



Geometria descritiva aplicada à arquitetura I

Geometria descritiva aplicada à arquitetura I

Vanderlei Rotelli
Sinval Avelino Santos
Elena Furlan de França

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Junior Francisco Dias

Editorial

Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R843g Rotelli, Vanderlei
Geometria descritiva aplicada à arquitetura I / Vanderlei
Rotelli, Sinval Avelino Santos, Elena Furlan de França. –
Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
176 p.

ISBN 978-85-522-0010-9

1. Geometria. 2. Arquitetura. I. Santos, Sinval Avelino. II.
França, Elena Furlan de. III. Título.

CDD 720.1

Sumário

Unidade 1 Introdução à geometria descritiva aplicada à arquitetura	7
Seção 1.1 - Conceituação de projeções e seus sistemas	9
Seção 1.2 - Introdução à geometria descritiva e sistema mongeano	25
Seção 1.3 - Objetos apoiados em planos horizontal e vertical ortogonais	39
Unidade 2 Estudo de projeções ortogonais	53
Seção 2.1 - Vistas de planos ortogonais	55
Seção 2.2 - Vista auxiliar	69
Seção 2.3 - Vistas de superfícies curvas	82
Unidade 3 Planificação e isometria	95
Seção 3.1 - Isometria de planos ortogonais	97
Seção 3.2 - Vistas de planos inclinados	110
Seção 3.3 - Planificação de planos inclinados	124
Unidade 4 Cortes e seções em objetos e em Arquitetura	139
Seção 4.1 - Corte de peças ortogonais	141
Seção 4.2 - Cortes de peças curvas	153
Seção 4.3 - Cortes de edificações simples	164

Palavras do autor

Olá! Seja bem-vindo ao mundo da Geometria Descritiva! Aqui você adquirirá conhecimentos importantes sobre como entender melhor os objetos no espaço, melhorando muito a sua visão espacial! Você aprenderá como entender e descrever os objetos no espaço, representar as vistas especiais e muitas outras coisas. E o melhor: verá exemplos de como aplicar estes conhecimentos na descrição gráfica de projetos de Arquitetura!

Primeiro, começaremos vendo os principais conceitos dos sistemas de projeção, principalmente o "Sistema Mongeano", para conhecer diferentes formas de representação gráfica do objeto no espaço. Na continuidade, verá como planificar, ou seja, desdobrar um objeto no espaço plano. Mas, além disso, depois de aprender como representar as vistas do objeto, na chamada épura e também de forma "Isométrica" você aprenderá como "cortar" as figuras exatamente onde você precisa, e demonstrá-las. Como você vê, saber Geometria Descritiva aplicada à Arquitetura, aumentará muito seu entendimento das formas no espaço, lhe permitindo conhecer e produzir os desenhos de projeto de forma muito aprimorada!

Não deixe de reservar tempo para o seu autoestudo, praticando as atividades com dedicação, refletindo sobre o que aprendeu, vendo outras referências, pensando em outras possibilidades de aplicação. Faça isso, aguçando a sua curiosidade sobre os temas. Isso lhe permitirá desenvolver seu raciocínio crítico na solução dos problemas, e isso é algo muito valioso para todo profissional!

Bons estudos!

Introdução à geometria descritiva aplicada à arquitetura

Convite ao estudo

Sabe qual é uma das dificuldades que alguns profissionais têm na hora de representar uma ideia projetual? É saber como representar e o que se quer mostrar. Por que isso ocorre? Muitas vezes, o que leva a essa dificuldade é o pouco conhecimento que alguns desses profissionais têm sobre os **Sistemas de Projeção**.

Vamos entender melhor? Teoricamente, compreendemos visualmente um objeto como algo tridimensional, o qual desejamos representá-lo numa área bidimensional, no nosso caso, um plano de projeção. Entendemos então que a projeção de um objeto seria sua representação gráfica em um plano de projeção bidimensional (papel, por exemplo). Essa representação se compõe por quatro principais elementos: 1) A origem, ou Centro da projeção. Este seria, por exemplo, onde está o olho do observador; 2) O objeto a ser representado; 3) O raio projetante, ou o mesmo que o conjunto das linhas imaginárias que passam pelo objeto e o projetam no plano; 4) O plano de projeção, ou o espaço bidimensional onde o objeto é projetado, representado. Todos esses elementos veremos com mais propriedade ao longo deste livro.

Na iniciação do nosso estudo da Geometria Descritiva e suas aplicações na Arquitetura, nesta unidade, veremos algumas situações da realidade em que se fará necessário que apliquemos corretamente nossas competências para a representação gráfica. Dessa forma, o objetivo ao final dessa unidade é que você conheça os principais sistemas de projeção, os conceitos fundamentais da Geometria Descritiva e suas aplicabilidades na Arquitetura, incluindo o conceito de verdadeira grandeza, bem como saber representar objetos básicos utilizando estes recursos. Vamos começar?

Imagine que você foi selecionado em um processo seletivo para trabalhar em um escritório de arquitetura. Assim que iniciou

na empresa, foi delegada a você a responsabilidade sobre o departamento de modelos e maquetes. Este departamento é muito importante para a empresa, pois é onde a equipe pode fazer estudos de volumetria dos projetos, realizar simulações de conforto térmico nos modelos, e outras aplicações. A especialidade do escritório é o desenvolvimento do projeto e o acompanhamento da obra de lojas comerciais em estrutura de contêineres. Ou seja, a partir dos módulos de contêineres disponíveis no mercado, criar ambientes diferenciados.

O seu trabalho no departamento envolve a representação gráfica e detalhamento desses modelos de estudo para a equipe de projeto. É preciso estruturar esses modelos para a fabricação e para detalhamento técnico. Para isso, é preciso conhecer as projeções ortogonais e métodos de representação gráfica. Como representar um modelo tridimensional em uma superfície bidimensional como o papel? Como representar as maquetes? Quais vistas são mais importantes? Como ler um modelo tridimensional? E uma representação gráfica bidimensional? Para responder a estas questões, é preciso estudar com atenção o livro didático e praticar os exercícios sugeridos. Então, vamos lá?

Seção 1.1

Conceituação de projeções e seus sistemas

Diálogo aberto

Lembre-se de que você está trabalhando em um escritório de arquitetura e ficou responsável pelo setor de modelos e maquetes de estudo. Neste primeiro momento, a proposta é desenhar em verdadeira grandeza o modelo de estudo da loja em contêiner. Essa maquete foi utilizada no processo criativo do desenvolvimento do projeto comercial de uma loja, e a equipe gostaria de estudar a volumetria básica do contêiner. Para isso, o modelo deve ser refeito com outros materiais e você precisa recolher informações espaciais da maquete volumétrica. Qual o comprimento, largura e altura do objeto que representa o contêiner? Quais vistas precisa representar para a reprodução do modelo? Como é a representação gráfica da vista frontal do objeto? E da vista lateral? Qual é a diferença dessas projeções? Como podemos organizar essas representações no papel? Tudo isso veremos nesta seção.

Para atingir seus objetivos, o entendimento dos sistemas de projeção é de extrema importância para representar graficamente o objeto. Como você deve ter percebido no seu dia a dia, os objetos têm três dimensões, que são a largura, altura e profundidade. Se quisermos representar um objeto que existe ou que será fabricado, logicamente nem sempre podemos reproduzi-lo no espaço tridimensional. Sendo assim, os sistemas de projeção existentes nos permitem entender o volume e sua representação no plano, ou seja, num espaço bidimensional. Podemos lançar mão de alguns artifícios que são considerados os elementos básicos de uma projeção, em outras palavras, como acontece a transcrição, ou a “projeção” do objeto e o resultado obtido no espaço bidimensional.

Cada sistema de projeção tem características próprias, e podem ser utilizados em diferentes situações. Todavia, todos eles têm elementos em comum que são:

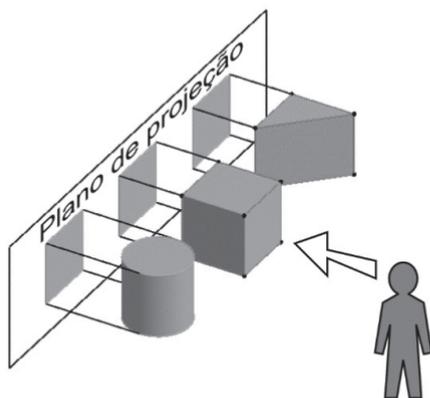
1. **Objeto**, que é o sólido ou o elemento que está sendo representado.

2. **Raio projetante**, que é o conjunto de retas imaginárias que partem do centro de projeção e passam pelo objeto.

3. **Centro de projeção**, que é o ponto fixo de onde partem ou por onde passam as projetantes.

4. **Plano de projeção**, que é onde a imagem é projetada.

Figura 1.1 | Elementos da projeção



Fonte: elaborada pelo autor.

O raio projetante parte do centro de projeção, passa pelo objeto, e “projeta” sua imagem no plano de projeção (Figura 1.1). Essa projeção pode ser oblíqua ou ortogonal a esse plano de projeção, dependendo da direção que foi adotada. Estudaremos, nessa seção, as projeções ortogonais e veremos as representações gráficas de objetos em planos bidimensionais. Vamos começar então?

Não pode faltar

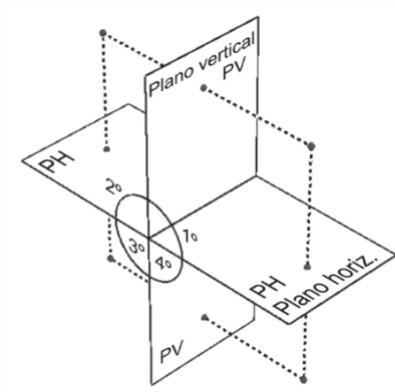
Olá estudante, você deve se perguntar o que é a projeção de um objeto? A projeção de um objeto nada mais é do que a representação deste em um plano bidimensional. A representação de objetos tridimensionais por meio de desenhos bidimensionais, utilizando projeções ortogonais, foi idealizado por Gaspar Monge, que aprenderemos nesta disciplina de Geometria Descritiva Aplicada

à Arquitetura.

Conforme dito anteriormente, pelos princípios da Geometria Descritiva, é possível representar bidimensionalmente modelos e formas tridimensionais utilizando as linhas auxiliares de projeção de qualquer objeto com o apoio de um sistema de diedros. E o que são diedros?

Um diedro é determinado pela interseção de dois planos ortogonais. Cada diedro é a região limitada por dois semiplanos perpendiculares entre si, como mostra a Figura 1.2. Os diedros são numerados no sentido anti-horário, isto é, no sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio. O método de representação de objetos em dois semiplanos perpendiculares entre si, criado por Gaspar Monge, é também conhecido como Método Mongeano.

Figura 1.2 | Diedros do sistema mongeano



Fonte: elaborada pelo autor.

Como podemos notar na Figura 1.2, temos o Plano Vertical de projeção (PV) representado pelo plano posicionado verticalmente e o Plano Horizontal de projeção (PH) representado pelo plano posicionado horizontalmente no diagrama. O 1º diedro é preferencialmente utilizado nos países europeus, entretanto, alguns países, por exemplo, os Estados Unidos e o Canadá, representam seus desenhos técnicos no 3º diedro.

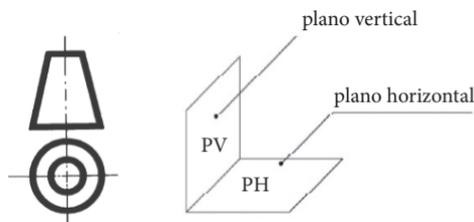


Assimile

Diedros: o 1º, 2º, 3º e 4º diedros são espaços tridimensionais imaginários resultantes da alocação a 90° entre si de um semiplano horizontal e um vertical.

