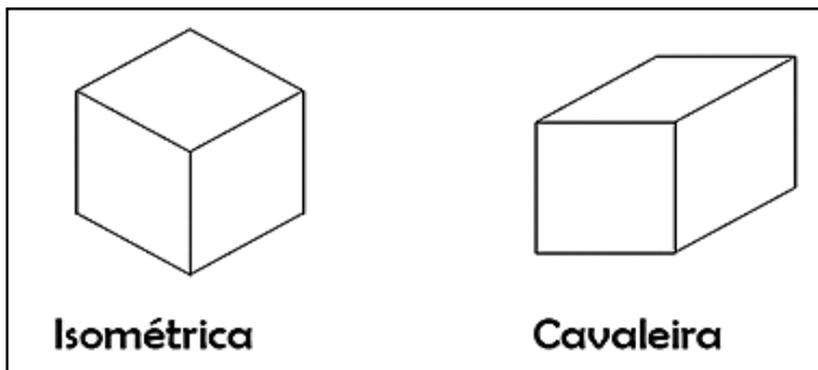


- Em termos práticos, a representação mais utilizada é a perspectiva cavaleira a 45°.
- Deve-se procurar representar, sempre que possível, a maior dimensão da peça, a face mais irregular ou a que contenha detalhes circulares, paralela ao plano vertical, isto é, de frente e, por consequência, sem redução.

FONTE: Estephanio (1994, p. 112)

Agora que já apresentamos a perspectiva axonométrica isométrica e a perspectiva cavaleira, observe a diferença entre elas na figura a seguir:

FIGURA 115 – PERSPECTIVAS AXONOMÉTRICAS: ISOMÉTRICA E CAVALEIRA



FONTE: Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

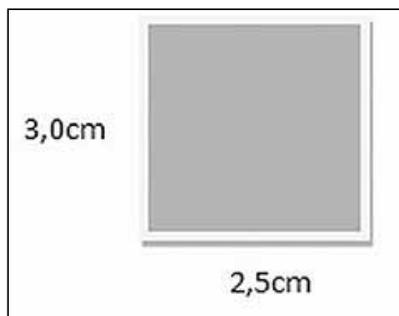
Cada uma delas representa o objeto de maneira distinta. A respeito desta distinção, Ferreira, Faleiro e Souza (2008, p. 31) comentam que, "comparando as duas formas de representação, podemos notar que a perspectiva isométrica é a que dá a ideia menos deformada do objeto, porque mantém as mesmas proporções do comprimento, da largura e da altura". Já na perspectiva cavaleira há reduções no ângulo de profundidade, gerando deformações na representação do objeto.



Confira como construir uma perspectiva cavaleira:

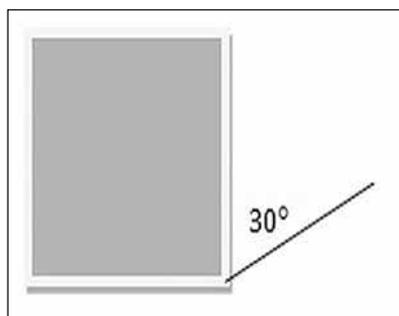
Lembre-se de que nesta perspectiva a figura de primeiro plano mantém o tamanho original, e é nesta face que devemos marcar as demais medidas.

1- Primeiro, desenhe a face frontal do objeto com seu tamanho real. Usamos 3,0 e 2,5 centímetros como exemplo, mas você poderá representar um objeto com qualquer medida.



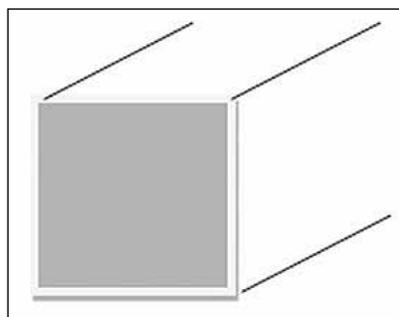
FONTE: Disponível em: <portaldoprofessor.mec.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2- Em seguida, trace o ângulo de profundidade à sua escolha, pode ser de 30°, 45° ou 60° (utilize um par de esquadros).



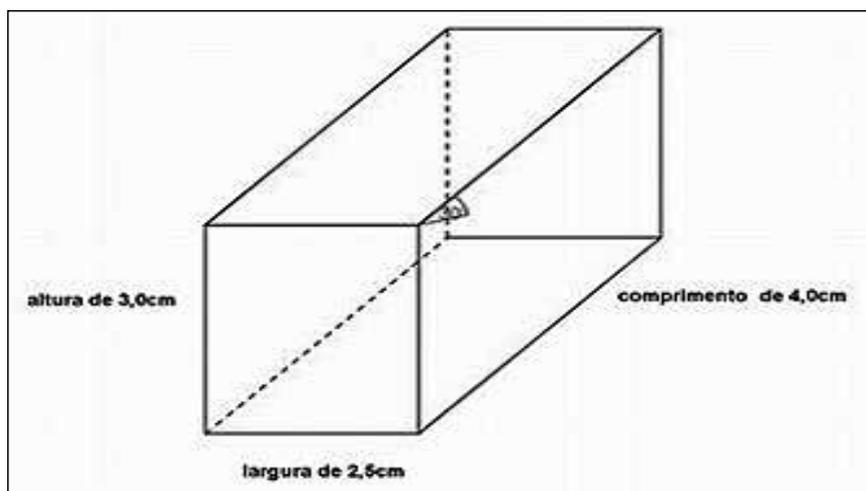
FONTE: Disponível em: <portaldoprofessor.mec.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2016.

3- Agora, trace retas paralelas ao ângulo, partindo dos vértices da figura para obter as arestas de profundidade.



FONTE: Disponível em: <portaldoprofessor.mec.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2016.

4- Por último, observe o ângulo utilizado e o coeficiente de redução. No ângulo escolhido neste exemplo (30°), o comprimento é marcado pela redução de $2/3$. Ou seja, se o objeto tiver 6 cm de comprimento real, terá 4 cm no desenho. Marcadas as dimensões, finalize a forma em perspectiva.



FONTE: Disponível em: <portaldoprofessor.mec.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2016.

RESUMO DO TÓPICO 2

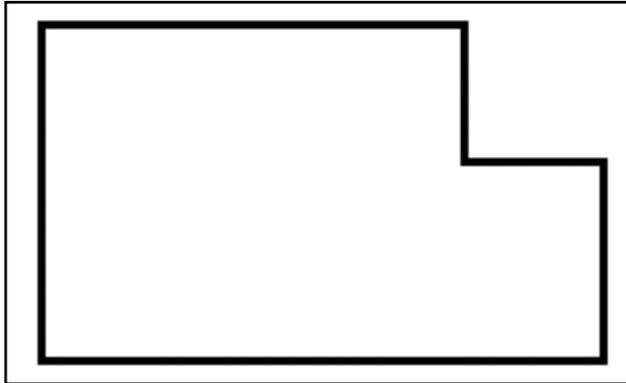
Chegamos ao final do Tópico 2 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- Que a perspectiva é uma técnica antiga de representação, capaz de transmitir uma ideia tridimensional e espacial de um objeto.
- Que existem técnicas diferentes para a confecção de perspectivas e que cada uma exige conhecimento e uma boa dose de treino.
- Que a perspectiva cônica é a mais próxima do que os nossos olhos estão acostumados a ver, e pode ser elaborada com um, dois, três ou até mais pontos de fuga. O que determinará isto será a posição do observador e o tipo de representação que você pretende fazer.
- Que as perspectivas isométrica e cavaleira são outras duas maneiras de desenhar tridimensionalmente, uma nos dá a ideia menos deformada do objeto, na outra há reduções de profundidade. A escolha por uma delas dependerá, mais uma vez, da finalidade do desenho.



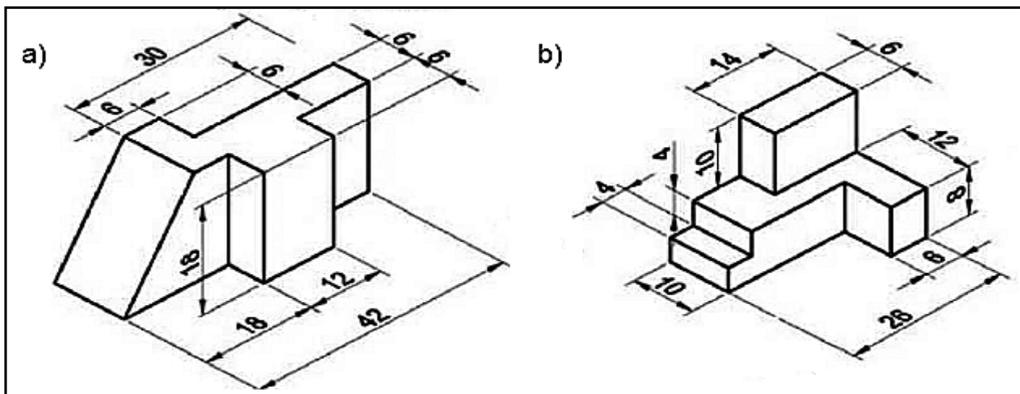
Agora, vamos praticar?

1 Observe a figura plana abaixo:



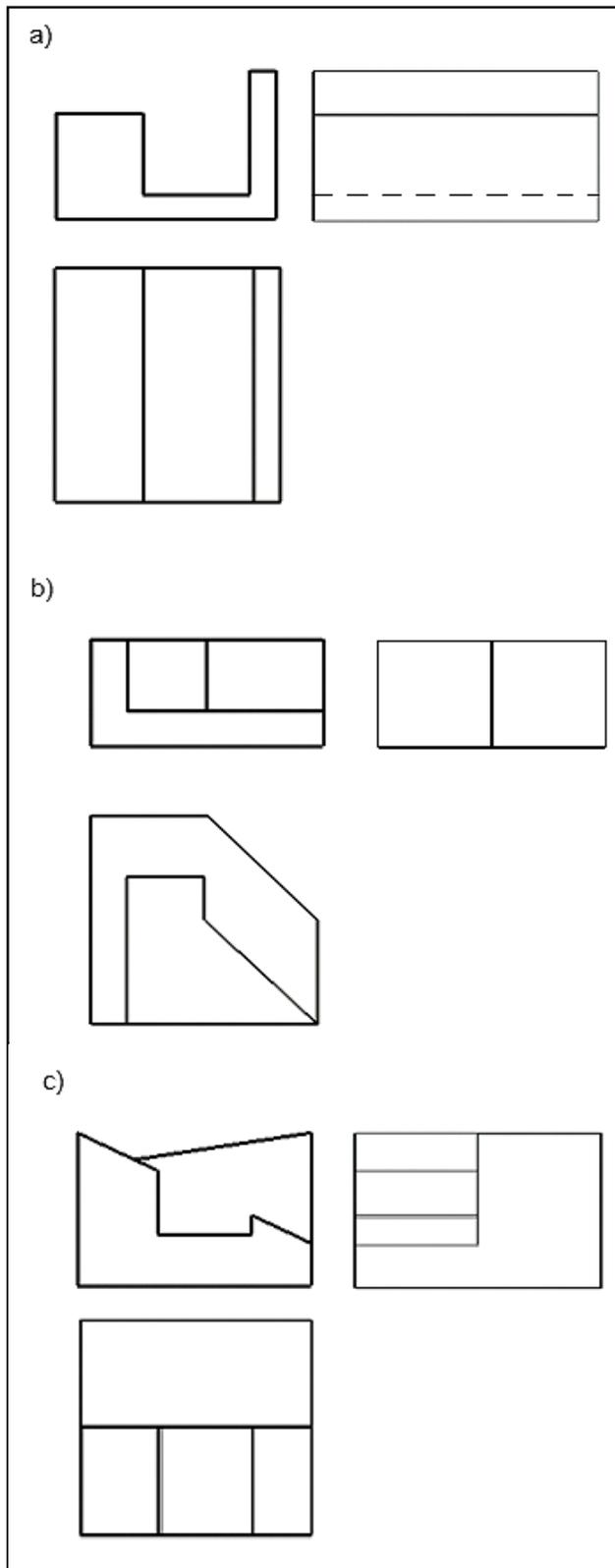
- Construa quatro perspectivas cônicas com um ponto de fuga: acima da linha do horizonte à esquerda e à direita, abaixo da linha do horizonte à esquerda e à direita.
- Construa três perspectivas cônicas com dois pontos de fuga: na linha do horizonte, acima da linha do horizonte e abaixo da linha do horizonte.
- Construa duas perspectivas cônicas com três pontos de fuga: acima da linha do horizonte e abaixo da linha do horizonte.

2 Reproduza as perspectivas isométricas abaixo:

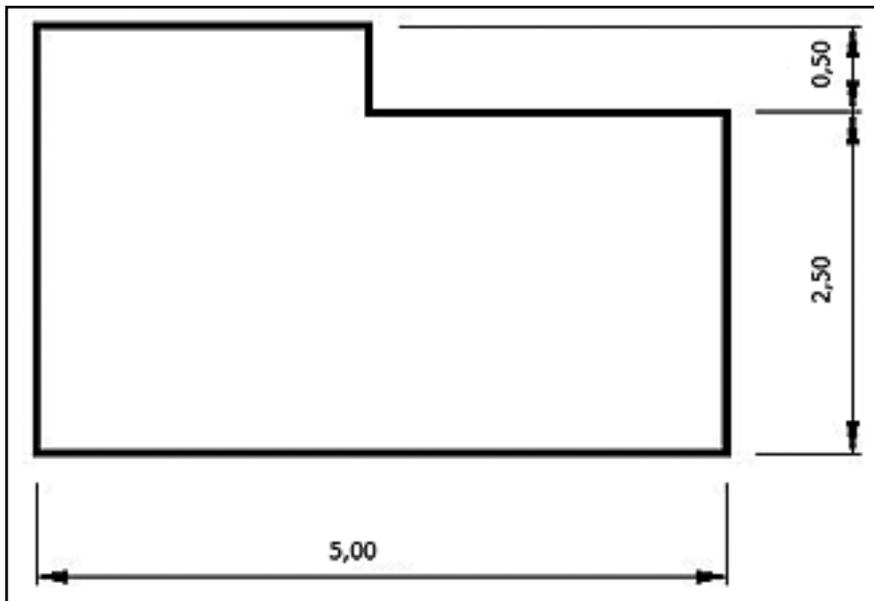


FONTE: Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/LucianoOtavio/desenho-tcnico-parte-1>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

3 Dadas as vistas ortográficas, desenhe as perspectivas isométricas correspondentes:



4 Faça três perspectivas cavaleiras do plano abaixo, utilizando os ângulos de 30° , 45° e 60° . As medidas estão em centímetro e o objeto possui 9 cm de comprimento.



Assista ao vídeo de
resolução da questão 2



Assista ao vídeo de
resolução da questão 3



PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS APLICADAS AO DESENHO TÉCNICO

1 INTRODUÇÃO

As perspectivas e as projeções ortográficas são métodos projetivos empregados para facilitar o entendimento entre projeto e execução, tanto na engenharia como na arquitetura. A perspectiva mostra o objeto tridimensionalmente, dando uma visão espacial do todo, enquanto que as projeções ortográficas são capazes de transmitir a sua verdadeira grandeza. Já apresentamos o método da perspectiva, explicaremos agora as projeções ortográficas, incluindo o sistema de vistas do 1º diedro e os fundamentos de rebatimentos para construir as projeções.

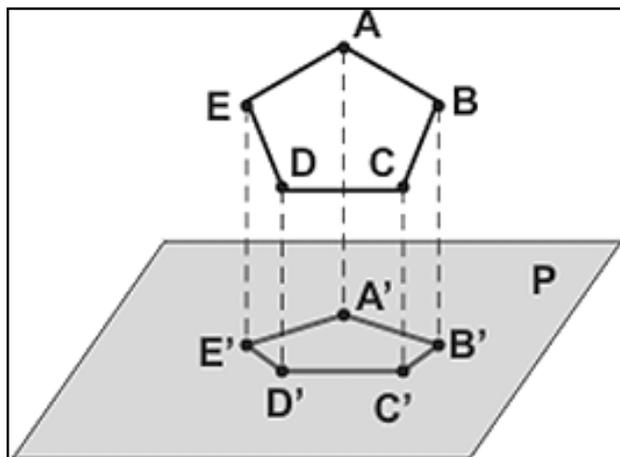
2 PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS

2.1 DEFINIÇÃO

De acordo com Azevedo (2013, p. 53), “a projeção ortográfica é uma forma de representar graficamente objetos tridimensionais em superfícies planas, de modo a transmitir suas características com precisão e demonstrar sua verdadeira grandeza”. Esta representação de um objeto tridimensional em superfície plana só é possível ao utilizar o que chamamos de raios projetantes.

Como os raios projetantes em relação ao plano de projeção são paralelos e perpendiculares, a projeção resultante representa a forma e a verdadeira grandeza do retângulo projetado. Este tipo de projeção é denominado projeção ortográfica (do grego *ortho* = reto + *gonal* = ângulo), pois os raios projetantes são perpendiculares ao plano de projeção (BARBOSA, 2010, p. 14).

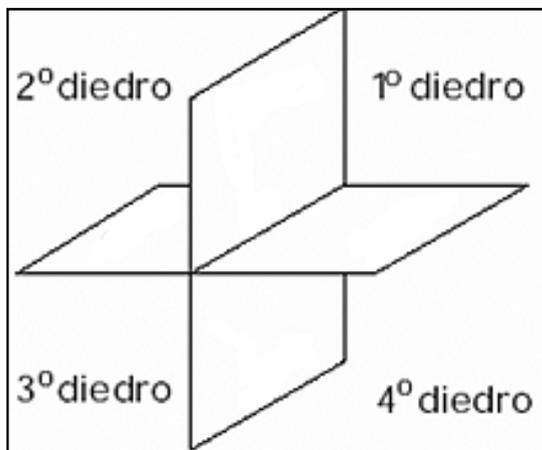
FIGURA 116 – A PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA



FONTE: Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/10483/open/file/geo0904.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Em desenho técnico de projeções ortográficas usamos dois planos básicos estudados pela geometria descritiva: um plano vertical e um plano horizontal que se cortam perpendicularmente, formando o que chamamos de diedros. Em geometria, diedro, ângulo diedro ou ângulo diédrico é uma expansão do conceito de ângulo a um espaço tridimensional. Os diedros são numerados no sentido anti-horário.

FIGURA 117 – OS DIEDROS



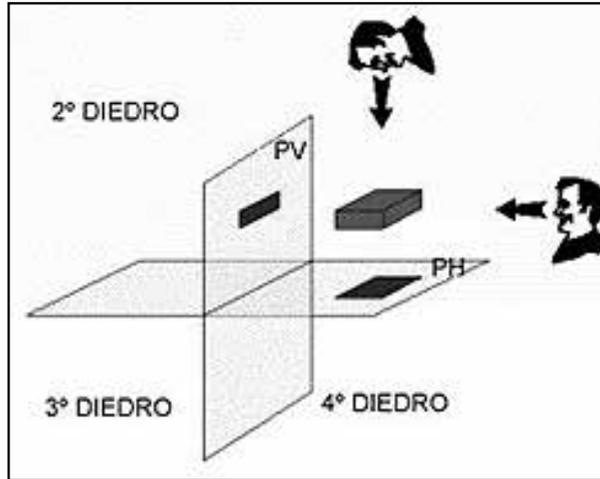
FONTE: Disponível em: <http://www.agro.ufg.br/up/68/o/5___aula_Proje___es_ortogr___ficas.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

De acordo com as normas internacionais, na execução de desenhos técnicos pode-se utilizar tanto o 1º como o 3º diedro. A representação no 3º diedro é comum em indústrias estrangeiras, principalmente americanas e nos vários *softwares* de desenho disponíveis no mercado. O Brasil adota a representação de projeções ortográficas no 1º diedro.

2.2 PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS PELO 1º DIEDRO

As projeções feitas em qualquer plano do 1º diedro seguem um princípio básico que determina que o objeto a ser representado deverá estar entre o observador e o plano de projeção. Desta forma, o observador poderá ver o objeto em seis vistas diferentes. (ROSADO, 2011).

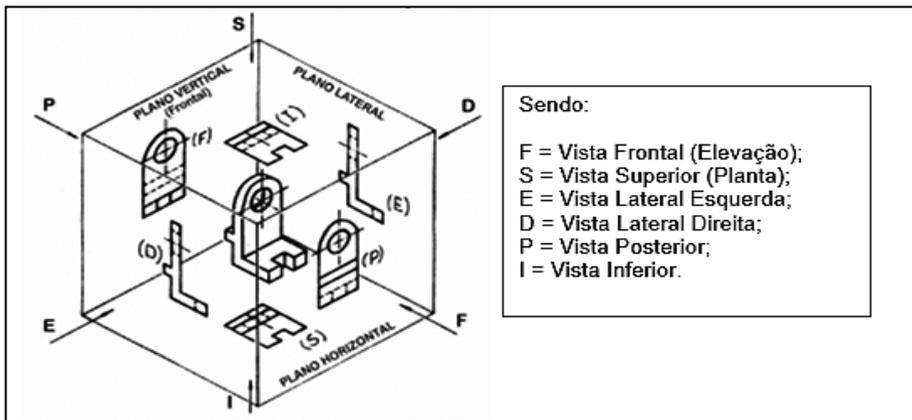
FIGURA 118 – PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA NO 1º DIEDRO



FONTE: Disponível em <<http://www4.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/monge.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

De acordo com Rosado (2011, p. 18), "para serem denominadas vistas principais, as projeções têm de ser obtidas em planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, formando uma caixa", conforme podemos observar na figura a seguir.

FIGURA 119 – AS SEIS VISTAS DA PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA NO 1º DIEDRO



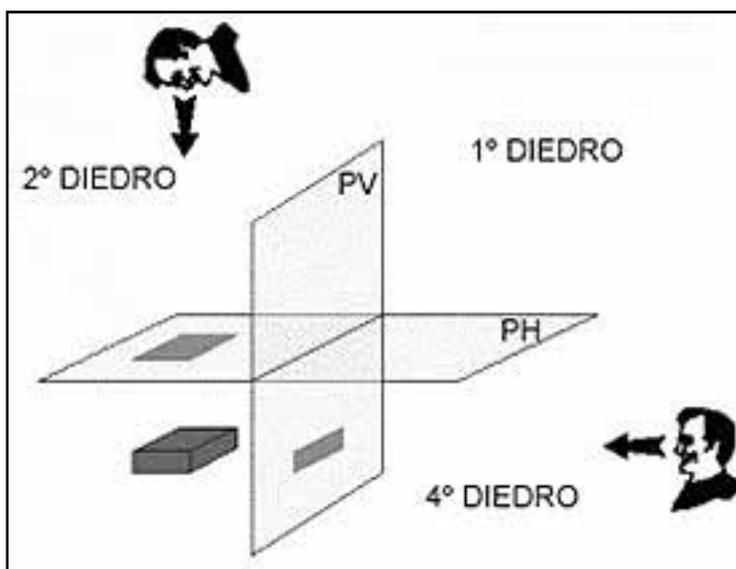
FONTE: Disponível em: <ftp://ftp.sm.ifes.edu.br/professores/SolivanAltoe/1EN/Apostilas/LIVRO%20DE%20DESENHO_UNIMAR.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

2.3 PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS PELO 3º DIEDRO

Apesar de o Brasil ter adotado a projeção ortográfica pelo 1º diedro, alguns *softwares* trazem projeções em 3º diedro, por isso apresentaremos brevemente este item para ampliar o seu repertório técnico.

Assim como no 1º diedro, qualquer projeção do 3º diedro também segue um princípio básico. Para fazer qualquer projeção no 3º diedro, o plano de projeção deverá estar posicionado entre o observador e o objeto. O plano de projeção precisa ser transparente (como uma placa de vidro) e o observador, por trás do plano de projeção, puxa as projetantes do objeto para o plano (ROSADO, 2011).

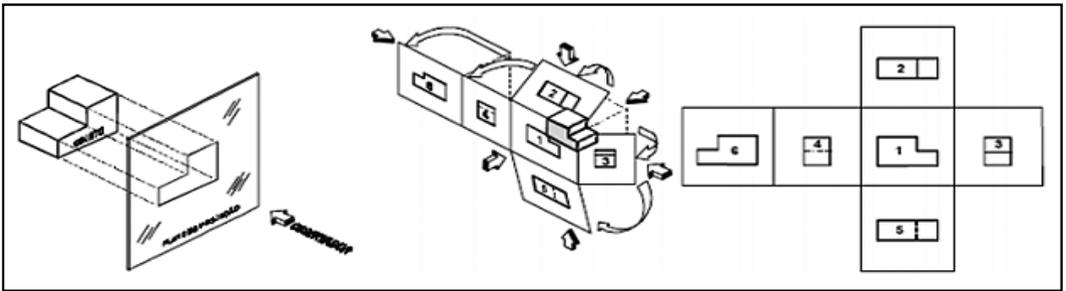
FIGURA 120 – PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA NO 3º DIEDRO



FONTE: Disponível em: <<http://www4.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/monge.htm>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

As vistas principais são obtidas em seis planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, como se fosse uma caixa de vidro e, posteriormente, rebatidos de modo a formarem um único plano (ROSADO, 2011). A figura a seguir mostra os rebatimentos dos planos que compõem a caixa de vidro, onde cada plano se movimenta 90º em relação ao outro.

FIGURA 121 – AS VISTAS OBTIDAS NAS PROJEÇÕES DO 3º DIEDRO



FONTE: Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~victor/Apostila%20DT%202012%2035.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

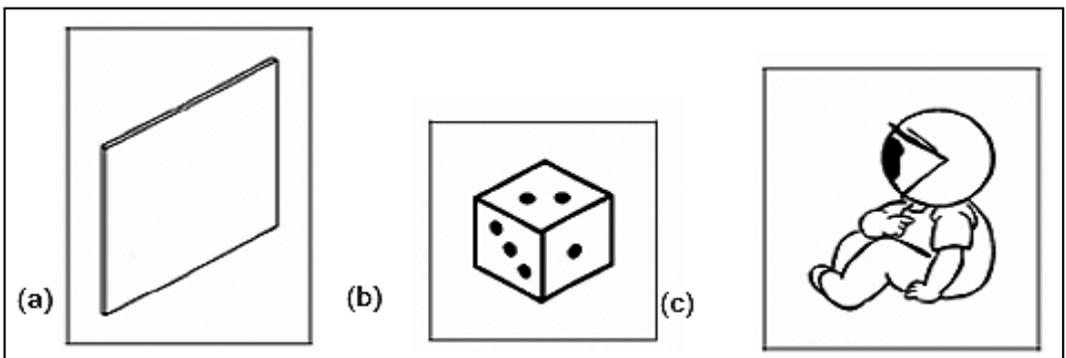
Para fins didáticos, adotaremos nas explicações a seguir a construção de projeções ortográficas no 1º diedro.

2.4 O SISTEMA DE PROJEÇÕES ORTOGRÁFICAS

Para entender como funciona uma projeção ortográfica é necessário conhecer os três elementos que a compõem (ROSADO, 2011):

- O **plano de projeção** (a) - que é a superfície onde se projeta o modelo.
- O **modelo** ou objeto (b) a ser representado em projeção ortográfica.
- O **observador** ou centro de projeção (c) - que é quem vê, analisa, imagina ou desenha o modelo em projeção ortográfica, devendo analisá-lo cuidadosamente em várias posições.

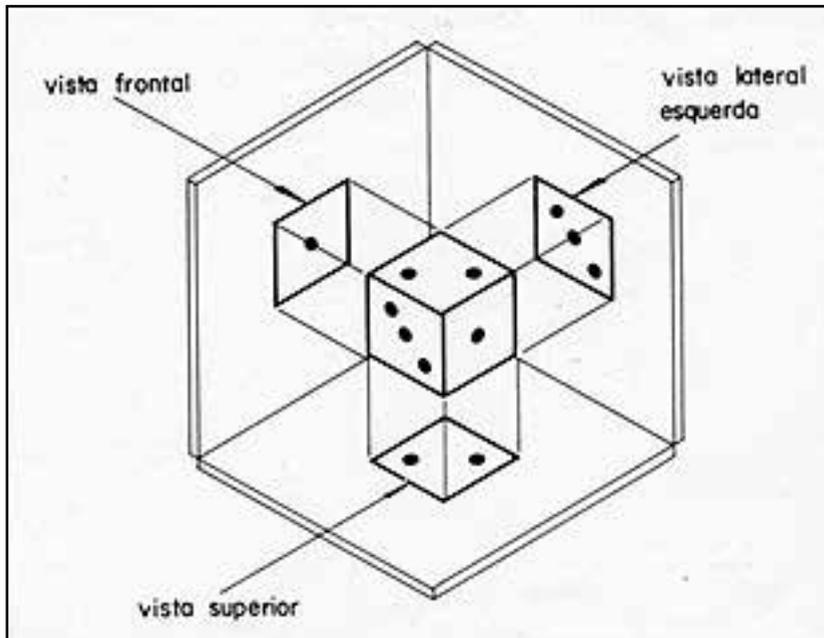
FIGURA 122 – O PLANO DE PROJEÇÃO (A), O MODELO (B) E O OBSERVADOR (C)



FONTE: Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~victor/Apostila%20DT%202012%2035.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Na figura a seguir o modelo é ilustrado por um dado. Observe que a linha projetante é perpendicular ao plano de projeção. Unindo perpendicularmente os três planos junto com o modelo, tem-se a projeção em três planos. Estas projeções são chamadas vistas (ROSADO, 2011).

FIGURA 123 – PROJEÇÃO ORTOGRÁFICA A PARTIR DE UM MODELO



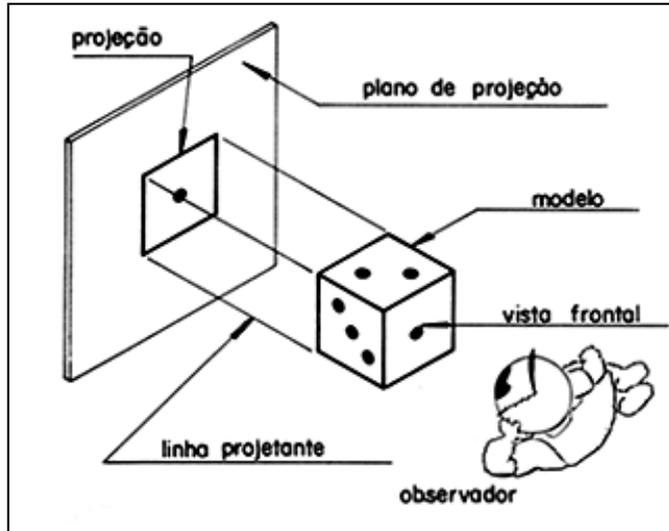
FONTE: Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~victor/Apostila%20DT%202012%2035.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Na prática utilizamos as três projeções: frontal, superior e lateral (esquerda ou direita). Estas geralmente já são suficientes para a representação da maioria dos desenhos. Estudaremos agora passo a passo estas três projeções de um objeto no 1º diedro.

2.4.1 Vista frontal ou vertical de projeção (VF OU VP)

A vista frontal é a projeção vertical do objeto. O observador se posiciona frontalmente e tem a visão de suas alturas. Deve-se escolher como vista frontal a face que contenha o maior número de detalhes do objeto (POLETI, 2003).

FIGURA 124 – VISTA FRONTAL OU VERTICAL DE POSIÇÃO

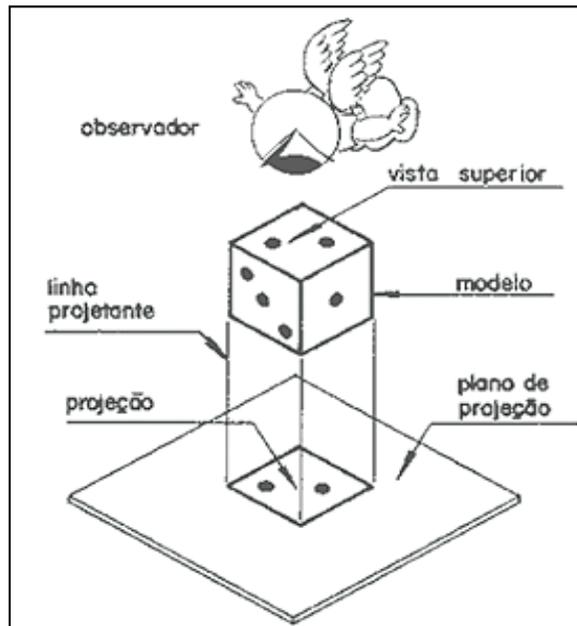


FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_EDISON>. Acesso em: 19 jan. 2016.

2.4.2 Vista superior ou horizontal de projeção (VS OU HP)

A vista superior é a projeção horizontal do objeto e representa sua face superior. O observador se posiciona acima do objeto e tem uma visão da sua largura e do seu comprimento.

FIGURA 125 – VISTA SUPERIOR OU HORIZONTAL DE PROJEÇÃO

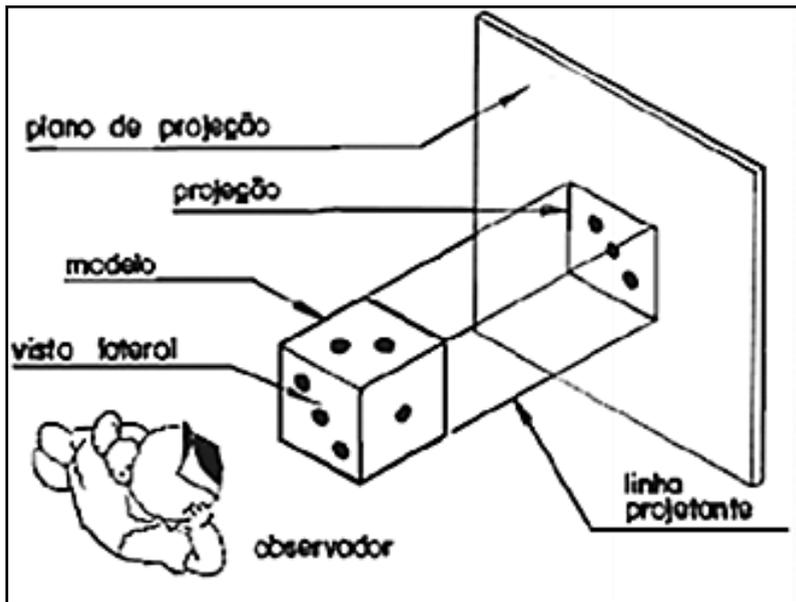


FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_EDISON>. Acesso em: 19 jan. 2016.

2.4.3 Plano de vista lateral ou de perfil (VL)

Para facilitar a interpretação da forma de um objeto, recorre-se a um terceiro plano de projeção, perpendicular simultaneamente ao horizontal e ao vertical: o plano de perfil. Nesta projeção o observador se posiciona ao lado do objeto (à direita ou à esquerda) e tem a sua “vista lateral” e também a visão das suas alturas (POLETI, 2003).

FIGURA 126 – PLANO DE VISTA LATERAL OU DE PERFIL

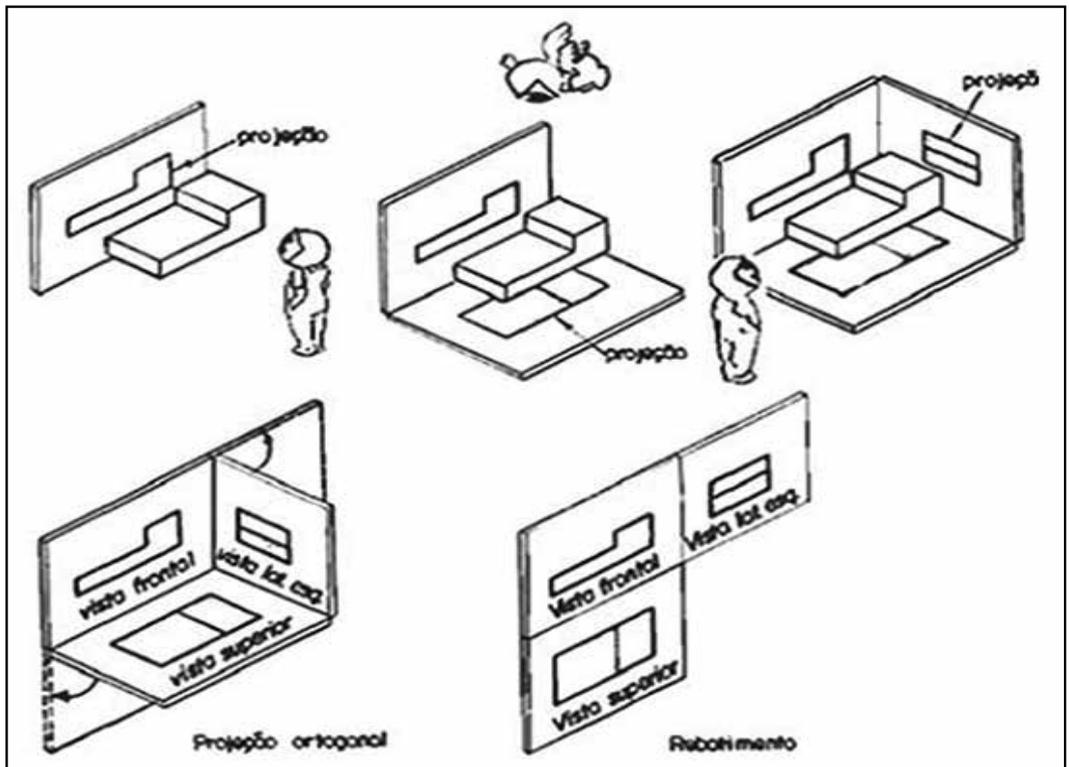


FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_EDISON>. Acesso em: 19 jan. 2016.

2.4.4 Plano de vista em corte de projeção

Esta projeção produz a “vista vertical” cortando o objeto. O observador se posiciona internamente e tem uma visão frontal do detalhamento interno do objeto, podendo este estar em qualquer lugar de visão, tanto no comprimento quanto na largura, normalmente sempre onde há o maior detalhamento de informações (POLETI, 2003). Iremos explicar mais profundamente sobre cortes na Unidade 3 deste caderno.