No Brasil, conforme indica a norma NBR 10067 (ABNT, 1987), é determinação realizar os desenhos técnicos com a representação ortogonal no 1º diedro. Dessa forma, teremos a representação da vista frontal e a vista superior do objeto como na Figura 1.3, considerando a projeção no plano vertical e no plano horizontal conforme indicado na ilustração.

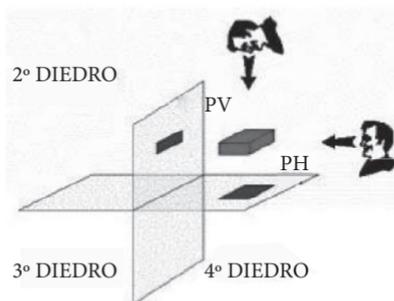
Figura 1.3 | Representação do objeto no 1º diedro



Fonte: adaptada de ABNT (1987).

Dessa forma teremos no primeiro diedro o seguinte conjunto de elementos: o observador > objeto > plano de projeção horizontal (ou vertical) e por sua vez a projeção do objeto no plano. Note na Figura 1.4 essa representação.

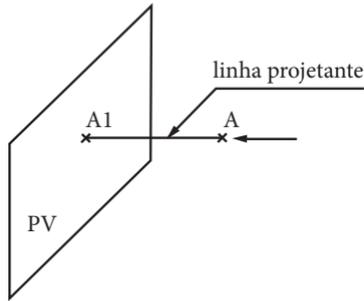
Figura 1.4 | Elementos da projeção no 1º diedro



Fonte: elaborada pelo autor.

Para você entender melhor a projeção ortogonal, seguem alguns exemplos de projeção de objetos e volumes distintos (ponto, reta, planos ortogonais, planos inclinados). Imagine: como podemos fazer a representação de um ponto no plano de projeção? Isso mesmo, se temos uma linha auxiliar imaginária que parte do objeto (ponto) e avança até o plano de projeção, a representação deste ponto é o próprio ponto conforme podemos observar na Figura 1.5.

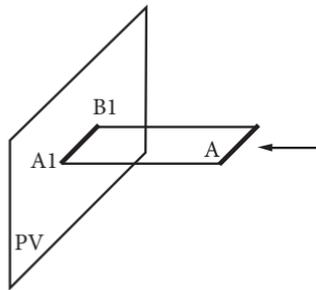
Figura 1.5 | Projeção ortogonal de um ponto



Fonte: elaborada pelo autor.

Imagine agora que temos um segmento de reta formado pelos pontos AB sendo projetado no plano de projeção. Qual vai ser a representação que observamos no plano? Isso mesmo, a mesma reta em verdadeira grandeza, uma vez que as linhas auxiliares de projeção no ponto A até o ponto B acompanham o segmento e é projetado no plano sem distorção conforme notamos na Figura 1.6.

Figura 1.6 | Projeção ortogonal de uma reta



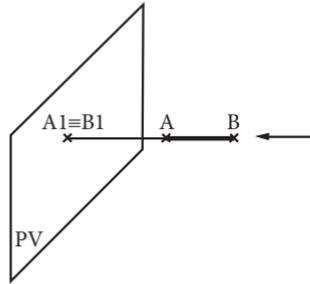
Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

Agora imagine que este segmento de reta (AB) desenhado anteriormente sofre uma rotação de 90° e ao invés de situar paralelo ao plano de projeção, é posicionado perpendicularmente a ele. Qual é a representação gráfica que teremos no plano de projeção? Isso mesmo, apenas um ponto, pois todas as linhas auxiliares projetantes que percorrem os pontos A e B são coincidentes e rebatem no mesmo local do plano. Assim teremos a representação como na Figura 1.7.

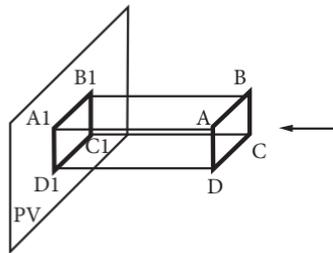
Figura 1.7 | Projeção ortogonal de uma reta



Fonte: elaborada pelo autor.

Imagine agora que adicionamos os pontos C e D e temos um plano localizado paralelamente ao plano de projeção formado pelos pontos ABCD. Qual a representação gráfica que teremos no plano de projeção? Exatamente o plano em verdadeira grandeza, pois todas as linhas auxiliares de projeção repetem a forma do objeto conforme visto na Figura 1.8.

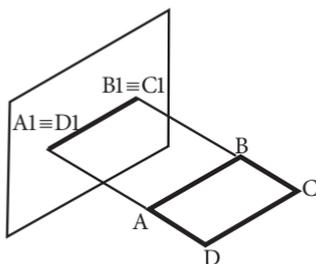
Figura 1.8 | Projeção ortogonal de um plano



Fonte: elaborada pelo autor.

Mas e se este plano sofre uma rotação de 90° e se posiciona perpendicular ao plano de projeção? Neste caso teremos a projeção de uma linha no plano de projeção, pois as linhas auxiliares projetantes do segmento A são coincidentes ao ponto D, assim como as linhas auxiliares projetantes do ponto C são coincidentes ao ponto B. Observe essa representação na Figura 1.9.

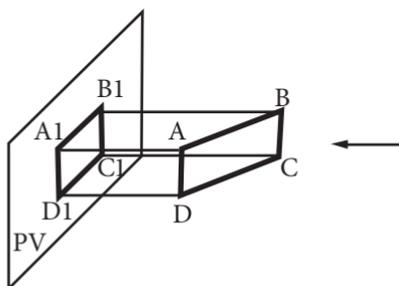
Figura 1.9 | Projeção ortogonal de um plano



Fonte: elaborada pelo autor.

Você já deve pegar o jeito das projeções, certo? Então vamos complicar um pouco, agora vamos inclinar o plano de projeção. Neste caso não teremos a representação do plano em verdadeira grandeza representado no plano de projeção. As linhas auxiliares de projeção atravessam os pontos ABCD e rebatem perpendicularmente no plano de projeção, porém como o objeto não está situado paralelamente ao plano, temos a representação de novos pontos e dessa vez, essa forma representada pelos pontos A1B1C1D1 não estão em verdadeira grandeza. Verifique essa representação na Figura 1.10.

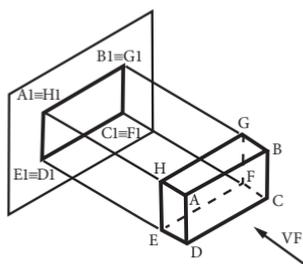
Figura 1.10 | Projeção ortogonal de um plano



Fonte: elaborada pelo autor.

Da mesma forma ocorre com um volume. Imagine que agora temos um volume posicionado paralelamente a este plano. As linhas projetantes do segmento AD são coincidentes ao do segmento HE, da mesma forma ocorre com os segmentos BC e GF. Veremos então no plano a projeção do retângulo ABCD (que é semelhante ao EFGH) em verdadeira grandeza. Observe a projeção do volume na Figura 1.11.

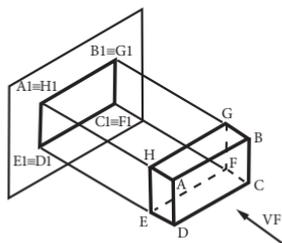
Figura 1.11 | Projeção ortogonal de um volume



Fonte: elaborada pelo autor.

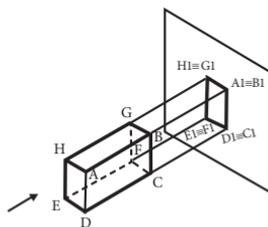
O procedimento é o mesmo para a representação da vista superior e para a vista lateral do objeto. No primeiro caso, para representação da vista superior, posicionamos o centro de projeção (observador) perpendicular ao objeto, neste caso, olhando de cima para o objeto e através das linhas projetantes auxiliares representamos essa face, neste caso, no plano de projeção horizontal (PH). No segundo caso, seguir o mesmo procedimento, posicionando de frente a lateral do objeto e reproduzindo a projeção dessa face para o plano de projeção, neste caso, plano vertical (PV) e plano lateral (PL). As Figuras 1.12 e 1.13 representam respectivamente essas projeções ortogonais.

Figura 1.12 | Projeção ortogonal de um volume visto de cima



Fonte: elaborada pelo autor.

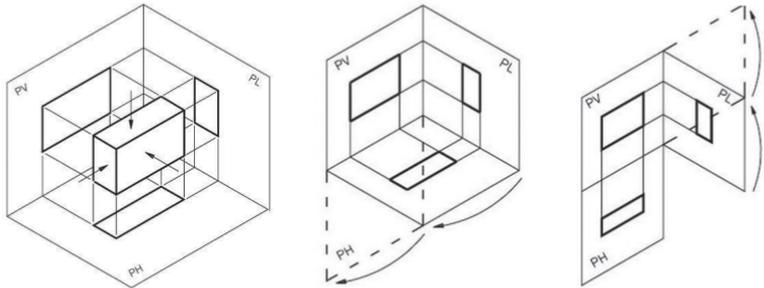
Figura 1.13 | Projeção ortogonal de um volume visto da lateral



Fonte: elaborada pelo autor.

Note, também, que a representação do objeto implica que você esteja perpendicular ao plano de projeção, e o objeto representado é projetado ortogonalmente como estudamos anteriormente. Mas é preciso compor em uma mesma folha todas essas vistas: frontal, superior e lateral. Neste caso, como os desenhos técnicos devem respeitar a condição bidimensional do papel, utilizamos o que chamamos de épura. Épura nada mais é do que a rotação do plano horizontal e lateral de tal modo que os planos de projeção fiquem todos na mesma posição. Note na Figura 1.14 o rebatimento do 1º diedro.

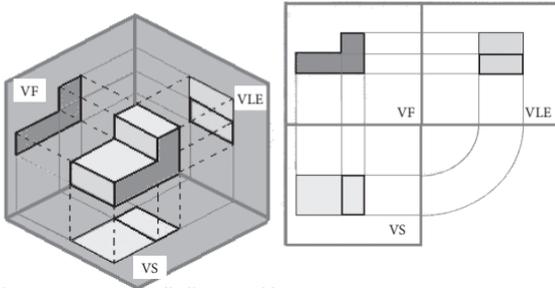
Figura 1.14 | Rebatimentos dos planos para formar a épura



Fonte: elaborada pelo autor.

Dessa forma, podemos representar a vista superior, frontal e lateral todas em uma única dimensão, no papel, por exemplo, que é a nossa ferramenta de trabalho. Temos assim, os planos representados como na Figura 1.15.

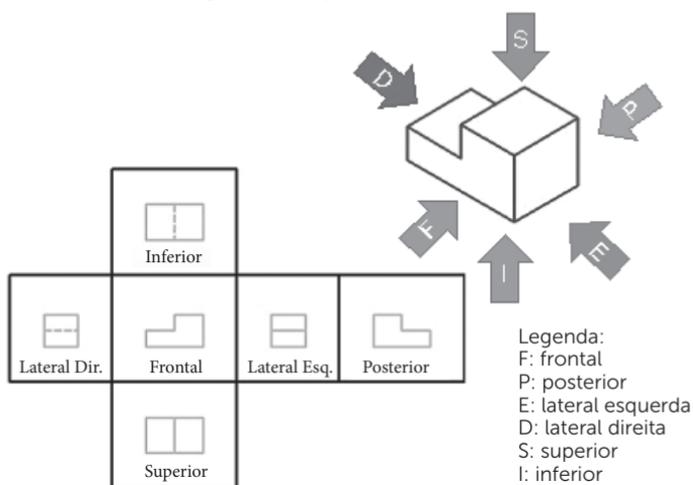
Figura 1.15 | Vistas ortogonais principais do objeto no 1º diedro



Fonte: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_1t.php>. Acesso em: 20 jul. 2016.

Para um desenho mais completo de um objeto, para orientação construtiva, por exemplo, precisamos de mais vistas do objeto, principalmente se ele não é simétrico em relação às suas laterais. Para isso, podemos criar planos auxiliares, adicionados aos planos verticais e horizontais, de tal forma que compreendem as seis vistas do objeto (superior, inferior, vista frontal, vista posterior, lateral esquerda e lateral direita). A Figura 1.16 mostra um objeto com a demonstração dessas seis vistas ortogonais. Utilizando o sistema de projeção ortogonal no 1º diedro, foram representadas as seis faces do objeto tridimensional no plano bidimensional.

Figura 1.16 | As seis vistas ortogonais do objeto – 1º diedro



Fonte: <<http://slideplayer.com.br/slide/378681/>>. Acesso em: 20 jul. 2016.



Faça você mesmo

Experimente ver um outro objeto e variar a forma de representação, esboçando suas projeções ortogonais. Como ficariam as vistas de um objeto que você tem nas mãos (lápis, borracha, livro, caneca) no 1º diedro?

Na arquitetura, algumas vistas são mais importantes para a apresentação do projeto, por exemplo, a vista superior (implantação ou planta baixa), vista frontal (fachada principal) e vistas laterais (fachadas laterais) e outras vistas não são representadas usualmente, por exemplo, a vista inferior. Entretanto, para a representação de cortes, detalhes construtivos, ou vistas auxiliares, poderão ainda ser acrescentadas vistas especiais e utilizadas quantas vistas se façam necessárias.



Pesquise mais

Amplie seu entendimento sobre as Vistas Ortogonais do Sistema de Projeção Ortogonal lendo a Norma específica:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10067: Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico. Rio de Janeiro, 1995.

O designer dispõe hoje de inúmeros recursos de representação gráfica de uma ideia projetual, principalmente os auxiliados por computador. Embora os recursos informatizados sejam amplamente utilizados, vale lembrar que todos são lastreados nos sistemas de projeção convencionais. E esses sistemas devem ser conhecidos dada a importância da utilização como ferramenta de trabalho, como recursos de estudo, compreensão e descrição das formas.

Sendo assim, no momento da necessidade de representação, é preciso considerar quais são os principais elementos que precisarão receber maior destaque ou quais estarão apenas contextualizados, quais elementos são projetados e quais são ocultados. Adicionalmente, é interessante que todos nós envolvidos na idealização e descrição projetual, conheçamos os recursos de representação disponíveis, visando definir as melhores aplicabilidades em cada situação. Portanto, a clareza na apresentação é essencial para a correta materialização da ideia.



Refleta

Diante de tantos recursos informatizados hoje disponíveis, você acha necessário saber os principais conceitos das projeções ortogonais e produzi-las manualmente? Por quê?

Sem medo de errar

Construção das vistas ortogonais do edifício

Agora que conhecemos os principais conceitos dos sistemas de projeção, temos condições de resolver a situação-problema com que nos deparamos. Precisamos desenhar em verdadeira grandeza o modelo de estudo da loja comercial em contêiner para disponibilizá-lo para a equipe de projeto poder elaborar os estudos volumétricos. Para isso, precisamos recolher informações espaciais da maquete volumétrica.

Os módulos dos contêineres com que o escritório trabalha possuem as seguintes medidas externas: 6,058 m x 2,438 m x 2,591 m, sendo o comprimento, largura e altura respectivamente do módulo. Dessa forma, a maquete executada em papel em escala 1:100 tem as seguintes medidas 6,058 cm x 2,438 cm x 2,591 cm, comprimento, largura e altura respectivamente.

Antes de começar a desenhar, reúna todos equipamentos que

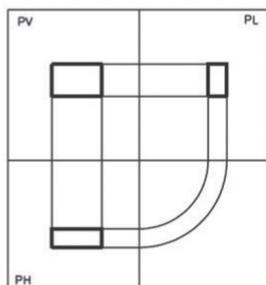
irá utilizar para o desenvolvimento da tarefa. Você vai precisar de uma folha de sulfite formato A4, uma lapiseira, uma borracha, uma régua, um jogo de esquadros e um compasso. Em uma prancheta, ou mesa comum, posicione o modelo de acordo com a vista a ser representada, comece pela vista frontal, então posicione a maquete com esta vista perpendicular a você.

Divida o papel em 4 partes iguais, na primeira parte, no canto inferior esquerdo, desenhe a vista frontal do objeto, você já conhece as medidas, então é só passar para o papel. A fachada frontal da loja é localizada longitudinalmente ao volume, ou seja, a face mais longa é vista frontal do modelo.

Agora, em vez de medir novamente o comprimento do modelo, apenas com o auxílio da régua e o esquadro para garantir a ortogonalidade do desenho, transponha as linhas do comprimento para o quadrante abaixo do desenho, aquele espaço que você deixou no papel sulfite. Neste quadro desenharemos a vista superior do modelo, então é preciso apenas verificar a medida da largura do modelo e reproduzir no desenho, fechando o retângulo uma vez que você já informou o comprimento (a partir do primeiro desenho).

Por fim, faremos a vista lateral do modelo. Desta vez, não faça medição no modelo. Vamos desenhar apenas com as referências que já temos no papel, isso evita erros de medidas e garante a fidelidade do conjunto dos desenhos. A altura do modelo pode ser captada através do da vista frontal (posicionado no canto superior esquerdo), trace essas linhas paralelas ao quadrante. A profundidade iremos pegar a partir do desenho da vista superior (canto inferior esquerdo). Com o auxílio do compasso transpasse esses pontos para o quadrante que estamos desenhando a vista lateral (canto superior direito). Pronto! Temos o desenho da vista superior, frontal e lateral. Você deve ter chegado em um resultado como da Figura 1.17. Como o objeto é simétrico, esses desenhos são suficientes para o estudo que a equipe solicitou.

Figura 1.17 | Representação das vistas do objeto



Fonte: elaborada pelo autor.

Avançando na prática

Projeto luminotécnico

Descrição da situação-problema

Agora, imagine que você foi contratado para trabalhar em uma loja de iluminação. Nessa loja, você executa o projeto luminotécnico, bem como o detalhamento das luminárias para todos os clientes. O primeiro cliente a que você atendeu gostaria de uma luminária específica que ele viu no site da loja, mas que por um motivo econômico, não está presente na loja para você mostrar ao cliente. Você marcou um horário com o cliente para apresentar o projeto e todas as especificações técnicas das luminárias, bem como mostrar os produtos que utilizou.

Como o cliente já deixou claro na última visita que quer conhecer as especificações técnicas da luminária, como você vai resolver esse problema?

Resolução da situação-problema

Nesse caso, é preciso que você se aproprie do estudo das projeções ortogonais e tente desenhar o máximo de detalhes possíveis para o cliente não ter dúvida do projeto que ele vai levar. Você pode verificar no site quais são as medidas da luminária e passar para o papel, respeitando as regras da geometria descritiva.

Faça, primeiramente, um desenho sem rigor técnico em uma folha de rascunho e, posteriormente, refaça os desenhos em um papel timbrado da empresa. Nesse caso, desenhar apenas as três vistas principais: frontal, superior e lateral não vai ser suficiente

para o cliente sanar todas as dúvidas em relação à luminária, dessa forma, você terá que criar os planos auxiliares de projeção.

Para criação dos planos auxiliares de projeção vertical, lateral esquerda e direita, por exemplo, duplique os quadrantes seguindo o plano vertical de projeção. Faça o mesmo procedimento para a vista inferior, mas neste caso, duplique seguindo o plano horizontal de projeção.

Por fim, finalize os desenhos reforçando as linhas de contorno da luminária e apague as linhas auxiliares da construção do desenho. Você também poderá escrever embaixo do desenho a que se refere aquele desenho, se é a vista superior, lateral esquerda, lateral direita ou inferior. Dessa forma, você terá todo o detalhamento pronto quando o cliente vier à loja para discutir com você o projeto da casa dele.

Faça valer a pena

1. No sistema de projeção cilíndrica ortogonal poderá ter objetos representados no primeiro ou no terceiro diedro, dependendo do continente em que você se encontre. No Brasil, trabalhamos convencionalmente com vistas no primeiro diedro, seguindo as normas técnicas aplicáveis. Embora haja várias vistas, ao representarmos um desenho de projeto arquitetônico comumente utilizamos as três vistas principais, a saber, planta, elevação e perfil, apesar que poderão ser utilizadas quantas vistas e cortes se façam necessárias para a correta compreensão.

No sistema de projeção ortogonal, quanto aos diedros, é correto afirmar:

- a) No Brasil utilizamos as representações no 3º diedro.
- b) A regra é representar cada vista em um diedro diferente.
- c) O 1º diedro fornece a representação da vista superior e frontal do objeto, e a partir dessas vistas posso criar planos auxiliares de projeção.
- d) No Brasil, por norma, podemos utilizar tanto o 1º quanto o 3º diedro para representação de desenho técnico.
- e) No 1º diedro, teremos pontos de vistas do objeto diferentes do 3º diedro.

2. O sistema de projeção ortogonal compreende alguns elementos básicos para a composição e elaboração dessas projeções. No caso da projeção ortogonal, esses componentes são: objeto, raio projetante, centro de projeção e plano de projeção, em que cada componente tem seu papel na projeção ortogonal.

Considerando os elementos do sistema de projeção ortogonal, assinale a alternativa correta:

- a) O objeto consiste na representação gráfica que se tem no plano de projeção.
- b) Raio projetante é o conjunto de retas imaginárias que partem do centro de projeção e passam pelo objeto.
- c) Plano de projeção é conjunto formado pelo raio de projeção e o centro de projeção.
- d) Plano de projeção é o ponto fixo de onde partem os raios projetantes.
- e) Centro de projeção é o encontro entre o plano horizontal (PH) e o plano vertical (PV) de projeção.

3. A projeção de um objeto nada mais é do que a representação deste em um plano bidimensional. A representação de objetos tridimensionais por meio de desenhos bidimensionais, idealizado por Gaspar Monge, utiliza de elementos de projeção para representação em verdadeira grandeza de elementos.

Com base na projeção ortogonal e no conceito de verdadeira grandeza, é correto o que se afirma em:

- a) A projeção ortográfica de um plano retangular posicionado perpendicular ao plano de projeção é representada por um segmento de reta.
- b) A projeção ortográfica de um segmento de reta, independentemente da posição em relação ao plano de projeção, é sempre um segmento de reta em verdadeira grandeza.
- c) A projeção ortográfica de um plano retangular, paralelo ao plano de projeção, é representada por um plano retangular, porém não em verdadeira grandeza.

d) A projeção ortográfica de um plano retangular inclinado ao plano de projeção, é representada por um plano retangular em verdadeira grandeza.

e) A projeção ortográfica de um volume retangular, visto de frente no plano vertical, é chamado de vista superior.

Seção 1.2

Introdução à geometria descritiva e sistema mongeano

Diálogo aberto

A representação projetual é uma etapa que antecede e sucede a diferentes outras etapas. Não nos restam dúvidas que idealizar e dar uma solução projetual são etapas de extrema relevância, a bem dizer, frequentemente a mais importante. Entretanto, no momento da idealização se fazem necessários conhecimentos não apenas técnicos, mas também de recursos de compreensão e descrição das formas existentes ou por existir. Ressalte-se que esses conhecimentos, além de indispensáveis na representação, podem até mesmo interferir nos estudos da mais adequada resolução. É nesse momento que os conhecimentos além dos Sistemas de Projeção, bem como em especial os recursos da Geometria Descritiva se fazem presentes!