FIGURA 127 – PLANO DE VISTA EM CORTE DE PROJEÇÃO



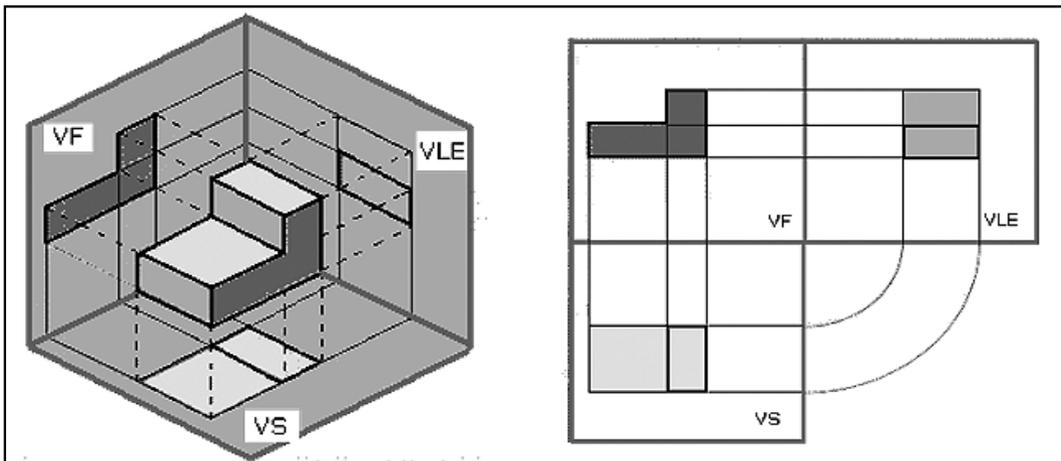
FONTE: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_EDISON>. Acesso em: 19 jan. 2016.

2.5 REBATIMENTOS DOS PLANOS DE PROJEÇÃO

Em desenho técnico, as vistas devem ser mostradas em um único plano. Para isso utiliza-se um recurso que consiste no rebatimento dos planos de projeção horizontal e lateral, também conhecido por *épura*. Veja como isso é feito no 1º diedro (PUCRS, 2016):

- O plano vertical, onde se projeta a vista frontal, deve ser imaginado sempre numa posição fixa.
- Para rebater o plano horizontal, imaginamos que ele sofre uma rotação de 90° para baixo, em torno do eixo de interseção com o plano vertical.
- O eixo de interseção é a aresta comum aos dois semiplanos.
- Para rebater o plano de projeção lateral imaginamos que ele sofre uma rotação de 90°, para a direita, em torno do eixo de interseção com o plano vertical.

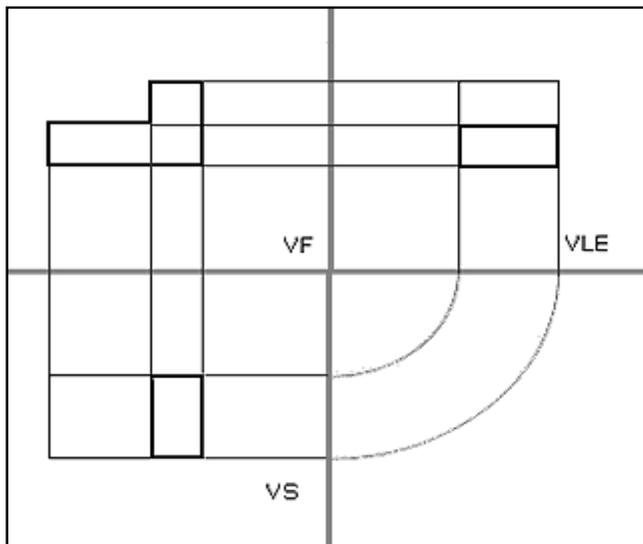
FIGURA 128 – REBATIMENTO DOS PLANOS DE PROJEÇÃO



FONTE: Disponível em: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_1t.php>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Quando desenhamos vistas sobre um mesmo plano, eliminamos o desenho dos planos, deixando apenas as linhas que formam o desenho das vistas (PUCRS, 2016). Outra observação neste tipo de desenho é que as linhas projetantes auxiliares não aparecem. São linhas imaginárias que auxiliam na confecção da projeção ortográfica.

FIGURA 129 – DESENHO DE VISTAS EM UM MESMO PLANO

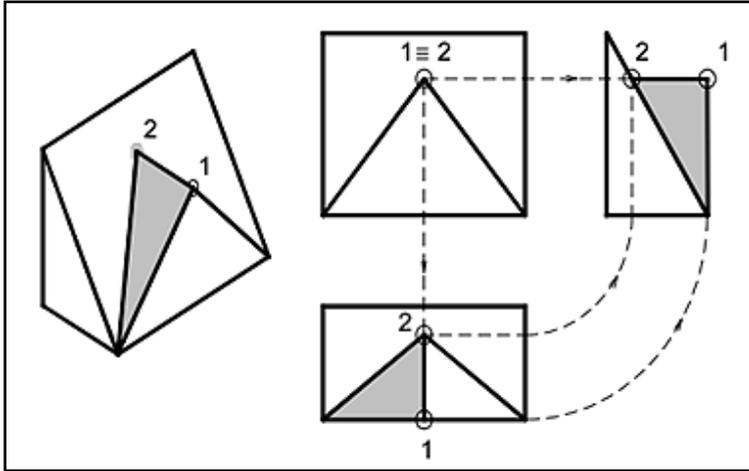


FONTE: Disponível em: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_1t.php>. Acesso em: 19 jan. 2016.

2.5.1 Fundamentos básicos do rebatimento

Regra do alinhamento: as projeções de um mesmo elemento do objeto nas vistas adjacentes acham-se sempre sobre o mesmo alinhamento. Isto facilita a sua construção e, do mesmo modo, a sua leitura (PUCRS, 2016).

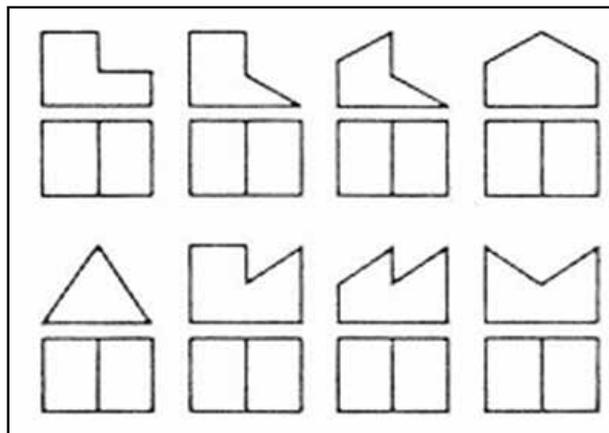
FIGURA 130 – ALINHAMENTO NAS PROJEÇÕES



FONTE: Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/51/INTRODU%C3%87%C3%83O_AO_DESENHO_T%C3%89CNICO_Parte_2.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Regra da justaposição: a linha que separa duas linhas contíguas de uma vista ortográfica indica que estas duas áreas não estão contidas no mesmo plano. Isto pode ser visto na figura a seguir, onde tem-se diferentes vistas frontais para uma mesma vista superior (PUCRS, 2016).

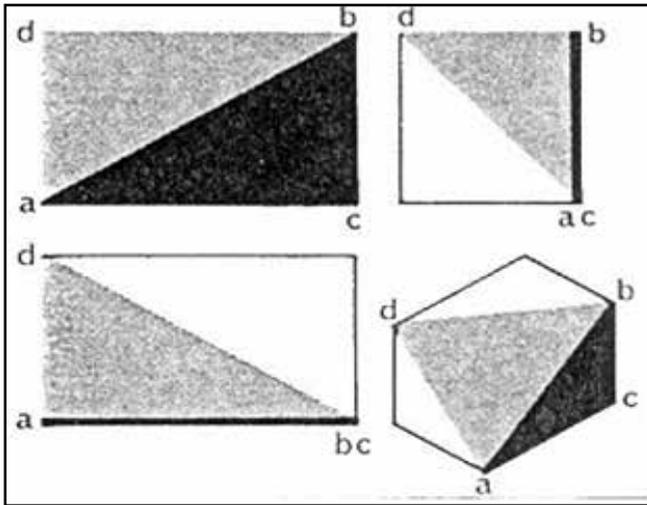
FIGURA 131 – JUSTAPOSIÇÃO NAS PROJEÇÕES



FONTE: Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/51/INTRODU%C3%87%C3%83O_AO_DESENHO_T%C3%89CNICO_Parte_2.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

Regra da configuração: uma face plana somente pode projetar-se com a sua configuração ou como uma reta (PUCRS, 2016).

FIGURA 132 – REGRA DA CONFIGURAÇÃO NAS PROJEÇÕES



FONTE: Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/51/INTRODU%C3%87%C3%83O_AO_DESENHO_T%C3%89CNICO_Parte_2.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

RESUMO DO TÓPICO 3

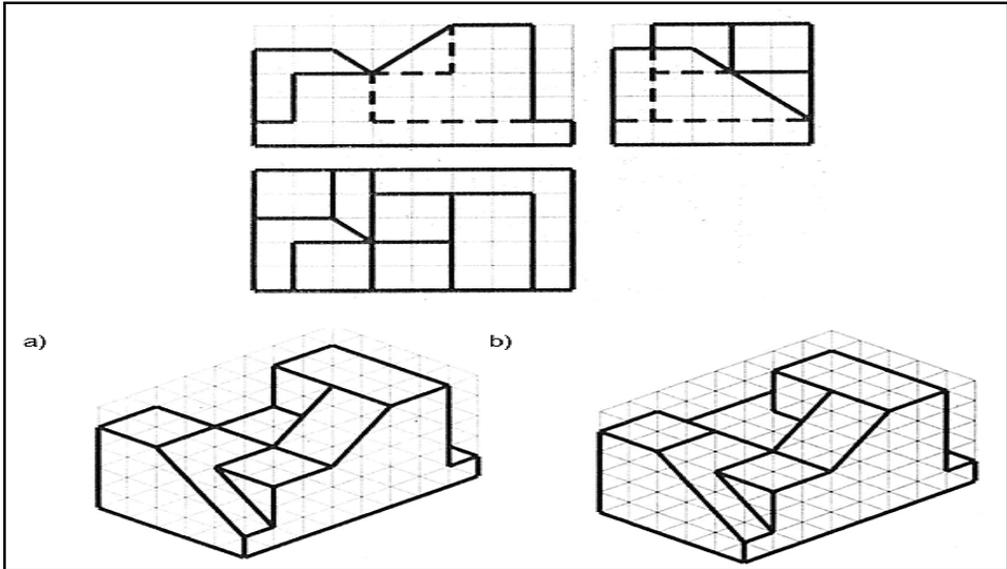
Chegamos ao final do Tópico 3 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- Que a projeção ortográfica é uma forma de representar objetos tridimensionais em superfícies planas, sendo muito útil para mostrar com precisão a sua verdadeira grandeza, auxiliando na execução dos mesmos.
- Que podemos construir projeções ortográficas no 1º diedro e no 3º diedro, mas que no Brasil o método mais usual é o de projeção ortográfica no 1º diedro.
- Que o método do 1º diedro consiste em obter seis vistas do objeto, circundando-o.
- Que no sistema de projeções ortográficas três elementos precisam ser compreendidos: o plano de projeção, o modelo e o observador. São eles que formam esta técnica projetiva.
- Que as três projeções principais são a vista frontal, a superior e a lateral (de perfil).
- Que para obtermos o rebatimento correto das projeções devemos seguir a regra do alinhamento, da justaposição e da configuração.



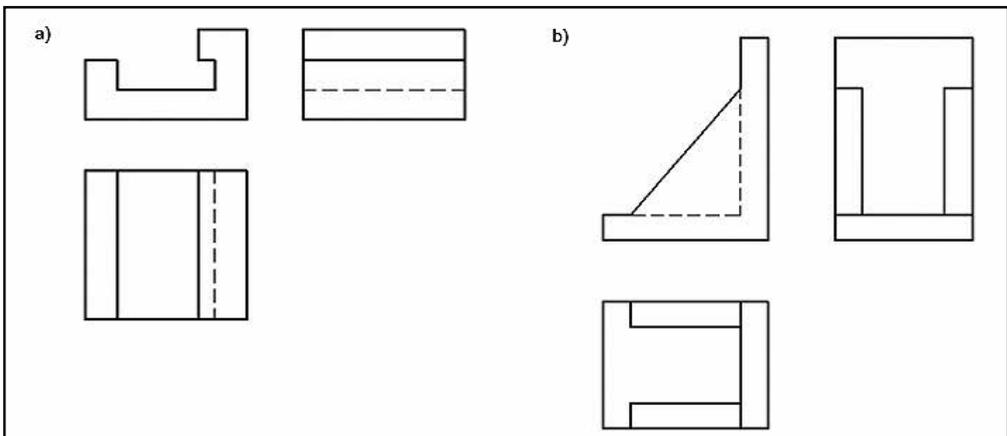
Agora vamos praticar?

1 Assinale a opção correta da perspectiva isométrica baseada nas projeções ortográficas abaixo:



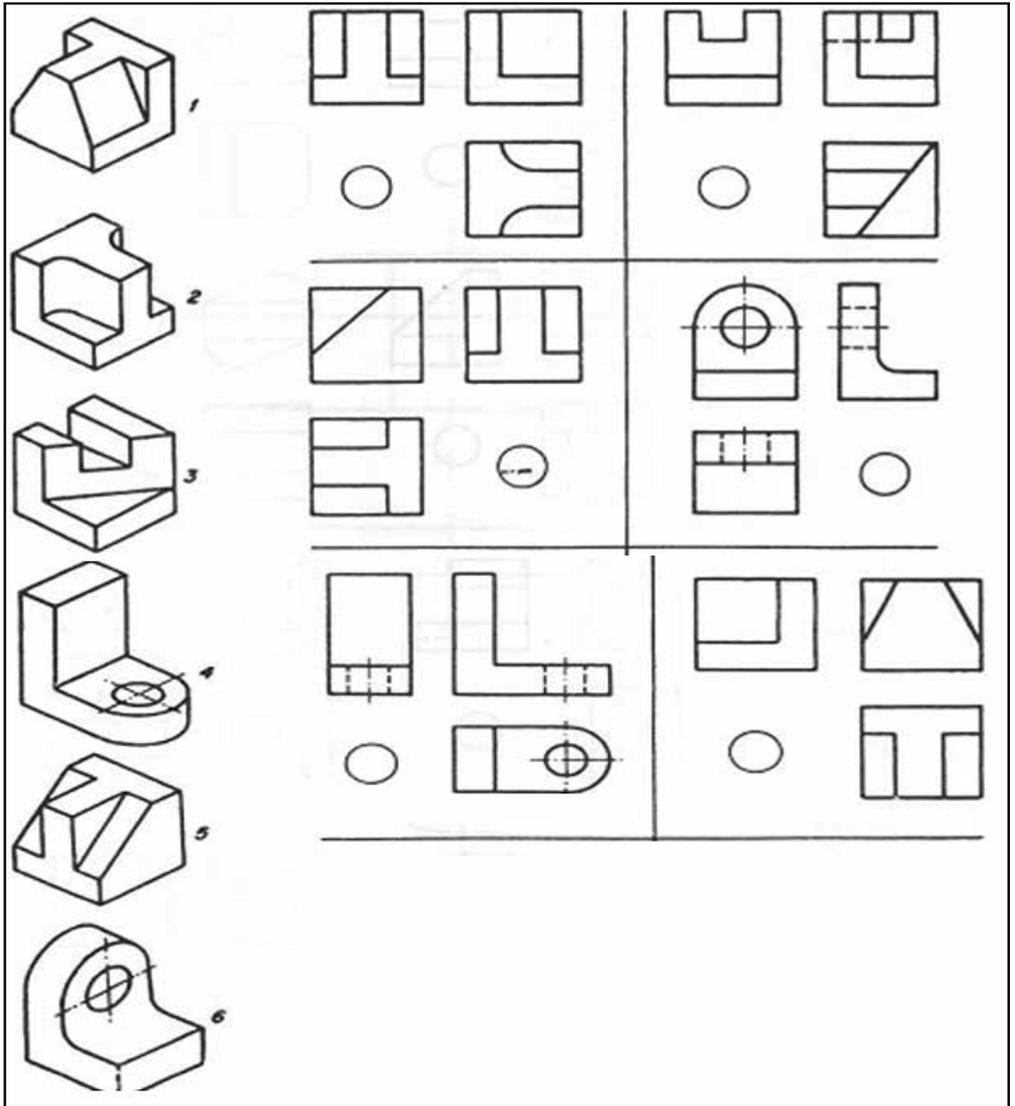
FONTE: Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/18092279/av2---questoes-de-desenho-tecnico>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

2 Dadas as três vistas ortográficas, construa sua perspectiva isométrica:



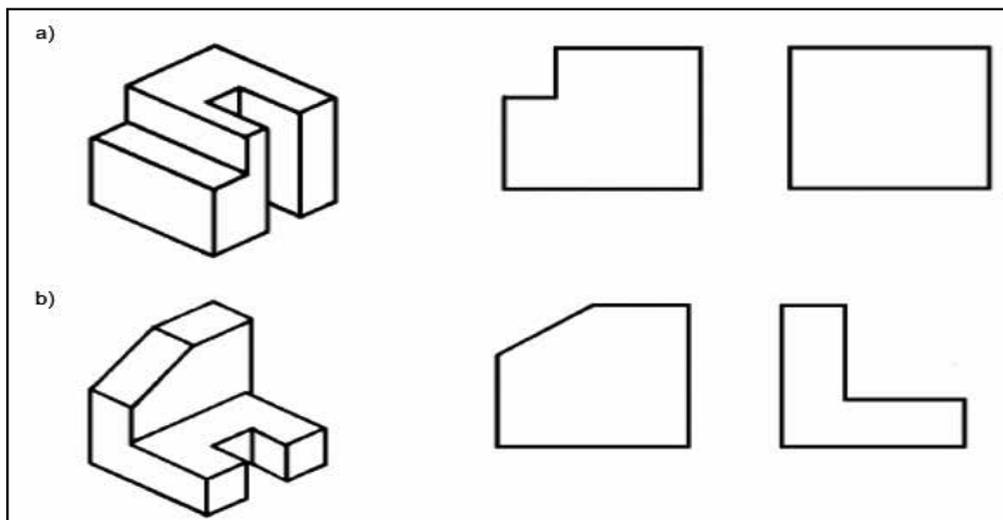
FONTE: Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/51/INTRODU%C3%87%C3%83O_AO_DESENHO_T%C3%89CNICO_Parte_2.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2016.

3 Identifique e numere as projeções correspondentes a cada objeto apresentado em perspectiva:

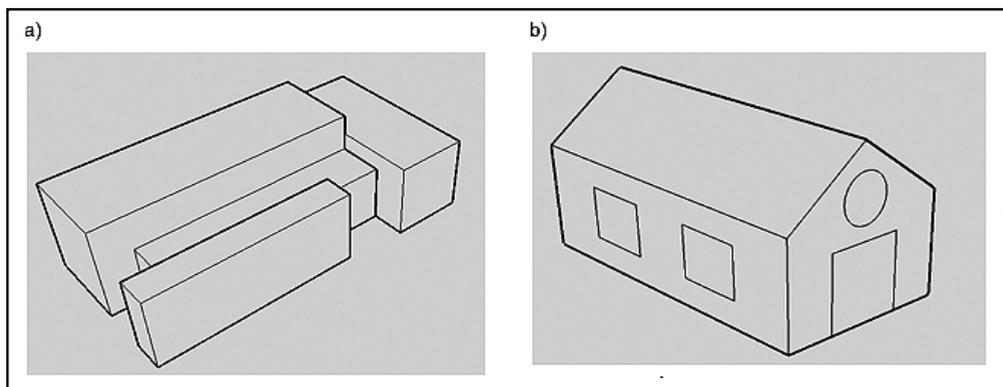


FONTE: Disponível em: <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/5/51/INTRODU%C3%87%C3%83O_AO_DESENHO_T%C3%89CNICO_Parte_2.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2016.

4 Complete as vistas ortográficas e desenhe mais uma:



5 Desenhe as projeções ortográficas das figuras abaixo:



FONTE: Disponível em: <<https://vivianedorneles.files.wordpress.com/2009/08/apostiladesenho1.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

DESENHO À MÃO LIVRE: DEFINIÇÃO E TÉCNICAS DE TRAÇADOS

1 INTRODUÇÃO

O desenho à mão livre é uma forma de representação fundamental para o estudo do desenho técnico, porque muitas vezes é através dele que a solução de projeto ou de fabricação é encontrada. Agora que você já conhece os elementos primários que compõem uma representação gráfica, a perspectiva e as projeções ortográficas, apresentaremos o desenho à mão livre e suas técnicas. Confira a seguir e procure treinar cada item apresentado.

2 DESENHO À MÃO LIVRE

2.1 ESBOÇO

A capacidade de desenhar à mão livre é fundamental para os estudantes de engenharia, pois é através da elaboração de esboços que o desenvolvimento gráfico de percepção de proporção e de tridimensionalidade é adquirido.

O esboço é uma etapa do desenho técnico, onde, na execução do seu traçado, não deverão ser empregados instrumentos de desenho que não sejam o lápis ou lapiseira, borracha e papel. Este tipo de desenho serve, normalmente, para as etapas iniciais de desenvolvimento de um projeto, sobre o qual ainda existem dúvidas na sua concepção. Isto porque, por não ser feito com instrumentos de desenho, o esboço proporciona facilidade e rapidez de execução para a geração de diferentes versões da proposta. O esboço deve objetivar a execução posterior do desenho definitivo, que daí sim, será feito com o auxílio de instrumentos (ESTEPHANIO, 1994).

De acordo com Bornancini, Petzold e Orlandi Júnior (1981, p. 21),

O esboço é aceito como um meio eficaz e universal de comunicação, tanto entre técnicos como entre leigos. Mas existe uma função do esboço que, apesar de constantemente utilizada, não é conscientemente percebida, nem avaliada em toda a sua importância. Essa função é a autoinformação, a qual desempenha um papel primordial na atividade criativa do projeto.

A prática do desenho executado por engenheiros é inicialmente realizada a partir de esboços à mão livre, pois uma vez encontrada a solução, sua complementação final torna-se um trabalho de rotina mais simples de concretizar (BORNANCINI; PETZOLD; ORLANDI JÚNIOR, 1981).

2.2 TÉCNICAS PARA O DESENHO À MÃO LIVRE

Os traços do desenho à mão livre se caracterizam por serem leves, rápidos e pouco elaborados, mas é importante saber transmitir as ideias, já que os esboços costumam ser a etapa inicial para um desenho mais elaborado. O esboço deverá ser um desenho proporcional, com traço à mão livre uniforme. Esta habilidade é desenvolvida com a prática de técnicas que apresentaremos a seguir.

2.2.1 Traçado de linhas

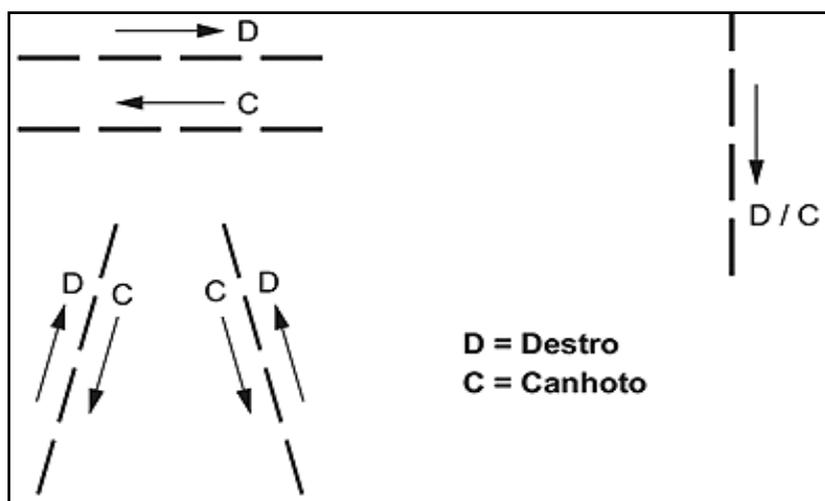
Segundo Souza (2016, p. 3), “para desenhar à mão livre não é necessário possuir dons especiais, basta dominar os músculos do pulso e dos dedos e praticar com persistência e coerência que a habilidade para esboçar será adquirida naturalmente com a prática”. Por isso, antes de iniciarmos qualquer desenho à mão livre, é importante lembrarmos que “devemos treinar bastante os traçados à mão livre para adquirirmos firmeza e para que o desenho fique legível e expressivo. Nem sempre fazemos um esboço para nós mesmos, por isso que devemos caprichar na sua elaboração.” (ROQUIM, 2012, p. 21).

Inicialmente, é necessário desenvolver a técnica para o traçado à mão livre com linhas razoavelmente retas, já que neste tipo de desenho uma certa imperfeição é natural e aceitável. Um desenho proporcional é muito mais significativo que aquele que apresenta linhas exatamente retas (SOUZA, 2016).

✓ **Linhas retas:** aconselha-se que sejam traçadas linhas retas unindo dois pontos. Para isso, deve-se colocar o lápis em um dos pontos e manter o olhar sobre o outro ponto (para onde se dirige o traço), traçando a linha com um único movimento. Comece com linhas suaves, que depois poderão ser corrigidas ao apertar mais o lápis contra o papel (BORNANCINI; PETZOLD; ORLANDI JÚNIOR, 1981).

Retas horizontais devem ser desenhadas da esquerda para a direita com um movimento giratório do antebraço em torno do cotovelo. Somente o dedo mínimo deve se apoiar no papel e a curvatura do movimento deve ser compensada pela contração dos dedos que seguram o lápis. Retas verticais são desenhadas de cima para baixo, movimentando todo o braço. Assim como no desenho de retas horizontais, só o dedo mínimo deve se apoiar no papel (BORNANCINI; PETZOLD; ORLANDI JÚNIOR, 1981).

FIGURA 133 – TRAÇADOS DE LINHAS RETAS À MÃO LIVRE



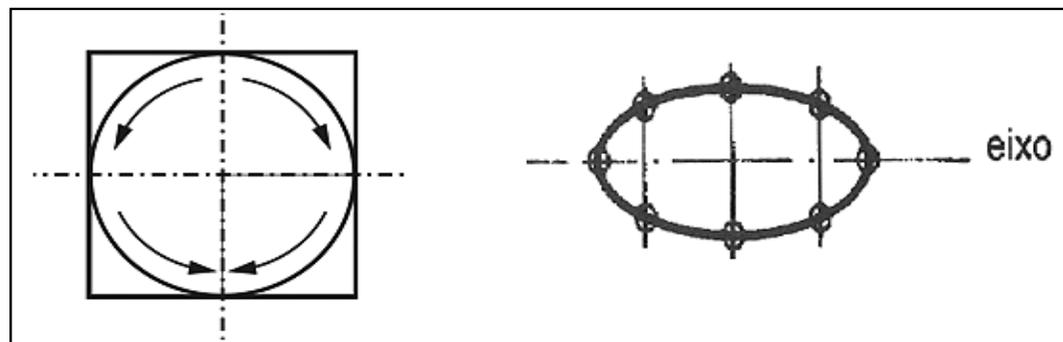
FONTE: Disponível em: <<http://200.17.98.44/pronatec/wp-content/uploads/2012/07/dcc1.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Para o traçado de linhas mais longas, uma alternativa para obter um traço contínuo é fazer amplos movimentos de todo o braço. Bornancini, Petzold e Orlandi Júnior (1981, p. 21) recomendam: "sem o lápis tocar no papel, fazer rápidas e sucessivas tentativas para obter a direção desejada; quando julgada bem definida, traça-se a linha de modo contínuo".

Linhas paralelas devem ser traçadas a partir de vários pontos equidistantes que servirão como apoio para o traçado da paralela.

✓ **Linhas curvas:** para traçar linhas curvas e circunferências é necessário desenhar um quadrado ou retângulo com a mesma medida da circunferência para desenhá-la dentro dele. Em linhas ovais, você deve começar traçando um eixo, e perpendicular a este eixo marcar os pontos do desenho oval.

FIGURA 134 – TRAÇADO DE LINHAS CURVAS À MÃO LIVRE



FONTE: Disponível em: <<http://200.17.98.44/pronatec/wp-content/uploads/2012/07/dcc1.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2016.



- Lembre-se de que no desenho à mão livre é importante sempre desenhar com traços leves para que, posteriormente, se corrijam os eventuais erros encontrados com a verificação final.

- Evite o uso excessivo de borracha para apagar as linhas de construção ou os erros. Para tanto, o estudo inicial deverá ser realizado com traços tão leves que, ao reforçar os contornos definitivos, as linhas de construção percam a ênfase, não havendo a necessidade de apagá-las.

- Aprenda a controlar a intensidade do traço através da pressão do lápis ou lapiseira sobre o papel. Para esboços à mão livre são indicados grafites com dureza B ou HB.

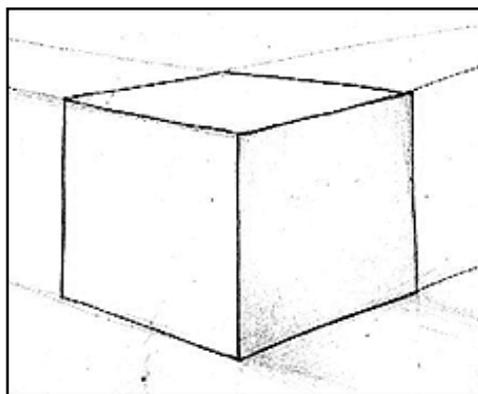
- O lápis (ou lapiseira) deve ser segurado mais solto e não muito próximo da ponta.

FONTE: Bornancini, Petzold e Orlandi Júnior (1981, p. 22)

2.2.2 Proporção

No desenho à mão livre em geral é fundamental estar atento à proporção, ou seja, que as formas desenhadas não estejam grandes demais ou pequenas demais em relação ao modelo e em relação umas às outras. Para se obter a noção do tamanho da figura é preciso comparar sua altura com a sua largura. Assim, você terá a sua proporção.

FIGURA 135 – A PROPORÇÃO

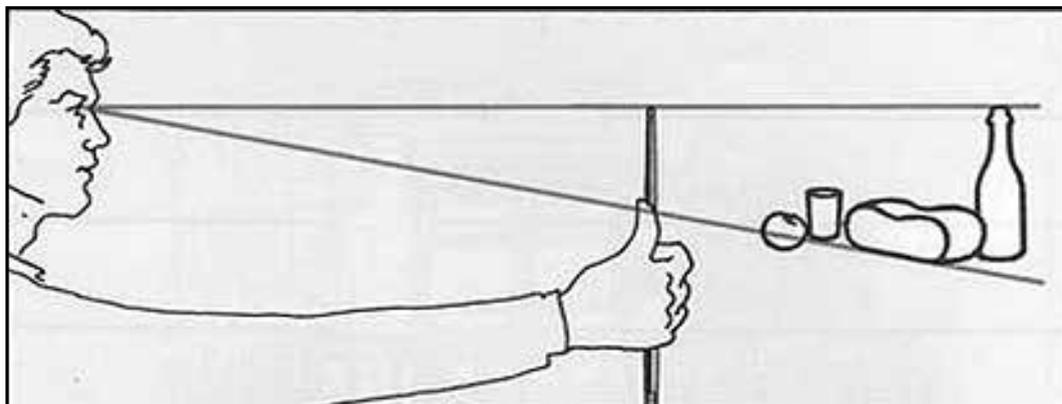


FONTE: Disponível em: <<https://alissononi.wordpress.com/2008/05/05/>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Para descobrirmos a proporção dos objetos podemos utilizar a técnica do lápis, que é um método muito comum. Para fazer esta medição, segure o lápis, estenda seu braço em frente aos olhos, na vertical ou horizontal, feche um olho e faça a extremidade do lápis coincidir visualmente com uma das extremidades do

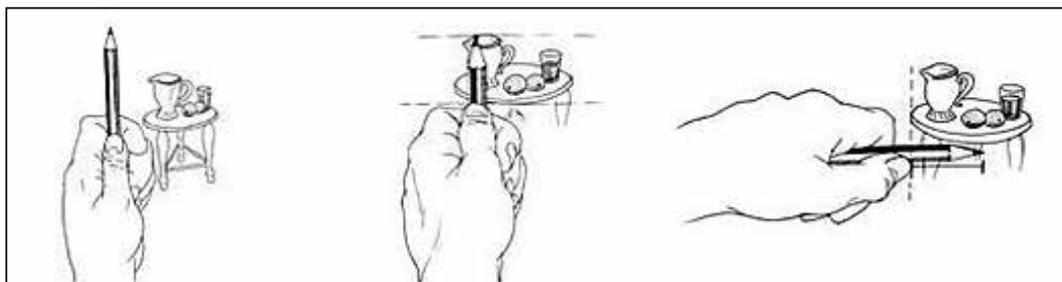
objeto. Desta forma é possível tirar a largura e a altura do objeto e descobrir a sua proporção (HALLAWELL, 1994).

FIGURA 136 – TÉCNICA DO LÁPIS PARA DESCOBRIR A PROPORÇÃO DE OBJETOS



FONTE: Disponível em: <http://profruijaime.wix.com/saberefazer?_escaped_fragment_=desenho/c168v>. Acesso em: 11 jan. 2016.

FIGURA 137 – TÉCNICA DO LÁPIS PARA DESCOBRIR A PROPORÇÃO DE OBJETOS



FONTE: Disponível em: <http://profruijaime.wix.com/saberefazer?_escaped_fragment_=desenho/c168v>. Acesso em: 11 jan. 2016

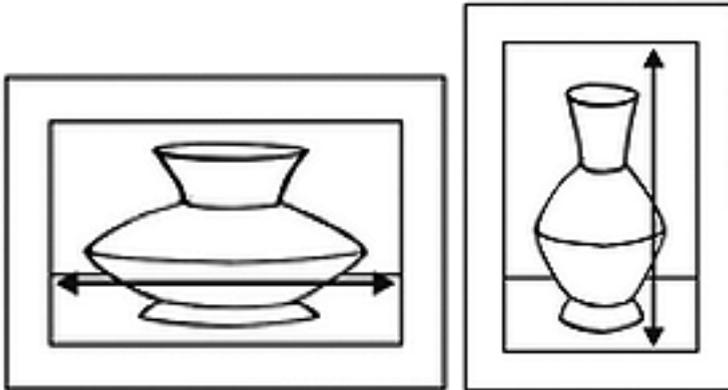
A técnica do lápis deverá ser utilizada para transferir distâncias e estabelecer proporções até que seja desenvolvida a capacidade de, de forma ágil e rápida, avaliar as proporções e as medidas à olho nu, tão importante no trabalho do engenheiro (BORNANCINI; PETZOLD; ORLANDI JÚNIOR, 1981).

2.2.3 Enquadramento

Outro item importante para o desenho à mão livre é o enquadramento, que consiste em escolher um tamanho de papel que se ajuste ao tamanho do desenho e decidir se o formato da folha será na vertical ou na horizontal (retrato ou paisagem). A centralização do desenho no papel também é muito importante.

Recomenda-se que o desenho de objetos com formas predominantemente horizontais seja representado em papel com posição horizontal, e objetos com formas predominantemente verticais sejam representados em papel com posição vertical. Isso dará ao desenho uma maior qualidade na representação, pois parecerá proporcional no enquadramento.

FIGURA 138 – ENQUADRAMENTO NO PAPEL HORIZONTAL E NO VERTICAL

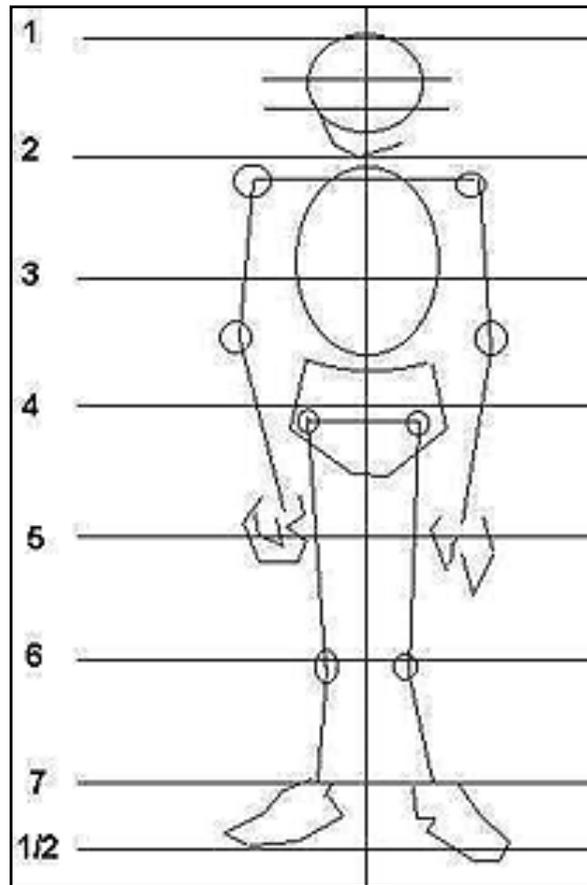


FONTE: Halawell (1995)

2.2.4 Eixos centrais

Nos objetos simétricos podemos imaginar um eixo atravessando o centro, e outros eixos na horizontal. O uso de eixos é muito útil na compreensão da forma tridimensional, facilitando o desenho à mão livre e contribuindo para minimizar as distorções na proporção (HALLAWELL, 1994).

FIGURA 139 – TÉCNICAS DOS EIXOS EM OBJETOS SIMÉTRICOS

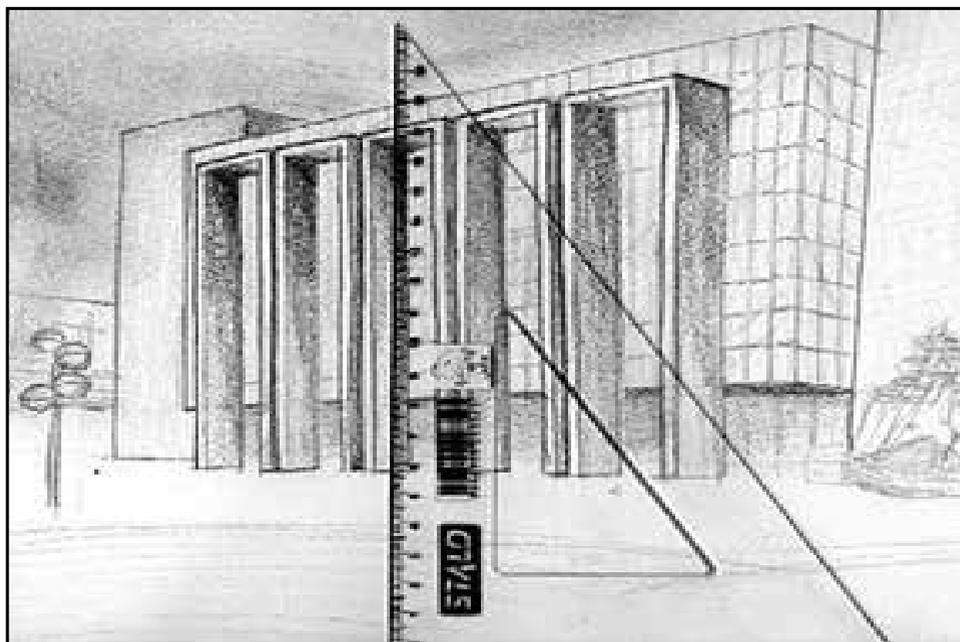


FONTE: Disponível em: <<http://tudopelomichaeljackson.blogspot.com.br/2013/12/como-desenhar-manga-corpo.html>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.2.5 Verticalidade e paralelismo

As linhas verticais do mundo real também devem ser verticais no desenho. Para conseguir manter a verticalidade em desenhos à mão livre, você pode usar a margem do papel como referência. Esta técnica também vale para as demais linhas que precisam manter o paralelismo no desenho.