Por exemplo, se você estiver a representar uma construção arquitetônica o seu telhado, paredes ou quaisquer outros elementos que não sejam paralelos entre si, você estará lidando com planos inclinados. Há também a possibilidade de o objeto estar posicionado de maneira inclinada em relação aos diedros, e isto também é um caso de planos inclinados.

Lembre-se, você foi selecionado para trabalhar em um escritório de arquitetura, e já realizou o seu primeiro trabalho na empresa, a representação gráfica da maquete da loja em contêiner. Você, como responsável pelo departamento de modelos e maquetes, elabora, faz testes de conforto e faz o detalhamento técnico dos modelos de estudo. Neste momento, está trabalhando em uma loja de contêiner, que é a especialidade do escritório.

Após a reunião com o cliente, este solicitou uma alteração no projeto. O cliente não gostou da ortogonalidade do projeto e deseja algo que diferencie dos outros projetos modulares. Desse modo, a proposta do escritório é realizar uma adição de volume ao módulo principal, e deixar esse volume inclinado em relação ao primeiro. Então, agora você precisa detalhar esse volume para a fabricação.

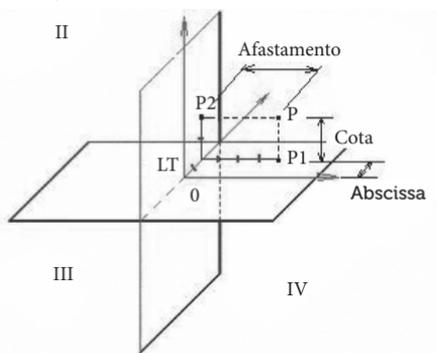
E como representar essa face inclinada seguindo as diretrizes da projeção ortogonal? Essa superfície vai ser representada em verdadeira grandeza? É preciso inclinar o plano de projeção? Ou posso apenas inclinar o modelo? Será preciso utilizar vistas adicionais? Quais vistas são mais importantes? Para responder a estas questões, é preciso estudar com atenção este livro didático e praticar os exercícios sugeridos. Então, bons estudos!

Não pode faltar

Conceituação e aplicações da geometria descritiva

Agora nós vamos nos aprofundar sobre a Geometria Descritiva. A Geometria Descritiva é um ramo da Matemática Aplicada que tem como objetivo o estudo de objetos tridimensionais, por meio das projeções desses sólidos em planos. Conforme visto anteriormente, esse estudo foi desenvolvido pelo matemático francês Gaspar Monge (1746-1818), que apresentou soluções inovadoras relacionadas à construção de fortificações. Notamos com isso que este estudo está aplicado à Arquitetura e Engenharia desde os seus primórdios. Todavia, áreas também como a Geologia, o Desenho Industrial, a Escultura, a Pintura etc., também se utilizam amplamente. Vale lembrar que os conceitos da Geometria Descritiva constituem a base fundamental do Desenho Técnico. Bem, como dito, a Geometria Descritiva permite a descrição e projeção de objetos tridimensionais no espaço bidimensional, ou seja, projetado no plano, para isso observe a Figura 1.18.

Figura 1.18 | Sistema Mongeano



Fonte: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrical/php/gd_U/gd_4t.php>. Acesso em: 10 ago. 2016.

Conforme podemos notar na Figura 1.18, esse sistema é composto pelos quatro diedros. Um elemento, neste caso um ponto, um plano, uma reta, ou um objeto, poderá estar situado em qualquer um desses

espaços, ou mesmo transpassar os espaços.

Note os elementos:

O *Plano Horizontal de Projeção* (PHP) é o plano onde as vistas horizontais do objeto são projetadas (vista superior). O objeto poderá também estar apoiado sobre ele.

O *Plano Vertical de Projeção* (PVP) é o plano onde ocorre a projeção vertical (vista frontal) do objeto. O objeto poderá também estar apoiado sobre ele.

O *objeto* é o sólido ou qualquer outro elemento que se está representando.

A *Linha Terra* (LT) é a linha de interseção entre o PHP e o PVP.

Como todo objeto no espaço é situado por três coordenadas (ou dimensões) principais. A ORIGEM DAS ABSCISSAS, é a primeira das coordenadas da localização de um ponto do objeto, medida a partir do marco "0" (zero) na LT, marco esse que nós definimos a localização antes de começar a construção, ou utilizamos o que já está definido nela.

O *afastamento* é a medida da coordenada entre o PVP e um ponto do objeto.



Exemplificando

Quais são as coordenadas do ponto mostrado na Figura 1.19?

Resposta: P (2;4;2), ou seja, o ponto "P" tem (Abscissa = 2; Afastamento = 4; Cota = 2).

A *cota* é a medida da coordenada entre o PHP e um ponto do objeto.

A *épura* é o resultado das vistas do objeto já no espaço bidimensional.



Faça você mesmo

Determine as coordenadas de ponto "Q" (por exemplo: -3; 3; 2) e determine em *épura* suas projeções.

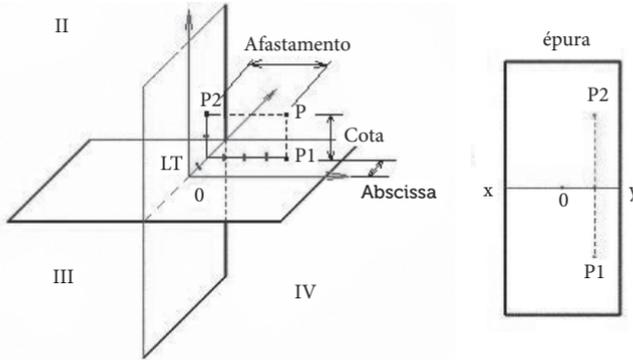


Note a representação em écura do ponto, sendo as referências:

P1 = Projeção horizontal do Ponto P no PHP.

P2 = Projeção vertical do Ponto P no PVP.

Figura 1.19 | Ponto "P" em écura



Fonte: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_4t.php>. Acesso em: 20 ago. 2016.

Todo objeto no espaço é situado por três coordenadas (ou dimensões) principais, A *origem das abscissas* é a primeira das coordenadas da localização de um ponto do objeto, medida a partir do marco "0" (zero) na LT, marco esse que nós definimos a localização antes de começar a construção, ou utilizamos o que já está definido nela. A primeira coordenada a partir dessa origem pode ser "positiva" se situada dela para a direita ou mesmo "negativa" se situada dela para a esquerda.



O afastamento é a medida da coordenada entre o PVP e um ponto do objeto. A cota é a medida da coordenada entre o PHP e um ponto do objeto.

Todas as coordenadas de um ponto, além tanto abscissa, quanto afastamento e cota podem ser positivas ou negativas, resultando em significativas diferenças nas projeções em écura, principalmente se houver coincidência de alguma das coordenadas de diferentes pontos.

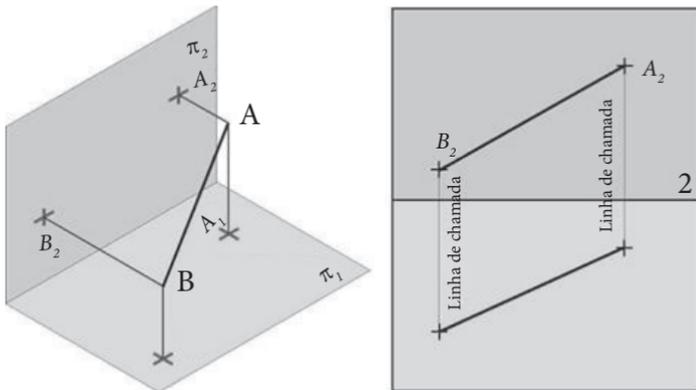


Em Geometria Descritiva frequentemente utilizamos todas as representações dos pontos nos planos verticais de projeção que são representadas por números pares (ex.: P2, onde "P" é a letra do ponto e 2 indica ser a projeção vertical dele), e toda representação dos pontos nos planos horizontais de projeção são representados por números ímpares (ex.: P1, onde "P" é a letra do ponto e 1 indica ser a projeção horizontal dele). Quaisquer letras podem ser usadas e sempre maiúsculas.

Os entes geométricos no sistema mongeano: o ponto, a reta, o plano

Depois de termos visto a projeção do ponto, segmentos de reta e objetos ortogonais, vamos ver segmentos de retas e planos inclinados. Note a projeção de uma reta inclinada no diedro na Figura 1.20.

Figura 1.20 | Projeção da reta oblíqua no primeiro diedro

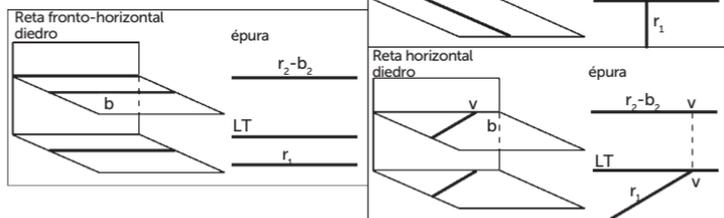


Fonte: <http://www.pcc.usp.br/files/text/2012_teorias_arquivos/image046.jpg>. Acesso em: 14 ago. 2016.

A Figura 1.20 mostra uma reta oblíqua em épura. Contudo, além dessa reta, existem outras variações da posição de uma reta no espaço do diedro conforme podemos notar nas Figura 1.21 e 1.22:

Figura 1.21 | Projeções das retas que pertencem ao plano horizontal

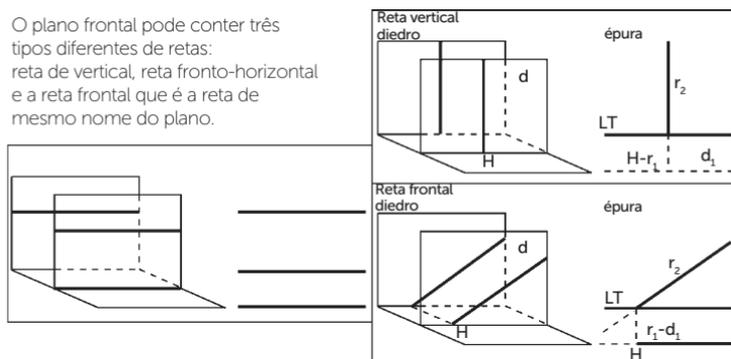
O plano horizontal pode conter três tipos diferentes de retas: reta de topo, reta fronto-horizontal e a reta horizontal que é a reta de mesmo nome do plano.



Fonte: <<http://image.slidesharecdn.com/geometriadescriptiva2012-2-120815161908-phpapp01/95/geometria-descriptiva-20122-28-728.jpg?cb=1345047646>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

Figura 1.22 | Projeções das retas que pertencem ao plano frontal

O plano frontal pode conter três tipos diferentes de retas: reta de vertical, reta fronto-horizontal e a reta frontal que é a reta de mesmo nome do plano.



Fonte: <<http://image.slidesharecdn.com/geometriadescriptiva2012-2-120815161908-phpapp01/95/geometria-descriptiva-20122-28-728.jpg?cb=1345047646>>. Acesso em: 22 ago. 2016.