FIGURA 140 – VERTICALIDADE E PARALELISMO

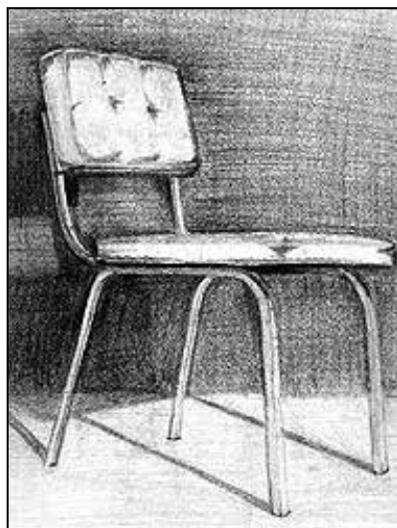


FONTE: Disponível em: <<https://alissononi.wordpress.com/2008/05/05/>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.2.6 Profundidade

O desenho deve apresentar profundidade na perspectiva e, para isso, pontos de fuga, textura, luz e sombra são utilizados. Lembre-se de que os objetos tendem a diminuir de tamanho à medida que se afastam do observador.

FIGURA 141 – PROFUNDIDADE



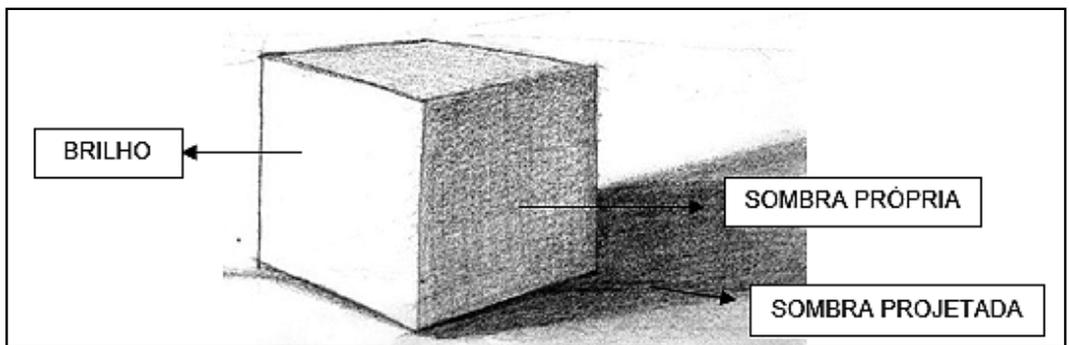
FONTE: Disponível em: <<https://alissononi.wordpress.com/2008/05/05/>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.2.7 Luz e sombra

A sombra tem um papel muito importante no desenho e quando executada de forma correta é responsável por dar volume a ele, tornando-o ainda mais expressivo. Assim, o desenho que antes era bidimensional, com o uso de luz e sombra passa a ser tridimensional. Para conseguirmos realizar a técnica de luz e sombra no desenho, é necessário entender que a sombra é produzida quando um raio luminoso é interrompido por um objeto (não transparente). Portanto, no estudo de luz e sombra devemos considerar:

- A sombra própria, isso é, a sombra do próprio objeto.
- A sombra projetada (feita para o objeto deixar de estar em um espaço vazio).
- O brilho da luz.

FIGURA 142 – ITENS DO ESTUDO DE LUZ E SOMBRA



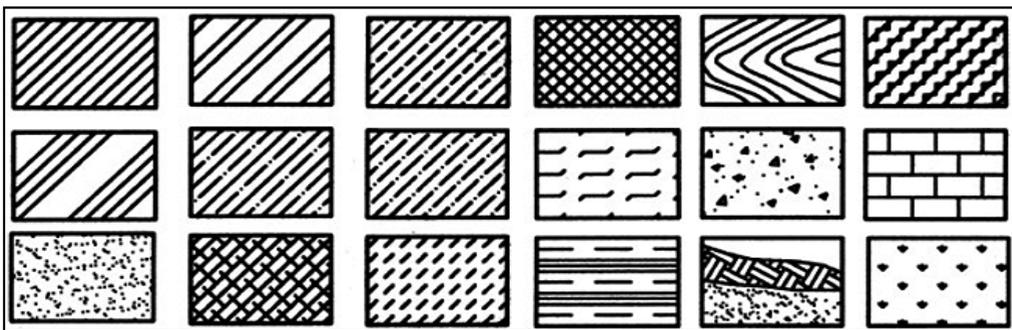
FONTE: Disponível em: <<https://alissononi.wordpress.com/2008/05/05/>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

Considerando estes três itens básicos, podemos começar a luz e sombra determinando primeiro a fonte de luz para iluminar o objeto, iniciando assim a forma do mesmo. Com essa fonte de luz pronta, será necessário escolher os lados e as faces do objeto que não receberão a luz para poder escurecer essas faces, formando assim o volume.

2.2.8 Textura

Textura é o aspecto de uma superfície que nos permite identificá-la e distingui-la de outras formas. Quando tocamos ou olhamos para um objeto ou superfície, percebemos a sua textura. Por isso, a impressão de textura é introduzida no desenho para reforçar o efeito realista de seus elementos. O desenho a lápis exige um tratamento gráfico de superfície e planos. A textura deve ser trabalhada para enfatizar a representação.

FIGURA 143 – TEXTURAS



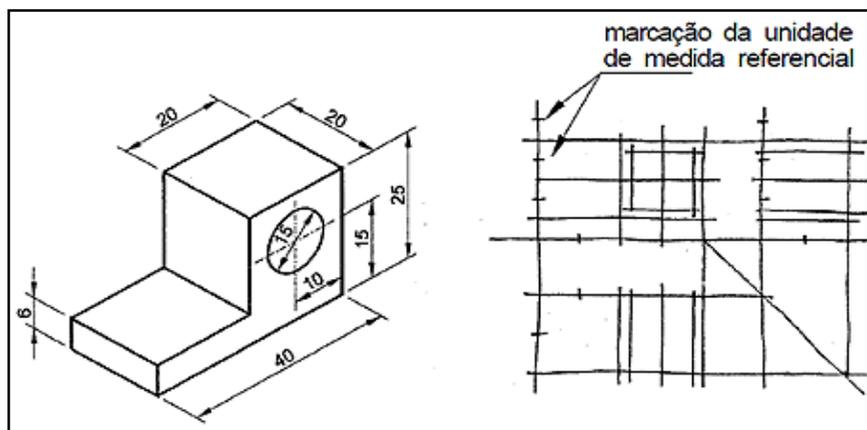
FONTE: Disponível em: <fonte: <http://7dasartes.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

2.3 ESBOÇO DE VISTAS ORTOGRÁFICAS PRINCIPAIS (1º DIEDRO)

Para realizar o esboço de vistas ortográficas, deve-se primeiramente analisar as dimensões totais de cada vista, demarcando seu espaço através de linhas finas que possam ser eliminadas ao final do trabalho, se for necessário. Antes de delimitar é recomendado prefixar uma unidade de medida referencial, para que o esboço fique todo proporcional (MICELI; FERREIRA, 2001).

Em seguida, desenhe o contorno das vistas e seus detalhes principais, seguindo a técnica de desenho de vistas explicada no Tópico 3 desta unidade.

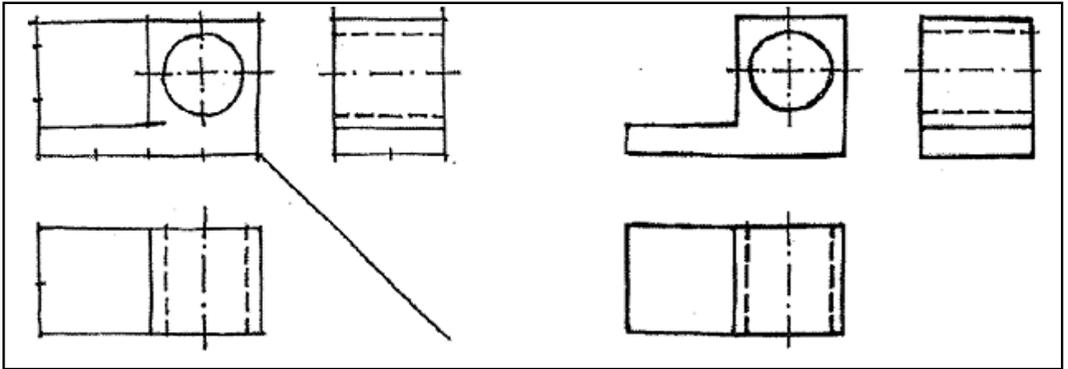
FIGURA 144 – DESENHO À MÃO LIVRE DE VISTAS ORTOGRÁFICAS



FONTE: Miceli e Ferreira (2001)

Agora, algumas linhas auxiliares poderão ser apagadas e os detalhes do desenho deverão ser verificados. Se estiverem corretos, as linhas principais do desenho já podem ser reforçadas e as de construção apagadas. Caso o desenho seja cotado, este deverá obedecer às regras de cotagem apresentadas na Unidade 1 deste caderno.

FIGURA 145 – DESENHO À MÃO LIVRE DE VISTAS ORTOGRÁFICAS

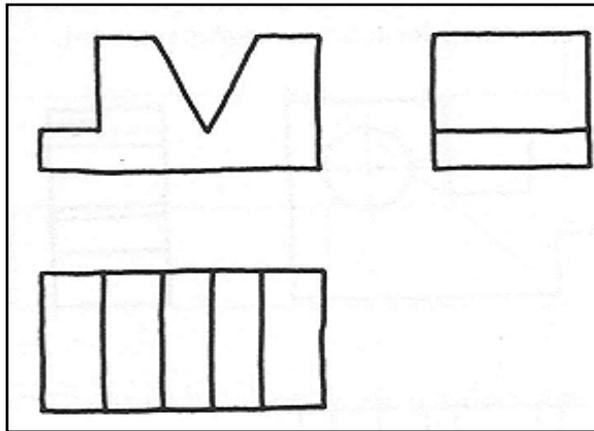


FONTE: Miceli e Ferreira (2001)

2.4 ESBOÇO DE PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

Antes de tudo, para o desenho de perspectiva isométrica à mão livre é necessário ter as três vistas ortográficas principais. Para exemplificar este desenho, usaremos a peça abaixo representada:

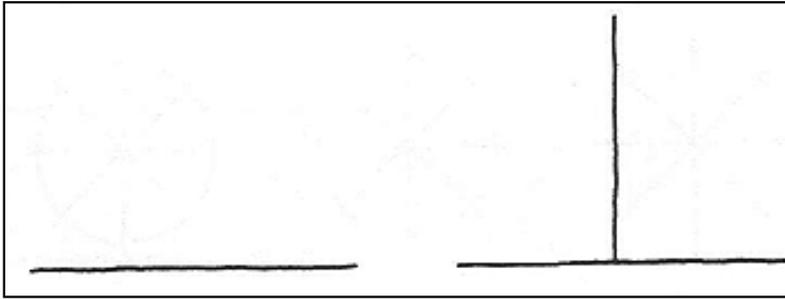
FIGURA 146 – DESENHO À MÃO LIVRE DE VISTAS ORTOGRÁFICAS



FONTE: Estephanio (1994)

Primeiro trace uma reta horizontal e uma perpendicular, que corresponderá ao eixo da altura. É muito importante manter a verticalidade e o paralelismo. Para isso, use como referência as margens da folha (ESTEPHANIO, 1994).

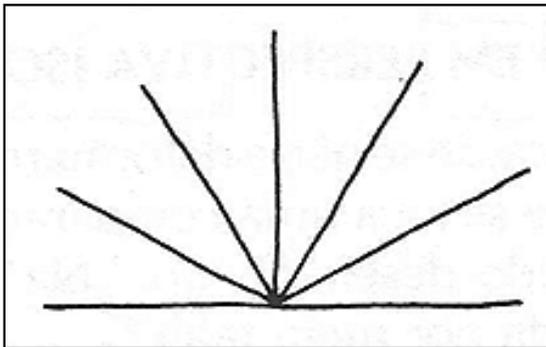
FIGURA 147 – DESENHO À MÃO LIVRE DE PERSPECTIVAS ISOMÉTRICAS



FONTE: Estephanio (1994)

Divida (visualmente) cada um dos ângulos retos, em três partes iguais. Esta divisão terá ângulos aproximados de 30° , obtidos através do esboço (ESTEPHANIO, 1994).

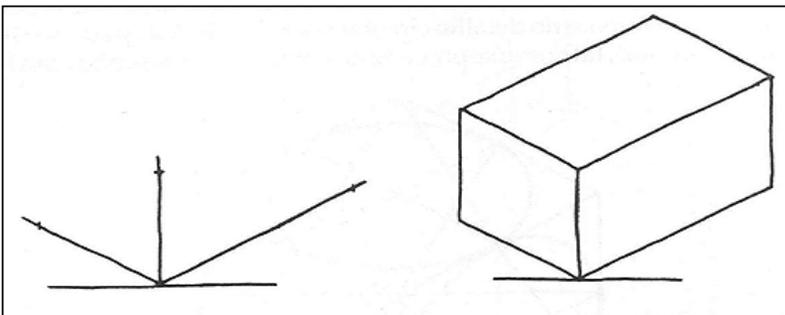
FIGURA 148 – DESENHO À MÃO LIVRE DE PERSPECTIVAS ISOMÉTRICAS



FONTE: Estephanio (1994)

Depois de compreendido o objeto pelas vistas, comece a marcar os eixos isométricos referentes às medidas de altura, largura e comprimento. Construa um paralelepípedo com linhas suaves. Este servirá de construção para os demais detalhes (ESTEPHANIO, 1994).

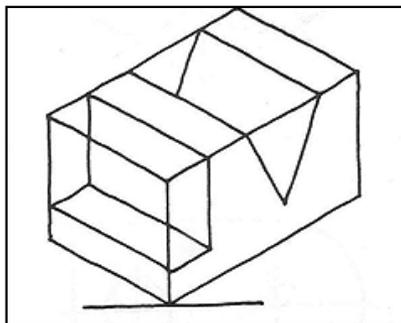
FIGURA 149 – DESENHO À MÃO LIVRE DE PERSPECTIVAS ISOMÉTRICAS



FONTE: Estephanio (1994)

Inicie agora o desenho dos detalhes que fazem parte do objeto, sempre cuidando para manter o paralelismo e a verticalidade. Use como referência os eixos isométricos traçados anteriormente e o paralelepípedo envolvente. As únicas linhas que não seguirão esta regra serão as não isométricas, caso existirem (ESTEPHANIO, 1994).

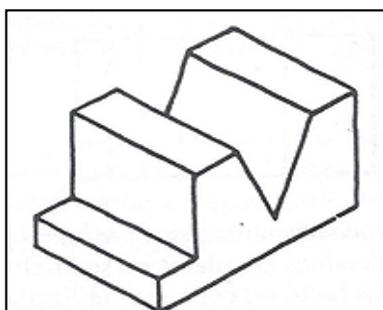
FIGURA 150 – DESENHO À MÃO LIVRE DE PERSPECTIVAS ISOMÉTRICAS



FONTE: Estephanio (1994)

Para finalizar, faça a verificação final do desenho, certificando-se de que este está correto em todos os seus detalhes. Apague as linhas auxiliares e reforce a forma do objeto.

FIGURA 151 – DESENHO À MÃO LIVRE DE PERSPECTIVAS ISOMÉTRICAS



FONTE: Estephanio (1994)



"É importante lembrar que para a perspectiva em esboço não ficar deformada é necessário observar o paralelismo aos eixos isométricos através da comparação". (MICELI; FERREIRA, 2001, p. 104).

LEITURA COMPLEMENTAR**O DESENHO COMO FERRAMENTA UNIVERSAL**

Paula Tavares

[...] Desenhar, desenhar, desenhar e desenhar. Através de escolhas, ênfases e exclusões. Quem desenha aprende e reaprende a ver todos os dias. A experiência, tanto no nível pedagógico como da prática efetiva do desenho, traduz que se observa melhor observando e que se desenha melhor desenhando. Aqui a fórmula do “é como andar de bicicleta” nem sempre funciona. A mão que descansa demasiado perde a destreza, o cérebro precisa ser treinado e a mão obediente. Principalmente nos primeiros anos, até a resposta ser imediata e a linguagem madura.

A compreensão do desenho como procedimento do intelecto, anteriormente referido, isto é, como execução e demonstração do pensamento, faz-nos afirmar o ensino do desenho a partir da observação e representação do real, num processo gradual e intenso, que é expressão e razão, antecipador do projeto, da autonomia ou outra qualquer forma de fazer sob a qual o desenho se possa apresentar.

No desenho de observação podemos considerar gêneros do desenho, tipos de desenho e tipologias processuais do desenho. Nestas poderiam inscrever-se tantas e tantas outras subdivisões, mediante o autor ou a época estudada – da prática ou da teoria. Academicamente, consideram-se gêneros do desenho: a figura humana, o objeto (ou natureza morta) e o espaço (ou paisagem, urbana ou rural). Dentro destes gêneros fundamentais, é fundamental a abordagem educadora e disciplinadora do olhar e da mão. Isto é, um olhar participativo, seletivo e ordenador, conjugado com a mão obediente e controlada na transposição da tridimensionalidade para o suporte bidimensional.

Com consciência da dificuldade que supõe a abstração necessária a este processo, o diagrama é âncora e rede, sistema métrico estruturador que permite ao observador compreender a “tradução” da tridimensionalidade, do volume ocupado pelos objetos, para o plano do papel. Dominada esta fase, integrado o conceito e transformado em representação, servirá ainda como base para as mais variadas soluções gráficas. Para o conhecimento do diagrama, servem o esboço e o estudo, o seu conhecimento e domínio permite ao gesto afirmar-se de forma rápida ou lenta mediante as intenções e as necessidades de quem desenha. Permite uma mais eficaz abordagem ao ‘desenho de massas’, por exemplo. Forma de fazer que se desenvolve através de um envolvente e continuado movimento da linha (ou mancha), veículo de demonstração da tridimensionalidade do objeto. [...]

Em conclusão, a aprendizagem do desenho é um processo evolutivo que requer as doses certas de rigor e disciplina, equilibradas com a “liberdade”

e expressividade, para o conhecimento, desenvolvimento e afirmação de uma competência e/ou linguagem que tanto pode ser meio como fim nas várias áreas onde é utilizado.

FONTE: TAVARES, Paula. O desenho como ferramenta universal. O contributo do processo do desenho na metodologia projectual. **Revista de Estudos Politécnicos**, v. 7, n. 12, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/tek/n12/n12a02.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

RESUMO DO TÓPICO 4

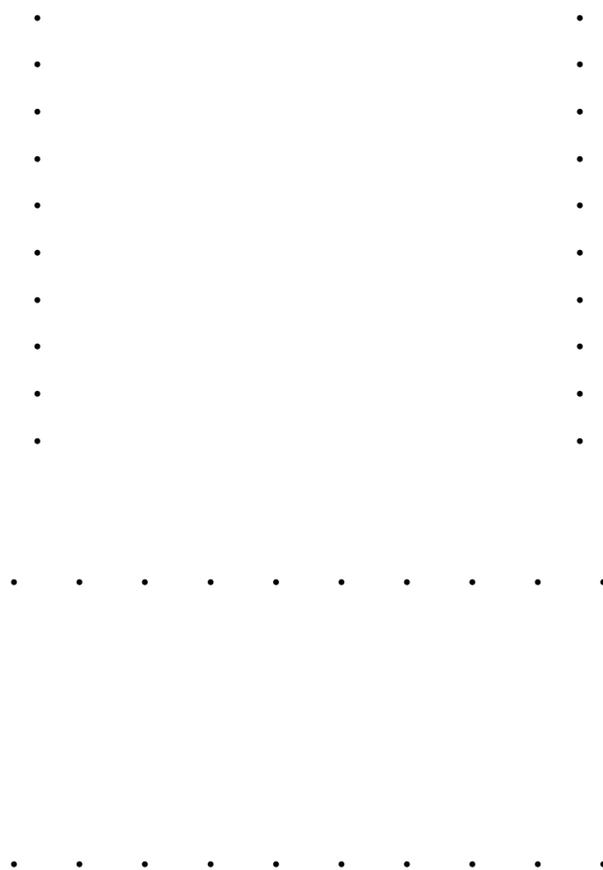
Chegamos ao final do Tópico 4 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- Que o desenho à mão livre é uma excelente técnica para o processo de criação ou para esclarecer algum item de projeto.
- Que é necessário desenvolver primeiro a técnica do traçado de linhas à mão livre, procurando executá-las mais retas possíveis. Depois da linha reta é necessário treinar o traçado de linhas curvas, que devem ser espontâneas, sem qualquer auxílio de instrumentos.
- Que o importante para o desenho à mão livre é executá-lo sempre com linhas suaves, para podermos posteriormente corrigir eventuais erros.
- Que para tornar o desenho à mão livre eficiente e de qualidade, devemos nos atentar para itens como proporção, enquadramento, paralelismo, dentre outros.

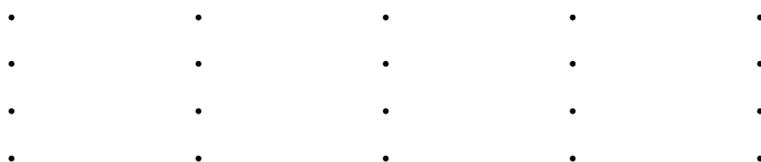


Agora, vamos praticar?

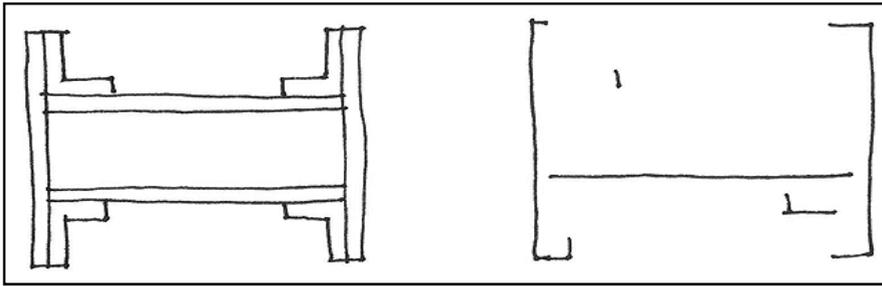
1 Trace 10 linhas horizontais e 10 linhas verticais utilizando a técnica de ligação de dois pontos:



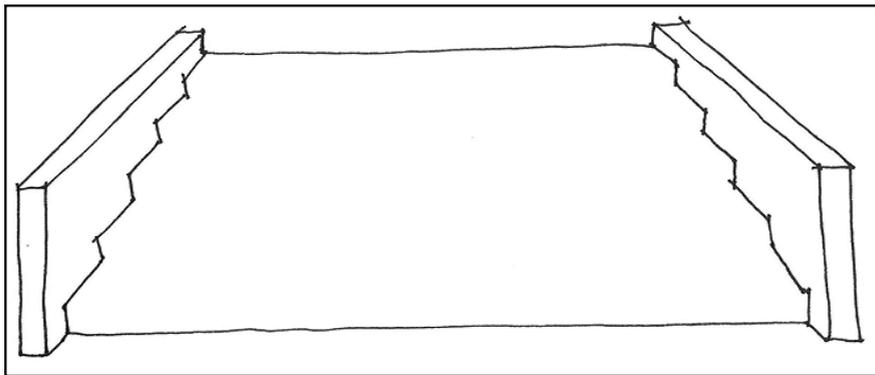
2 Trace as linhas paralelas abaixo, aplicando a técnica da união de pontos equidistantes:



Agora, aplicando a técnica acima, complete o desenho do objeto, conforme o modelo à esquerda:



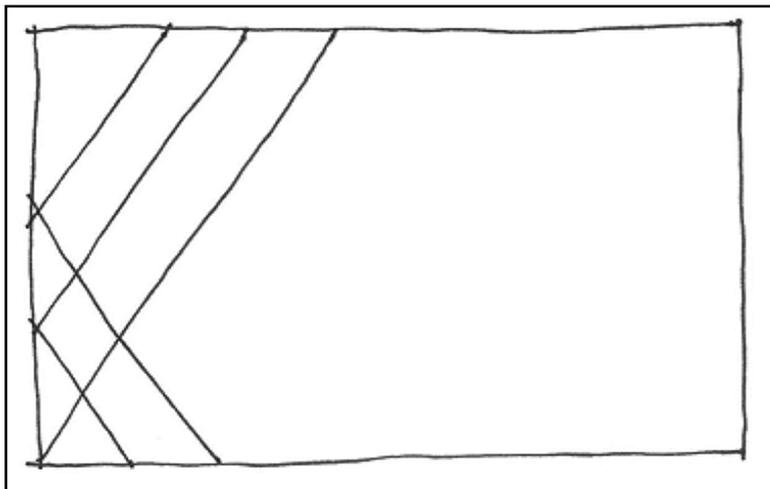
Complete o desenho da escada:



FONTE: Adaptado de Bornancini, Petzold e Orlandi Júnior (1981)

3 Termine o desenho a seguir, traçando linhas inclinadas:

- a) Para a esquerda, como verticais;
- b) Para a direita, como horizontais.

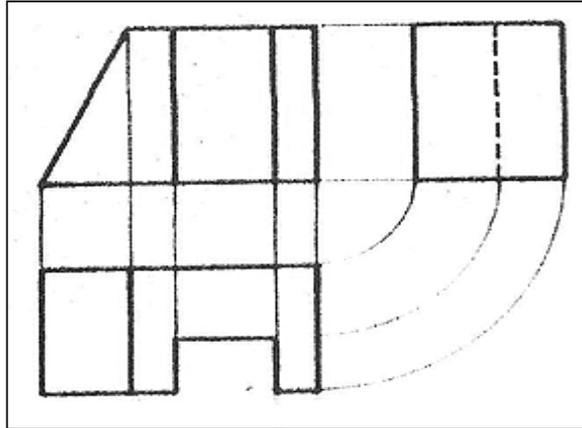


FONTE: Adaptado de Bornancini, Petzold e Orlandi Júnior (1981)

4 Em um papel à parte, treine o traçado de circunferência, seguindo estes passos:

- a) Desenhe o quadrado, marque os pontos médios dos lados e una-os;
- b) Trace os arcos tangentes aos lados, a partir dos pontos médios;
- c) Amplie os arcos até obter o esboço da circunferência.

5 Esboce para a peça a seguir representada em duas vistas ortográficas, uma perspectiva isométrica correspondente:



FONTE: Bornancini, Petzold e Orlandi Júnior (1981)



Assista ao vídeo de
resolução da questão 5



UNIDADE 3

AS REPRESENTAÇÕES DO DESENHO TÉCNICO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Esta unidade tem por objetivos:

- apresentar a classificação e a aplicação do desenho técnico de vistas e cortes;
- explicar a importância da Associação Brasileira de Normas Técnicas e apresentar brevemente as normas destinadas ao desenho técnico;
- conceituar o desenho de edificações e suas representações básicas feitas a partir de plantas baixas e cortes;
- demonstrar como são feitas as construções do sistema de representação de plantas baixas e cortes, explicando sua finalidade e seus elementos mínimos;
- proporcionar o conhecimento sobre o desenho de instalações elétricas prediais, compreendendo seus elementos, simbologias e diagramas.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos. Em cada um deles você encontrará atividades para ajudá-lo na compreensão dos conteúdos apresentados.

TÓPICO 1 – DESENHO TÉCNICO DE VISTAS E CORTES. NORMAS DESTINADAS AO DESENHO TÉCNICO (ABNT)

TÓPICO 2 – DESENHO DE EDIFICAÇÕES: PLANTA BAIXA E CORTE

TÓPICO 3 – DESENHO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS PREDIAIS: ELEMENTOS, SIMBOLOGIAS E ESQUEMAS



*Assista ao vídeo
desta unidade.*



DESENHO TÉCNICO DE VISTAS E CORTES NORMAS DESTINADAS AO DESENHO TÉCNICO (ABNT)

1 INTRODUÇÃO

As vistas e os cortes são formas de representação ortográfica de um objeto e têm por função fornecer detalhes que servirão de base para a sua execução. As vistas mostram os elementos externos (as faces), e os cortes possuem a finalidade de revelar internamente o objeto. Todas essas ferramentas e informações do desenho técnico são regulamentadas e normatizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Este tópico está destinado a estes dois conteúdos importantes para o desenho técnico que você precisa conhecer. Vamos lá?

2 DESENHO DE VISTAS

Como já vimos na Unidade 2 deste caderno de estudos, no desenho técnico as representações gráficas obtidas através da projeção ortográfica do objeto corresponderão às três vistas principais:

- A projeção no plano vertical corresponde à vista frontal.
- A projeção no plano horizontal corresponde à vista superior.
- A projeção no plano de perfil corresponde à vista lateral esquerda.

Agora que você já sabe o que são as vistas em um desenho, iremos aprofundar um pouco mais sobre a classificação delas, começando pelo que chamamos de vistas necessárias.

2.1 VISTAS NECESSÁRIAS E SUFICIENTES

Verifica-se que às vezes a representação de um número elevado de vistas é desnecessária e que, ainda, não se considera correta uma representação em que se encontre excesso de informação. Por isso devemos estudar cuidadosamente todas as combinações de vistas, observando quais são as mais representativas. Desta forma é possível obtermos uma leitura exata com o menor número de elementos desenhados. Na maioria das representações da engenharia e do *design* industrial, três vistas são suficientes (VERSUS, 2016).

O mesmo não poderá ser dito, por exemplo, em relação à arquitetura, em que inicialmente são necessárias no mínimo quatro vistas de uma edificação (que chamamos de fachadas). Assim, o número de vistas necessárias e suficientes, que pode variar entre duas a seis, deve ser instituído caso a caso. Uma vez estabelecidas as vistas necessárias e suficientes, é necessário escolher qual das vistas deverá assumir-se como principal, em função da qual resultaram as demais. Por isso, recomenda-se que sejam executadas tantas vistas quantas forem necessárias à perfeita caracterização da forma do objeto. Estas vistas devem ser selecionadas conforme os seguintes critérios (VERSUS, 2016):



- A vista mais importante de um objeto deve ser utilizada como a vista frontal, contendo preferencialmente o comprimento do objeto e o maior número de detalhes.
- Limitar ao máximo o número de vistas.
- Evitar vistas com repetição de detalhes. (ABNT, NBR 10067, 1995).

2.2 SUPRESSÃO DE VISTAS

De acordo com o que foi visto anteriormente, um objeto pode ser representado através das três vistas ortográficas principais (frontal, lateral esquerda e superior) ou por mais de três vistas (até seis), conforme a sua complexidade de forma ou detalhes. Se o objeto tiver formas e detalhes simples, a sua representação pode ser reduzida de três para duas ou até mesmo para uma única vista. Ao suprimir alguma vista, deve-se respeitar alguns critérios, como:

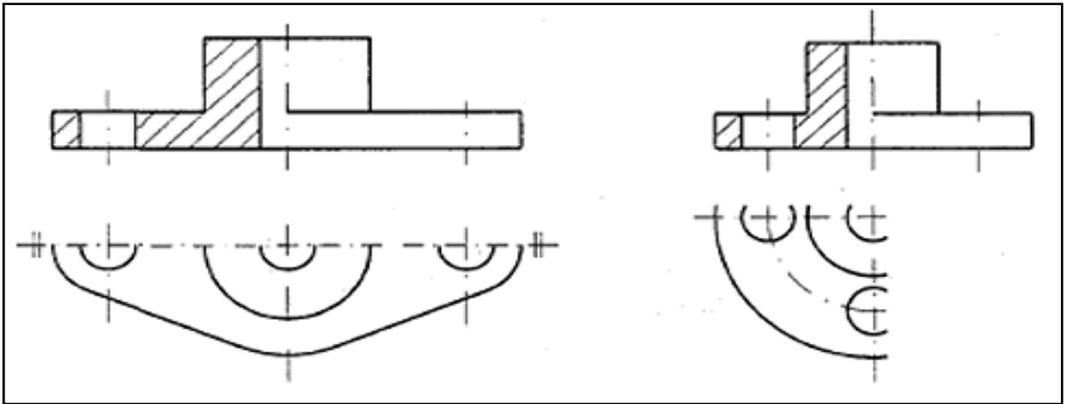


- A vista frontal sempre será mantida, uma vez que é a de maior importância.
- Serão suprimidas as vistas que não apresentarem detalhes importantes para a compreensão da forma do objeto, como, por exemplo, raios de circunferência e ângulos (VERSUS, 2016).

2.3 VISTAS DE PEÇAS SIMÉTRICAS (MEIA-VISTA)

De acordo com a NBR 10067 (ABNT, 1995), quando a peça for simétrica, podemos representar a vista apenas em uma parte do todo. Isto é possível desde que esta parte contenha todos os detalhes necessários para a interpretação do objeto. Desta forma, podem ser representadas pela metade, quando a linha de simetria dividir a vista em duas partes iguais, ou quando as linhas de simetria dividirem em quatro partes idênticas (MICELI; FERREIRA, 2001).

FIGURA 153 – VISTAS DE PEÇAS SIMÉTRICAS COM DUAS E COM QUATRO PARTES IGUAIS



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

A representação da simetria pode ser feita de duas formas:

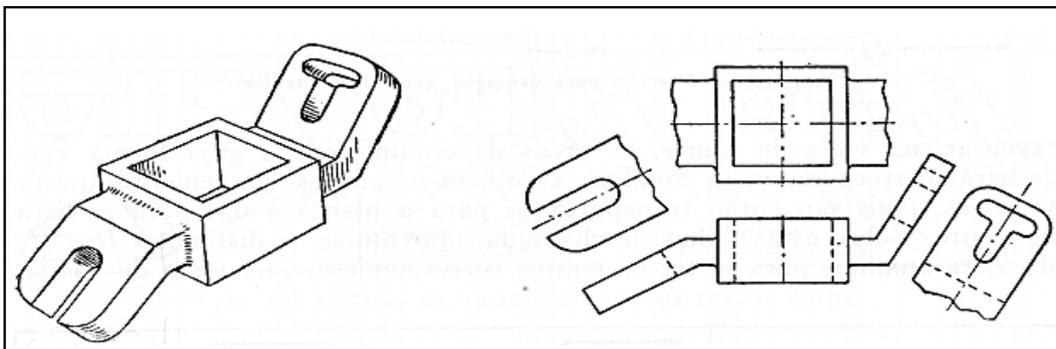


- As linhas de simetria da vista passam a receber dois traços curtos nas suas extremidades, perpendiculares a elas.
- As linhas da peça (arestas) são traçadas um pouco além das linhas de simetria, indicando que continuam naquela direção. (MICELI; FERREIRA, 2001).

2.4 VISTAS AUXILIARES

De acordo com a NBR 10067 (ABNT, 1995, p. 5), vistas auxiliares “são projeções parciais, representadas em planos auxiliares para evitar deformações e facilitar a interpretação”. Já vimos anteriormente que um objeto só se apresenta com sua verdadeira grandeza quando está projetado em um plano paralelo. No entanto, existem objetos com uma ou mais faces inclinadas que também precisamos representar de forma verdadeira. Para isso, utiliza-se o recurso das vistas auxiliares, que são vistas que possibilitam mostrar faces oblíquas de peças de maneira que não fiquem deformadas. Nelas, desenha-se somente a face inclinada, omitindo-a da vista na qual encontra-se inclinada. Isso é possível porque será no conjunto de vistas principais e auxiliares que será demonstrada a forma real do objeto (ARRUDA, 2004).

FIGURA 154 – VISTAS AUXILIARES



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAfST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

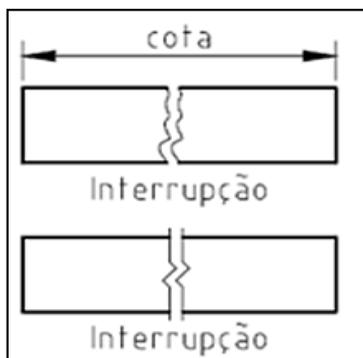
2.5 VISTAS ESPECIAIS (CORTE)

Outros recursos são usados para ilustrar todos os detalhes do projeto, como, por exemplo, as vistas em corte, que explicaremos mais adiante.

2.6 VISTAS ENCURTADAS (LINHAS DE INTERRUPTÃO)

Quando precisamos representar peças muito longas, não precisamos fazer seu desenho completo, ou seja, a peça pode ter seu desenho simplificado, mostrando somente as partes que contêm detalhes importantes para a interpretação. A representação de interrupção é feita através de traçado com linha estreita (ABNT, NBR 10067, 1995). Mas, atenção! Conforme já estudamos na unidade anterior, mesmo que a peça seja interrompida, a cota sempre será contínua. Veja o exemplo da imagem a seguir:

FIGURA 155 – VISTAS ENCURTADAS

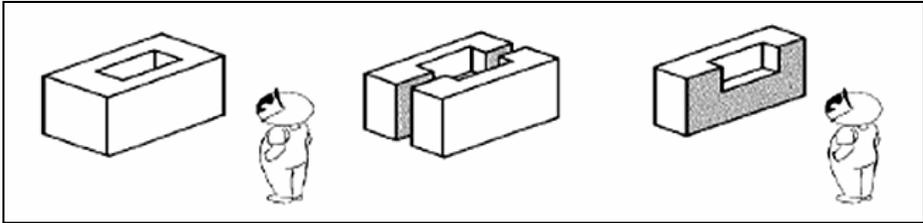


FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAfST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

3 DESENHO DE CORTES

O corte é uma representação utilizada em desenho técnico para mostrar a parte interna de um objeto. Para isso, ele é cortado por um plano vertical imaginário e a parte anterior a este plano é removida, deixando à mostra o seu interior.