Pesquise mais

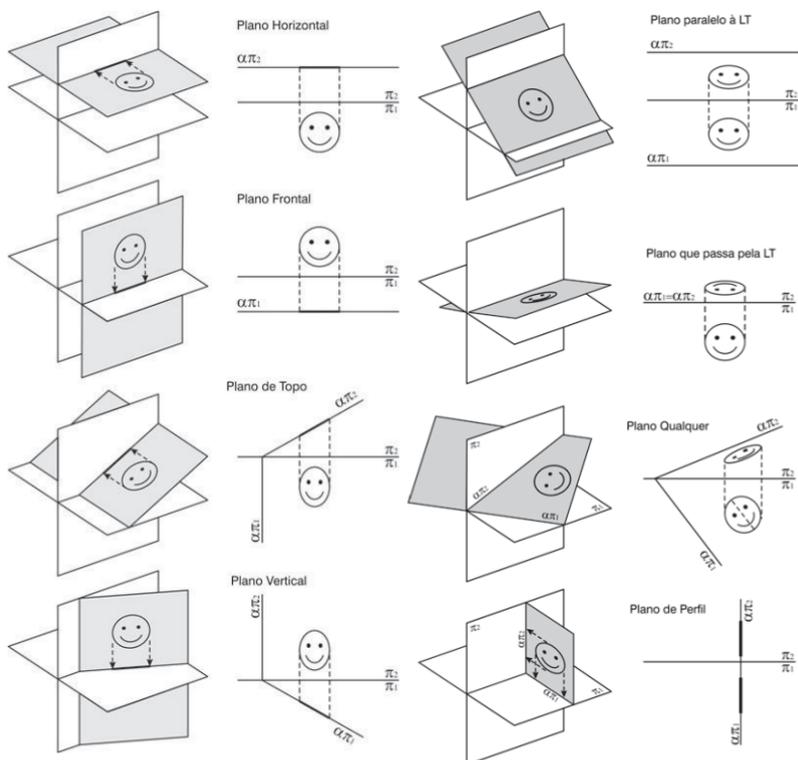
Aprenda mais sobre o sistema diédrico: vistas no primeiro e terceiro diedros e regras de representação, e exercite com os exemplos lá indicados.

MORIOKA, Carlos Alberto; CRUZ, Michele da. Desenho técnico: medidas e representação gráfica. São Paulo: Érica. 2014. VitalSource Bookshelf Online. Você pode acessar na sua Biblioteca digital, disponível em: <https://biblioteca-virtual.com/>

Também podemos notar as possibilidades para planos inclinados na projeção ortogonal e sua representação em épura. Note que, conforme a inclinação do plano, nesse caso bidimensional, interfere-

se na representação do objeto em verdadeira grandeza. Isso ocorre porque as linhas auxiliares de projeção estão perpendiculares ao plano de projeção, e o objeto não necessariamente está. Observe essa diferença de representação principalmente nas figuras da primeira coluna em relação à segunda na Figura 1.23.

Figura 1.23 | Os planos e suas respectivas projeções em épuras



Fonte: http://www.pcc.usp.br/files/text/2012_teorias.htm#_Toc284586574. Acesso em: 12 ago. 2016.

Os planos, como se vê, são elementos que se colocam em diferentes posições em relação aos planos de projeção (PHP e PVP). Eles são infinitos, entretanto, em Geometria Descritiva, tanto para estudarmos as representações quando para descrevê-las, consideramos os trechos onde eles interceptam os diedros, interceptam outros planos, ou são interceptados por retas. Vale salientar que os objetos podem, e frequentemente são representados sobre cada um desses planos. Adicionalmente, objetos também podem estar apoiados no PVP ou no PHP e serem seccionados por um desses outros planos, objetivando que possamos obter VGs dos trechos seccionados.



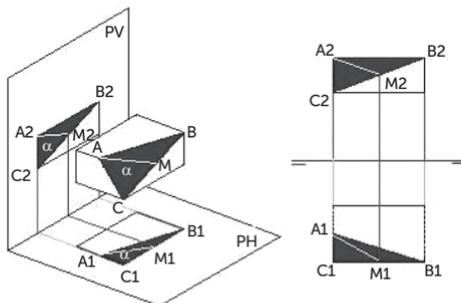
Em que momento os saberes da Geometria Descritiva sobre as maneiras de se descrever e representar na projeção arquitetônica podem ser úteis? Será que apenas os conhecimentos básicos do Desenho Técnico e dos softwares voltados para o desenho de projeto já não são suficientes para toda projeção hoje?

Assim como ocorre com as retas, isso significa que cada ente geométrico ou sólido apoiado nos diferentes planos se projetará de diferentes maneiras em épora. Todavia, em Geometria Descritiva, há uma regra que indica que todo plano paralelo ao plano de projeção resulta em projeção em Verdadeira Grandeza (VG) do elemento que estiver neste plano apoiado, diferentemente do objeto inclinado.

Vale lembrar que cada um desses entes geométricos – assim como os sólidos – pode ocupar qualquer localização dentro do sistema diédrico. As épuras apresentadas nos exemplos estão no primeiro diedro, porém, eles poderiam estar situados nos outros diedros ou transpassando-os. Em casos assim, haveria diferença no resultado visual das projeções, mas os elementos da Geometria Descritiva, a funcionalidade de cada um, bem como o rebatimento do PHP sobre o PVP, nada disso sofre mudança alguma. Vale salientar que, convencionalmente e de acordo às normas técnicas de cada país, os desenhos técnicos utilizam os objetos situados apenas no primeiro ou no terceiro diedro.

Note, agora, o exemplo de um sólido com uma face inclinada, ou seja, não ortogonal em relação ao plano de projeção, apoiada no Plano Horizontal (Figura 1.24) e sua respectiva épora:

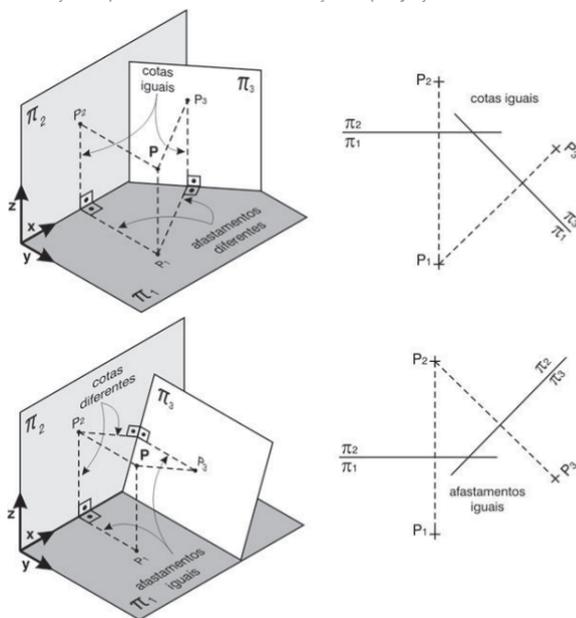
Figura 1.24 | Sólido apoiado no plano horizontal e as projeções em épora



Fonte: <<http://www2.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/convmon.htm>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

Observamos que as faces do objeto que estão paralelas aos Planos de Projeção Horizontal e Vertical, se projetaram na *épura* em VG. Já a face inclinada se projetou igualmente inclinada na *épura*. Sendo assim, caso necessitássemos obter as dimensões reais dessa face, como proceder? É neste momento que entram os conhecimentos do Métodos Descritivos. Os mais utilizados são *Rotação* e *Mudança de Plano de Projeção* (Figura 1.25). No método *Rotação* o ente escolhido é rotacionado por um eixo previamente escolhido, até ser posicionado paralelo a um dos planos de projeção. No método *Mudança de Plano de Projeção*, coloca-se um plano adicional paralelo à face que se quer visualizar em VG, obtendo assim suas projeções em medidas reais. Em Desenho Técnico, por exemplo, as vistas auxiliares são na verdade um exemplo de mudança de plano de projeção.

Figura 1.25 | Mudança de plano vertical e mudança de projeção horizontal



Fonte: <http://www.pcc.usp.br/files/text/2012_teorias.htm#_Toc284586590>. Acesso em: 18 ago. 2016.

No exemplo na Figura 1.25, no primeiro caso, a cota (altura) do ponto, ou a distância do ponto P ao Plano Horizontal de Projeção (PHP) não mudou, independentemente da posição que esteja o novo Plano Vertical. Desse modo, quando fazemos uma mudança de plano vertical, colocamos nova Linha de Terra (LT) perpendicular às novas linhas de chamada dos afastamentos do ponto, e transportamos as mesmas cotas para a nova projeção vertical.

Já no segundo caso, o afastamento do ponto, ou a distância do ponto P ao Plano Vertical de Projeção (PVP) não mudou, independentemente da posição que esteja o novo Plano Horizontal. Desse modo, quando fazemos uma mudança de plano horizontal, colocamos nova Linha de Terra (LT) perpendicular às novas linhas de chamada das cotas do ponto, e transportamos os mesmos afastamentos para a nova projeção horizontal.

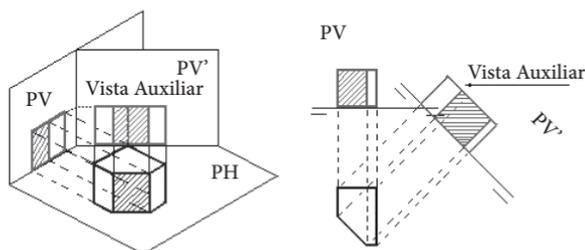


Exemplificando

Suponhamos que o objeto, ou duas faces dele sejam superfícies inclinadas em diferentes sentidos. Nesse caso, você faria uma mudança de Plano de Projeção para cada face que você quisesse obter a VG. Há casos em que, para obter a VG de uma única face, nós fazemos duas mudanças de plano: uma primeira para colocar a face perpendicular a um plano, e uma segunda para colocar a face paralela a um outro plano, no qual se projetará a VG.

Observe agora um objeto que possui uma face inclinada, apoiado no PHP, porém agora com a mudança de plano vertical de projeção, justamente para mostrar a face em verdadeira grandeza (Figura 1.25).

Figura 1.26 | Projeções em é pura da mudança de plano vertical



Fonte: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_9t.php>. Acesso em: 18 ago. 2016.

Note que a nova LT é colocada sempre perpendicular às linhas de chamada, que serão utilizadas para definir a nova projeção. Essa prática representa um método de favorecer a leitura do desenho de objetos, projetos, e detalhamento de peças para a representação em verdadeira grandeza, bem como a própria facilitação da criação do desenho. Experimente você fazer novas mudanças de plano de projeção horizontal e vertical e comparar os resultados.

Sem medo de errar

Você notou que a Geometria Descritiva nos permite descrever com exatidão as medidas e projeções das vistas e itens diversos do objeto. Nossa tarefa, nesse momento, é descrever os pontos que resultarão nas projeções horizontal e vertical do nosso objeto, o modelo de estudo da loja em contêiner. Visto que precisamos representar a face frontal da loja com a adição do volume inclinado em relação ao primeiro volume. Esse volume adicional representaremos em verdadeira grandeza, então, para isso, é preciso primeiramente determinar o ângulo de inclinação desse elemento em relação ao primeiro, para determinarmos a rotação do plano de projeção. Imagine que o arquiteto fez uma rotação de 30° em relação ao primeiro volume.

Podemos obter bons resultados começando pela vista superior do modelo. Baseando-se nas medidas já conhecidas do objeto, pelas representações anteriores, poderemos representar o retângulo que equivalerá à base da loja, bem como o volume adicional inclinado, ambas com a vista superior obtida através da projeção horizontal. Escolha uma distância de afastamento do ponto mais próximo da LT. Partindo dele, construa o retângulo de modo que suas arestas de maior comprimento já estejam ao ângulo de 30° em relação à LT.

A partir da vista superior definida, puxe as linhas de chamada até a LT, determinando os pontos da base apoiada, na projeção vertical. Na continuidade, você poderá já construir a projeção vertical dos elementos com a altura do modelo em verdadeira grandeza.