FIGURA 156 – DESENHO DE CORTE



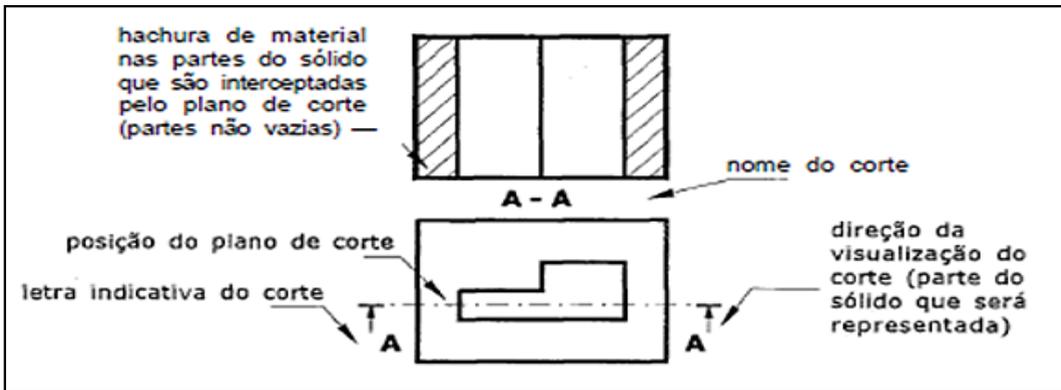
FONTE: Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT24022010183930.PDF>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

3.1 REPRESENTAÇÃO DE CORTES

A representação em corte consiste em primeiro imaginar a peça cortada por um plano, depois fazer a projeção da parte restante (aquela que se quer representar), seguindo as mesmas regras do rebatimento do desenho de vistas. E, por último, dar acabamento no desenho (espessura de linhas, hachuras etc.). Assim como em outros desenhos, a representação de cortes obedece a determinadas regras que devem ser seguidas para que o desenho seja legível. São normalizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas por meio da norma NBR 10067 (ABNT, 1995).

O local onde os cortes passam pelo objeto precisa ser indicado. Para isso, utiliza-se de símbolos e textos. A indicação do corte deve ser feita em uma das vistas (normalmente a superior) através de uma linha fina feita com traço e ponto e de uma seta que deve estar posicionada para o lado da visualização do corte. Os cortes devem ser nomeados para facilitar a leitura do desenho, principalmente em objetos mais complexos que terão um maior número de cortes. Este nome é dado por uma letra maiúscula, iniciando com a letra A.

FIGURA 157 – SIMBOLOGIA UTILIZADA PARA MARCAR O PLANO DE CORTE



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAafST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

Em corte, utilizamos hachuras para marcar a parte interceptada pelo plano de corte. As hachuras são representações de diversos materiais determinados em forma de convenção pela ABNT, através da NBR 12298 (1995). A seguir são mostradas algumas hachuras previstas na norma, mas outras também podem ser utilizadas, desde que identificadas (ABNT, NBR 12298, 1995, p. 3).

FIGURA 158 – DESENHOS TÉCNICOS DE DIFERENTES ÁREAS DO CONHECIMENTO

Hachura	Material
	Elastômeros, vidros, cerâmica e rochas
	Concreto
	Líquido
	Madeira
	Terra

FONTE: ABNT (NBR 12298, 1995, p. 3)

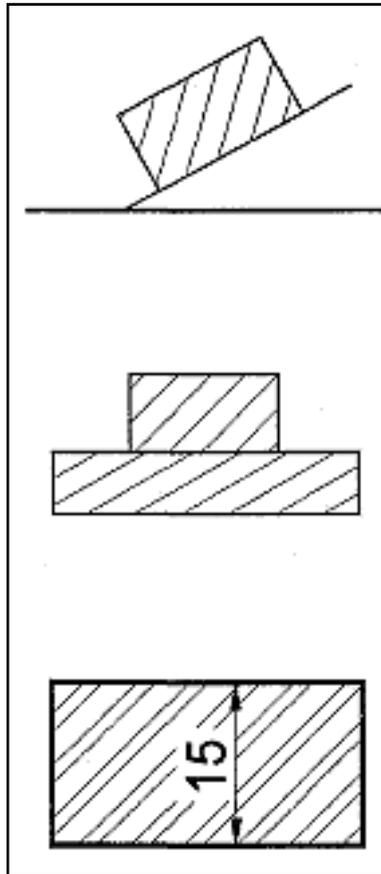
Na confecção de hachuras, devemos respeitar as seguintes recomendações gerais:



- As hachuras devem ser feitas sempre em traço estreito e suave.
- Devem ser desenhadas com os instrumentos de desenho (com exceções, como as de madeira e concreto, que são mais fáceis de serem realizadas à mão livre).
- Devem ter espaçamento e direção do ângulo de inclinação uniformes em um mesmo desenho ou objeto, normalmente com um ângulo de 45° em relação às linhas de contorno principais do objeto.
- A linha da hachura deve ser interrompida para escrever texto ou cota no interior do objeto hachurado. (MICELI; FERREIRA, 2001).

Veja os exemplos a seguir:

FIGURA 159 – CONFEÇÃO DE HACHURAS EM CORTES



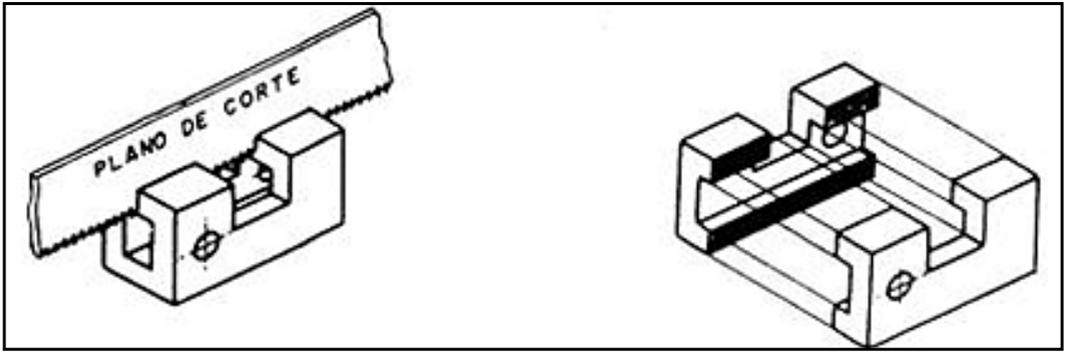
FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

3.2 TIPOS DE CORTES

Como já vimos anteriormente, o corte é uma representação utilizada em desenho técnico para mostrar a parte interna de um objeto, feita através de uma intersecção com um plano imaginário. Esta intersecção pode assumir formas variadas. Apresentaremos a seguir:

✓ **Corte total:** o corte total, também conhecido por corte pleno, é resultado da intersecção longitudinal ou transversal entre o plano de corte e o objeto. Este tipo de corte é o mais comum, principalmente no desenho arquitetônico.

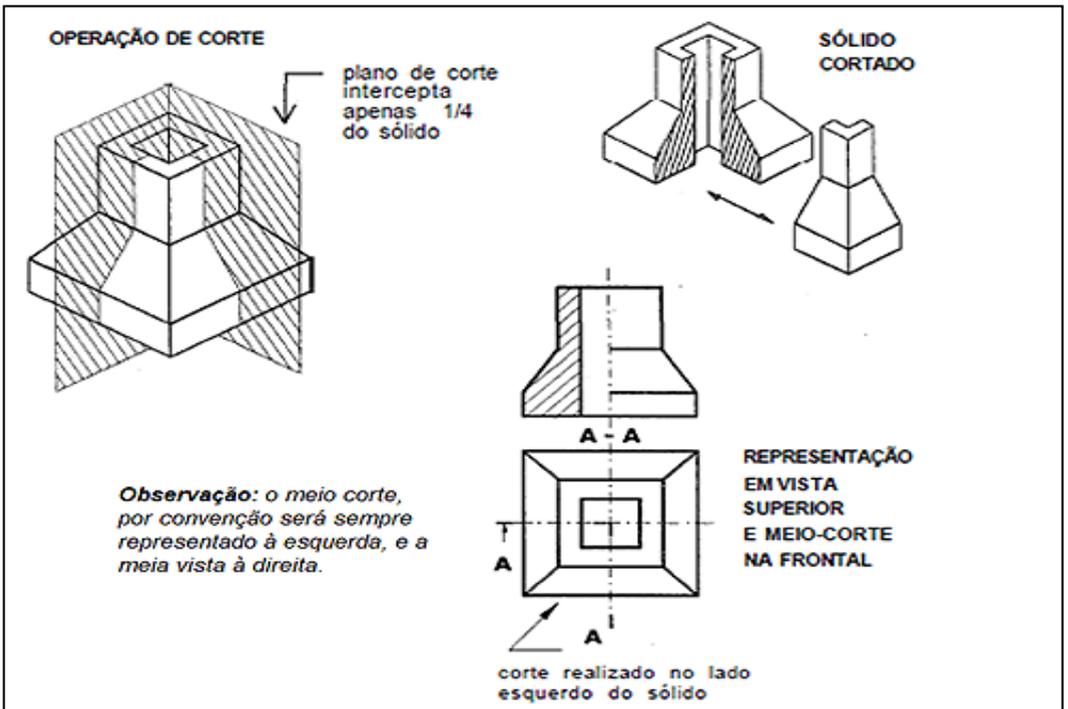
FIGURA 160 – CORTE TOTAL



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAABqicAG/desenho-tecnico>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

✓ **Meio-corte:** o meio-corte é aplicado quando temos um objeto simétrico. Ele tem o intuito de simplificar sua representação e mostrar detalhes internos e externos em um único desenho. O método de confecção é semelhante ao corte total, o que o difere é que o objeto é seccionado somente pela metade e a outra parte é representada em vista (MICELI; FERREIRA, 2001).

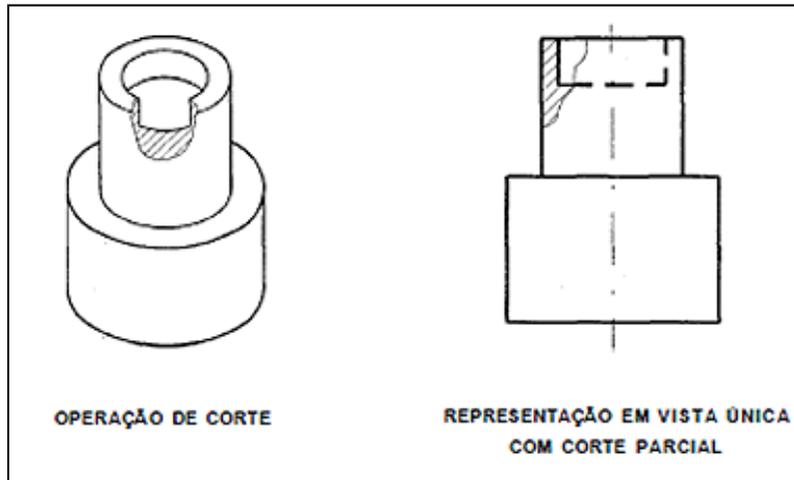
FIGURA 161 – MEIO-CORTE



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

✓ **Corte parcial:** o corte parcial é realizado em uma pequena extensão do objeto (não na metade, como no meio-corte) para mostrar um detalhe pequeno, não tendo a necessidade de fazer um corte maior e mais completo (MICELI; FERREIRA, 2001).

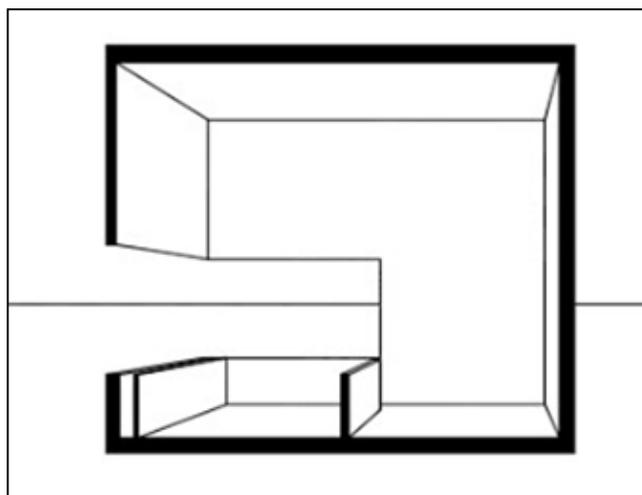
FIGURA 162 – CORTE PACIAL



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

✓ **Corte em perspectiva:** cortes em perspectiva possuem o mesmo conceito de um corte representado de forma plana, mas seguem as técnicas da perspectiva. Este tipo de corte pode ser útil quando for necessário explicar o interior de um objeto para pessoas que não estão relacionadas ao conhecimento do desenho técnico, porque sua representação é de mais fácil entendimento.

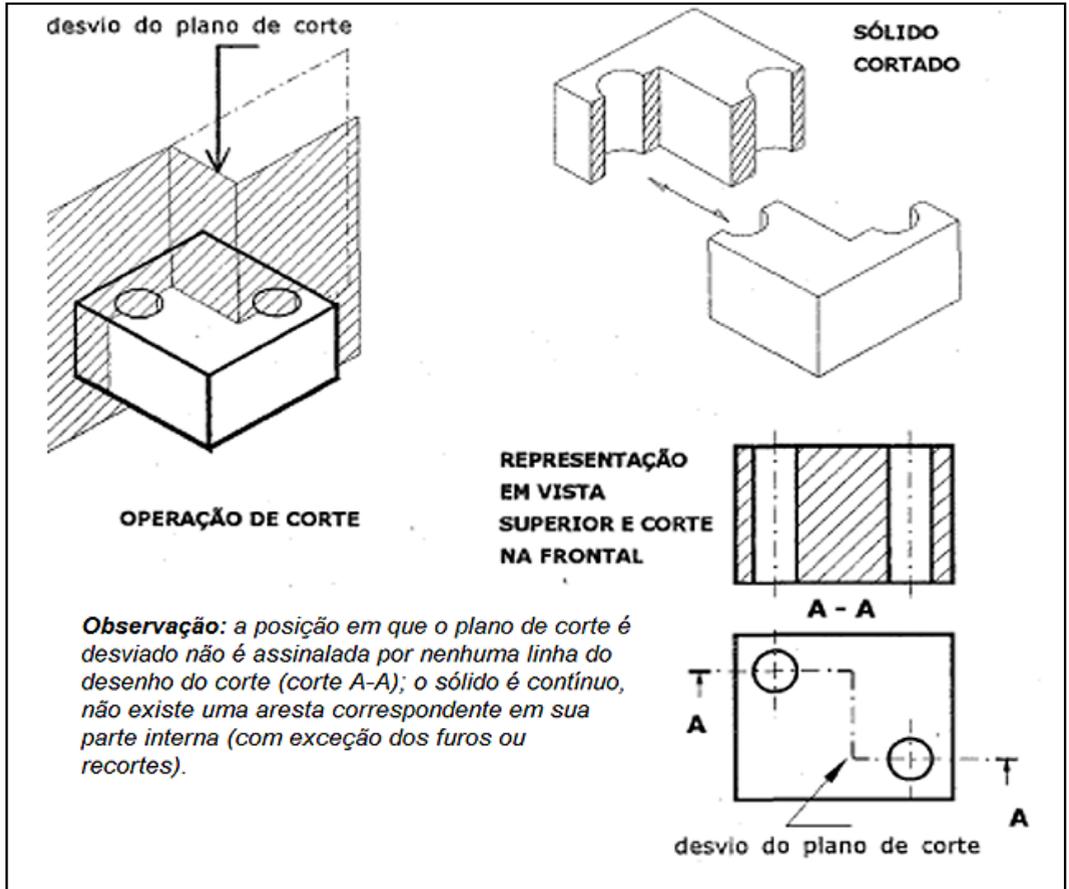
FIGURA 163 – CORTE EM PERSPECTIVA



FONTE: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lii8Kpzfl_Y>. Acesso em: 26 jan. 2016.

✓ **Corte em desvio:** os cortes podem ser realizados em desvio, através da utilização de mais de um plano de corte. Lembre-se de que a posição dos planos de corte é definida pelos detalhes do sólido que devem ser interceptados por estes planos (MICELI; FERREIRA, 2001).

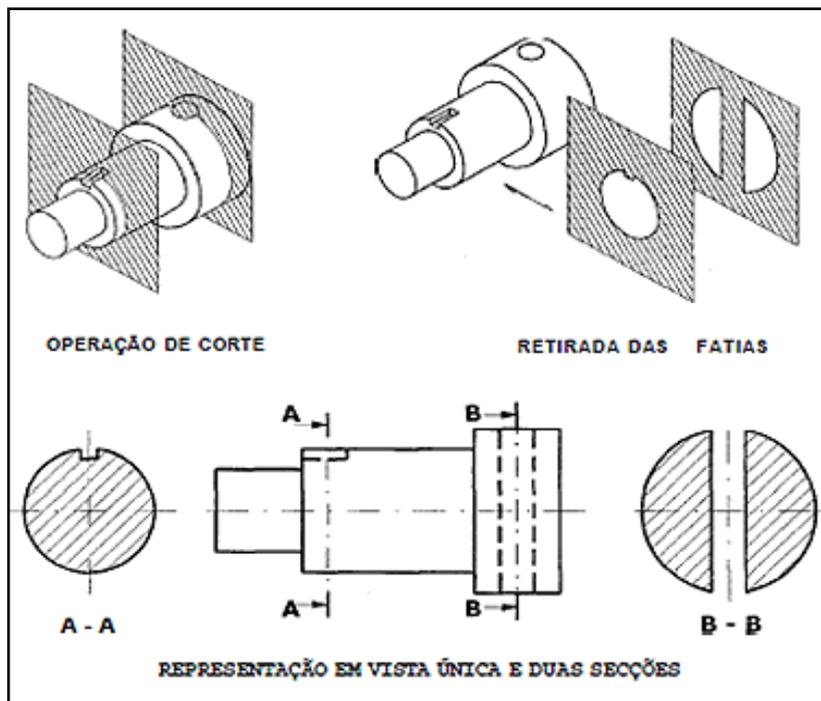
FIGURA 164 – CORTE EM DESVIO



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

✓ **Secção:** a secção também é um corte feito em qualquer posição, a diferença é que nele, ao invés de tirarmos todo o lado adjacente à vista, tiramos apenas um pedaço que representa seu perfil transversal (como se fosse uma fatia). Podemos realizar quantas secções forem necessárias para a perfeita representação do objeto (MICELI; FERREIRA, 2001).

FIGURA 165 – SECÇÃO



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFST8AG/desenho-tecnico-basico-maria-teresa-miceli>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

Para que o desenho técnico tivesse características que o tornassem uma linguagem e assim pudesse ser adotado por todos, foi necessário padronizar seus procedimentos de representação gráfica. Essa padronização é feita por meio de normas técnicas seguidas e respeitadas internacionalmente. No Brasil há uma série de normas, as NBRs, que estão de acordo com a ISO (*International Organization for Standardization*), são editadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e regem a linguagem do desenho técnico em todos os seus aspectos. Com as normas técnicas têm-se diversos benefícios, dentre eles (ROSSI, 2016):

- a melhoria na comunicação entre fabricante e cliente;
- a redução no tempo de projeto, no custo da produção e do produto final;
- a melhoria da qualidade do produto;
- a utilização adequada dos recursos;
- a uniformização da produção;
- a facilitação do treinamento da mão de obra, melhorando seu nível técnico;
- a possibilidade de registro do conhecimento tecnológico;
- a melhoria do processo de contratação e venda de tecnologia;
- a redução do consumo de materiais e do desperdício;
- a padronização de equipamentos e componentes;

- a redução da variedade de produtos;
- o fornecimento de procedimentos para cálculos e projetos;
- o aumento de produtividade;
- a melhoria da qualidade e do controle de processos.

As normas devem ser adotadas por todos que se envolvem com profissões em que o desenho técnico é uma das bases instrumentais, por terem como objetivo final a unificação de procedimentos de representação (MARIA, 2005). Para isso é necessário conhecê-las. Apresentaremos a seguir as principais normas para o desenho técnico, lembrando que não são as únicas, e que com esta tabela não pretendemos esgotar o assunto. Também não iremos apresentar detalhadamente cada uma delas, porque seus conteúdos já foram apresentados neste caderno, nas sessões correspondentes a cada tema.

TABELA 5 – PRINCIPAIS NORMAS PARA O DESENHO TÉCNICO

Norma	Conteúdo
NBR 10647:1989	<p><u>Desenho técnico: norma geral</u> Esta norma tem o objetivo de definir os termos empregados em desenho técnico quanto aos aspectos geométricos: projetivos e não projetivos. Correspondem aos fluxogramas, organogramas e gráficos. Apresenta também o grau de elaboração dos desenhos, que são: o esboço, o desenho preliminar, o croqui e o desenho definitivo.</p>
NBR 10067:1995	<p><u>Princípios gerais de representação em desenho técnico</u> Esta norma fixa a forma de representação aplicada em desenho técnico, apresentando também o método de projeção ortográfica, no 1º e no 3º diedro.</p>
NBR 8402:1994	<p><u>Execução de caracteres para escrita em desenhos técnicos</u> Esta norma fixa condições exigíveis para a escrita usada em desenhos técnicos, enfatizando as principais exigências na escrita: legibilidade, uniformidade e adequação à reprodução.</p>
NBR 8403:1984	<p><u>Aplicação de linhas em desenho, tipos e larguras das linhas</u> Esta norma fixa larguras de linhas para uso em desenhos técnicos, apresentando as diferentes espessuras e os tipos de linhas utilizados para cada representação.</p>
NBR 6492:1994	<p><u>Representação de projetos arquitetônicos</u> Esta norma tem o objetivo de apresentar as condições exigíveis para representação gráfica de projetos de arquitetura, visando à sua boa compreensão. Estabelece definições e condições gerais para o desenho de projetos arquitetônicos, incluindo tipos de linhas, escalas, representações de plantas, cortes e fachadas, dobradura de folhas e selo.</p>

NBR 12298:1995	<p><u>Representação de área de corte por meio de hachuras</u></p> <p>Esta norma fixa as condições exigíveis para representação de áreas de corte em desenho técnico. Apresenta as condições gerais para representação das hachuras.</p>
NBR 10582:1988	<p><u>Apresentação da folha para desenho técnico</u></p> <p>O objetivo desta norma é apresentar as condições exigíveis para a localização e disposição do espaço para desenho, espaço para texto e espaço para legenda, e respectivos conteúdos.</p>
NBR 10068:1987	<p><u>Folha de desenho <i>layout</i> e dimensões</u></p> <p>Esta norma estabelece as características dimensionais da folha de desenho, destacando os formatos das folhas a partir do formato básico que é designado como A0. Além disso, a norma apresenta <i>layout</i> da folha de desenho, onde especifica posição da legenda (identificação do desenho), sistemas de reprodução para arquivamentos e outros itens.</p>
NBR 13142:1999	<p><u>Dobramento de cópias</u></p> <p>Esta norma fixa as condições exigíveis para o dobramento de cópia de desenho técnico, apresentando os padrões de papel da série A e as regras utilizadas para dobradura.</p>
NBR 8196: 1999	<p><u>Emprego de escalas</u></p> <p>O objetivo desta norma é trazer as condições exigíveis para o emprego de escalas e suas designações em desenhos técnicos.</p>
NBR 10126:1987	<p><u>Cotagem em desenho técnico</u></p> <p>Esta norma fixa os princípios gerais de cotagem a serem aplicados em desenhos técnicos, orientando que, quando necessário, devem ser consultadas outras normas técnicas, como a NBR 8402, NBR 8403 e NBR 10067.</p>

FONTE: Adaptado de Dencker (2009)

RESUMO DO TÓPICO 1

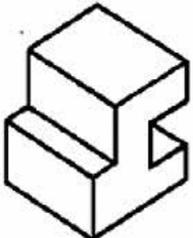
Chegamos ao final do Tópico 1 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- Que as vistas são desenhos obtidos pelo sistema de projeções ortogonais e são classificadas de acordo com sua representação, podendo ser necessárias, meias-vistas, reduzidas (supressão), auxiliares ou encurtadas. Conhecê-las ampliará o seu repertório técnico.
- Que o corte é uma representação da intersecção no objeto feita a partir de um plano vertical imaginário e tem por finalidade mostrar o seu interior, especialmente as relações de altura.
- Que existem diferentes tipos de cortes: total, meio-corte, parcial, em perspectiva, em desvio ou em secção. Assim como nas vistas, cada um possui uma finalidade representativa.
- Que as normas técnicas são uma maneira de padronizar a linguagem do desenho. Elas são editadas pela ABNT e devem ser respeitadas na construção de qualquer tipo de desenho técnico. Habitue-se a consultá-las frequentemente.



1 Observe a perspectiva de cada objeto e nomeie as vistas de acordo com a projeção correspondente:

I.

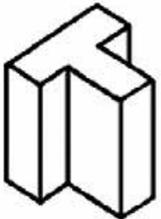


a) _____ c) _____

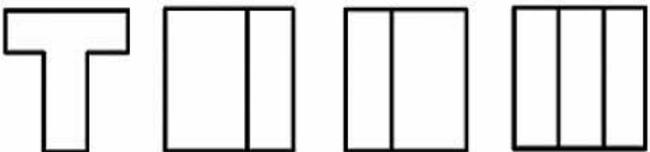


b) _____ d) _____

II.

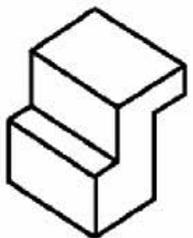


a) _____ c) _____



b) _____ d) _____

III.



a) _____ c) _____



b) _____ d) _____

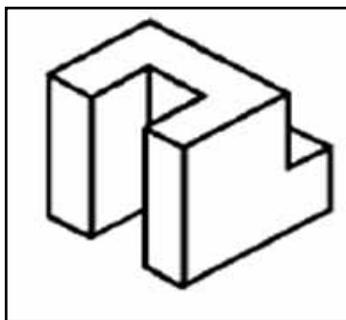
FONTE: Adaptado de: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

2 Observe o objeto a seguir:



Assista ao vídeo de resolução da questão 1





FONTE FIGURA: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

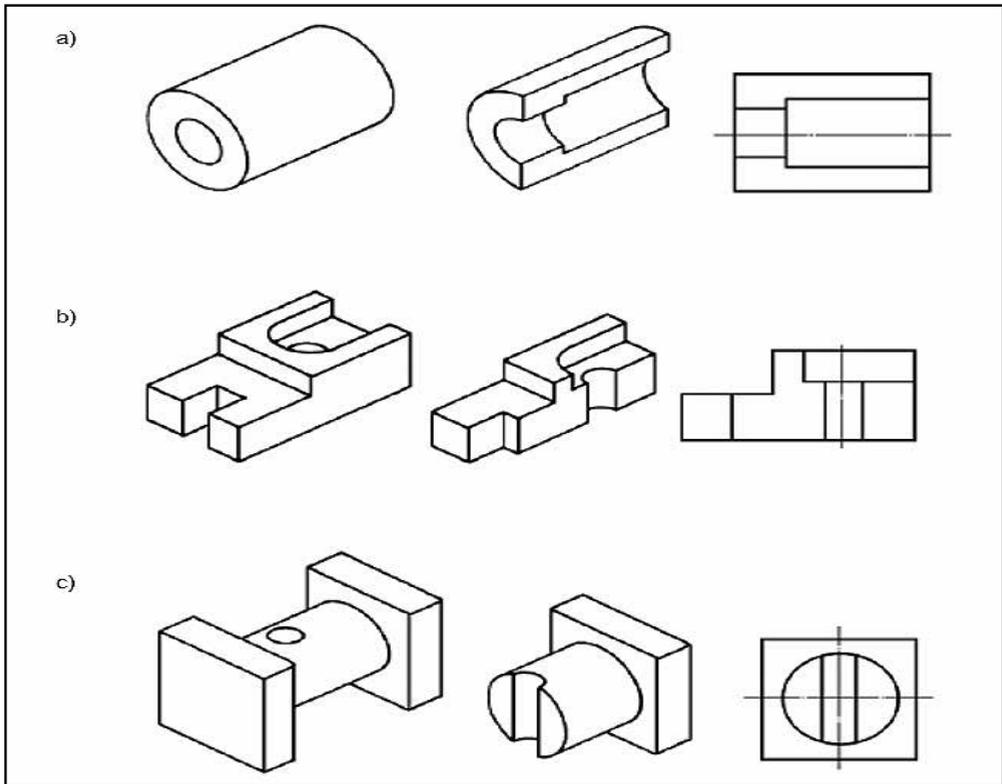
Agora construa:

- As vistas necessárias.
- Uma vista encurtada do plano A.
- Uma meia-vista do plano B.

3 Baseado nos seus conhecimentos sobre corte, complete as lacunas abaixo:

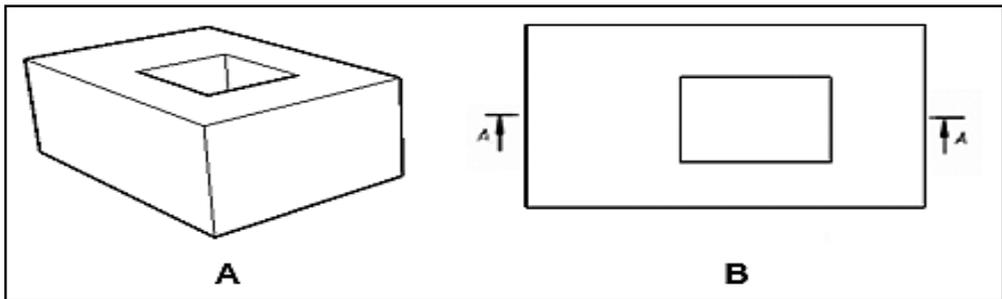
- O corte é uma representação utilizada em desenho técnico para mostrar a _____ de um objeto. Para isso, ele é supostamente cortado por um plano _____ imaginário.
- O corte _____, também conhecido por corte pleno, é resultado da intersecção _____ ou _____ entre o plano de corte e o objeto.
- O meio-corte é aplicado quando temos um objeto _____. Ele tem o intuito de _____ sua representação e mostrar detalhes internos e externos em um único desenho.
- O corte _____ é realizado em uma pequena extensão do objeto para mostrar um detalhe _____.
- Os cortes podem ser realizados em _____, através da utilização de mais de um plano de corte.
- A _____ também é um corte feito em qualquer posição, a diferença é que nele, ao invés de tirarmos todo o lado adjacente à vista, tiramos apenas um _____ que representa seu perfil transversal.

4 Os objetos a seguir foram cortados por um plano vertical. Complete os desenhos fazendo as hachuras nas partes atingidas pelo corte:



FONTE FIGURAS: Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

5 Observe as figuras a seguir. Na figura A o objeto está representado em perspectiva e a figura B corresponde a uma vista superior, com marcação de um plano de corte.



FONTE FIGURAS: A autora

Agora construa:

- Um corte total do objeto.
- Um corte em perspectiva.
- Um meio-corte.



Assista ao vídeo de resolução da questão 5



DESENHO DE EDIFICAÇÕES: PLANTA BAIXA E CORTE

1 INTRODUÇÃO

Este tópico está destinado ao desenho de edificações, um segmento do desenho técnico que tem aspectos comuns aos outros tipos de desenhos que já apresentamos, mas que também possui algumas particularidades na representação. Estas particularidades são normatizadas pela ABNT. Aqui iremos primeiro conceituar este ramo do desenho e depois explicaremos as duas formas básicas de representação de edificações: as plantas baixas e os cortes. Bom estudo!

2 DESENHO DE EDIFICAÇÕES

Para iniciarmos este tema de desenho de edificações é importante começarmos com a definição do que é um projeto de edificações. Primeiramente pode-se definir projeto de edificações como uma série de procedimentos normativos que visam planejar e resolver um edifício qualquer, em seus aspectos funcionais e formais, regulamentado por um conjunto de normas técnicas e por um código de obras (BRABO, 2009). Estes passos compreendem as seguintes fases:

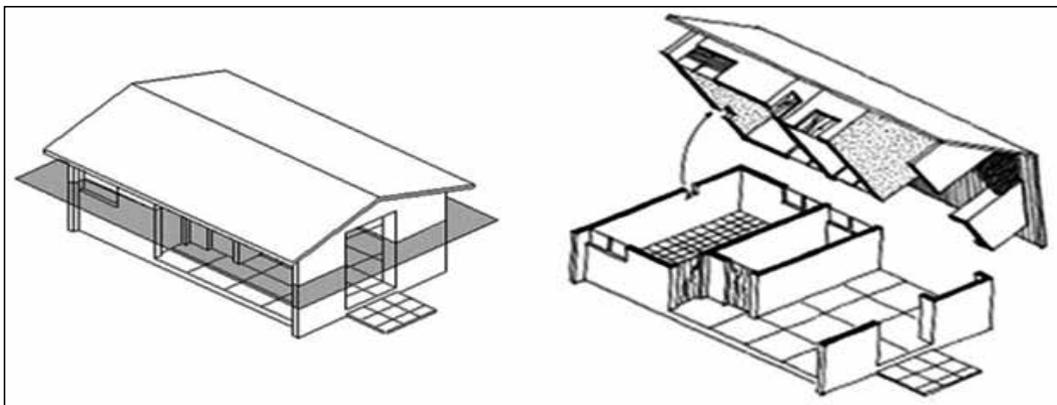
- **Estudo Preliminar** - “configuração inicial do projeto de edificações proposta para a obra (partido), considerando as principais exigências contidas no programa de necessidades. Deve receber a aprovação preliminar do cliente” (IAB-BAHIA, 2016, p. 2). Nesta etapa o desenho é mais simplificado, podendo ser até mesmo um esboço (em escala).
- **Anteprojeto** - “configuração final da solução projetual para a obra, considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades e o estudo preliminar aprovado pelo cliente. Deve receber a aprovação final do cliente e dos órgãos municipais” (IAB-BAHIA, 2016, p. 2). O desenho nesta etapa precisa apresentar todos os itens necessários para o entendimento da proposta e sua locação no terreno.
- **Projeto Executivo** - configuração desenvolvida e detalhada a partir do anteprojeto. “É formado por conjunto de documentos técnicos (memoriais, desenhos e especificações) necessários à licitação e/ou execução (construção, montagem, fabricação) da obra” (IAB-BAHIA, 2016, p. 3). Nesta etapa, o desenho precisa conter todos os detalhes em menor escala, a nível de execução. É um trabalho minucioso e requer bastante conhecimento de desenho técnico para sua elaboração.

A arquitetura, assim como as engenharias, utiliza o desenho técnico para a apresentação de um projeto a ser executado. Semelhante às projeções ortográficas já estudadas, o posicionamento do observador define o plano de projeção desejado na representação de edificações. Nela, temos o plano horizontal e o plano vertical, os quais recebem as seguintes denominações:

2.1 O PLANO HORIZONTAL OU PLANTA BAIXA

A planta baixa é um desenho que representa os ambientes internos da obra, indicando a localização, inter-relacionamento e pré-dimensionamento dos espaços, das circulações (verticais e horizontais) e dos acessos. Tecnicamente, a planta baixa é a seção que se obtém fazendo passar um plano horizontal paralelo ao piso da edificação, a uma altura em que o mesmo venha a cortar as portas, janelas, paredes etc. Geralmente esta altura fica entre 1,20 e 1,50 m do piso.

FIGURA 166 – O PLANO HORIZONTAL IMAGINÁRIO QUE SECCIONA A EDIFICAÇÃO – PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

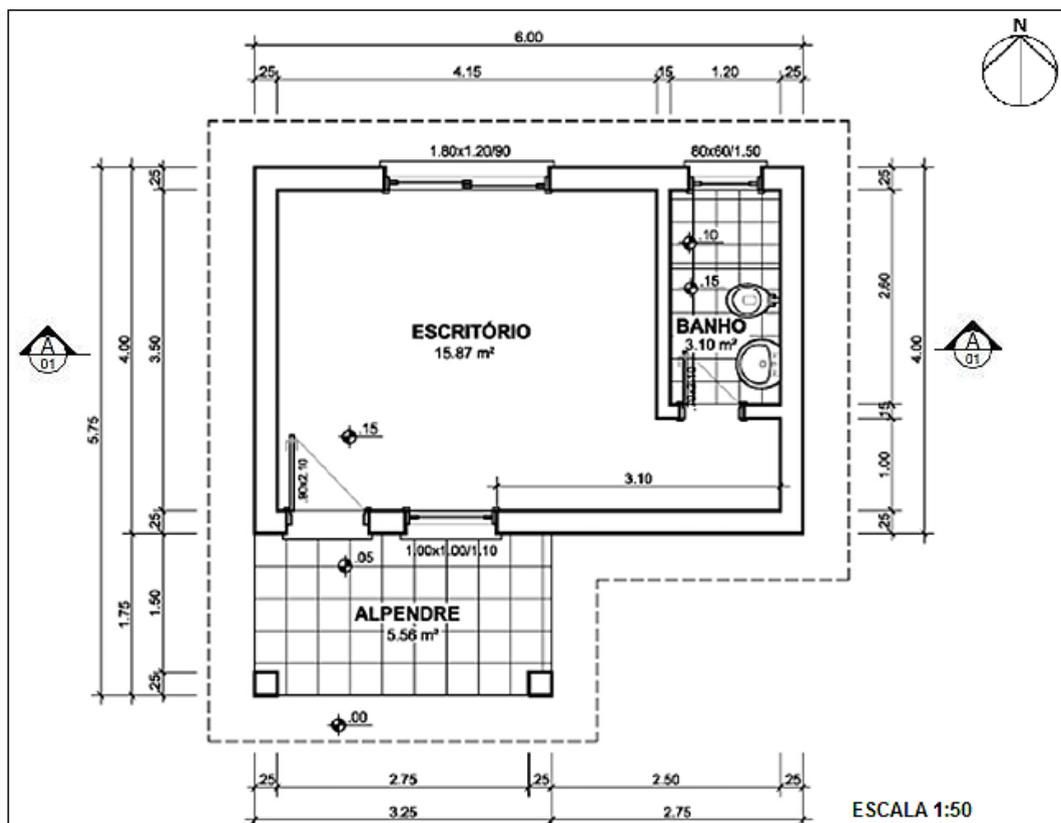
Para cada pavimento deve haver uma planta baixa. Caso as plantas sejam repetidas para vários pavimentos, deve-se chamá-la de "planta tipo" e indicar a quais pavimentos aquela planta é relativa. A NBR 12721 (2006) orienta que sejam utilizadas as denominações "PISO" e "PAVIMENTO". Não podendo ser empregada a terminologia "ANDAR". Todas as particularidades da construção devem ficar bem assinaladas na planta baixa, que deve conter, no mínimo:

- paredes;
- portas;
- janelas;
- circulações verticais (quando houver);
- peças hidrossanitárias;
- cotas;

- níveis;
- elementos em projeções;
- indicação dos cortes;
- indicação do norte e escala.