Ao partir da LT, puxe uma reta vertical com a altura final do prédio. Em sequência, partindo dos pontos da base apoiada na LT, puxe as linhas que determinarão as arestas da projeção vertical do edifício. Assim, estarão concluídas as projeções em épura das duas vistas principais.

Lembre-se de que, conforme comentado, existem outras maneiras de construir a elevação frontal e lateral do modelo com a face inclinada. Você pode, ao invés de inclinar o plano de projeção, inclinar o próprio objeto (modelo de estudo), ou até mesmo o desenho da vista superior (a projeção ortogonal da vista superior) e a partir das linhas auxiliares de projeção, representar a face inclinada em verdadeira grandeza puxando linhas paralelas desse desenho. Para isso, é preciso rotacionar a folha do desenho da vista superior e realizar a projeção vertical em uma segunda folha.



Atenção

No momento da representação das projeções no PHP ou no PVP, podem haver diversas coincidências entre a localização dos pontos projetados. O mais importante é que o desenhador esteja consciente dessas coincidências e saiba extrair corretamente deles as linhas de chamada para a próxima projeção. Todavia, para efeito de representação que atenda na íntegra as convenções da Geometria, seria necessário indicar todos os pontos, independentemente de haver ou não coincidências entre a localização deles.

Avançando na prática

Projeções de uma casa com telhado de duas ou mais águas

Descrição da situação-problema

Consideramos exemplos de projeção nos planos horizontal e vertical de projeção. Todavia, desafios adicionais nos surgem! Suponha que você, como profissional, tenha sido contratado para um projeto residencial. Seu cliente deseja que você faça o desenho em projeção dos telhados de algumas casas, sendo algumas de duas águas e outras com três ou mais. Sendo assim, quais seriam os procedimentos para essa resolução, e como ficariam as projeções desses telhados?

Resolução da situação-problema

A resolução é similar a simples projeção de sólidos com faces apenas horizontais e verticais. Você pode fazer a representação das projeções do sólido normalmente. Tratando-se de faces ou itens inclinados em qualquer sentido ou ângulo, você poderá também simular a inclusão dessas superfícies em blocos, ou prismas convencionais. Você poderá definir pontos conhecidos que pertençam à superfície inclinada, e representar as projeções desses pontos em épura. Em seguida, poderá ligar entre si os pontos em todas as projeções do objeto. Como já visto anteriormente, o mesmo valerá para superfícies curvas.

Faça valer a pena

1. O sistema diédrico é composto pelos mesmos elementos, independentemente de o objeto ser representado no primeiro ou terceiro diedro, ou mesmo se o objeto ou ente ultrapassar de um diedro ao outro. Entre estes elementos, encontram-

se os planos horizontal e vertical de projeção, elementos essenciais dentro do Sistema Mongeano.

Sobre os Planos Horizontal e Vertical de Projeção (PHP e PVP) pode-se afirmar que:

- a) São planos que não necessariamente se projetam as vistas.
- b) São planos que podem estar também em um ângulo diferente de 90° entre si.
- c) São os planos onde se projetam as vistas, porém neles próprios também o objeto poderá estar apoiado.
- d) São planos que podem ser ou não utilizados pelo desenhador na Geometria Descritiva.
- e) São planos que definem apenas a localização de entes geométricos.

2. A representação no Sistema Mongeano segue alguns padrões preestabelecidos. Além da compreensão correta da colocação das novas LTs, das linhas de chamada, bem como da correspondência entre as vistas e medidas precisas, a definição certa das letras e números também se fazem necessárias para a compreensão esperada na leitura das projeções.

Quanto às letras dos pontos, e os números a ele associados, a forma abaixo está totalmente correta:

- a) Letras sempre maiúsculas, Projeção PHP sem números ímpares, Projeção PVP com números.
- b) Letras sempre minúsculas, Projeção PHP com números ímpares, Projeção PVP com números pares.
- c) Letras sempre minúsculas, Projeção PVP com números ímpares, Projeção PHP com números pares.
- d) Letras sempre maiúsculas, Projeção PVP com números ímpares, Projeção PHP com números pares.
- e) Letras sempre maiúsculas, Projeção PVP com números pares, Projeção PHP com números ímpares.

3. A Mudança de Plano de Projeção é um recurso extremamente eficaz no objetivo de se descrever outras vistas, principalmente faces inclinadas. O entendimento da localização mais adequada da nova LT, bem como o posicionamento das linhas de chamada e o transporte das medidas, são determinantes para a utilização funcional desse método descritivo.

Na Mudança de Plano de Projeção Vertical de Projeção o procedimento totalmente correto é:

- a) Linhas de chamada perpendiculares à nova LT com cota qualquer, transportam-se os afastamentos.
- b) Linhas de chamada perpendiculares à nova LT com afastamento qualquer, transportam-se as cotas.
- c) Linhas de chamada inclinadas à nova LT com afastamento qualquer, transportam-se as cotas.
- d) Linhas de chamada inclinadas à nova LT com cota qualquer, transportam-se os afastamentos.
- e) Linhas de chamada inclinadas à nova LT com cota qualquer, afastamento qualquer.

Seção 1.3

Objetos apoiados em planos horizontal e vertical ortogonais

Diálogo aberto

Nas etapas de idealização e resolução, a apresentação de uma ideia projetual é uma etapa de extrema importância em todo o processo de produção em Arquitetura. Desde os primeiros esboços, até os desenhos finais, a representação gráfica dialoga com intervenientes de maneira essencial.

Diante disso, o desenhador necessita não apenas conhecer os conceitos básicos de desenho e representação projetual, mas também atentar para as vistas, dimensões, seções, detalhes e outros recursos gráficos que melhor descrevam a ideia projetual, fugindo da ambiguidade e valorizando a clareza. Os conhecimentos da Geometria Descritiva nos dão ferramentas de grande importância nesse objetivo. Dependendo do objeto a ser representado, a projeção nos planos horizontal ou vertical de projeção ou de perfil, nos possibilita vistas que podem melhor se adequar a cada objetivo.

Em relação ao nosso objeto de estudo, o modelo tridimensional físico da loja em contêiner que o escritório de arquitetura está desenvolvendo, chegou a uma outra etapa importante. Nosso cliente adorou a intervenção do plano inclinado para diferenciar o projeto modular dos outros projetos e agora nenhuma das faces do prédio ficou paralela ao Plano Vertical de Projeção. Assim, se precisarmos saber a verdadeira grandeza, ou o tamanho real das faces laterais, ou de qualquer outro item não paralelo aos planos de projeção, como faremos? Nada melhor do que uma mudança de plano. Basta apresentarmos uma nova projeção vertical ou horizontal, paralela a essa face que queremos. Assim, com o nosso projeto finalizado e aprovado pelo cliente, precisamos do detalhamento das vistas ortogonais para a produção dos materiais para a concepção da maquete final, que será exposta na galeria

até a loja ser instalada. Para representar corretamente as vistas, vamos avançar na leitura e estudo deste material?

Não pode faltar

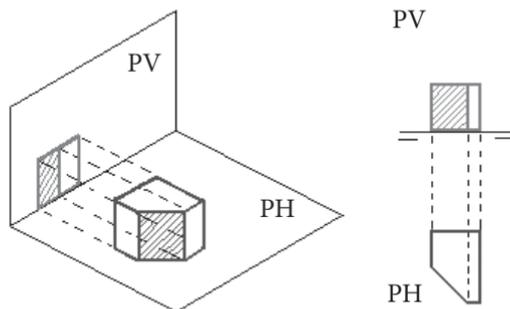
Objeto apoiado no Plano Horizontal de Projeção (PHP)

O desenho técnico se utiliza muito amplamente das vistas de planta (vista superior) e elevação (vista frontal) na representação dos objetos. De fato, estas vistas são originadas dos conceitos da Geometria Descritiva, mais especificamente os conceitos do objeto apoiado no Plano Horizontal de Projeção (PHP).

Observe a Figura 1.27 e você notará alguma das características principais:

- A face superior da figura é paralela ao PHP, conseqüentemente essa face se projeta em VG (verdadeira grandeza) no PHP. O motivo é que relembramos um dos principais conceitos da Geometria Descritiva que nos mostra que uma face ou um plano paralelo a um dos planos de projeção, ou apoiado em um deles, tem os seus elementos apoiados projetados nele em VG.
- Veja que o objeto tem na face frontal um trecho retangular paralelo ao PVP. Isso fez com que essa face fosse projetada em VG nesse plano. Esta mesma face retangular, encontrando-se perpendicular ao PHP, se projeta nele apenas como uma reta.
- Note que há uma face inclinada em relação ao PVP, conseqüentemente projetando-se deformada neste plano. Já as arestas dessa mesma face se encontram paralelas ao PVP, por isso suas alturas estão projetadas nele em VG.
- A base apoiada no PHP coincide com sua própria projeção em VG neste plano. Já na projeção vertical, os pontos da base apoiada coincidem com a LT, e é desses pontos que partem as linhas que formarão a projeção vertical das arestas e faces do sólido.

Figura 1.27 | Projeções em épora do objeto no plano horizontal de projeção



Fonte: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_9t.php>. Acesso em: 21 ago. 2016.

Em resumo, faces ou arestas paralelas a um plano de projeção ou apoiadas nele, terão VG de todas as dimensões nesse plano. O mesmo se dará se uma face estiver apoiada em um plano paralelo ao plano de projeção. Faces ou arestas perpendiculares a um plano de projeção se projetarão nele como uma reta. Esses são conceitos fundamentais do Sistema de Projeção Ortogonal.

Um exemplo clássico do objeto apoiado no PHP é uma planta de um projeto arquitetônico. Por sua vez, a projeção no Plano Vertical de Projeção equivale à vista de elevação (ou fachada) do projeto.

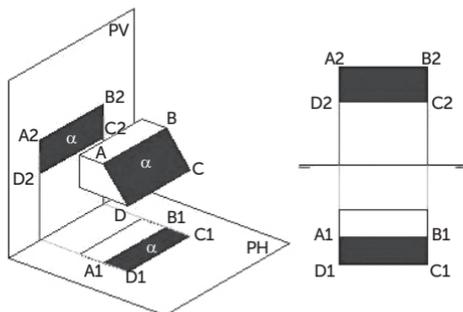


Assimile

Em resumo, faces ou arestas paralelas a um plano de projeção ou apoiadas nele, terão VG de todas as dimensões nesse plano. O mesmo se dará se uma face estiver apoiada em um plano paralelo a um plano de projeção. Faces ou arestas perpendiculares a um plano de projeção se projetarão nele como uma reta.

Um caso bem parecido a este último que vimos é quando um objeto está apoiado no plano horizontal (não confundir com o PHP) que é um plano *paralelo* ao PHP. Neste caso, temos alguns segmentos em verdadeira grandeza (aqueles que estão posicionados paralelamente ao plano de projeção) e os planos inclinados não. Note na Figura 1.28 que plano representado pela letra grega α tem a sua face projetada bidimensionalmente, em épora no canto direito. Os segmentos de reta AB e DC que estão posicionados paralelos ao plano de projeção estão em verdadeira grandeza, mas os segmentos de reta AD e BC não são representados em verdadeira grandeza.