Agora observe a figura a seguir e as características presentes nela:

FIGURA 167 – EXEMPLO DE DESENHO DE PLANTA BAIXA



FONTE: Adaptado de: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

- A variação do traço mais forte para as paredes que estão cortadas pelo plano horizontal.
- A colocação de todos os elementos que devem constar em um projeto.
- Cada ambiente é nomeado e junto dele está a indicação da área.
- O dimensionamento das esquadrias está indicado em cada uma. Neste caso, uma outra opção seria numerá-las para montar um quadro, onde inicia-se a numeração pelas portas com denominação de P1 (maior largura), sucedendo-se P2, P3 etc., bem como janelas com J1, J2, J3. As esquadrias que funcionam como porta-janela são denominadas PJ1, PJ2, PJ3, sucessivamente.

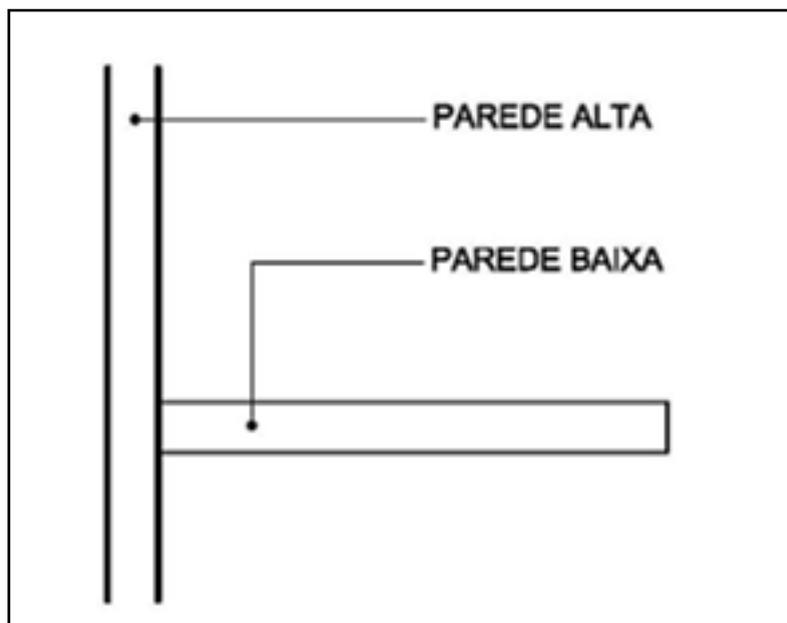
- Pode-se texturizar o piso cerâmico nas áreas molhadas, nas dimensões que forem determinadas pelo projeto.

A seguir explicaremos cada item integrante do desenho de uma planta baixa.

2.1.1 Convenções e símbolos em planta baixa

✓ **Paredes:** são representadas em desenho técnico com espessura de 15 cm, mesmo que na realidade tenha 14 cm ou menos. Para paredes que vão do piso ao teto, utilizamos traço grosso contínuo e para paredes de meia altura utilizamos traço médio contínuo, indicando a altura correspondente.

FIGURA 168 – REPRESENTAÇÃO DE PAREDE ALTA E PAREDE BAIXA



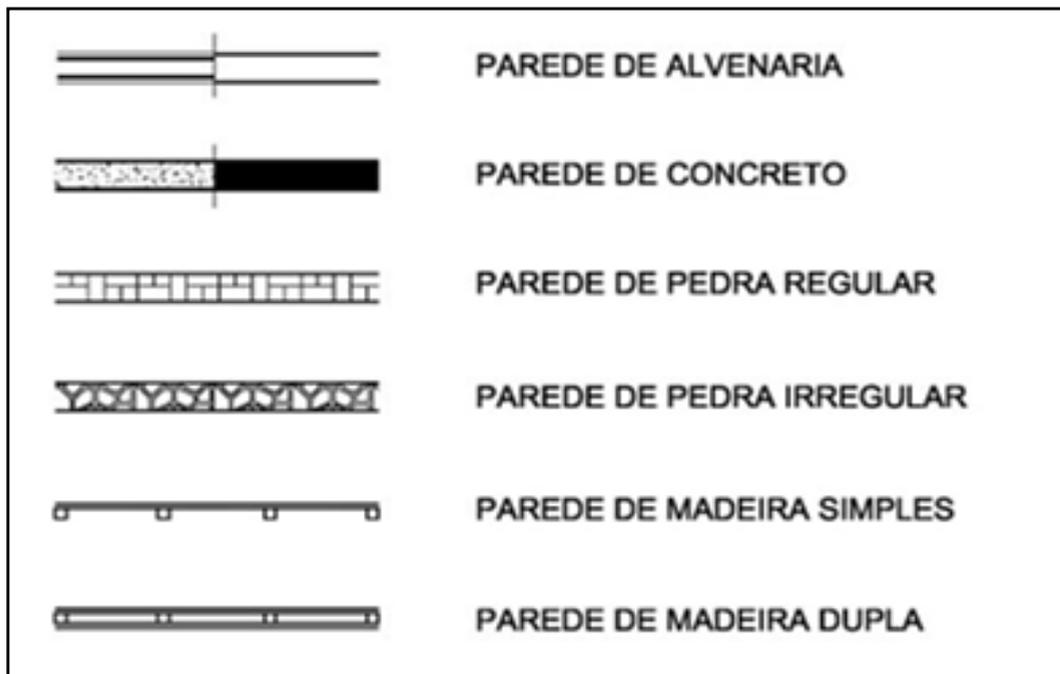
FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.



A regra geral para saber as espessuras de linhas em representação de edificações é sempre ter em mente que as espessuras dos traços correspondem à distância do objeto desenhado. Conforme os elementos afastam-se do campo de visão, o traço ganha contornos mais finos. Inversamente, quando temos os elementos mais próximos da posição do observador, os traços são mais grossos.

As paredes podem aparecer preenchidas por cor sólida ou com representação do revestimento das alvenarias (em escalas maiores, onde o nível de detalhamento também deverá ser maior). A figura a seguir traz as representações dos tipos mais comuns de paredes:

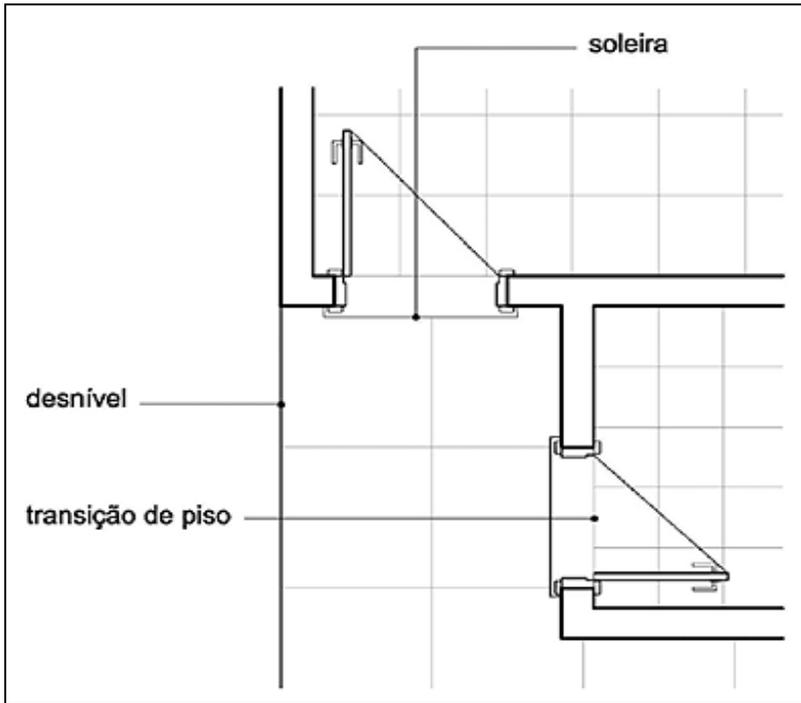
FIGURA 169 – REPRESENTAÇÕES DOS TIPOS MAIS COMUNS DE PAREDES



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Portas:** na representação de portas em planta baixa desenhamos a folha da porta cortada pelo plano horizontal, e os demais elementos presentes na esquadria: vistas, marcos, maçanetas (conforme a escala). Quando uma porta é externa e há diferença de nível, representamos também a soleira através de um traço mais fino, que acompanha o alinhamento da parede.

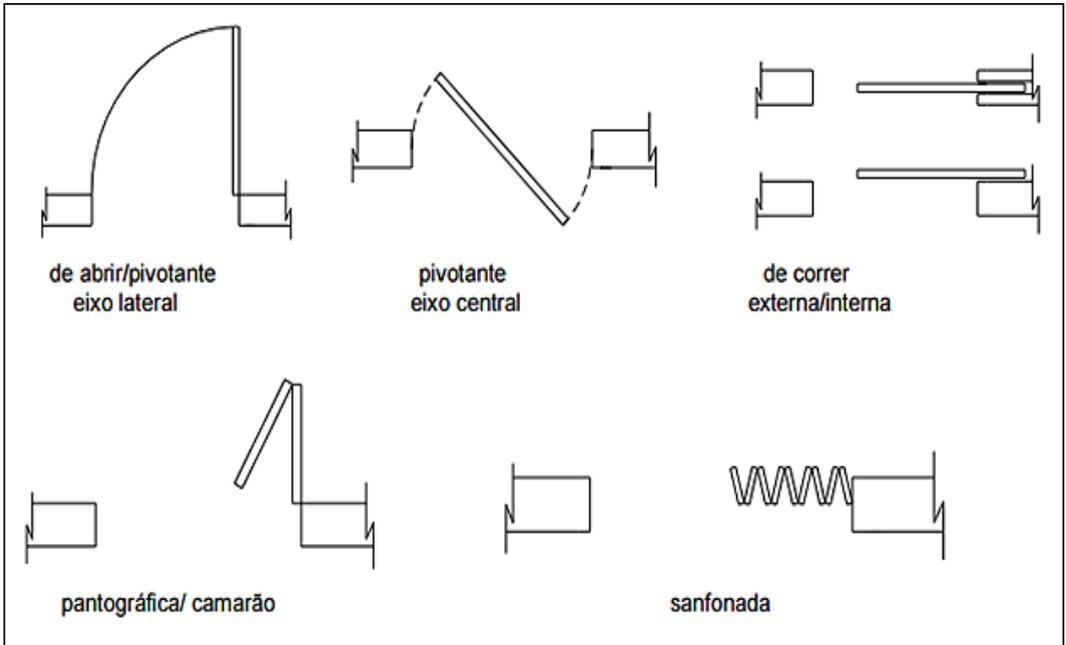
FIGURA 170 – REPRESENTAÇÃO DAS PORTAS COM TRANSIÇÃO DE NÍVEL (SOLEIRAS)



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

Os tipos de portas existentes são variados, e para cada uma delas há uma forma correta de representação. Parece difícil assimilar tudo isso, mas fique tranquilo, seu repertório será construído com a prática, ao longo do tempo.

FIGURA 171 – REPRESENTAÇÃO DOS VARIADOS TIPOS DE PORTAS EXISTENTES



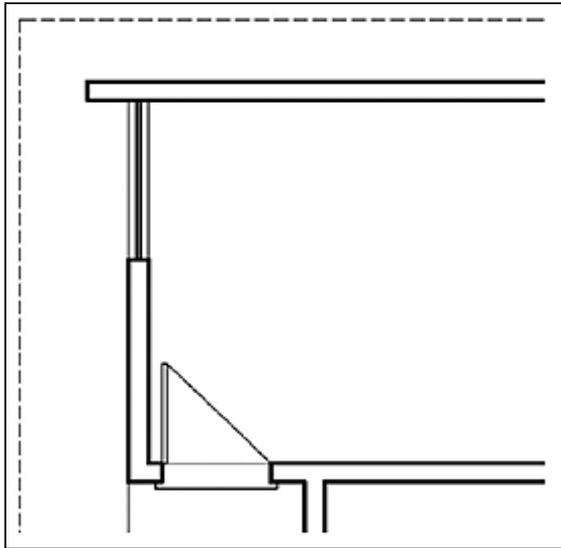
FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.



Em desenho de edificações deve-se ter muita atenção em relação à escala. Quanto mais aproximado for o desenho (maior), mais detalhes de representação deverão aparecer. A regra é básica: o nível de detalhamento deve acompanhar o nível de ampliação do desenho (escala).

✓ **Janelas:** o plano horizontal da planta baixa corta as janelas com altura de até 1,50 m. Por isso, elas devem ser representadas em corte, mostrando elementos constituintes da esquadria, como as folhas e sua quantidade, os marcos e as vistas. O peitoril também deverá aparecer, e como está mais baixo do que a linha das paredes, seu traço deve ser representado mais fino, conforme a figura a seguir:

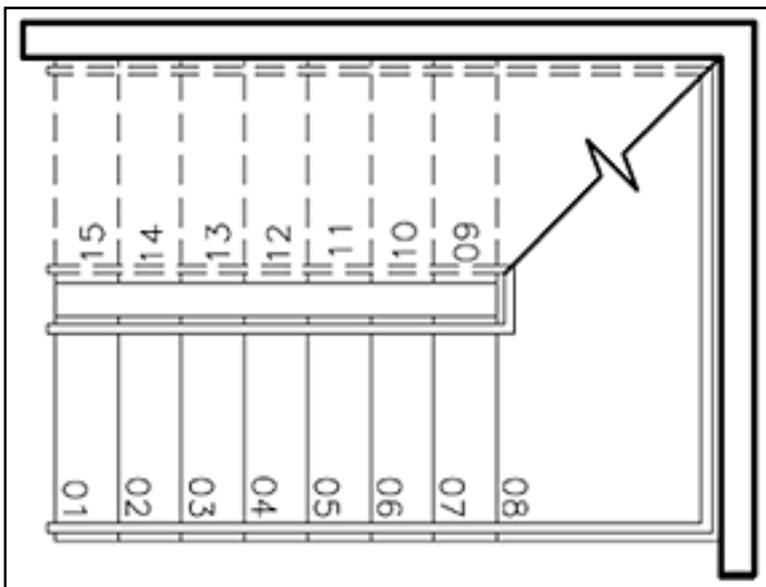
FIGURA 172 – REPRESENTAÇÃO DE JANELA



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016

✓ **Circulações verticais:** existem vários tipos de circulações verticais, como as rampas, os elevadores, as escadas etc. Cada uma possui um desenho específico em planta. A escada, a circulação mais usual, deve ser representada conforme a figura a seguir.

FIGURA 173 – REPRESENTAÇÃO DE ESCADA

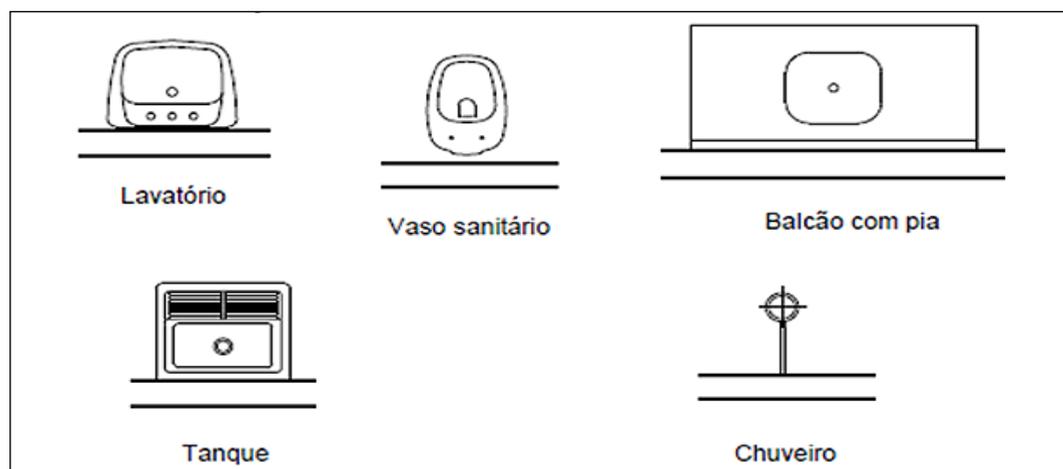


FONTE: Disponível em: <http://pedreiro.com.br/banner_destaque/tipos-de-escadas-para-casas-passo-a-passo/>. Acesso em: 2 fev. 2016.

Observe que os degraus que estão dentro do plano de corte horizontal são representados com traços contínuos, e aqueles que não estão visíveis (em projeção) são representados com linha tracejada, e ambos são separados por uma linha de interrupção. Na representação de escadas é recomendável ainda numerar os degraus, desenhar os corrimãos e podemos também utilizar uma seta que indique o sentido em que subimos.

✓ **Equipamentos hidráulicos:** na representação de plantas baixas é comum vermos o desenho do mobiliário e do *layout*. Mas em desenho técnico não precisamos colocar o mobiliário, é necessário apenas a representação dos equipamentos hidráulicos, porque esta informação é importante para a execução da obra. Estes equipamentos são normalmente representados de uma forma simplificada e compatível com a escala. A figura a seguir exemplifica este tipo de representação:

FIGURA 174 – REPRESENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

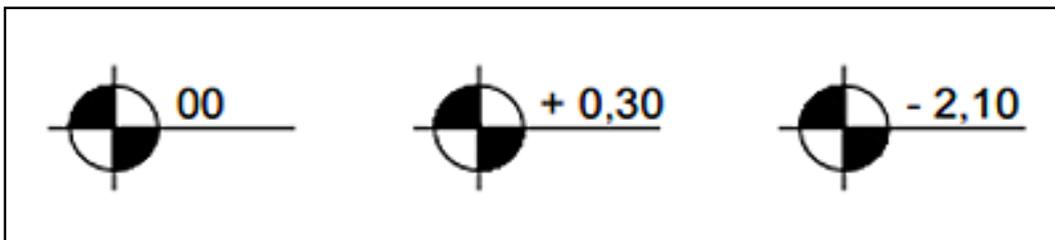


FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Cotas:** a cotagem de plantas baixas deve seguir as mesmas recomendações que explicamos na Unidade 1 deste caderno. Que tal relê-las?

✓ **Níveis:** a simbologia do nível é utilizada para informar as alturas do terreno e dos pisos, sempre em relação a uma referência de nível prefixada igual a zero. Normalmente o nível zero começa pelo nível da rua ou do terreno. Os níveis devem ser sempre indicados em metros e acompanhados do sinal negativo (abaixo) ou positivo (acima) de acordo com o nível de referência. O símbolo utilizado em planta baixa para representar o nível é igual ao da figura a seguir, e o número da cota deve estar sempre acima dele.

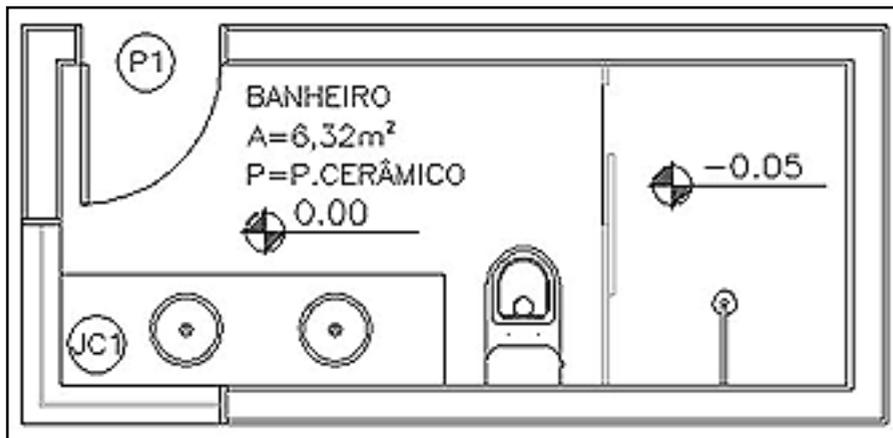
FIGURA 175 – REPRESENTAÇÃO DO NÍVEL EM PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

A figura a seguir é um exemplo da colocação de níveis em planta baixa. Vale lembrar que toda mudança na altura do piso deve ser indicada, mesmo que seja no mesmo ambiente.

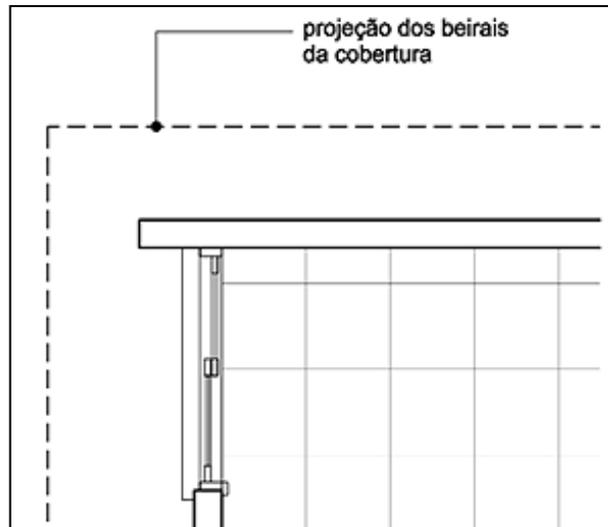
FIGURA 176 – NÍVEIS EM PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <http://minhateca.com.br/unifaengenhariacivil/TUTORIAIS+AUTOCAD/N*c3*adveis+de+piso+em+planta+e+corte,345447561.docx>. Acesso em: 2 fev. 2016.

✓ **Elementos em projeção:** quando um elemento estiver situado acima do plano de corte da planta baixa, ele não estará visível, mas sua representação muitas vezes se faz importante para o entendimento do projeto. São exemplos de elementos em projeção os beirais das coberturas, os elementos estruturais (vigas), os mezaninos, as caixas d’água, as escadas etc. Como não estão visíveis, precisam ser representados de uma forma diferente dos demais, por isso são utilizadas linhas tracejadas que devem ser médias.

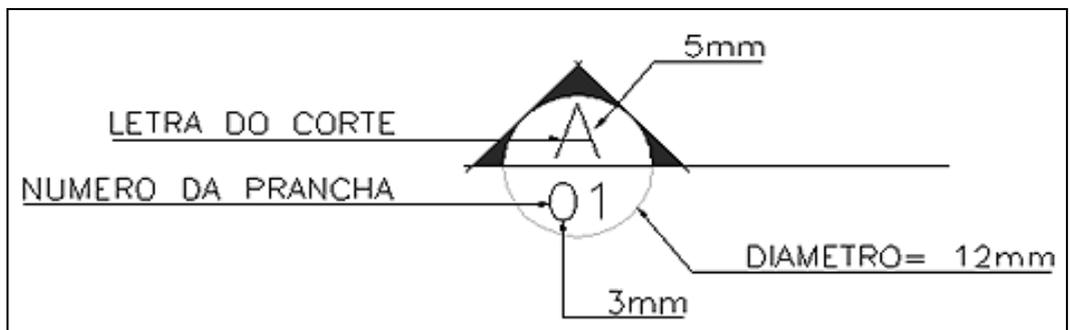
FIGURA 177 – REPRESENTAÇÃO DE ELEMENTOS EM PROJEÇÃO



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Indicação de cortes:** o lugar por onde o plano de corte vertical intercepta a planta baixa deve ser indicado para possibilitar a visualização e a interpretação do desenho. A indicação dos cortes em planta baixa segue uma simbologia específica que já explicamos anteriormente e que em desenho de edificações é semelhante. Veja o exemplo na figura a seguir:

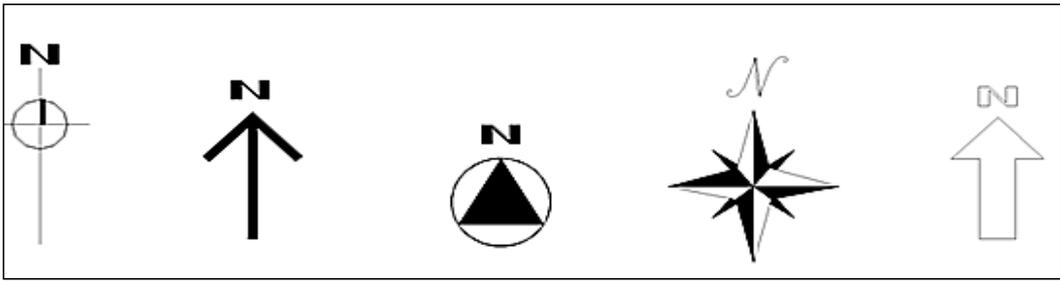
FIGURA 178 – SIMBOLOGIA PARA INDICAÇÃO DE CORTES EM PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <http://www.larapedia.com/engenharia_e_tecnologia_resumos/o_que_e_desenho_arquitetonico.html>. Acesso em: 26 jan. 2016.

✓ **Indicação do norte:** a simbologia do norte é utilizada para informar a posição solar da edificação. Esta informação é muito importante para sabermos o comportamento da insolação em relação aos compartimentos do projeto. A simbologia do norte varia muito na forma da representação, mas deve sempre acompanhar todas as plantas baixas em posição superior ao desenho. Outra orientação é que as plantas sejam sempre desenhadas com o norte para cima. Isto facilita a interpretação das representações, uniformizando-as.

FIGURA 179 – SIMBOLOGIAS PARA INDICAÇÃO DO NORTE



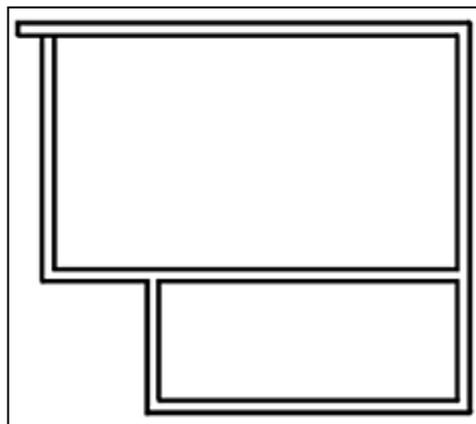
FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA6SAAJ/desenho-tecnico?part=8>>. Acesso em: 2 fev. 2016.

2.1.2 Sequência de montagem de uma planta baixa

Para desenharmos uma planta baixa, podemos seguir uma sequência de representações que iremos explicar em seguida. No entanto, gostaríamos de lembrá-lo de que esta sequência é genérica, e que pode variar em função do método que cada desenhista desenvolve, ou até mesmo de acordo com o tipo de edificação representada. Mas, para que você adquira uma base em representação de planta baixa, siga estes passos:

1. Inicie pela representação das paredes, que deverão ser traçadas com linhas horizontais, verticais, inclinadas e/ou curvas que as representam. Recomendamos que o desenho seja feito sempre em escala e com a ajuda de instrumentos. Outra dica é fazer estas linhas com traço leve e suave, deixando para dar espessura reforçada no final do desenho. Assim, se você errar, ficará mais fácil de corrigir.

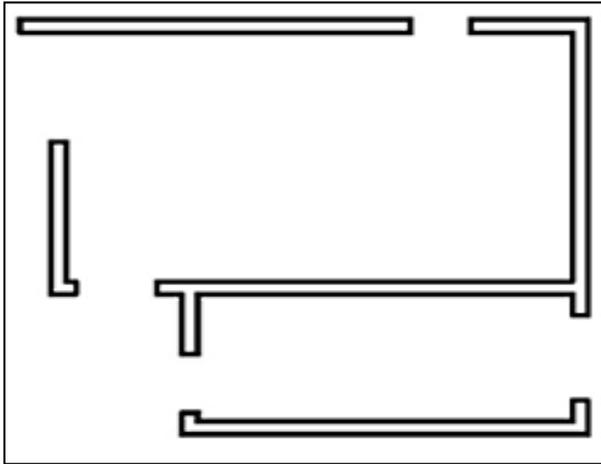
FIGURA 180 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em <<http://www.pelotas.com.br/>> Acesso em 26 de janeiro de 2016.

2. Após traçar todas as linhas das paredes, faça a representação dos vãos das aberturas utilizando a escala para medir e a borracha para apagar.

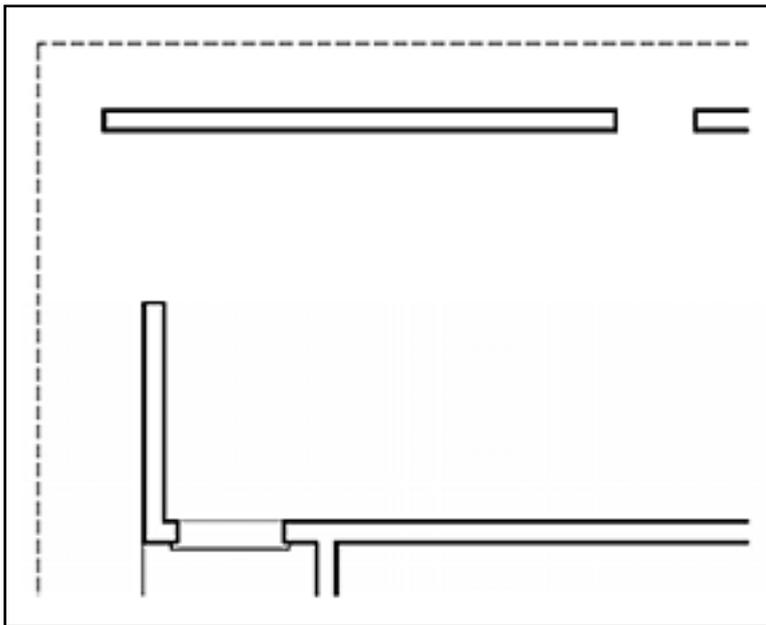
FIGURA 181 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016

3. Em seguida, trace as linhas dos desníveis e das transições dos pisos, bem como escadas (se houver).
4. Faça a representação de todos os elementos em projeção através de linhas tracejadas (localizados acima do plano de corte da planta baixa).

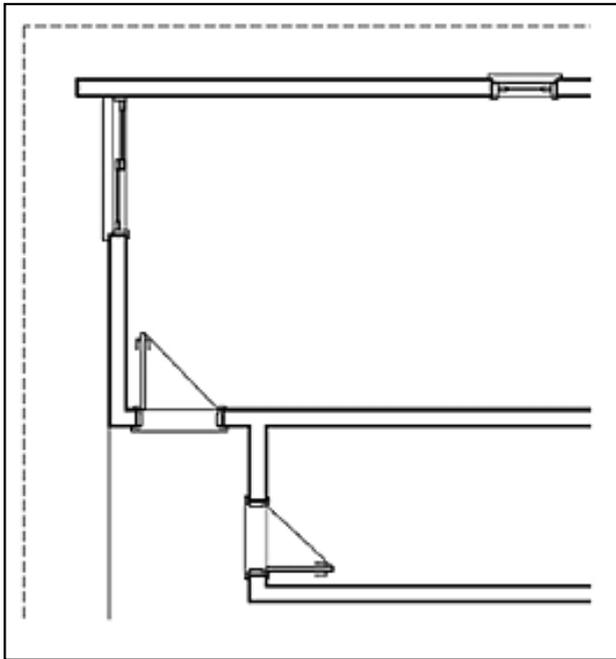
FIGURA 182 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

5. O próximo passo é desenhar as portas e as janelas nos respectivos vãos.

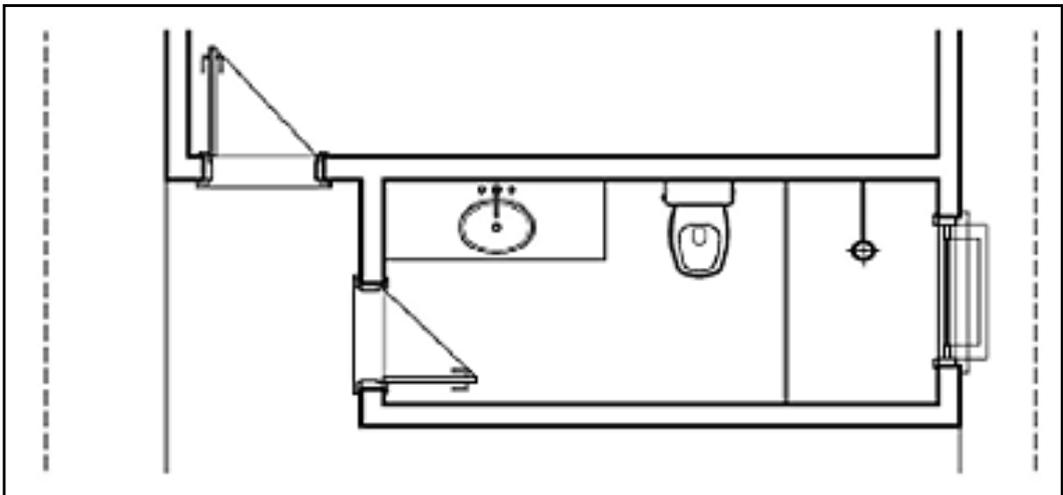
FIGURA 183 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

6. Depois de representar as esquadrias, você pode desenhar os equipamentos hidráulicos (banheiros, cozinhas, áreas de serviço, churrasqueiras etc.). Se quiser, você poderá representar outros componentes internos, mas não é obrigatório e deve-se sempre tomar cuidado para não deixar o desenho muito carregado e de difícil leitura.

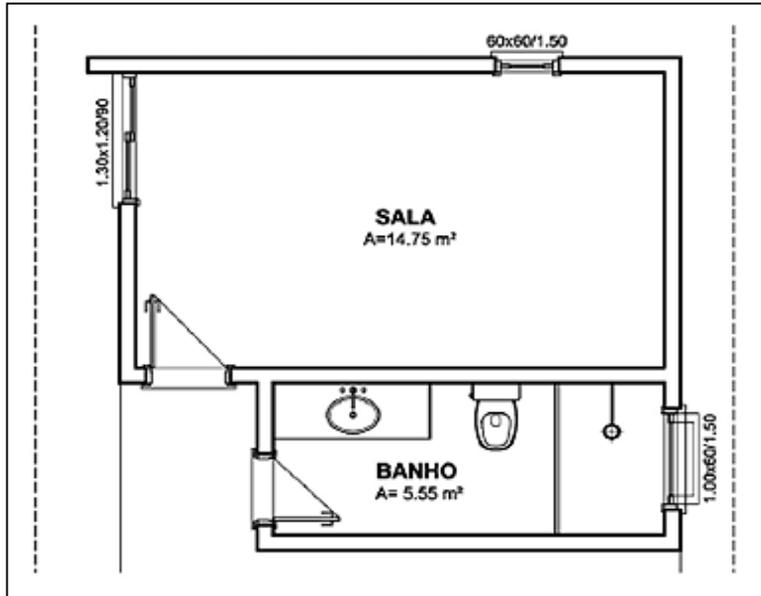
FIGURA 184 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

7. Agora que os ambientes estão prontos, escreva seus nomes, coloque junto a eles as áreas de cada compartimento. Indique também as dimensões das esquadrias (ou os códigos, se optar por fazer um quadro).

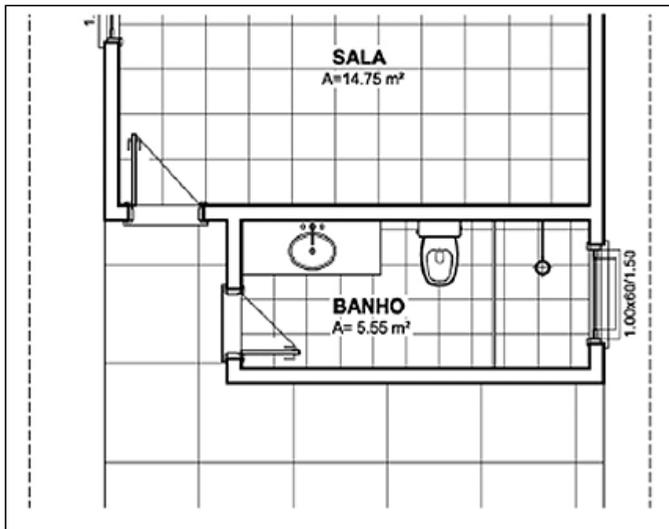
FIGURA 185 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

8. Depois de escrever todos os textos, desenhe as linhas dos pisos. Mas, atenção à escala! Se o desenho for muito pequeno, recomenda-se não fazer as linhas de piso para deixá-lo mais legível.

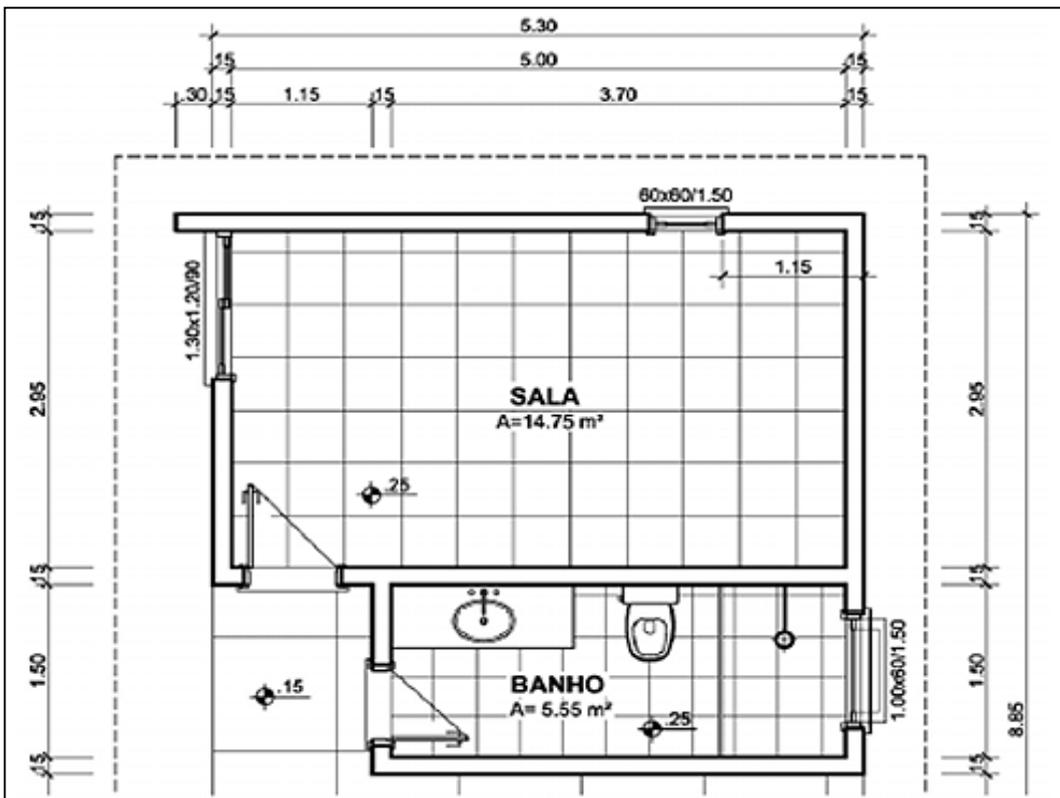
FIGURA 186 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

9. Agora está na hora de colocar as cotas e os níveis. Atenção para as regras de cotagem.

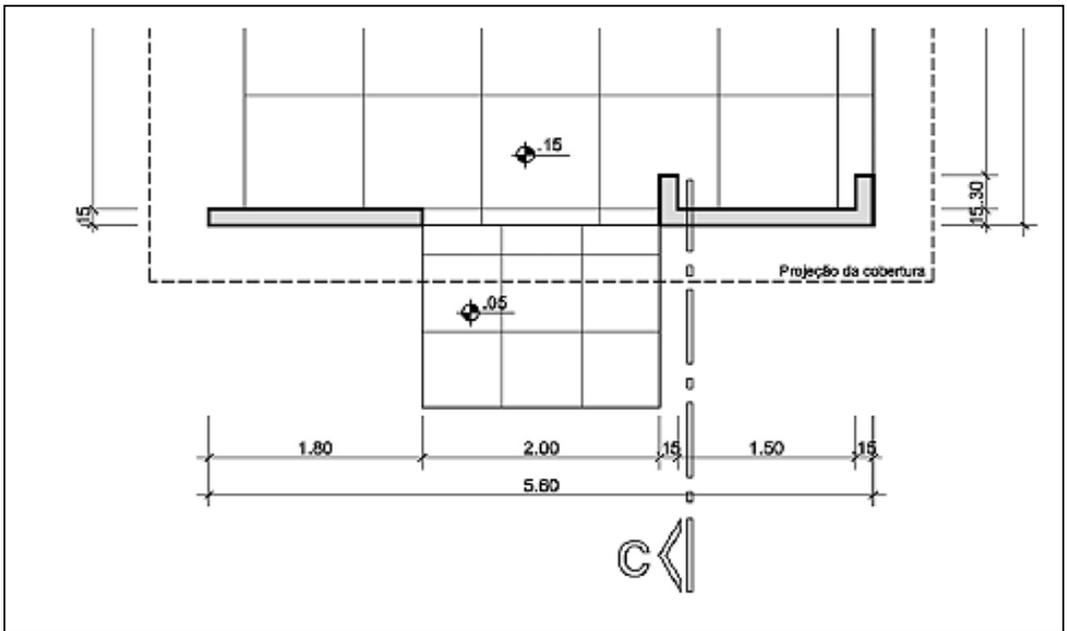
FIGURA 187 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

10. Para finalizar, coloque as indicações dos cortes e outros detalhes (se ainda existirem).

FIGURA 188 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DA PLANTA BAIXA



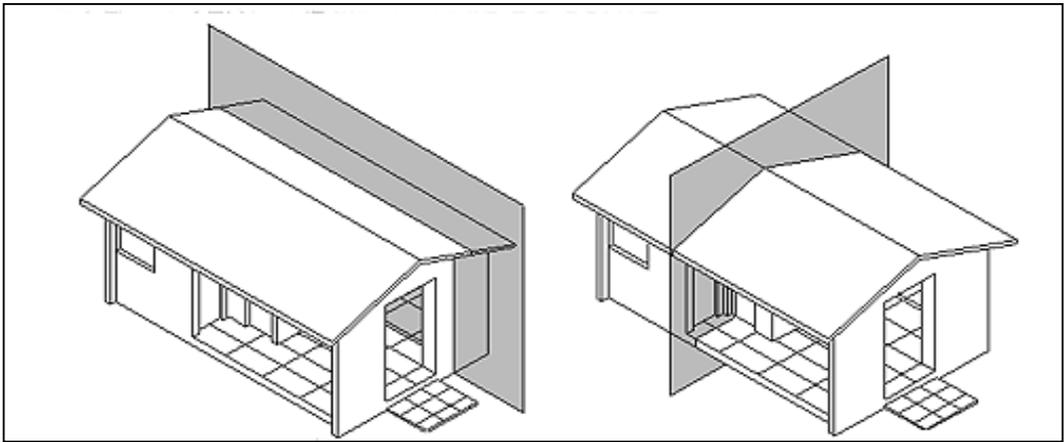
FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

Agora que você já aprendeu o que é uma planta baixa e como deve representá-la, iremos explicar outro tipo de intersecção por um plano imaginário: o corte.

2.2 PLANO VERTICAL INTERNO OU CORTES

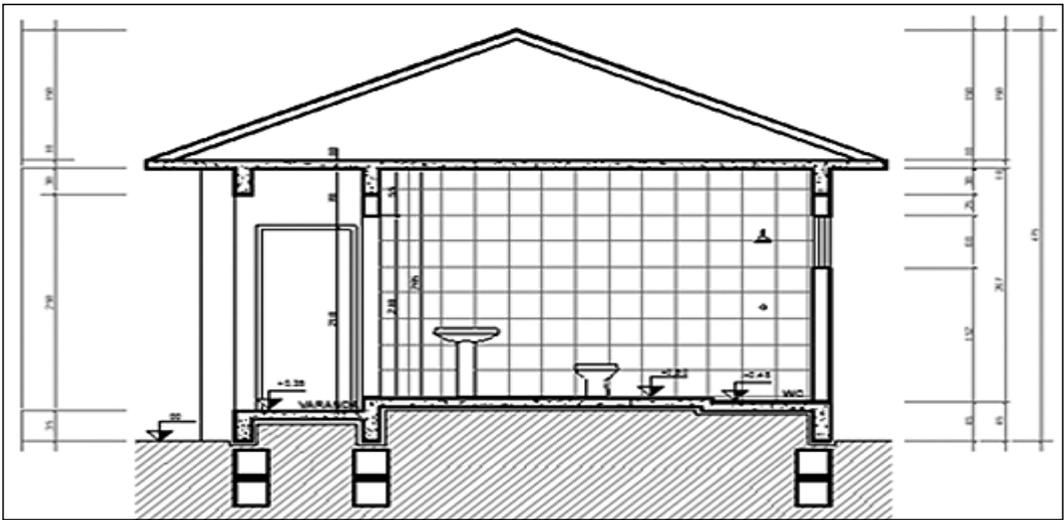
Os cortes são obtidos por planos verticais longitudinais ou transversais que interceptam as paredes, janelas, portas, lajes, fundações e coberturas. Somente a planta baixa não é suficiente para informar os elementos construtivos necessários para a execução. O corte, por sua vez, proporciona um desenho demonstrativo das diferentes alturas dos elementos projetados, funcionando como um complemento representativo.

FIGURA 189 – O PLANO VERTICAL IMAGINÁRIO DO CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.larapedia.com/engenharia_e_tecnologia_resumos/o_que_e_desenho_arquitetonico.html>. Acesso em: 21 jan. 2016.

FIGURA 190 – EXEMPLO DE DESENHO DE CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.larapedia.com/engenharia_e_tecnologia_resumos/o_que_e_desenho_arquitetonico.html>. Acesso em: 26 jan. 2016.

2.2.1 Composição do desenho de cortes

Em geral, são realizados dois cortes, um longitudinal (acompanhando a maior dimensão da edificação) e outro transversal (acompanhando a menor dimensão da edificação), e estes devem conter no mínimo:

- Todos os elementos seccionados (paredes, portas, janelas, vergas, lajes, vigas etc.) e visualizados.
- Fundações, solos e aterros.

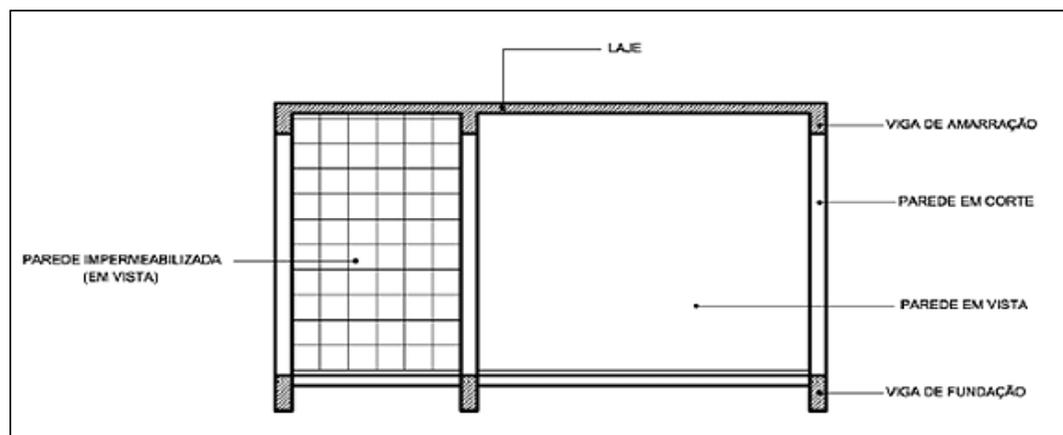
- As dimensões de janelas, portas, seções de paredes, vergas, lajes e o pé-direito de todos os pavimentos.
- Detalhes da cobertura.
- Equipamentos hidráulicos.
- As texturas de revestimentos especiais em todos os pavimentos (azulejos, pedras, mosaicos etc.). Por exemplo: cerâmicas nas áreas molhadas (banheiros e cozinha).
- Níveis, cotas e o nome de todos os ambientes cortados pela linha de corte.
- Informações textuais complementares que se achar necessário para a compreensão do projeto (mais simplificadas do que as trazidas em planta baixa).

Apesar de ser comum dois cortes, o projetista poderá determinar um número diferente em função das necessidades do projeto. Segundo Schueler, Jorge Filho e Meulam Filho (2014, p. 44), são fatores que influenciam a quantidade de cortes: “a irregularidade das paredes internas, a sofisticação de acabamentos internos, o formato poligonal da construção, as diferenças de níveis nos pisos e a existência de detalhamentos internos”. A seguir explicaremos cada item integrante do desenho de um corte:

✓ **Paredes:** nos cortes, as paredes podem aparecer cortadas ou em vista. Ambas seguem o mesmo desenho da planta baixa: paredes seccionadas devem ser representadas com traço mais forte e paredes em vista com traços mais finos.

✓ **Lajes e vigas:** chamamos de laje o plano horizontal estrutural e de viga o elemento linear horizontal que contorna toda laje, fornecendo apoio e descarregando as cargas sobre os pilares. As lajes e as vigas devem ser representadas através de linhas paralelas com traço grosso, e preenchidas por hachuras que indicam o material (concreto). Estas hachuras podem ser feitas através do preenchimento total, do uso de textura convencionada do concreto (pela norma) ou com traços inclinados a 45º, conforme o exemplo da figura a seguir:

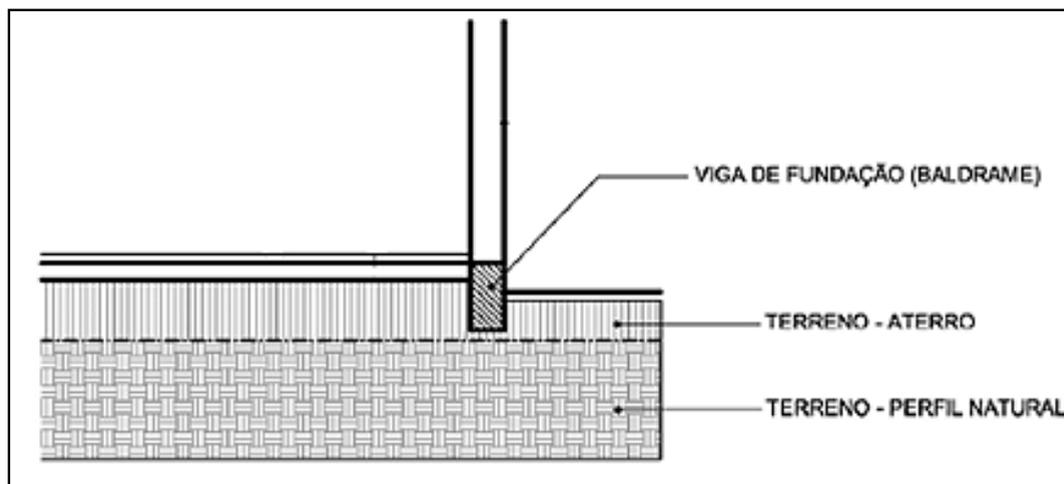
FIGURA 191 – REPRESENTAÇÃO DE PAREDES, LAJES E VIGAS



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Fundações:** a representação das fundações no projeto de edificações é opcional, pois será o projeto estrutural que definirá o seu tipo adequado e suas dimensões de acordo com cálculo apropriado para cada situação. Recomenda-se que no desenho técnico de edificações sejam representadas no mínimo as vigas de fundação, também conhecida como viga de baldrame, e o perfil do terreno, para fornecer uma noção geral da solução estrutural (XAVIER, 2011).

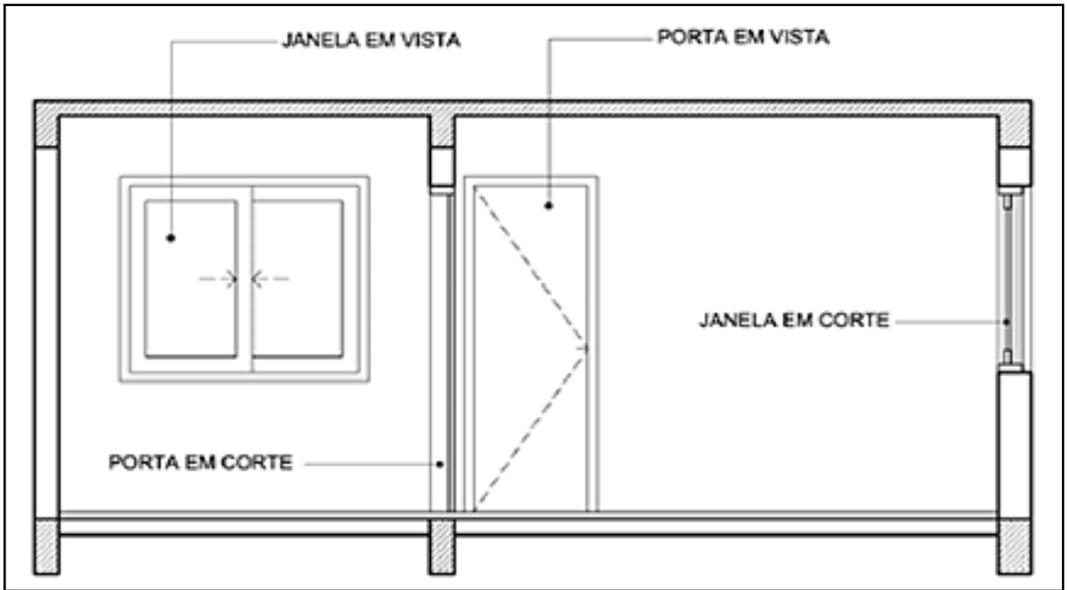
FIGURA 192 – REPRESENTAÇÃO DA VIGA DE BALDRAME E DO TERRENO



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Esquadrias:** lembre-se de que assim como nas plantas baixas, no corte as esquadrias também devem ser representadas de acordo com a escala do desenho. De maneira geral, recomenda-se que as janelas e as portas cortadas sejam representadas com no mínimo seus marcos e folhas. Em vista, portas devem ser representadas com as vistas (normalmente 5 cm a 8 cm), e as janelas por suas vistas e folhas. Em ambas representações recomenda-se que seja indicado o sentido de abertura da esquadria através de setas com linhas tracejadas, conforme o exemplo da figura a seguir (XAVIER, 2011).

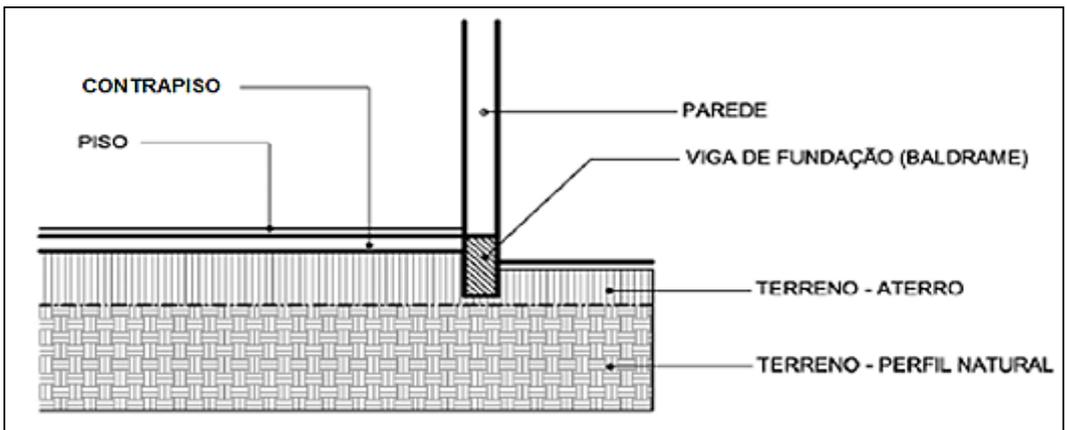
FIGURA 193 – REPRESENTAÇÃO DE ESQUADRIAS EM VISTA E EM CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Piso e contrapiso:** em uma construção, o piso tem aproximadamente 1 cm (incluindo a argamassa). No desenho, ele é representado logo acima do contrapiso e deve ser traçado com linha fina. O contrapiso, por sua vez, terá uma linha mais grossa e costuma ser representado com 10 cm de espessura (XAVIER, 2011).

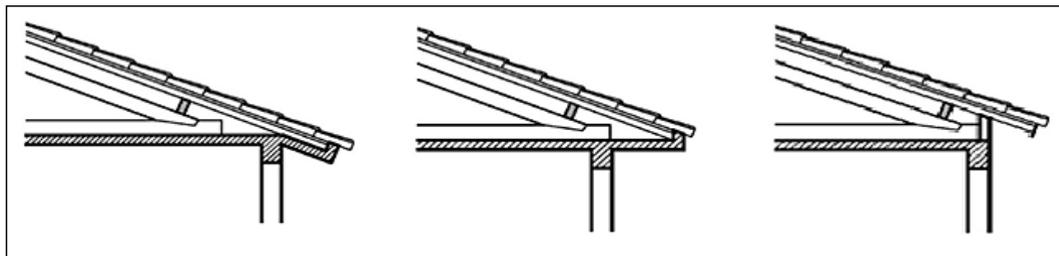
FIGURA 194 – REPRESENTAÇÃO DO PISO E CONTRAPISO



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Beirais:** o beiral é um prolongamento do telhado a partir da parede externa. Os beirais mais comuns possuem 80 cm de profundidade, podem ser planos ou inclinados e feitos com vários materiais. Na planta baixa os beirais aparecerão como um elemento em projeção, mas no corte, sua representação deverá ser completa. Observe os exemplos a seguir:

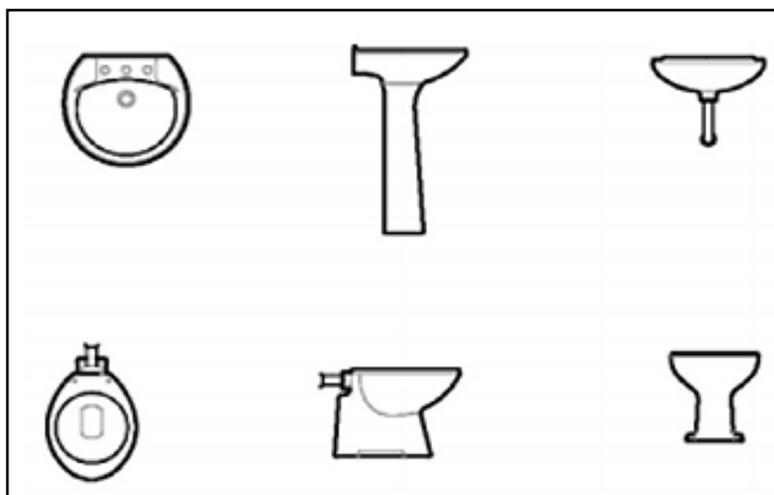
FIGURA 195 – REPRESENTAÇÃO DE BEIRAL INCLINADO DE CONCRETO, PLANO DE CONCRETO E INCLINADO DE MADEIRA



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Equipamentos hidráulicos:** todos os equipamentos hidráulicos fixos que colocamos em planta baixa também devem aparecer em corte. Estes equipamentos serão representados em vista e devem ser desenhados sem muito detalhamento, mas respeitando os traços básicos. Isso evita que no desenho eles chamem mais atenção do que outros elementos de maior importância.

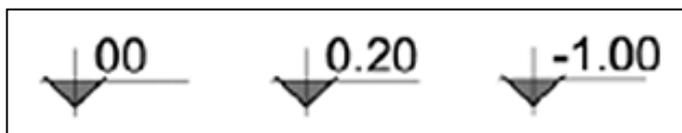
FIGURA 196 – REPRESENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS EM CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

✓ **Níveis:** todos os níveis devem ser indicados no corte, mesmo que em planta esta informação se repita. As regras para colocar os valores dos níveis são as mesmas que nas plantas baixas, o que muda é que em corte a simbologia é diferente, por uma lógica simples: ao invés de vermos o nível de cima, no corte o vemos de perfil.

FIGURA 197 – REPRESENTAÇÃO DE NÍVEIS EM CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

2.2.2 Colocação de cotas em cortes

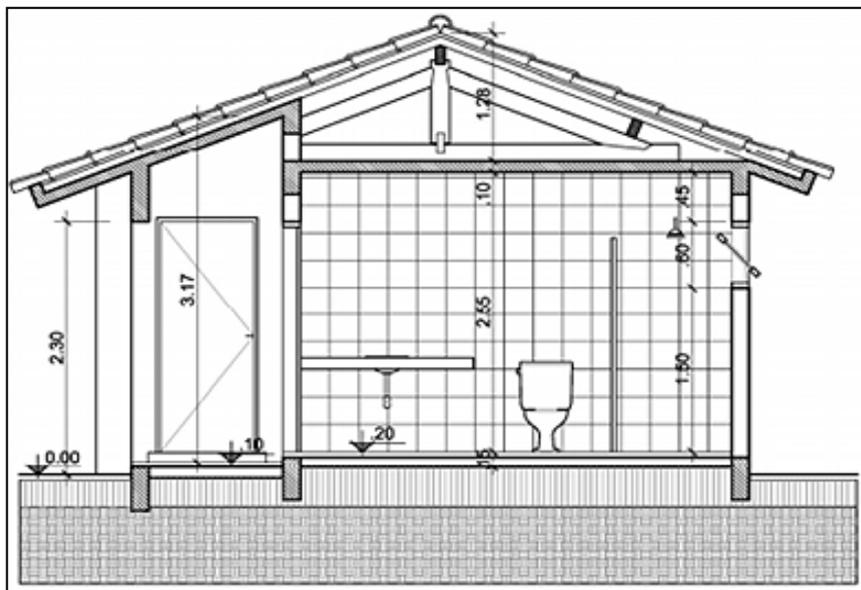
Em corte são colocadas apenas as cotas verticais (de altura). A única cota horizontal permitida em corte é a cota do beiral da cobertura, que também pode ser colocada na planta baixa. As regras de confecção das cotas são as mesmas que estudamos na Unidade 1. Devem ser cotados nos cortes: os pés-direitos (altura do piso ao forro/teto), os peitoris e as janelas; as portas e os portões, a espessura das lajes, a espessura dos pisos e contrapisos, as alturas de patamares de escadas, a altura dos componentes da cobertura e a altura de reservatórios. Lembramos que estes itens são o mínimo, e que dependendo da complexidade da edificação, outros dimensionamentos são necessários (XAVIER, 2011).

A colocação de cotas em cortes pode ser feita de duas maneiras:

1) As cotas são colocadas **fora do corte**. Neste caso, linhas auxiliares ou de extensão são puxadas para facilitar a leitura dos objetos dimensionados. Este tipo de cota não permite que vários elementos internos de projeto sejam cotados, por isso ela pode, e deve, ser combinada com o tipo de cota.

2) As cotas são colocadas **dentro do próprio corte**. Neste caso, na maioria das vezes, não há necessidade de puxar linhas auxiliares. Estas são somente utilizadas quando se contam aberturas também pelo lado de dentro do corte.

FIGURA 198 – COTAS FORA DO CORTE E DENTRO DO CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.



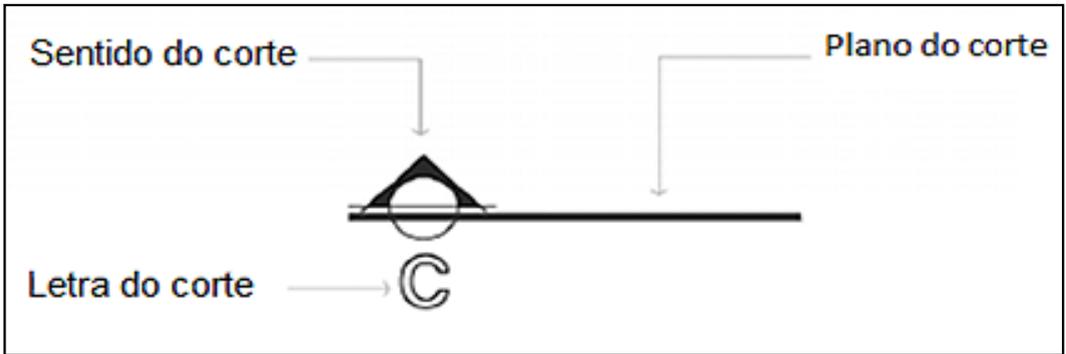
Aconselhamos que a planta baixa e o corte sejam desenhados na mesma escala. Isso porque facilita a construção do desenho, pois permite a utilização da técnica do rebatimento e facilita também a interpretação do projeto.

2.2.3. Posicionamento dos cortes

Os cortes podem ser feitos em qualquer lugar da edificação, mas a escolha não deve ser aleatória. Recomenda-se que os planos de corte sejam posicionados em lugares onde tenha a presença de pés-direitos ou níveis variáveis, de esquadrias especiais, de elementos estruturais diferenciados, de escadas etc. Outra recomendação é que o corte passe pelas áreas molhadas e pelo reservatório. Isto deve-se ao fato de que estes lugares precisam de maior visualização para esclarecimentos construtivos (XAVIER, 2011).

Após resolver o posicionamento dos planos de corte e o sentido de visualização, eles devem estar indicados nas plantas baixas, para facilitar a leitura e interpretação destes desenhos. A indicação dos cortes em planta baixa tem uma simbologia específica e deve conter no mínimo os seguintes elementos: sentido de visualização indicado por uma seta, plano de corte indicado por uma linha contínua mais grossa e a letra do corte, que começará sempre pelo "A" (conforme já explicamos anteriormente neste caderno).

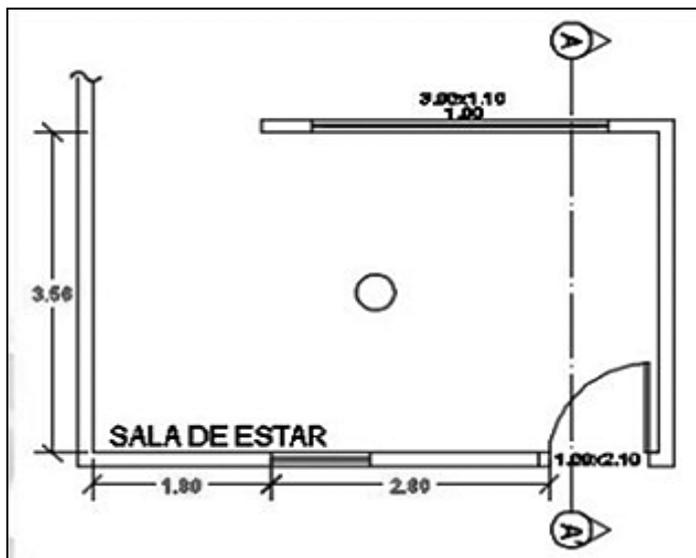
FIGURA 199 – INDICAÇÃO DO CORTE



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

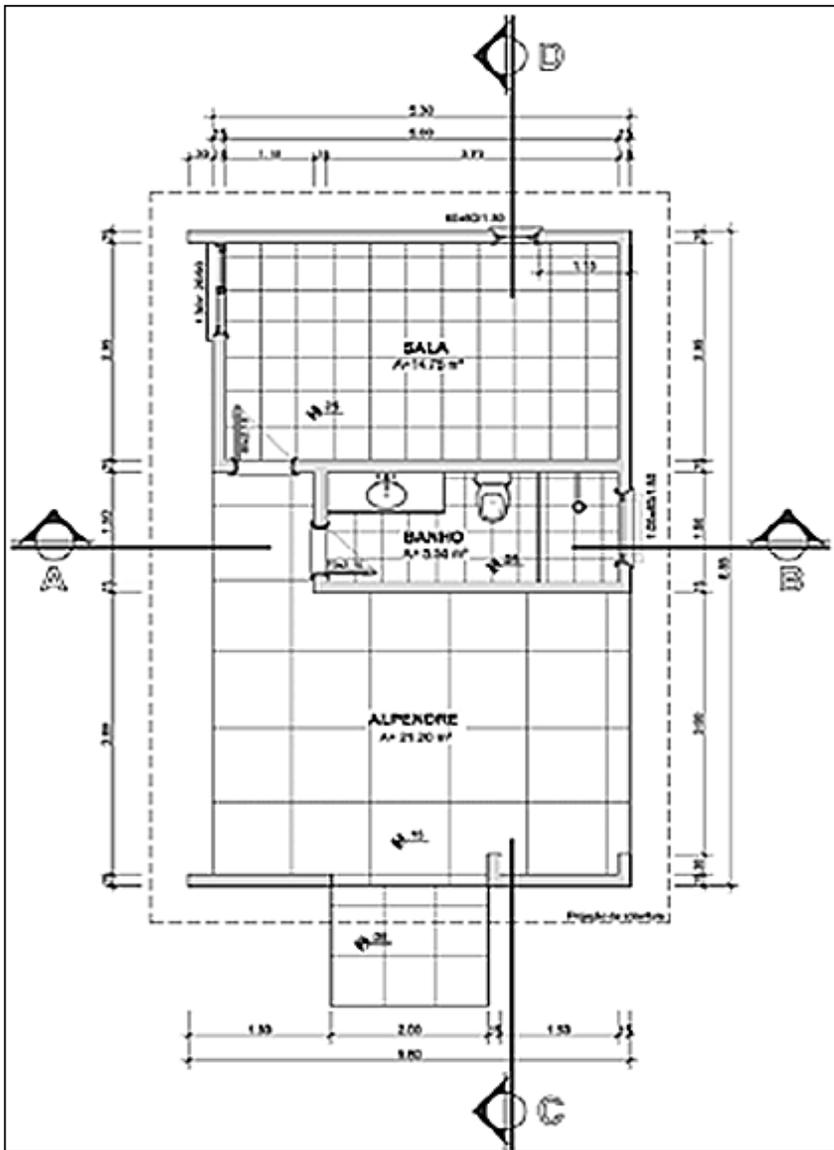
A linha do plano de corte pode perpassar um pouco o desenho, desde que possua uma linha mais forte para que a diferencie dos demais elementos. Também pode estar mais afastada para deixar o desenho mais limpo, ou ainda, pode o símbolo do corte ser conectado por uma linha feita com traço e ponto. As figuras a seguir são exemplos da simbologia de marcação dos cortes em edificações.

FIGURA 200 – MARCAÇÃO DA LINHA DO CORTE COM TRAÇO E PONTO



FONTE: Disponível em: <<http://leiautdicas.com/author/leiautdicas/page/35/>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

FIGURA 201 – MARCAÇÃO DA LINHA DO CORTE APENAS COM SETA



FONTE: Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

2.2.4 Sequência de montagem do corte

Para realizar o corte você precisará da planta baixa e de mais algumas informações, como:

- Espessura do contrapiso (normalmente é de 10 cm).
- Espessura do piso (normalmente é de 0,5 a 1 cm).
- Pé-direito (a medida usual é em torno de 2,60 a 2,70 m, mas a legislação fornece as medidas mínimas para cada tipo de ambiente que devem ser obedecidas).
- Altura das portas e janelas (usualmente as portas têm 2,10 m e as janelas ficam alinhadas na parte superior por esta mesma medida).

- Altura da viga que suporta a laje do pavimento superior ou do telhado. Geralmente se estabelece, preliminarmente, 1/10 (viga de concreto) do vão entre os apoios da viga. Assim, uma sala com vão de 3 metros terá uma viga de 30 cm.
- Altura das vigas de baldrame (normalmente 30 cm).
- Revestimentos das paredes internas do banheiro, que irão variar dependendo do tamanho do azulejo que se quer aplicar.

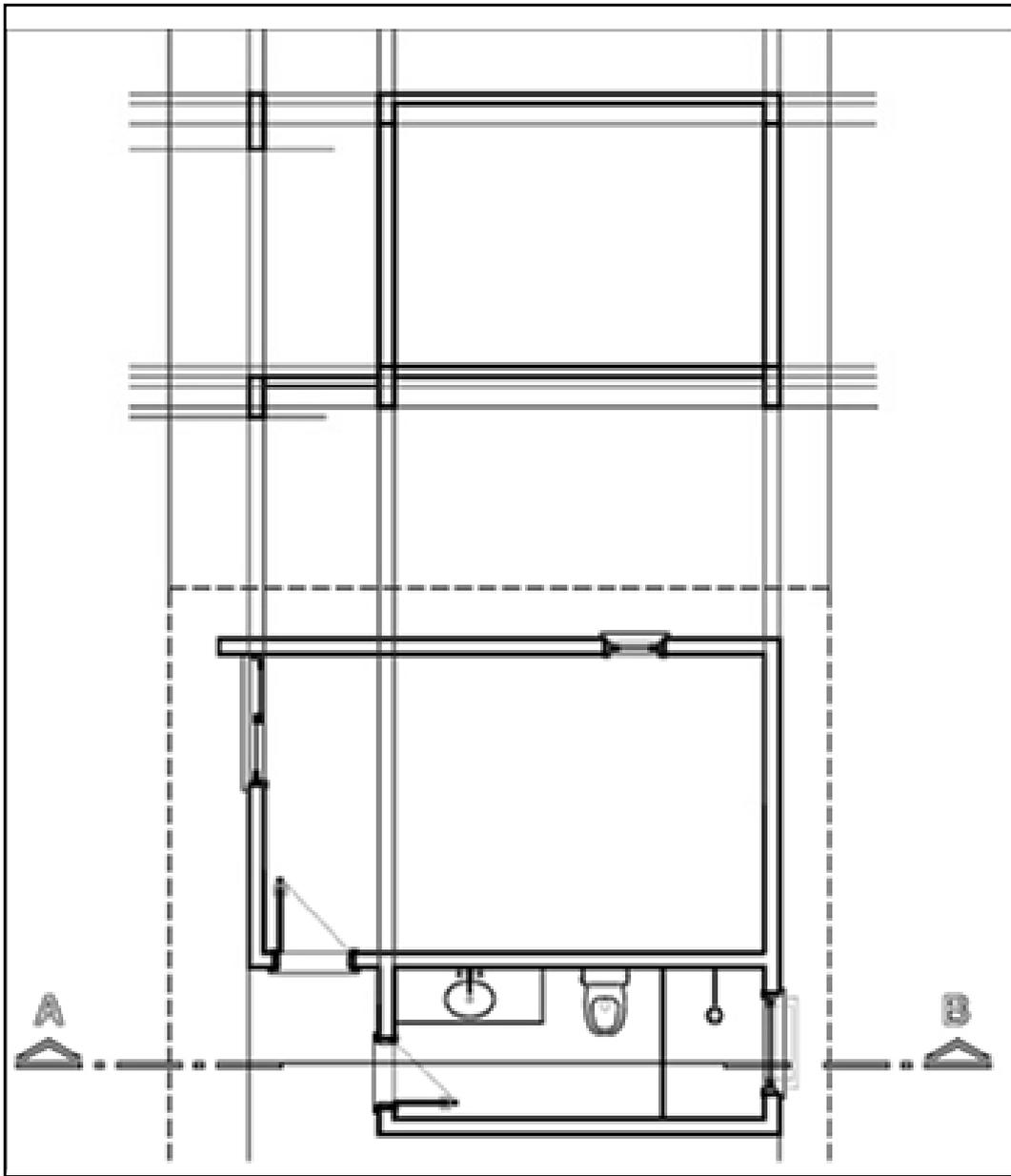
Tendo este material, comece fazendo a representação da linha de corte na planta baixa, que deve seccionar a planta transversalmente ou longitudinalmente. A linha de corte deve passar de fora a fora na planta baixa. Procure utilizar os critérios já apresentados para escolher o local do corte.

Depois de traçada a linha, faça a representação das setas da linha de corte. Lembre-se de que a seta deverá ser apontada para o sentido da visualização. Fixe a folha da planta baixa, mais ou menos no meio da prancheta, de tal forma que as setas que indicam a direção do corte apontem para cima. Atentar para o paralelismo do desenho da planta baixa em relação à régua paralela. Fixe outra folha de papel manteiga logo abaixo do desenho da planta baixa. Não importa se esta segunda folha se sobrepor à primeira. O importante é que, na planta baixa, a linha de corte e tudo o que estiver acima dela fiquem aparentes.

Feito isso, siga estes passos para confeccionar o corte:

1. Desenhe, na parte de baixo da sua folha, uma linha horizontal para representar a linha do terreno (traço bem fino e leve). Este será o nível 0,0.
2. A partir da planta baixa, “puxe” linhas auxiliares verticais bem finas para cada um dos elementos que serão representados no corte (paredes, portas, janelas etc.). Isto facilita o traçado, pois elimina a necessidade de medir de novo estes elementos.