Figura 1.28 | Projeções em écura do objeto apoiado no plano horizontal (o qual é paralelo ao PHP)



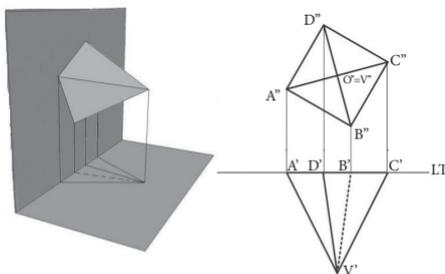
Fonte: <<http://www2.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/convrmon.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

Objeto apoiado no plano vertical de projeção

Por outro lado, o objeto apoiado no plano vertical de projeção é um caso que se aproxima em alguns aspectos similares ao objeto apoiado no plano horizontal de projeção. Simplificando a descrição, é como se fosse um “espelhamento” entre essas duas projeções.

Note que, na Figura 1.29, similarmente, partem dos pontos da base em VG no PVP, as linhas de chamada que irão definir os pontos da projeção da base no PHP, os quais também coincidirão com a LT. E desses pontos da LT irão partir a linhas que formarão a projeção horizontal do sólido no PHP.

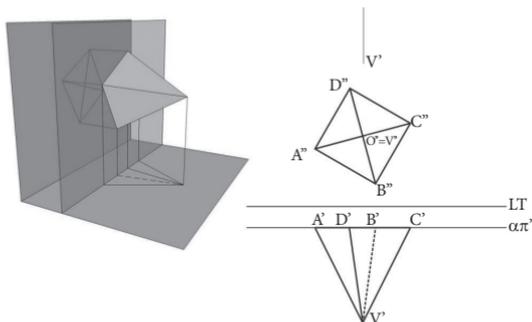
Figura 1.29 | Projeções em écura do objeto apoiado no plano vertical de projeção



Fonte: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_rossano/wp-content/uploads/sites/16/2014/10/desenho-de-s%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.

Há uma situação similar, quando o sólido está apoiado no plano frontall (Figura 1.30), que é um plano paralelo ao PVP. Compare as diferenças, visto que o traço do plano aparece na projeção horizontal, e base do sólido coincide com esse traço no PHP.

Figura 1.30 | Projeções em écura do objeto apoiado no plano frontal



Fonte: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degref_rossano/wp-content/uploads/sites/16/2014/10/desenho-de-s%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.



Pesquise mais

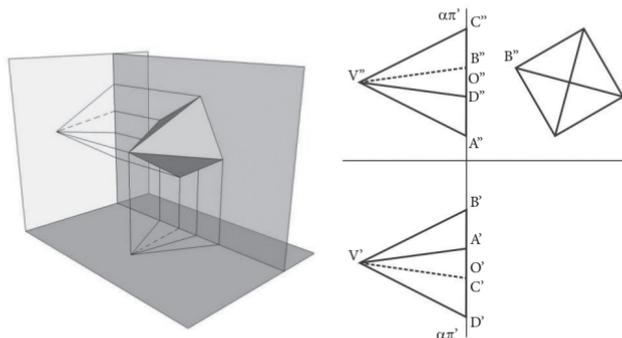
Amplie seu entendimento sobre a projeção nos diedros e escolha de vistas.

MORIOKA, Carlos Alberto; CRUZ, Michele da. Desenho técnico: medidas e representação gráfica. São Paulo: Érica. 2014. VitalSource BookshelfOnline. Você pode acessar na sua Biblioteca digital, disponível em: <https://biblioteca-virtual.com/>

Objeto apoiado no plano de perfil

Um objeto apoiado no plano de perfil tem a sua base perpendicular ao PHP e ao PVP. Isso quer dizer que nesses dois planos a base se projetará como uma reta, coincidente com os traços do plano, e as alturas do sólido estarão sempre em VG (Figura 1.31). A base do sólido é construída depois que é feito o “rebatimento” do plano de perfil sobre o Plano Vertical de Projeção (PVP). Isso quer dizer que, via de regra, primeiro construímos a base do solo no PVP, simulando o plano já rebatido, e depois voltamos os pontos da base para as projeções originais e construímos as faces do sólido.

Figura 1.31 | Projeções em épura do objeto apoiado no plano de perfil



Fonte: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_rossano/wp-content/uploads/sites/16/2014/10/desenho-de-s%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.

Verdadeira grandeza

No desenvolvimento do projeto ou na preparação da sua apresentação, as obtenções das dimensões reais são essenciais. Os métodos descritivos como a rotação ou a mudança de plano de projeção, são recursos que permitem obter com precisão as dimensões reais, ou verdadeira grandeza de segmentos ou superfícies.

Em cada objeto apoiado em cada um dos planos, há trechos paralelos aos planos de projeção, os quais estão em verdadeira grandeza. Todavia, os recursos descritivos possibilitam obter as medidas de entes geométricos ou exatamente as superfícies as quais se necessitam.



Refleta

Em que circunstâncias os recursos da mudança de planos de projeção podem ser utilizados, por exemplo, na descrição de elementos de sustentação de cobertura? É realmente necessário se conhecer esses recursos nessas circunstâncias?

O primeiro passo é observar se o elemento que se deseja obter VG já se projeta em dimensão real em algum dos planos de projeção. Caso isso não ocorra, deve-se analisar se é possível fazer apenas uma mudança de plano, colocando esse plano adicional paralelo à superfície que se deseja obter a VG. Não sendo possível, se analisa qual primeira e qual segunda mudança de plano devem ser feitas. Apesar de haver caminhos comuns, cada caso deve ser analisado individualmente.

Vale acrescentar que os planos também podem ser utilizados para

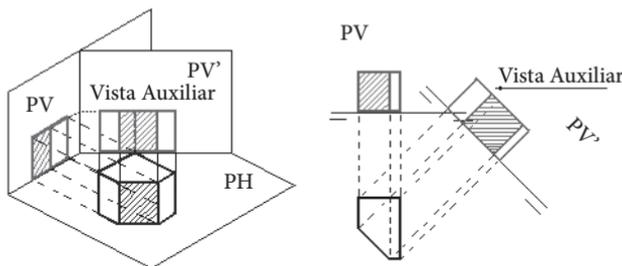
seccionar objetos, obtendo-se a verdadeira grandeza por secção. A secção gera uma superfície no interior do objeto seccionado. Se rotacionamos esse plano e o rebatemos sobre o PVP ou sobre o PHP, a superfície imediatamente “acompanha” o plano, será projetada em verdadeira grandeza no plano de projeção.

Atenção

O primeiro passo é observar se o elemento que se deseja obter VG já se projeta em dimensão real em algum dos planos de projeção. Analisa-se qual primeira e qual segunda mudança de plano devem ser feitas. Apesar de haver caminhos comuns, cada caso deve ser analisado individualmente.

Na Figura 1.32 foi colocada (a uma distância qualquer) uma nova Linha de Terra (LT) paralela à face que se desejou obter a VG. As linhas de chamada são sempre perpendiculares à nova LT. Todas as medidas das cotas da projeção vertical original são transportadas para a nova projeção vertical.

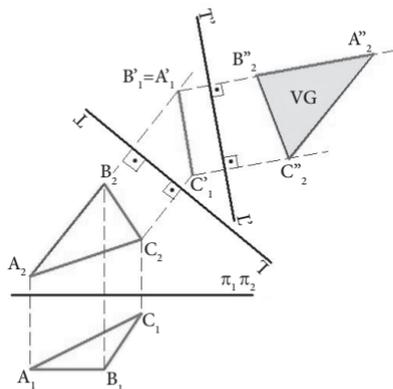
Figura 1.32 | Projeções em êpura da mudança de plano vertical de projeção



Fonte: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_9t.php>. Acesso em: 22 ago. 2016.

Veja agora uma outra situação envolvendo uma figura plana. O mesmo princípio se aplica a uma base de um sólido, ou outro objeto. Na Figura 1.33 o triângulo que se busca a VG está apoiado em um plano inclinado em relação ao PHP e ao PVP. A primeira mudança de plano horizontal transforma o plano que contém o triângulo num plano em Vertical, e o triângulo fica perpendicular ao PHP. A segunda mudança de plano vertical, e transforma o plano vertical em plano frontal.

Figura 1.33 | Dupla mudança de plano



Fonte: <<http://www.ensinoeinformacao.com/#lgd-mudanca-de-planos-introducao/cly9h>>. Acesso em: 22 ago. 2016.



Faça você mesmo

Experimente determinar em épura, com duas mudanças de plano, a VG de objeto inclinado para ambos os planos de projeção. Um exemplo de onde isso sempre ocorre são nos telhados com mais de duas águas.



Exemplificando

Por exemplo, se você estiver representando vários elementos em uma vista (uma viga, coluna, e muro ligados entre si), você estará lidando com diferentes elementos, comparativamente apoiados nos planos de projeção. Associando estes elementos inclinados a objetos apoiados nos planos, é um recurso bem funcional para a compreensão e descrição deles. Sempre busque associações similares, pois facilita bastante.

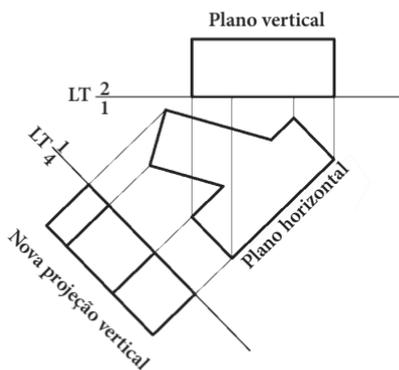
Sem medo de errar

Nesta seção, vimos os principais conceitos da Geometria Descritiva quanto a um sólido apoiado no PHP ou no PVP, apoiado no plano horizontal ou no plano vertical, ou apoiado no plano de perfil. Além disso, aprendemos sobre como desenvolver a mudanças de planos de projeção para obter a verdadeira grandeza de superfícies. Agora vamos utilizar esses conhecimentos para a resolução da nossa situação-problema de apresentação das projeções do nosso modelo de estudos da loja em contêiner. Agora está bem mais fácil! Depois de termos feito em épura as projeções nos planos horizontal e vertical de projeção, lembramos que volume está inclinado a 30° em relação ao PVP. Para encontrarmos a VG da lateral do modelo, faremos uma mudança

no plano vertical.

O primeiro passo é escolher uma distância da nova LT, que será posicionada paralela à face lateral. Puxamos então linhas de chamada paralelas partindo dos pontos da base na projeção horizontal e levamos até a nova LT, perpendicular a ela. Estaremos assim definindo todos os pontos da base. Partindo desses pontos da base na LT, construímos as arestas e faces da nova projeção vertical (Figura 1.34).

Figura 1.34 | Resolução com mudança de plano vertical



Fonte: elaborada pelo autor.



Atenção

Um ponto crítico da resolução será escolher uma distância adequada para a nova projeção vertical. Visto que você irá recorrer frequentemente às medidas originais para transportar para a nova projeção, atente para esta distância.

Avançando na prática

Descrevendo a base do monumento nacional

Descrição da situação-problema

Agora veremos uma situação-problema que envolve resolução similar. No Rio de Janeiro há o Monumento Nacional aos Mortos da Segunda Guerra (Figura 1.35). A base do monumento, precisando ter uma face revestida, nos fora solicitado o desenho do objeto e a dimensão real dessa face. Como resolver?

Figura 1.35 | O Monumento Nacional aos Mortos da Segunda Guerra – Rio de Janeiro



Fonte: < >. Acesso em: 20 mar. 2017.

Resolução da situação-problema

O primeiro passo é observar o objeto, associando-o a formas conhecidas – se for possível. Uma observação em primeira vista nos permite associar o monumento a tronco reto de pirâmide de base retangular, a qual teve aglutinada uma outra pirâmide inclinada de base triangular. Uma observação em primeira vista nos permite associar o monumento a tronco reto de pirâmide de base retangular, a qual teve aglutinada uma outra pirâmide inclinada de base triangular. Partindo das dimensões do objeto, iniciamos construindo as projeções horizontal e vertical, de preferência com uma das arestas da base paralelas ao PVP. A face que desejamos obter a VG se trata de uma superfície inclinada. Sendo assim é mais viável utilizarmos uma mudança de plano horizontal. Faremos isso colocando uma nova LT paralela à superfície que desejamos obter a VG. Em seguida, transportamos os afastamentos originais para a nova LT, obtendo assim a VG esperada.