FIGURA 202 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DO CORTE

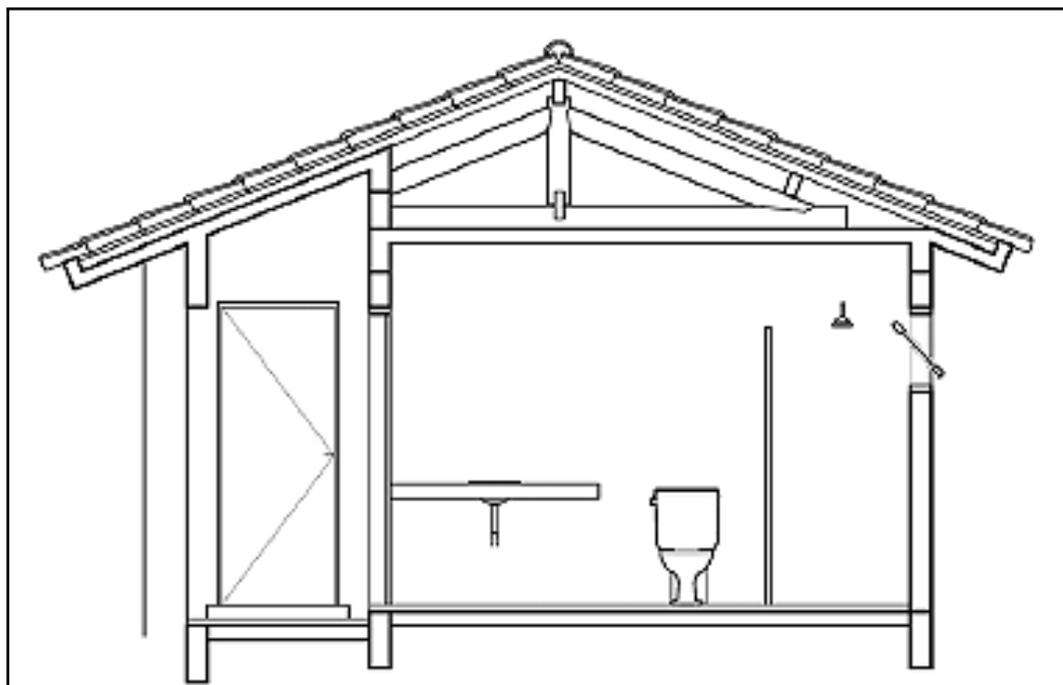


FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

3. Marque, a partir da linha do terreno, a medida do nível interno da edificação e trace uma linha horizontal dentro dos limites das paredes externas. Esta é a linha de piso. Agora você já pode apagar a linha do terreno que está dentro das paredes externas.
4. Marque a espessura do piso e trace uma linha horizontal para representá-lo. Esta espessura é marcada abaixo da medida do nível interno da casa (linha do piso). Esta segunda linha é a linha do contrapiso.

5. Abaixo de cada uma das paredes cortadas, para as quais já devem existir linhas auxiliares traçadas, haverá uma viga de baldrame. Portanto, você deve medir a altura das vigas de baldrame e traçá-las. Esta altura é marcada a partir da linha de contrapiso.
6. A partir da linha do piso, marque para cima e trace a altura do pé-direito. A linha horizontal que representa o forro deve ir de beiral a beiral.
7. Nas paredes que contenham aberturas seccionadas pelo plano de corte, marque as medidas das alturas dessas aberturas (e os parapeitos para o caso das janelas) e desenhe-as.
8. Acima de cada uma das paredes cortadas haverá uma viga. Portanto, a partir da linha de forro, você deverá medir para baixo a altura das vigas e traçá-las. Meça e trace também a espessura da laje.
9. Desenhe todos os objetos em vista (portas e janelas não seccionadas).
10. Agora você já pode apagar com cuidado as linhas auxiliares.

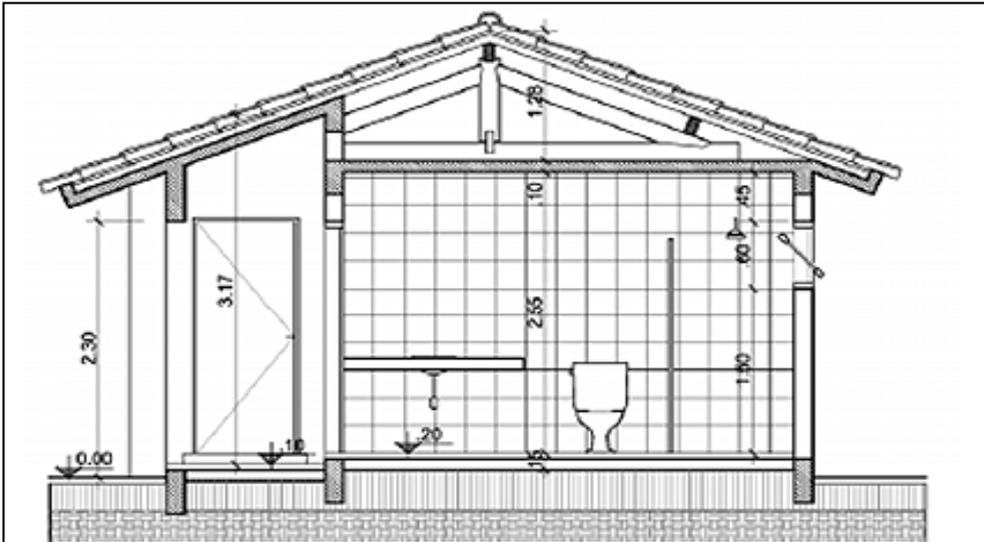
FIGURA 203 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DO CORTE



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

11. O próximo passo é representar o revestimento cerâmico da parede das áreas molhadas, ressaltar o contorno das linhas das paredes e dos elementos estruturais (vigas e lajes) seccionados. Os traços das aberturas devem ficar mais finos que os demais traços.
12. Finalize desenhando a textura de concreto para os elementos estruturais (vigas e lajes) e para o contrapiso. Esta textura deve ser suave. Coloque as cotas de altura, os níveis e os textos informativos (se houver).

FIGURA 204 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DO CORTE



FONTE: Disponível em: <<http://www.pelotas.com.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

RESUMO DO TÓPICO 2

Chegamos ao final do Tópico 2 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

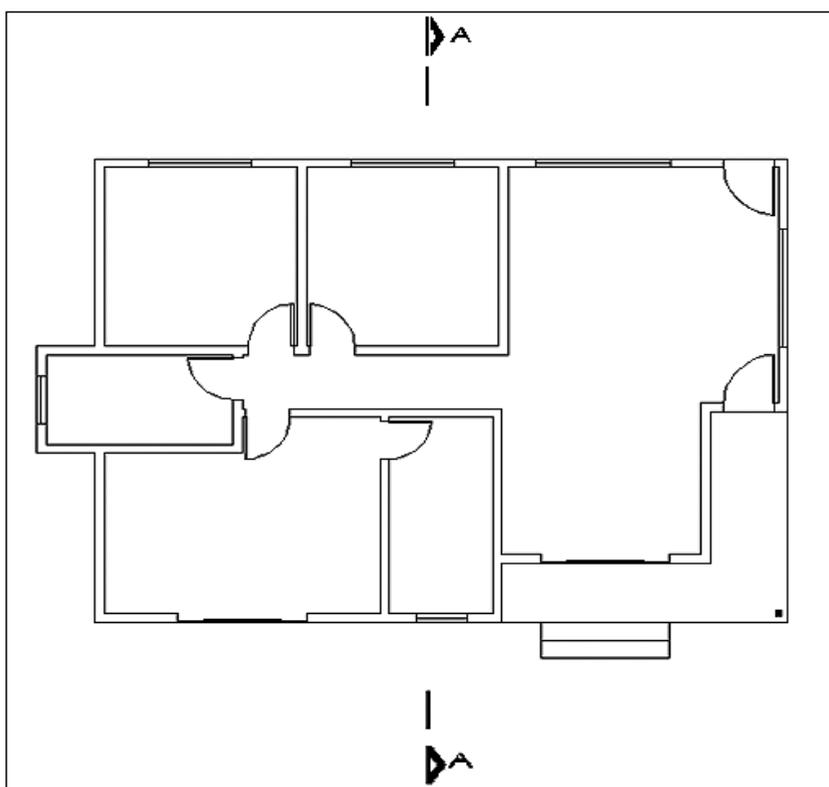
- Que a planta baixa é uma representação dos ambientes internos de uma edificação, obtida através de uma intersecção de um plano horizontal paralelo ao piso, em uma altura convencional de 1,20 a 1,50 m. Nela devem aparecer todos os elementos que este plano transpassar.
- Que os cortes são desenhos obtidos por planos verticais que interceptam longitudinalmente ou transversalmente todos os elementos da edificação. Os cortes são considerados um importante complemento para a planta baixa, porque é somente no corte que são mostradas as diferentes alturas dos elementos construtivos projetados.
- Que o projetista deve determinar a posição e o número de cortes de acordo com as necessidades de visualização. Recomenda-se no mínimo dois, um transversal e outro longitudinal, e que estes passem por locais onde existam elementos diferenciados.
- Que nos cortes devem ser colocadas somente as cotas verticais.
- Que cada elemento da planta baixa e do corte possui uma representação convencional através de símbolos, espessura de linhas, hachuras etc.



Agora, vamos praticar?

A planta baixa a seguir está desenhada de forma simplificada, na escala 1:100. Reproduza este desenho em uma folha separada mantendo a escala 1:100 (use um escalímetro para medir) e complete-o com os seguintes itens:

- a) Nome dos ambientes e m^2 ;
- b) Desenho do piso (áreas molhadas) e dos equipamentos hidráulicos;
- c) Medidas das esquadrias;
- d) Projeção do beiral;
- e) Cotas e níveis.



Agora, desenhe um corte no local onde passa a marcação na planta. Primeiro represente-o na planta baixa com a linha e a seta que explicamos, em seguida construa-o com todos os elementos que você aprendeu e seguindo a mesma escala da planta baixa (1:100).

Como forma de treinar ainda mais, você pode tentar desenhar a planta baixa da sua casa. Que tal começar agora mesmo?



Assista ao vídeo de resolução desta questão



DESENHO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS PREDIAIS: ELEMENTOS, SIMBOLOGIAS E ESQUEMAS

1 INTRODUÇÃO

Quando vamos realizar o desenho de circuitos elétricos prediais, precisamos conhecer antes de tudo os elementos elétricos, depois a sua simbologia, como elaborar os diagramas, qual a quantidade correta de tomadas e de pontos de luz que são necessários e, por último, a maneira de representar todos estes elementos em desenho. Iremos explicar neste tópico todos esses itens.

2 DESENHO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS PREDIAIS

2.1 ELEMENTOS ELÉTRICOS

Instalação elétrica é uma associação de elementos coordenados entre si, para fornecer luz, calor, movimento ou transmissão de sinais (LARA, 2012). Confira a seguir cada um desses elementos:

✓ **Medidor de energia elétrica:** é um dispositivo eletrônico ou eletromecânico que é utilizado pela concessionária para medir o consumo de energia elétrica da unidade (DE PAULA, 2013).

✓ **Quadro de distribuição:** tem a função de receber energia, concentrar e distribuir por toda instalação elétrica. Ele deve estar posicionado em locais de fácil acesso, de tal forma que possibilite maior funcionalidade e deve estar também em local seguro, o mais próximo do medidor e, se possível, centralizado na edificação. Deve ser instalado a 1,20 m do contrapiso em local arejado (evitando áreas molhadas) (DOUTORES DA CONSTRUÇÃO, 2016).

FIGURA 205 – QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO



FONTE: Disponível em: <<http://www.renatec.ind.br/br/produto/quadros-de-distribuio>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

✓ **Disjuntores:** é um dispositivo que funciona como proteção da instalação elétrica, pois ele interrompe a alimentação quando ocorrem curtos-circuitos ou sobrecargas na rede. Os disjuntores são embutidos nos quadros de distribuição.

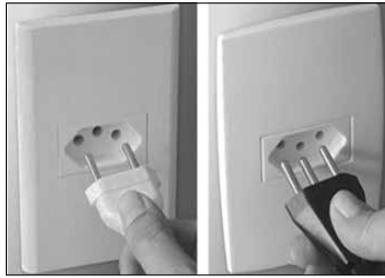
FIGURA 206 – DISJUNTOR



FONTE: Disponível em: <<http://eletricaesusduvidas.blogspot.com.br/2010/11/disjuntores-os-disjuntores-sao.html>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

✓ **Tomadas elétricas:** são componentes que distribuem e recebem eletricidade, servindo também para conectar equipamentos que utilizam energia elétrica. A NBR 14136 (ABNT, 2002) estabelece que o padrão adotado seja o de pino redondo com três entradas.

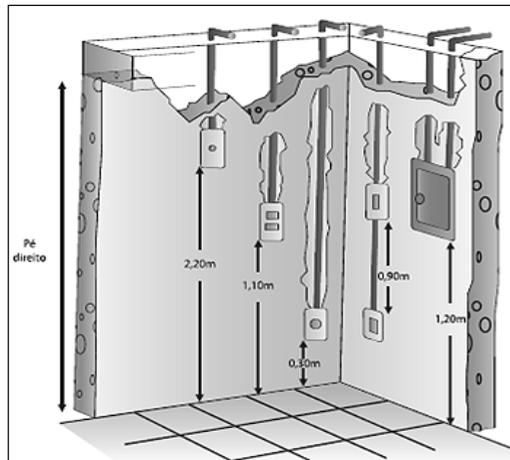
FIGURA 207 – TOMADAS COM O NOVO PADRÃO (TRÊS PINOS)



FONTE: Disponível em: <<http://www.eletricapj.com.br/pj-indica.aspx>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

As tomadas podem ser localizadas em três alturas diferentes. A tomada alta é instalada entre 2,10 e 2,20m do contrapiso. Estas tomadas são indicadas para equipamentos como ar-condicionado, chuveiro elétrico, televisores etc. A tomada média fica entre 1,00 e 1,10m do contrapiso e é a altura mais convencional, principalmente em residências. Por fim, temos a tomada baixa, que fica entre 30 e 40 cm do contrapiso, que é muito utilizada em escritórios.

FIGURA 208 – ALTURA DAS TOMADAS, INTERRUPTORES E QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO



FONTE: Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/doutores-da-construcao-manual-de-treinamento-eletrica.html>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

Elas podem ser classificadas como tomadas de uso geral e uso específico. As tomadas de uso geral são aquelas destinadas a aparelhos móveis e as tomadas de uso específico são para os equipamentos fixos. Além disso, existem tomadas diferenciadas, como as de telefonia, de informática e de antena de televisão, por exemplo.

✓ **Interruptores:** o interruptor é um dispositivo que serve para abrir e fechar um circuito elétrico. Este dispositivo pode ser simples, paralelo ou intermediário.

O interruptor simples aciona lâmpadas a partir de um único ponto, diferente do interruptor paralelo, que é utilizado para acionar uma lâmpada a partir de dois pontos diferentes. O interruptor intermediário é utilizado para acionar um ponto de luz em três ou mais lugares. Normalmente são instalados na mesma altura da tomada média, entre 1,00 e 1,10m do contrapiso (DOUTORES DA CONSTRUÇÃO, 2016).

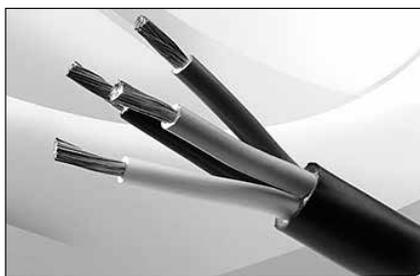
FIGURA 209 – INTERRUPTORES



FONTE: Disponível em: <<https://www.santil.com.br/produto/1702263/conjunto-2-interruptores-simples-1-interruptor-paralelo-10a-250v-s3b62190-schneider-miluz>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

✓ **Condutores Elétricos:** são os fios e os cabos. Os fios elétricos possuem uma seção circular feita de cobre ou alumínio e recoberta por isolamento plástico nas cores vermelho, azul, preto, branco, amarelo ou verde. Os cabos elétricos possuem várias seções circulares trançadas. Ambos são responsáveis por conduzir eletricidade em uma instalação.

FIGURA 210 – CONDUTORES ELÉTRICOS



FONTE: Disponível em: <<http://www.cablerna.com.br/>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

✓ **Pontos de luz:** ponto fixo no teto destinado à iluminação, que é acionado através de um interruptor. Recomenda-se que um ambiente tenha no mínimo um ponto de luz, mas nada impede que ele tenha outros, que podem ser destinados à iluminação focada, decoração etc.

Antes de iniciarmos as explicações sobre simbologias e esquemas, precisamos saber que a energia elétrica que recebemos em casa chega por meio de três fios que distribuem as tensões: um fase, um neutro e um terra. Este tipo de instalação é conhecido como monofásica e é a mais comum. Para que uma corrente

elétrica possa circular ela precisa de um percurso completo (circuito fechado), ou seja, de ida e volta, o que significa que um só fio não pode alimentar nenhum aparelho (NETTO, 2016).

Terra: o solo terrestre é um semicondutor de eletricidade. Isso significa que a ligação de um objeto à terra é a garantia de que ele não vai causar choque se for tocado (NETTO, 2016). Também conhecido como condutor de proteção, é um condutor ligado a hastes cravadas na terra e que acompanha todos os circuitos com a função de proteger o usuário contra choque e o equipamento contra tensão de sobrecarga. A NBR 5410 (ABNT, 2004) indica para o condutor de proteção a utilização de fios elétricos na cor verde ou verde-amarelo.

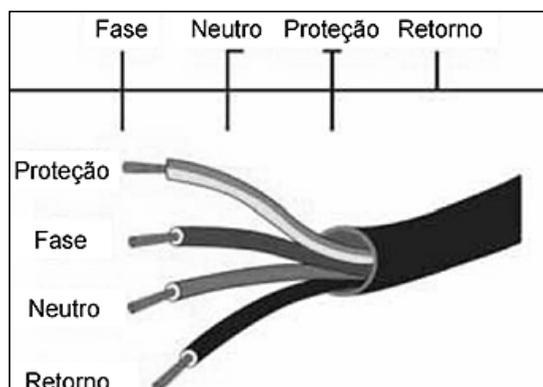
Neutro: o condutor neutro é aquele que não possui tensão, ou seja, que não está carregado. Este condutor deve estar sempre associado à fase e a indicação de cor para o fio elétrico é a azul clara (ABNT, NBR 5410, 2004).

Fase: o condutor que apresenta potencial elétrico é denominado de fio fase. Evidentemente, se com os pés no chão tocarmos nesse condutor, tomaremos choque (NETTO, 2016). Podemos dizer então que neste condutor há tensão de 127 ou 220V. Para a fase, a NBR 5410 (ABNT, 2004) prevê que pode ser utilizada qualquer cor de fio elétrico, mas o mais usual para a fase é a cor vermelha.

Retorno: nas instalações de iluminação, o retorno é o condutor que liga o ponto de luz à tomada. Ao acionar a tomada fecha-se o circuito e a lâmpada acende. Assim como a fase, o fio elétrico do retorno pode ser de qualquer cor, mas o mais usual é a cor preta.

No desenho de instalações elétricas prediais, os fios terra, neutro, fase e retorno são representados por simbologias feitas a partir de linhas, como as da figura a seguir:

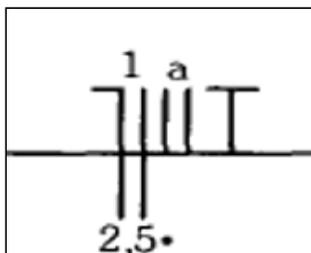
FIGURA 211 – FIO FASE, NEUTRO, PROTEÇÃO (TERRA) E RETORNO E SUA SIMBOLOGIA



FONTE: Disponível em: <http://www.lapsi.eleetro.ufrgs.br/~luizfg/disciplinas_IEPrediais_arquivos/ENG04482_aula_11_Esquemas_Instalacoes.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2016.

A sequência correta destes elementos em desenho consiste em primeiro representar o condutor neutro, depois o fase, em seguida o retorno e por último o terra. Na parte inferior recomenda-se que seja indicada a bitola (diâmetro) dos condutores. Todos os condutores de um mesmo circuito terão a mesma bitola de fio (GONÇALVES, 2012).

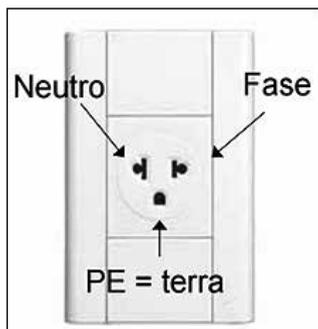
FIGURA 212 – SEQUÊNCIA DE INDICAÇÃO UNIFILAR



FONTE: Disponível em: <http://www.lapsi.eletr.ufrgs.br/~luizfg/disciplinas_IEPrediais_arquivos/ENG04482_aula_11_Esquemas_Instalacoes.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2016.

Nas tomadas há uma forma correta de fazer a instalação dos fios do circuito elétrico. Na esquerda sempre deverá ficar o neutro, na direita o fase e embaixo ou no meio (novo padrão) ficará o terra.

FIGURA 213 – INSTALAÇÃO DOS FIOS NA TOMADA



FONTE: Disponível em: <http://www.lapsi.eletr.ufrgs.br/~luizfg/disciplinas_IEPrediais_arquivos/ENG04482_aula_11_Esquemas_Instalacoes.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2016.



Para saber um pouco mais sobre instalações elétricas, consulte as seguintes

Normas Técnicas:

NBR 5410 (2004) – Instalações elétricas de baixa tensão;

NBR 5456 (2010) – Eletricidade geral – Terminologia;

NBR 5471 (1986) – Condutores elétricos.

2.2 SIMBOLOGIAS

A representação de circuitos elétricos unifilares prediais é feita a partir da planta baixa, e de acordo com a norma NB-8 da ABNT. Este desenho deve englobar (SENAI, 1996, p. 6):

- a localização dos pontos de consumo de energia elétrica, seus comandos e indicações dos circuitos a que estão ligados;
- a localização dos quadros e centros de distribuição;
- o trajeto dos condutores e sua projeção mecânica (inclusive dimensões dos condutos e caixas);
- um diagrama unifilar discriminando os circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra e proteção;
- as características do material a empregar, suficientes para indicar a adequabilidade de seu emprego tanto nos casos comuns, como em condições especiais.

Mas, como conseguiremos colocar todas essas informações em um desenho não muito grande, como uma planta baixa? Para isso, existem símbolos normatizados pela NBR 5444 (1989), que representam cada item do circuito elétrico. Os quadros a seguir apresentam os símbolos utilizados na representação de instalações elétricas prediais:

QUADRO 2 – SIMBOLOGIA ELÉTRICA

Quadros de distribuição		
Símbolo	Significado	Observações
	Quadro terminal de luz e força aparente.	Indicar as cargas de luz e força no quadro de cargas.
	Quadro terminal de luz e força embutido.	
	Quadro geral de luz e força aparente.	
	Quadro geral de luz e força embutido.	
	Caixa de telefone.	

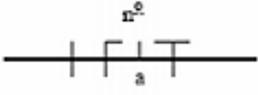
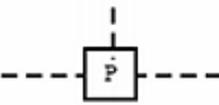
FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFtgQAJ/6-01-instalacoes-eletricas-baixa-tensao-apostila?part=3#>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

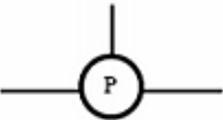
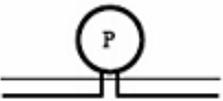
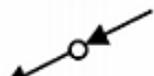
QUADRO 3 – SIMBOLOGIA ELÉTRICA

Interruptores			
Símbolo		Significado	Observações
	S^a	Interruptor de uma seção.	A(s) letra(s) minúscula(s) indica(m) o(s) ponto(s) comandado(s).
	$S_2^{a,b}$	Interruptor de duas seções.	
	$S_3^{a,b,c}$	Interruptor de três seções.	
	S_{3w}^a	Interruptor paralelo (<i>tree-way</i>).	
	S_{4w}^a	Interruptor intermediário (<i>four-way</i>).	
		Botão de minuteria.	
		Botão de campainha na parede.	

FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfTgQAJ/6-01-instalacoes-eletricas-baixa-tensao-apostila?part=3#>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

QUADRO 4 – SIMBOLOGIA ELÉTRICA

Dutos e distribuição			
Símbolo		Significado	Observações
		Eletroduto embutido no teto ou parede.	Só indicar a dimensão dos eletrodutos menos comuns na instalação. O mais comum para cada caso tem a sua dimensão indicada na legenda.
		Eletroduto embutido no piso.	
		Tubulação para telefone externo.	
		Tubulação para telefone interno.	
		Tubulação para campainha, som, anunciador, ou outro sistema.	
		Condutor fase, neutro, de retorno e de proteção respectivamente, no interior do eletroduto.	Cada traço representa um condutor. Indicar o n° do circuito e a designação do retorno por uma letra minúscula.
		Caixa de passagem no piso.	

	Caixa de passagem no teto.	Indicar dimensões na legenda ou junto à caixa (em mm).
	Caixa de passagem na parede.	
	Circuito que sobe	
	Circuito que desce	
	Circuito que passa subindo	
	Circuito que passa descendo	

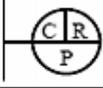
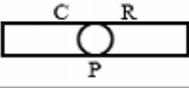
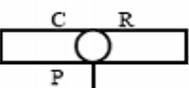
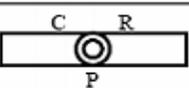
FONTE: Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFtgQAJ/6-01-instalacoes-eletricas-baixa-tensao-apostila?part=3#>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

QUADRO 5 – SIMBOLOGIA ELÉTRICA

Tomadas e pontos de utilização		
Símbolo	Significado	Observações
	Tomada baixa (0,30m do piso)	A potência deve ser indicada ao lado em VA (exceto se for 100VA). Se a altura for diferente da normalizada, também deverá ser indicado. Tomadas para motores e aparelhos de ar-condicionado devem indicar os HP (ou CV) ou BTU respectivos.
	Tomada média (1,30m do piso)	
	Tomada alta (2,00m do piso)	
	Tomada no piso	
	Campainha	

FONTE: Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFtgQAJ/6-01-instalacoes-eletricas-baixa-tensao-apostila?part=3#>> Acesso em 03 de fevereiro de 2016.

QUADRO 6 – SIMBOLOGIA ELÉTRICA

Luminárias		
Símbolo	Significado	Observações
	Ponto de luz incandescente no teto.	C = circuito; R = retorno; P = potência.
	Ponto de luz incandescente na parede (arandela).	
	Ponto de luz incandescente no teto (embutido).	
	Ponto de luz fluorescente no teto.	
	Ponto de luz fluorescente na parede.	
	Ponto de luz fluorescente no teto (embutido).	

FORNTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfTgQAJ/6-01-instalacoes-eletricas-baixa-tensao-apostila?part=3#>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

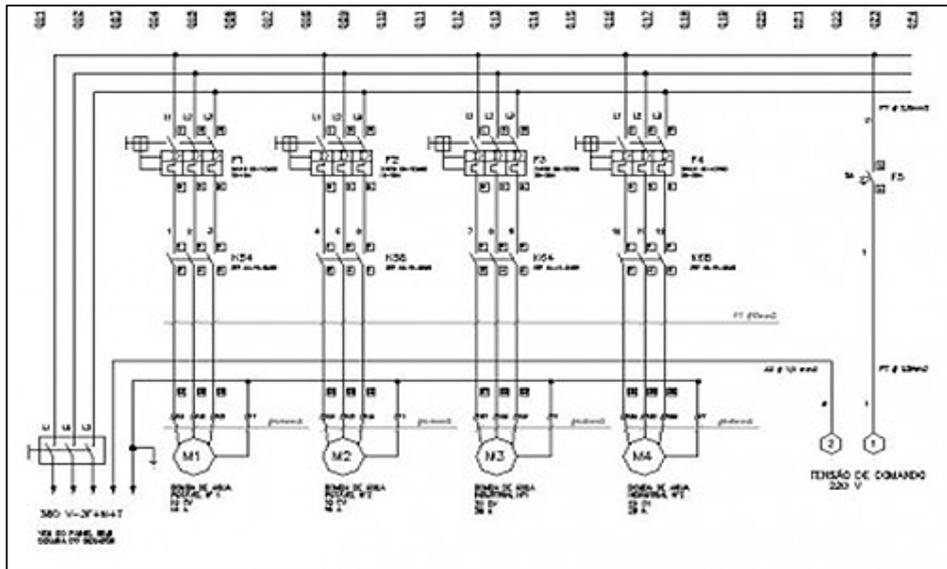
2.3 DIAGRAMAS ELÉTRICOS PREDIAIS

Os símbolos gráficos utilizados para representar uma instalação elétrica são organizados no que chamamos de esquemas ou diagramas. Os esquemas podem ser multifilares ou unifilares, e esta classificação é feita a partir da representação dos componentes da instalação elétrica. Explicaremos cada um a seguir:

2.3.1 Esquema multifilar

Este esquema faz uma representação minuciosa de todo o sistema elétrico, mostrando seus componentes e condutores. Cada traço é um fio que será utilizado na ligação dos componentes. Devido à sua complexidade, este diagrama é pouco usado, porque sua interpretação para grandes circuitos é bastante complexa. Utiliza-se, frequentemente, o diagrama multifilar para representar circuitos de comando e proteção e circuitos industriais (SENAI, 1996).

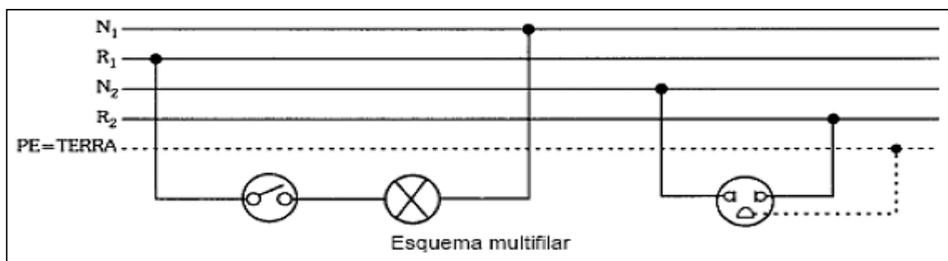
FIGURA 214 – ESQUEMA MULTIFILAR



FONTE: Disponível em: <<http://rogeriovintem.webnode.pt/album/galeria-de-fotos/esquema-cad-jpg/>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

O esquema multifilar deve conter os elementos a serem acionados, ou seja, a carga do circuito. Entre estes componentes estão os motores e equipamentos de alta potência, por isso este esquema é chamado de diagrama de potência. Apesar deste tipo de esquema ser muito utilizado em automação industrial, nada impede que seja usado para representar circuitos simples como os utilizados em instalações prediais. A vantagem do esquema multifilar é que ele representa de maneira fiel como a instalação será executada na prática (SENAI, 2016).

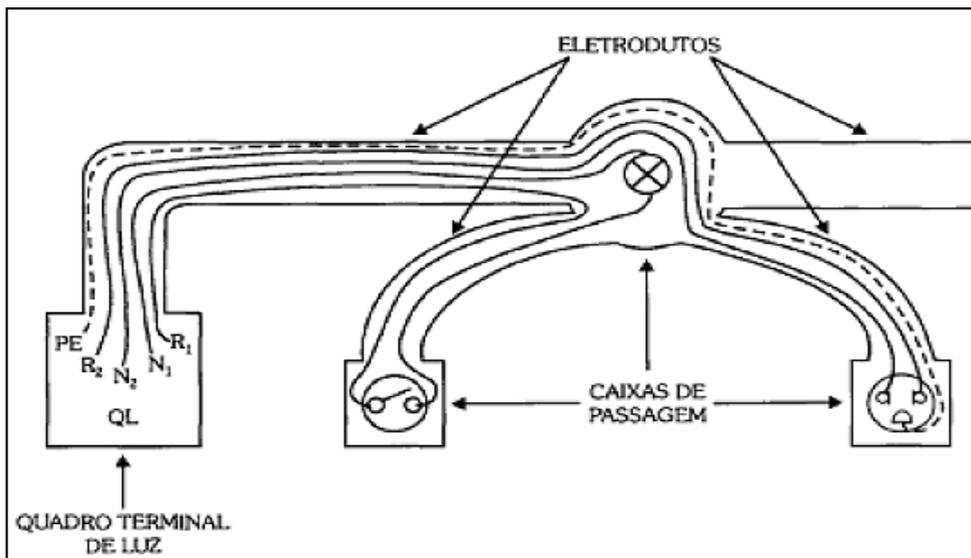
FIGURA 215 – ESQUEMA MULTIFILAR



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAATYAK/eletrica-desenhos-eletricos-senai-es>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

Neste tipo de esquema, o símbolo de representação sempre deverá estar instalado dentro de uma caixa de passagem (no teto ou na parede), e os condutores estarão passando por dentro dos eletrodutos, que têm origem no quadro de distribuição. Cada condutor deve ser representado por um traço saindo do quadro de distribuição e chegando ao local desejado (SENAI, 1996).

FIGURA 216 – ESQUEMA MULTIFILAR DENTRO DAS CAIXAS DE PASSAGEM



FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAkTYAK/eletrica-desenhos-eletricos-senai-es>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

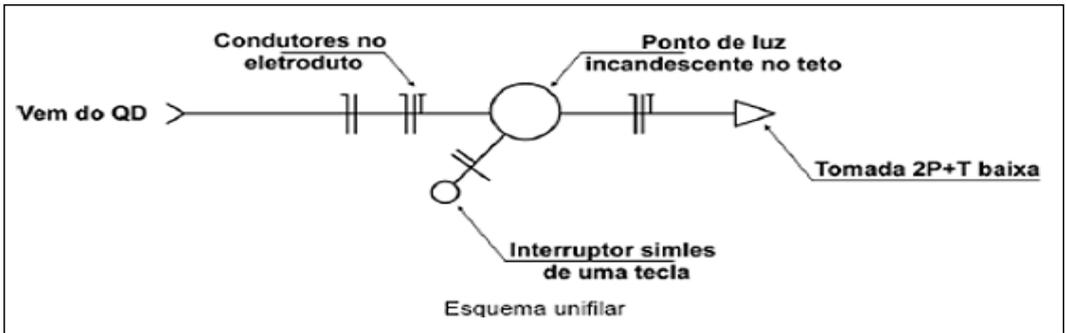
Em desenhos em que necessitamos de uma leitura e interpretação simplificada, devemos optar pelo esquema unifilar.

2.3.2 Esquema unifilar

O esquema unifilar é o mais utilizado, por ser mais simples e legível. Ele é desenhado sobre a planta baixa e representa um sistema elétrico simplificado, que identifica o número de condutores e seus trajetos através de uma única linha que os conecta. Este esquema representa também a posição física dos componentes da instalação, porém não mostra com clareza o funcionamento e a sequência funcional dos circuitos (SENAI, 2016).

A figura a seguir exemplifica um esquema de um circuito elétrico unifilar formado por um interruptor simples, uma tomada, uma lâmpada, uma rede de eletrodutos e a fiação. Observe que a representação é simplificada por um traço que representa os condutores, os símbolos que o cortam representam a fase, o neutro e o terra, e a conexão é feita nos pontos de luz, tomada e interruptor (todos representados com símbolos conforme os quadros 2 a 6).

FIGURA 217 – ESQUEMA UNIFILAR



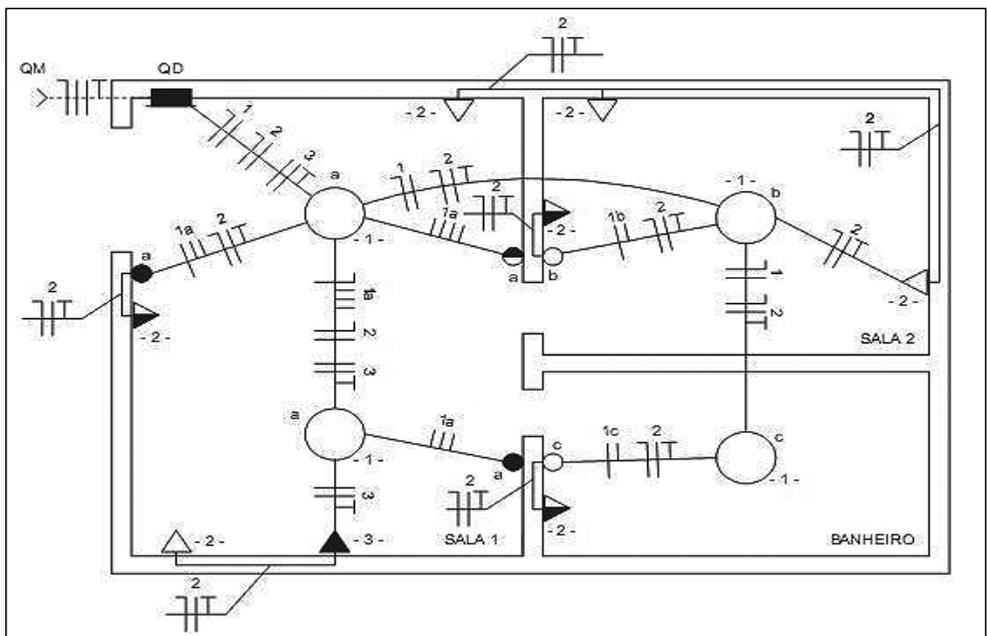
FONTE: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAkTYAK/eletrica-desenhos-eletricos-senai-es>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

No desenho, o diagrama unifilar deve indicar também a carga (pontos de luz, tomada, ou aparelho específico) e os correspondentes elementos básicos:

- pontos de luz;
- circuito (com fase, neutro, terra);
- pontos de comando (interruptores);
- condutores.

A figura a seguir exemplifica o desenho de um diagrama unifilar aplicado em uma residência:

FIGURA 218 – DESENHO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS UNIFILARES EM UMA RESIDÊNCIA



FONTE: Disponível em: <<https://www.qconursos.com/questoes-de-concursos/questao/27644781-ab>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

É importante lembrar que as linhas que ligam os símbolos dos componentes representam os eletrodutos e não os fios do circuito. Estes são desenhados através de símbolos específicos, dispostos sobre os eletrodutos no diagrama unifilar (SENAI, 2016).

3 CARGAS DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO

Todas as lâmpadas, eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos etc. necessitam de uma potência energética para funcionar. Esta potência é proveniente da rede de energia elétrica fornecida pela concessionária. Para sabermos quanto de potência é necessária para um edifício, calcula-se a previsão de cargas, definindo todos os pontos de utilização de energia elétrica que farão parte da instalação (GONÇALVES, 2012).

As condições mínimas relativas ao cálculo das potências aplicáveis a locais utilizados como habitação, seja fixa ou temporária, é normatizada pela NBR 5410 (ABNT, 2004).

3.1 ILUMINAÇÃO

De acordo com Gonçalves (2012, p. 7), “os principais requisitos para o cálculo de iluminação estão relacionados com a quantidade e a qualidade de iluminação de uma determinada área, seja de trabalho, lazer ou simples circulação”.

Para realizar o cálculo de iluminação existem alguns métodos, como utilizar a carga mínima exigida pela NBR 5410 (2004), utilizar o método do ponto por ponto ou aquele indicado pelos próprios fabricantes (GONÇALVES, 2012). O método que utiliza a quantidade mínima de pontos é o mais comum e ele deve atender às condições colocadas pela NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 182-183):

Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor. Admite-se que o ponto de luz fixo no teto seja substituído por ponto na parede em espaços sob escada, depósitos, despensas, lavabos e varandas, desde que de pequenas dimensões e onde a colocação do ponto no teto seja de difícil execução ou não conveniente. Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA. Em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² internos.

Em relação à iluminação das áreas externas, a NBR 5410 (2004) não estabelece critérios, portanto, a decisão sobre estes pontos ficará a cargo do projeto (GONÇALVES, 2012).

3.2 TOMADAS

Segundo a NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 183), “O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios”:

a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório; b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos; c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada; d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos serem espaçados tão uniformemente quanto possível; e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos: um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m², um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m², um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos serem espaçados tão uniformemente quanto possível (NBR 5410, 2004, p.183).

Em relação à potência de cada tomada, a NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 184) diz que “a potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é em função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos”:

Em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente; nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada (NBR 5410, 2004, p. 184).

De acordo com a NBR 5410 (ABNT, 2004, p. 13), “os pontos de tomada de uso específico (TUE’s) devem ser localizados no máximo a 1,5 m do ponto previsto para localização do equipamento a ser alimentado”. A quantidade e a potência destas tomadas serão determinadas a partir da quantidade de aparelhos de utilização. “Deve-se atribuir a potência nominal do equipamento a ser alimentado ou a soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados (por exemplo: sistema de ar-condicionado, hidromassagem etc.)” (GONÇALVES, 2012, p. 19).

Veja como fazer um desenho de projeto elétrico:

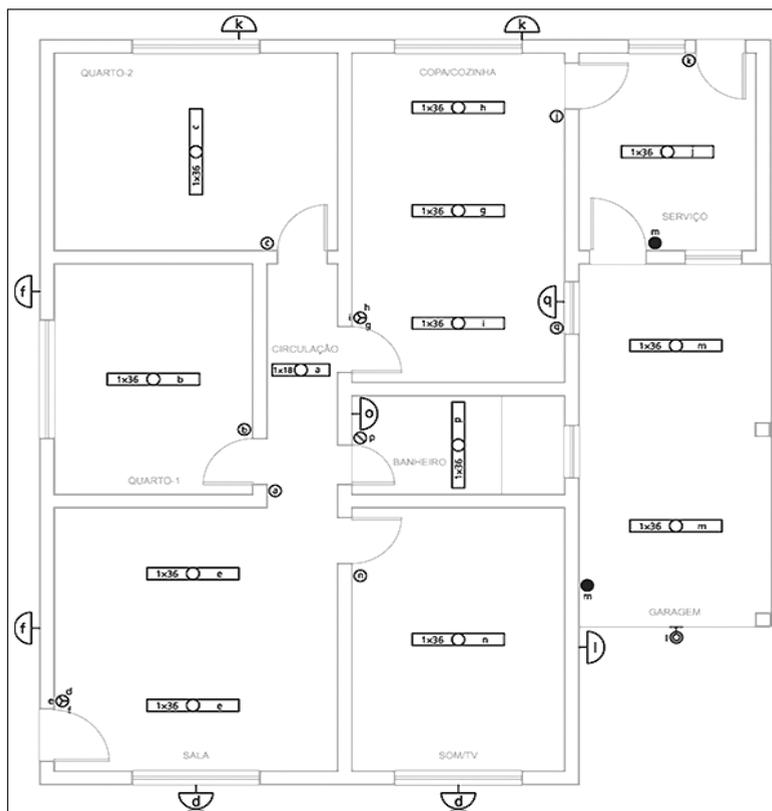
1. Comece posicionando na planta baixa os símbolos das lâmpadas e seus respectivos comandos (interruptores). Considere um ponto de luz fixo no teto para cada cômodo e pelo menos um comando.

2. Você pode optar por colocar outros pontos de luz que considerar importantes, como em cima da mesa, da bancada de trabalho, na cabeceira da cama etc.

3. Para facilitar a confecção deste desenho e sua interpretação, recomendamos que a planta baixa esteja “limpa”, ou seja, sem desenho de móveis e outros equipamentos internos.

A figura a seguir exemplifica como ficará a planta baixa depois de realizados os passos até aqui:

FIGURA 219 – EXEMPLO DE COLOCAÇÃO DE PONTOS DE LUZ E INTERRUPTORES EM UM DESENHO ELÉTRICO



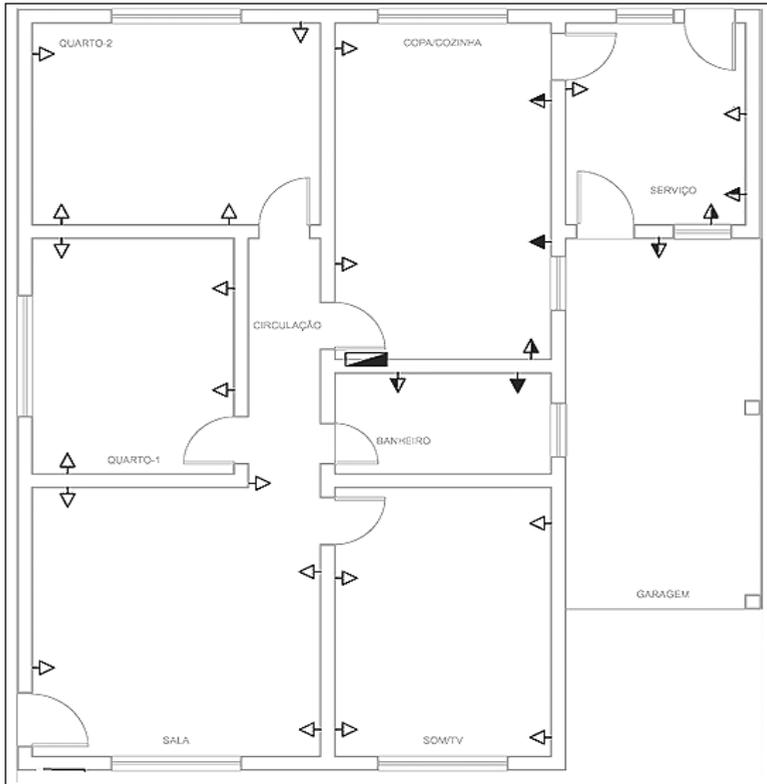
FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

4. Agora, você deve posicionar as tomadas, lembrando que elas podem ser altas, médias ou baixas, e o que irá definir a altura será a previsão dos equipamentos que elas deverão alimentar. Desenhe as setas de representação das tomadas encostando-as na parede em que elas serão colocadas.

5. Posicione o quadro de distribuição e desenhe-o. Lembre-se de que o melhor é que ele fique centralizado, em local de fácil acesso e sem estar em áreas molhadas.

A figura a seguir exemplifica a colocação das tomadas e do quadro de distribuição. Estão representadas só as tomadas para demonstrar com maior clareza, mas todas as informações devem ser feitas em uma única planta.

FIGURA 220 – EXEMPLO DE COLOCAÇÃO DE TOMADAS E DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO EM UM DESENHO ELÉTRICO



FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

6. Posicionados os elementos, agora você precisa criar os circuitos que são formados por condutores que conectam cada um deles. Segundo Lara (2012, p. 68),

Criar circuitos é montar grupos de lâmpadas ou tomadas em regiões, ao redor do quadro de distribuição, fracionando a potência total instalada equilibradamente. Deve-se prever para cada circuito (região), potência não muito baixa, de maneira que o fio que o componha não fique superdimensionado, nem muito alta, o que criaria necessidade de fiação muito grossa.

Para uma residência, recomenda-se um circuito para cada 25 m² de área construída, mais os circuitos especiais (TUE's). Os circuitos de iluminação deverão

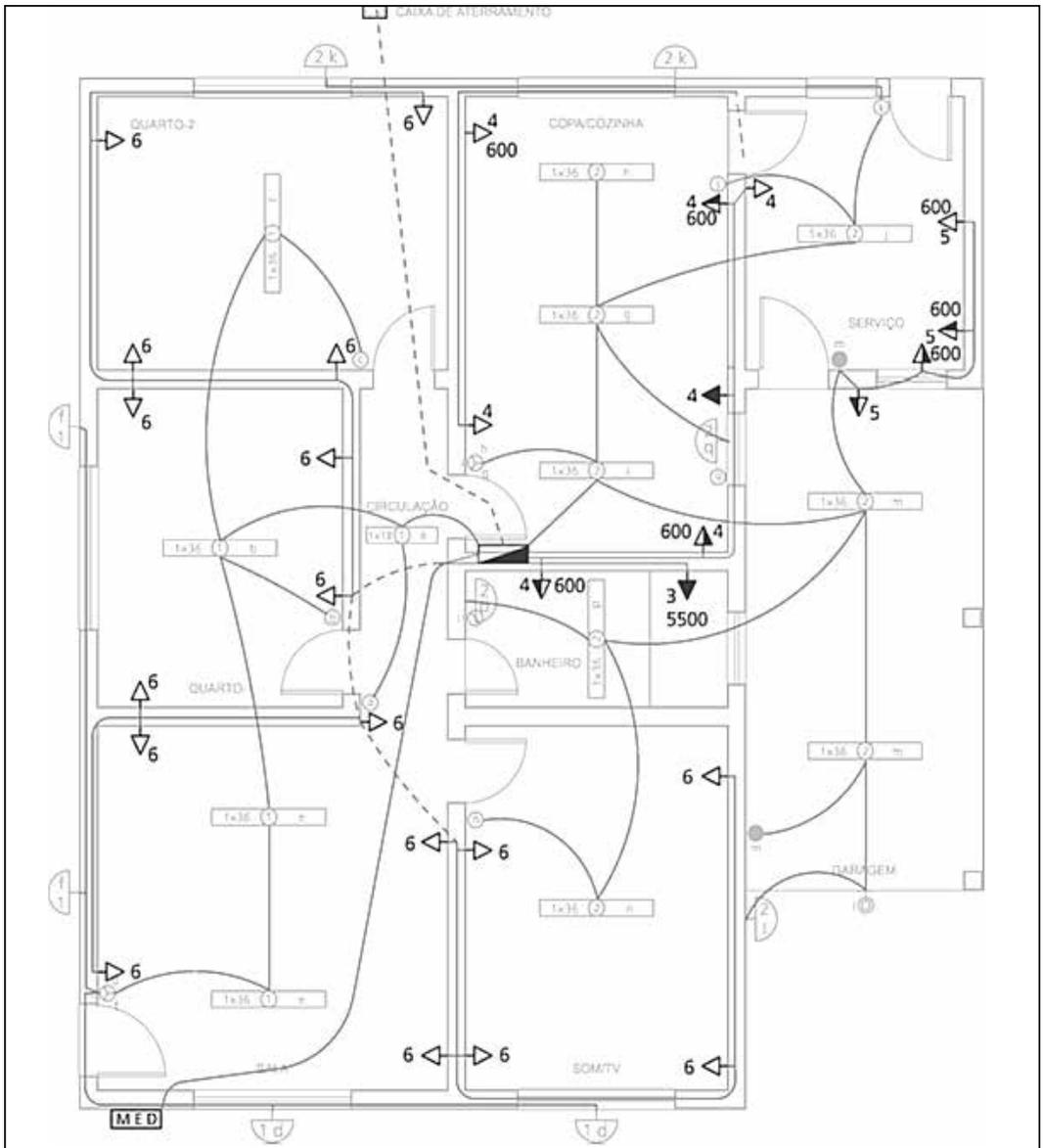
ser separados dos circuitos de tomadas, e as TUE's deverão ter circuitos individuais; tomadas de copa, cozinha, áreas de serviço também devem ser constituídas por circuitos exclusivos. (LARA, 2012).

Comece fazendo linhas na planta baixa que representam os eletrodutos. Você deverá partir do quadro de distribuição, ligar até a lâmpada mais próxima e ligar até o interruptor que acionará a lâmpada. Nesse processo, procure fazer os caminhos mais curtos e evite cruzar muitos eletrodutos, para não deixar emaranhado o desenho e posteriormente a execução. Atenção para a quantidade e o comprimento dos trechos. Lara (2012) nos recomenda que não devemos colocar mais de cinco eletrodutos em cada caixa embutida no teto e mais de três nas caixas das paredes, e que não devemos fazer trechos contínuos retilíneos maiores que 12 m. Observadas todas estas recomendações, repita o processo até completar todos os circuitos.

Observe, no exemplo da figura a seguir, que todos os circuitos estão conectados por eletrodutos, e há também uma conexão do quadro de distribuição para o quadro medidor situado do lado de fora da residência. É ele que fornecerá a leitura de consumo para a empresa distribuidora de energia. O quadro de distribuição também está ligado ao aterramento, que, assim como o quadro medidor, fica situado no lado externo da edificação. Neste exemplo foram usados seis circuitos independentes. Cada circuito deste será ligado ao quadro de distribuição por uma chave ou disjuntor. São eles (LARA, 2012, p. 71):

Circuito 1 – iluminação interna lateral direita, externa frontal e da lateral direita. Circuito 2 – iluminação interna lateral esquerda e externa dos fundos. Circuito 3 – chuveiro. Circuito 4 – tomadas na copa/cozinha e banheiro. Circuito 5 – tomadas na área de serviço e garagem. Circuito 6 – tomadas nos quartos, sala e circulação.

FIGURA 221 – EXEMPLO DE COLOCAÇÃO DOS ELETRODUTOS EM CIRCUITOS

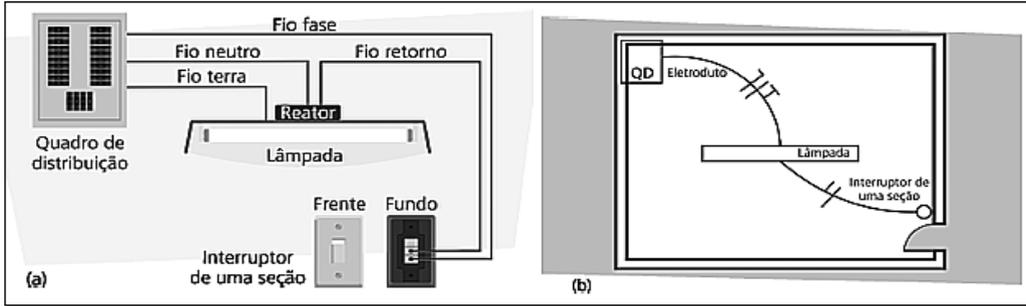


FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

7. O próximo passo é marcar os fios no eletroduto em neutro, fase e terra. Utilize os símbolos apresentados anteriormente. Os fios fase e neutro vêm da rede da concessionária para o medidor, de onde seguem para o quadro de distribuição, enquanto o fio terra vem direto de uma haste de aterramento e deverá fazer parte de todos os circuitos (LARA, 2002).

Para uma lâmpada fluorescente, deve sair do interruptor um fase e um retorno e da lâmpada até o quadro de distribuição deverá ter um fio fase, um neutro e um terra (circuitos monofásicos). Veja o exemplo na figura a seguir:

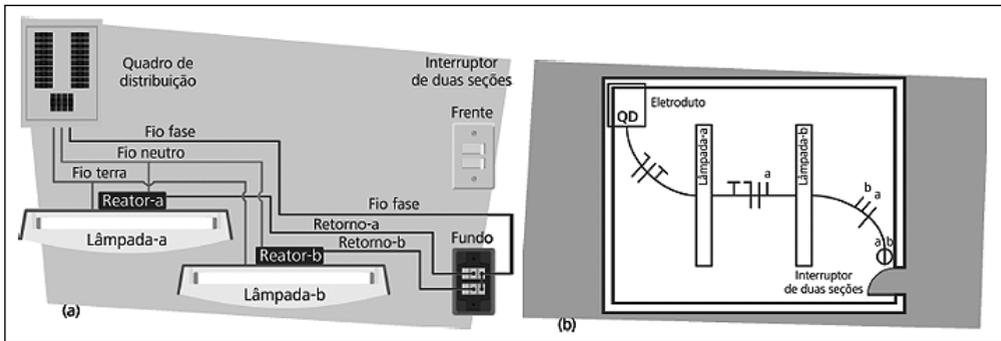
FIGURA 222 – REPRESENTAÇÃO DE UM CIRCUITO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE COM UM INTERRUPTOR.



FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

Para um circuito com duas lâmpadas fluorescentes ligadas a um interruptor duplo, deve sair do interruptor um fase e dois retornos, da primeira lâmpada até a segunda deverá ter um retorno, um fase, um neutro e um terra, e da segunda lâmpada até o quadro de distribuição deverá ter um fio fase, um neutro e um terra (circuitos monofásicos).

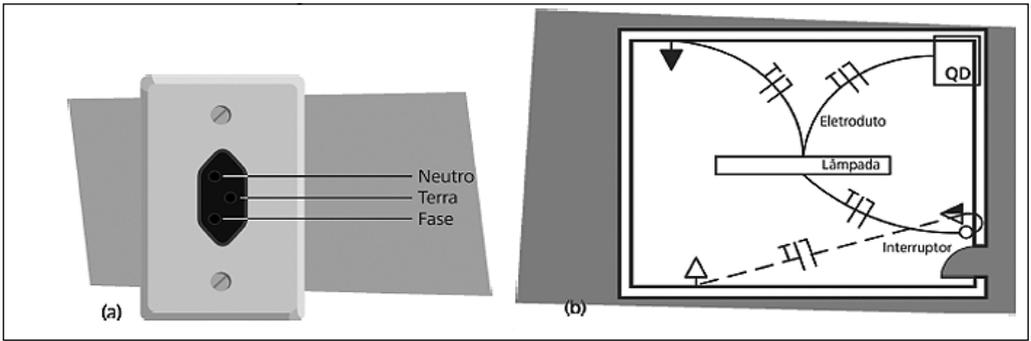
FIGURA 223 – REPRESENTAÇÃO DE UM CIRCUITO DE DUAS LÂMPADAS FLUORESCENTES COM UM INTERRUPTOR DUPLO



FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

Nos casos das tomadas, o eletroduto que liga o quadro de distribuição à lâmpada terá um fio terra, um fase e um neutro. O mesmo acontecerá da lâmpada até a tomada e demais conexões. Lembre-se: utilizamos fio de retorno apenas para acionadores (interruptores).

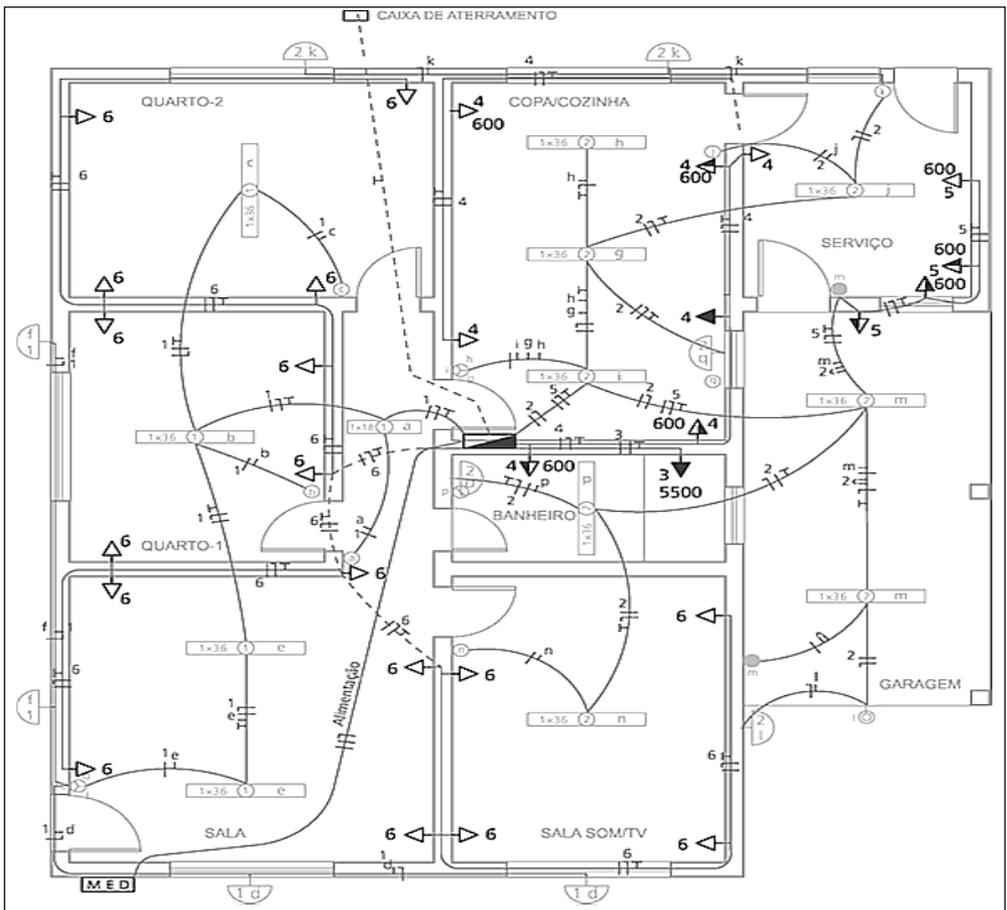
FIGURA 224 – REPRESENTAÇÃO DE UM CIRCUITO DE TOMADAS



FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

Agora você já poderá marcar os fios dos eletrodutos em todos os circuitos do seu desenho elétrico.

FIGURA 225 – EXEMPLO DE COLOCAÇÃO DA MARCAÇÃO DOS FIOS FASE, NEUTRO, TERRA E RETORNO NOS ELETRODUTOS



FONTE: Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_inst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

Feito isso, o desenho básico estará pronto. Em casos de projetos elétricos completos, ainda são feitos as previsões de cargas e os cálculos de tensão.



Se você ficou interessado e quiser se aprofundar um pouco mais, sugerimos que consulte esta referência:

LARA, Luiz Alcides Mesquita. Instalações elétricas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFSC e Pronatec. Ouro Preto: IFMG, 2012. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edificinst_eletr/161012_inst_eletr.pdf> Acesso em: 4 fev. 2016.

LEITURA COMPLEMENTAR

O DESENHO TÉCNICO E O RECURSO COMPUTACIONAL

Luiz Antonio Vasques Hellmeister

Quando alguém deseja expressar algo, tem-se diversas opções, como, por exemplo, a fala. Pode-se expressar também pela escrita, e quando outra pessoa lê, esta fica conhecendo os pensamentos de quem escreveu. Quando alguém desenha, ocorre o mesmo, pois seus pensamentos são passados para o papel. O desenho técnico representa uma interface de ligação indispensável entre as mais diversas áreas de um projeto industrial, sendo um idioma universal, que difere de qualquer outro pela clareza e precisão, não contendo dúvidas e dificuldades de leitura e interpretação. Requer-se do desenho a representação gráfica clara das diversas formas apresentadas, com a definição de todos os detalhes, de modo que mesmo os operários de menor qualificação consigam realizar o projeto desenhado sem precisar de explicações verbais demoradas e, normalmente, mal interpretadas.

Hoje, o desenho técnico assume uma posição difusa e multidisciplinar e, aliado a importantes recursos, como os computadores, auxilia na produção do mundo material em que vivemos, utilizando-se de uma linguagem normalizada e universal. Das ideias preliminares aos estágios finais de representação, sua aplicação se faz presente em projetos mecânicos, mobiliários, arquitetônicos, aeroespaciais, navais e em inúmeras outras áreas. Levando-se em conta esses fatores e considerando a expressiva evolução tecnológica, os instrumentos de traçado evoluíram consideravelmente nas últimas duas décadas, fazendo com que o registro manual cedesse espaço e oferecesse lugar ao desenho assistido por computador, de maneira mais rápida e fácil.

Atualmente, as ferramentas computacionais [...] são utilizadas desde a idealização até a produção de novos produtos, através da modelagem 3D

e simulações, com especificação de materiais e análise de esforços através de elementos finitos. Estas ferramentas são imprescindíveis ao profissional do futuro, inerentes à atuação de engenheiros e *designers*. A utilização de *softwares* CAD nos cursos de engenharia se faz necessária frente à realidade das indústrias e mercado atuais. A prancheta e os desenhistas foram substituídos por *softwares* capazes de representar desenhos e projetos, reduzindo custos, gasto de tempo e aumentando a qualidade dos produtos fabricados. Os fundamentos da Geometria Descritiva e do Desenho Técnico continuarão a ser imprescindíveis, para permitir que o projetista alie a técnica de representação à sua capacidade criativa.

FONTE: HELLMEISTER, Luiz Antonio Vasques. **As transformações impostas e necessárias nas disciplinas de projeto com o advento da computação gráfica**: reflexos na arte de projetar, comunicar e produzir. Disponível em: <<http://proceedings.copec.org.br/index.php/shewc/article/view/1904/1814#.VrJ3G7lrLIU>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

RESUMO DO TÓPICO 3

Chegamos ao final do Tópico 3 desta unidade. Esperamos que você tenha aprendido:

- Que os circuitos elétricos prediais são constituídos por elementos como o quadro de distribuição, os disjuntores, as tomadas, os interruptores, os condutores elétricos e os pontos de luz.
- Que a representação de circuitos elétricos é feita através de símbolos convencionados pela ABNT e que cada elemento possui o seu.
- Que os símbolos gráficos são organizados em diagramas ou esquemas.
- Que existem diagramas multifilares e unifilares. Os unifilares são os mais utilizados, por terem uma representação simplificada construída sobre o desenho da planta baixa.



Agora, vamos praticar?

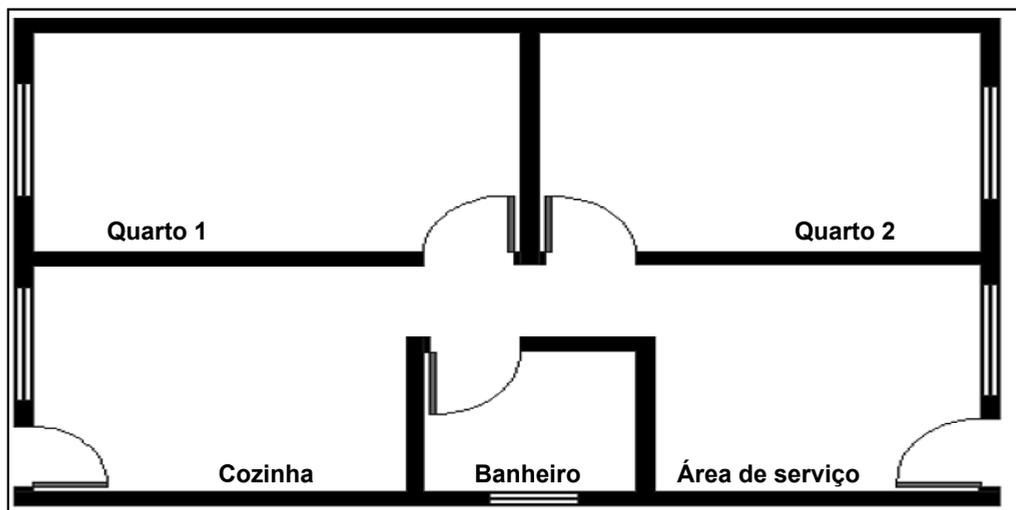
1 A partir dos conhecimentos adquiridos no Tópico 3 – Desenho de circuitos elétricos prediais –, assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as seguintes sentenças:

- a) () O quadro de distribuição tem a função de receber energia, concentrar e distribuir por toda instalação elétrica. Ele deve estar localizado em locais de fácil acesso e seguros, por isso recomenda-se locais como áreas de serviço e banheiros.
- b) () O fio terra, também conhecido como condutor de proteção, é um condutor ligado a hastes cravadas na terra e que acompanha todos os circuitos com a função de proteger o usuário contra choque e o equipamento contra tensão de sobrecarga.
- c) () O condutor neutro é aquele que não possui tensão, ou seja, que não está carregado. Este condutor deve estar sempre associado à fase e a indicação de cor para o fio elétrico é a azul clara.
- d) () Para a fase, a NBR 5410 (2004) prevê que pode ser utilizada qualquer cor de fio elétrico, mas a mais usual para a fase é a cor verde ou verde-amarelo.
- e) () A sequência correta para a representação em desenho é primeiro representar o condutor fase, depois o neutro, em seguida o retorno e por último o terra.
- f) () O esquema multifilar faz uma representação minuciosa de todo o sistema elétrico, mostrando seus componentes e condutores. Cada traço é um fio que será utilizado na ligação dos componentes.
- g) () O esquema unifilar é desenhado sobre a planta baixa e representa um sistema elétrico simplificado que identifica o número de condutores e representa seus trajetos através de uma única linha que os conecta. Devido à sua complexidade, não é muito utilizado.
- h) () Os principais requisitos para o cálculo de iluminação estão relacionados com a quantidade e qualidade de iluminação de uma determinada área, seja de trabalho, lazer ou simples circulação.

2 Desenhe os símbolos elétricos correspondentes a cada componente listado a seguir:

a) Quadro terminal de luz e força embutido.	b) Interruptor de uma seção.
c) Interruptor de duas seções.	d) Interruptor de três seções.
e) Interruptor paralelo.	f) Eletroduto embutido no teto parede.
g) Tomada baixa.	h) Tomada média.
i) Tomada alta.	j) Ponto de luz incandescente no teto.
k) Ponto de luz fluorescente no teto.	l) Neutro, fase, terra e retorno no fio.

3 Com base nos conhecimentos aprendidos, desenhe o projeto elétrico na seguinte planta baixa:



FONTE FIGURA: Adaptado de Lugli (2009)

No projeto devem constar:

- ✓ tomadas;
- ✓ pontos de luz (lâmpadas fluorescentes ou incandescentes);
- ✓ interruptores;
- ✓ quadro distribuidor e medidor externo;
- ✓ os eletrodutos com indicação de fase, neutro, terra e retorno.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Carlos Kleber da Costa. **Apostila de desenho técnico básico**. Universidade Candido Mendes - Niterói. Coordenação de Engenharia de Produção. Agosto de 2004. Disponível em: <http://www.georeferencial.com.br/UNIFESP/Desenho_Tecnico/DESENHO_TECNICO_CANDIDO_MENDES.pdf>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **História da normalização brasileira**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/images/pdf/historia-abnt.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10067**: princípios gerais de representação em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10068**: folha de desenho: leiaute e dimensões. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10126**: cotagem em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10582**: apresentação da folha para desenho técnico. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12298**: representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12721**: avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14136**: plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - padronização. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8402**: execução de caractere para escrita em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8403**: aplicação de linhas em desenhos: tipos de linhas: larguras das linhas. Rio de Janeiro, 1984.

AZEVEDO, Glauco José Rodrigues de. **Desenho técnico para engenharia**: notas e aula. 2013. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/3970759/apostila-desenho-tecnico---unifei>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

BARBOSA, João Paulo. **Desenho técnico**: projeções ortogonais. 2010. Disponível em: <ftp://ftp.ifes.edu.br/Campus/SaoMateus/Coordenadorias/Mecanica/Professores/joaopb/apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2016.

BORNANCINI, José Carlos; PETZOLD, Nelson Ivan; ORLANDI JÚNIOR, Henrique. **Desenho técnico básico**: fundamentos teóricos e exercícios à mão livre. Porto Alegre: Editora Independente, 1981.

BRABO, Regina. **Leitura e interpretação de projetos arquitetônicos**. 2009. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/8/8e/1%C2%BA_EN_CONTRO_-_Graf_CC4_APOSTILA_LEITURA_E_INTERPRETAAO_DE_PROJETOS_ARQUITETNICOS.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

CHING, Francis. **Arquitetura**: forma, espaço e ordem. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

DE PAULA, Gilberto José. **Medidor de demanda de energia elétrica residencial com acesso remoto**. 2013. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Computação) – Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.uniceub.br/bitstream/235/3857/1/Gilberto%20Jos%C3%A9%20De%20Paula%20Monografia%201_2013.pdf>. Acesso em: 3 maio 2015.

DENCKER, Kelly Loureiro. **Apostila de desenho básico**. Departamento de Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. 2009. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/jwps/mat24022010_183930>. Acesso em: 27 jan. 2016.

DOUTORES DA CONSTRUÇÃO. **Manual de treinamento**. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/doutores-da-construcaomanualdetreinamentoeletrica.html>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

ESTADO DO CEARÁ. **Desenho em perspectiva**. Curso Técnico em Design de Interiores, 2012. Disponível em: <http://licita.seplag.ce.gov.br/pub/168664/design_de_interiores_desenho_em_perspectiva.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2016.

ESTEPHANIO, Carlos. **Desenho técnico**: uma linguagem básica. Rio de Janeiro: C. Estephanio, 1994.

FERREIRA, Regis de Castro. **Aula 4: Escalas**. Disponível em: <http://www.agro.ufg.br/up/68/o/4___Aula_Escalas_e_Cotagem.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2016.

FERREIRA, Regis de Castro; FALEIRO, Heloína Teresinha; SOUZA, Renata Fonseca de. **Desenho técnico**. Universidade Federal de Goiás. Escola de agronomia e engenharia de alimentos. Setor de engenharia rural, 2008. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/Apostila_desenho.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2016.

GOMES, Adriano Pinto. **Desenho técnico**. Ouro Preto: IFMG, 2012. Disponível em: <http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/dese_tec/161012_des_tec.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2016.

GONÇALVES, Luiz Fernando. **Instalações elétricas prediais**. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.lapsi.eletr.ufrgs.br/~luizfg/disciplinas_IEPrediais_arquivos/ENG04482_aula_11_Esquemas_Instalacoes.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

HALLAWELL, Philip. **A linguagem do desenho à mão livre**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1994.

HELLMEISTER, Luiz Antonio Vasques. **As transformações impostas e necessárias nas disciplinas de projeto com o advento da computação gráfica**: reflexos na arte de projetar, comunicar e produzir. Disponível em: <<http://proceedings.copec.org.br/index.php/shewc/article/view/1904/1814#.VrJ3G7IrLIU>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

IAB-BAHIA. **Roteiro para desenvolvimento do projeto de arquitetura da edificação**. Disponível em: <<http://www.iab.org.br/sites/default/files/documentos/roteiro-arquitetonico.pdf>>. Acesso em: 3 maio 2016.

LARA, Luiz Alcides Mesquita. **Instalações elétricas**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFSC e Pronatec. Ouro Preto: IFMG, 2012. Disponível em: <http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_infra/tec_edific/inst_eletr/161012_nst_eletr.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2016.

LUGLI, Djair. **Desenho técnico**. Colégio Rio Branco, Técnico em Segurança do Trabalho, 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/66384525/Apostila-Desenho>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

MANSUR, Marcelo Borges. **Normas da ABNT para desenho técnico**. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG. Disponível em: <<http://www.dca.ufrn.br/~acari/Desenho%20Mecanico/Normas%20ABNT%20para%20Desenho/n02normasabnt.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

MARIA, Sonia. **Desenho técnico**. Centro de Educação Tecnológica do Estado da Bahia Unidade de Camaçari, 2005. Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_SONIA.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

MICELI, Maria Teresa; FERREIRA, Patrícia. **Desenho técnico básico**. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 2001.

MONTENEGRO, Gildo A. **Desenho arquitetônico**: para cursos técnicos de 2. grau e faculdades de arquitetura. 3. ed. rev. e ampliada. São Paulo: E. Blücher, 1997.

NETTO, Luiz Ferraz. **Instalações elétricas**. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?CC=3333>>. Acesso em: 4 fev. 2016.

POLETI, Edison Roberto. **Desenho Técnico I**. Universidade Estadual de Campinas. Centro Superior de Educação Tecnológica. Cursos Superiores de Tecnologia, 2003. Disponível em: <http://www.unesc.net/~fln/AP_DESTEC_EDISON>. Acesso em: 27 jan. 2016.

PUCRS. **Introdução à teoria das projeções ortogonais**. Faculdade de arquitetura e urbanismo. Disponível em: <http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/fau/pdf/6_1.pdf>feg.unesp.br/~victor/Apostila%20DT%202012%2035.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

RIBEIRO, Clélio Antonio; PERES, Mauro Pedro; IZIDORO, Nacir. **Introdução ao estudo do desenho técnico**. Capítulo 1. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAACPUAD/introducao-ao-estudo-desenho-tecnico>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

ROQUIM, Joyce. **Desenhista da construção civil**. Pronatec - Instituto Federal do Paraná. 2012. Disponível em: <<http://200.17.98.44/pronatec/wpcontent/uploads/2012/07/dcc1.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

ROSADO, Victor Gamarra. **Desenho técnico**: fundamentos teóricos e introdução ao CAD. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, 2011. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/~victor/Apostila%20DT%202012%2035.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

ROSSI, Francine Aidie. **Resumo das normas técnicas da ABNT**. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/docentes/francine/disciplinas/CD028_Expressao_Grafica_II/Resumo_NBRs.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

SANTANA, Hemeclécio Nascimento; QUEIROS, Lilian Quelle Santos de. **O desenho na formação dos estudantes de engenharia civil e de processos na UEFS**. Disponível em: <http://www2.uefs.br:8081/msdesenho/xiseminarioppgdci2015/artigos/SD025_o_desenho_na.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2016.

SCHUELER, Denise; JORGE FILHO, Heitor Othelo; MEULAM FILHO, José Aloísio. **Noções gerais do desenho técnico**. 2014. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/0/0d/ARU_TMC_PBA_Apostila_Parte_A.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.

SENAI. **Desenho elétrico**. Departamento Regional do Espírito Santo, 1996. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAkTYAK/eletrica-desenhos-eletricos-senai-es>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

SERRA, Sheyla Mara Baptista. **Breve histórico do desenho técnico**. Apostila do Departamento de Engenharia Civil da UFSCar – volume 1. Fevereiro de 2008. Disponível em: <<http://livresaber.sead.ufscar.br:8080/jspui/bitstream/123456789/1391/1/AT1-breve%20historico.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

SOUZA, Brenno Ferreira de. **Desenho técnico**: elaboração de esboços. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAehZcAG/desenho-tecnico-aula-09elaboraacao-esbocos>>. Acesso em: 1 maio 2016.

SOUZA, Gilson Jandir de; ROCHA, Sérgio Pereira da. **Introdução ao desenho técnico**. Instituto Federal de Santa Catarina, Campus São José, 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABpKwAB/introducao-ao-desenho-tecnico-parte-1>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

TAVARES, Paula. O desenho como ferramenta universal. O contributo do processo do desenho na metodologia projectual. **Revista de Estudos Politécnicos**, v. 7, n. 12, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/tek/n12/n12a02.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2016.

UGULINO, Karinna. **Desenho técnico**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. 2011. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/1772720/apostila-de-desenho-tecnico/14>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

VERSUS. **Forma, espaço e ordem**. Disponível em: <<http://www.versus.pt/forma-espaco-ordem/desenhotecnico-4-3-po.htm#32>>. Acesso em: 1 fev. 2016.

WEBER, Carlos; VIEIRA, Othávio. **Técnicas Gráficas II**. 2012. Disponível em: <<http://tecnicasgraficasuff.blogspot.com.br/?view=timeslide>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

XAVIER, Sinval. **Apostila de desenho arquitetônico**. Núcleo de Expressão Gráfica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 2011. Disponível em: <http://www.pelotas.com.br/sinval/Apostila_DA_V2-2012.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2016.