Faça valer a pena

1. A utilização da mudança de planos de projeção é muito funcional em diferentes circunstâncias. Todavia, cada elemento ou item estará em um determinado ângulo em relação aos planos de projeção. Identificar corretamente essas localizações são de grande importância em todo o processo.

Numa mudança de planos de projeção, um primeiro e importante passo é:

- a) Alterar o paralelismo entre o objeto e os planos de projeção, e se preciso modificar a posição deles.
- b) Começar a fazer uma outra vista, se preciso mais de uma para ver qual será mais visível.
- c) Modificar os ângulos dos objetos principais, se necessário alterar o ângulo de outros.
- d) Rotacionar os planos de projeção, se necessário rotacionar também entes geométricos.
- e) Observar se o elemento que se deseja a VG já está em dimensão real em algum dos planos de projeção.

2. A compreensão dos conceitos básicos do sistema diédrico é essencial para qualquer atividade de representação com a Geometria Descritiva. Além de esta ser a base para os desenhos técnicos, ela permite a obtenção de medidas e vistas que atendam às necessidades de compreensão e apresentação, principalmente a obtenção das Verdadeiras Grandezas (VGs).

Em relação às VGs, um dos principais conceitos da Geometria Descritiva é que é uma face ou um plano:

- a) Inclinado a um dos planos de projeção, se projeta nele em VG.
- b) Paralelo a um dos planos de projeção, se projeta nele em VG.
- c) Paralelo a um dos planos de projeção, nunca se projetará nele em VG.
- d) Não são possíveis de estar paralelos a um dos planos de projeção.
- e) Paralelo a um dos planos de projeção exige mudança de plano para a VG.

3. Apoiar um objeto apoiado no plano de perfil poderá ser um recurso bem funcional para obtenção de duas vistas das faces laterais ao mesmo tempo. Adicionalmente, a base rebatida no PVP já complementa três vistas principais de um mesmo objeto, muitas vezes até mesmo dispensando a necessidade de outras.

Em relação a um objeto apoiado no plano de perfil, temos um(ns) elemento(s) que sempre estará(ão) em VG no PVP e no PHP:

- a) A base.
- b) As faces.
- c) A altura.
- d) As arestas.
- e) As laterais e a base.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10067**: Princípios gerais de representação em desenho técnico. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BARISON, Maria Bernadete. **Geometria descritiva**. 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_1t.php>. Acesso em: 21 set. 2016.

CHING, Francis K. **Desenho para arquitetos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788540701915/pageid/232>>. Acesso em: 6 ago. 2016.

GERALDINI, Daniel Aparecido. Depto. Matemática (Ed.). **Mudança de planos**. 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_9t.php>. Acesso em: 21 ago. 2016.

_____. **Projeção de um ponto no 1º diedro**. 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/gd_t/gd_4t.php>. Acesso em: 20 ago. 2016.

KUBBA, Sam A. A. **Desenho técnico para construção**. Porto Alegre: Bookman, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582601570/cfi/0/1/4/2@100:0.00>>. Acesso em: 21 set. 2016.

MONTENEGRO, Gildo. **A perspectiva dos profissionais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.

MORIOKA, Carlos Alberto; CRUZ, Michele da. **Desenho técnico: medidas e representação gráfica**. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518350/cfi/41/1/4/2@100:0.00>>. Acesso em: 5 ago. 2016.

UFPR. **Representação de figuras planas e sólidos apoiados no plano horizontal**. 2016. Disponível em: <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_rossano/wp-content/uploads/sites/16/2014/10/desenho-de-s%C3%B3lidos.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.

UNESP. **Conceitos mongeanos existentes na representação em vistas no 1º diedro**. 2016. Disponível em: <<http://www2.faac.unesp.br/pesquisa/hypergeo/convmon.htm>>. Acesso em: 5 set. 2016.

USP. **Sistema mongeano de projeção**. 2016. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/2012_teoriam.htm#_Toc284586574>. Acesso em: 12 ago. 2016

YEE, Rendow. **Desenho arquitetônico: um compêndio visual de tipos e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2317-5/cfi/0/1/4/2@100:0.00>>. Acesso em: 21 set. 2016.

Estudo de projeções ortogonais

Convite ao estudo

Olá, estudante!

Nesta unidade estudaremos as projeções ortogonais. Você já viu o que são projeções na unidade anterior, estudando os diedros e Gaspard Monge; vamos nesta seção aprofundar estes estudos, pensando em como utilizá-los no âmbito da Arquitetura.

Veremos as projeções no 1º Diedro e seu desenho em *épura*; este estudo irá lhe proporcionar o que chamamos de visão espacial, ou seja, você conseguirá visualizar o objeto de maneira tridimensional no espaço. Esta capacidade é fundamental para a criação de projetos arquitetônicos e de mobiliário. Além disso, as projeções ortogonais (ou vistas ortogonais), são a forma técnica que temos de comunicar nossas ideias e criações ao resto do pessoal técnico; se você quiser comunicar sua ideia de uma cadeira a um marceneiro, por exemplo, você o fará por meio das projeções ortogonais desta cadeira.

Por falar nisso, esta é a situação que você terá de resolver: você está trabalhando em um escritório de Arquitetura, que tem entre seus trabalhos, projetos de Arquitetura de Interiores. Você tem, entre suas atribuições, de cuidar das conversas com os clientes, para que eles entendam o mobiliário, e do contato com o pessoal responsável pela execução destas peças.

Para execução das suas tarefas diárias é necessário que você oriente a fabricação do mobiliário, confeccionando roteiros passo a passo do corte e montagem destes e para isso precisará representar esses objetos tridimensionais no papel. Como fazer isso? Com projeções ortogonais.

As projeções são ferramentas importantes no Desenho Arquitetônico porque nossa comunicação é baseada nisto; as

fachadas de um prédio, bem como sua planta e seus cortes são projeções ortogonais de um objeto, seja um móvel, como é nosso caso, seja uma edificação, como você verá mais adiante.

Tenha a certeza, no entanto, que veremos este tema de forma simples e gradativa, e você notará que se trata de uma matéria clara e de fácil entendimento. A cada seção desta unidade estudaremos diferentes tipos de projeção, para diferentes formatos de objetos e de edificações. Certamente, você entenderá a essência desta disciplina e conseguirá comunicar sua ideia a seus clientes e a mão de obra que irá executá-la!

Vamos lá?

Seção 2.1

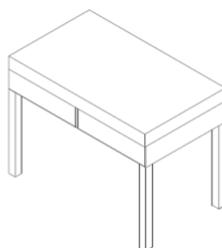
Vistas de planos ortogonais

Diálogo aberto

Você está trabalhando em um escritório de Arquitetura, e foi designado para a realização de desenho de mobiliário, ou seja, a responsabilidade pelo desenho, aprovação junto aos clientes e comunicação com fabricantes e fornecedores do mobiliário do escritório é você! Já dá para imaginar que é uma grande responsabilidade. Você vai ter de conversar com pessoas que não são técnicas no assunto, como seus clientes, e pessoas que têm os mesmos conhecimentos que você, por exemplo, os seus fornecedores.

Seu primeiro trabalho neste escritório é a criação de uma escrivaninha, conforme a Figura 2.1; esta é uma peça simples, mas que deve ser explicada a todas as pessoas envolvidas no projeto, tanto para ter a aprovação dos clientes, como para saber com certeza que seus fornecedores executarão a peça da maneira como ela foi projetada, ou seja, seu desenho tem de estar claro, para evitar erros e reconstruções desnecessárias, além de atrasos na obra.

Figura 2.1 | Escrivaninha



Fonte: elaborada pelo autor.

Veremos as projeções de um móvel semelhante a este nos diedros; em linguagem arquitetônica, veremos a vista frontal, lateral e superior desta peça, ou seja, a sua projeção em épura (épura nada mais é do que a representação das projeções de uma entidade geométrica, seja um ponto, uma reta, um plano ou uma peça em um plano bidimensional);

finalmente, entenderemos como fazer estes desenhos (pode parecer complicado, mas você verá que é muito simples), pois existe uma técnica fácil e rápida para a construção deles.

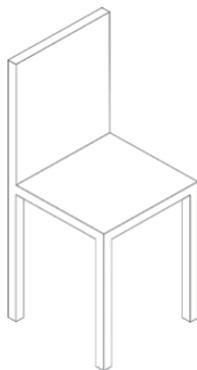
Como dito antes, você precisará estar atento, reler alguma parte que não tenha ficado clara, fazer os exercícios propostos, e não ter medo de errar. Temos a certeza que com um pouco de dedicação e estudo esta será uma unidade simples, e que vai ajudar muito durante o seu percurso acadêmico e ainda mais em sua vida profissional.

Então, vamos começar!

Não pode faltar

Vamos estudar a cadeira da Figura 2.2 para entender os passos da obtenção das projeções. Se você já prestou atenção, a forma como criamos as coisas em arquitetura é pensando em volumes, isto é, pensamos o móvel como um volume, mas para que você consiga explicá-lo aos seus clientes, e para que seus fornecedores possam fabricá-lo, é necessário que você desenhe cada uma das vistas desta peça mostrando em detalhes seu acabamento.

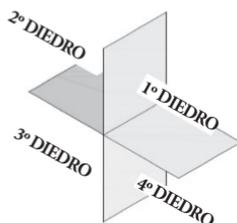
Figura 2.2 | Cadeira projetada



Fonte: elaborada pelo autor.

Vamos, antes de tudo, lembrar o que são o primeiro e o terceiro diedros; como podemos identificá-los e, na verdade, o que isto significa. A Figura 2.3 mostra a localização dos diedros no espaço, e a relação entre eles.

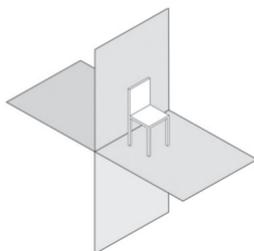
Figura 2.3 | Localização espacial dos diedros



Fonte: elaborada pelo autor.

Como você pode ver, o espaço é dividido em quatro diedros, mas trabalhamos, por força da norma NBR 10.067, no primeiro (Brasil e países europeus). O terceiro diedro é utilizado nos Estados Unidos. Isto quer dizer que você por convenção deve colocar o móvel que projetou no primeiro diedro; a Figura 2.4 demonstra a peça localizada no primeiro diedro.

Figura 2.4 | Peça localizada primeiro diedro



Fonte: elaborada pelo autor.



Vocabulário

NBRs são as normas brasileiras; a NBR 10.067 é de 1995, e trata dos princípios gerais de representação em desenho técnico, portanto, normatiza este tipo de representação.

No Brasil, como na Europa, usamos a representação no 1º diedro, enquanto nos Estados Unidos e Canadá é utilizada a representação no 3º diedro. Conforme a representação da Figura 2.4, é possível obter duas vistas deste móvel em qualquer diedro que utilizemos, já que é possível fazer a projeção em apenas dois planos, o PVP (Plano Vertical de Projeção) e o PHP (Plano Horizontal de Projeção). Apenas duas vistas, no entanto, são insuficientes para a compreensão total de

peças; por este motivo, imaginamos que estes diedros se transformem em cubos, e a partir destes cubos conseguimos obter todas as vistas de uma peça.

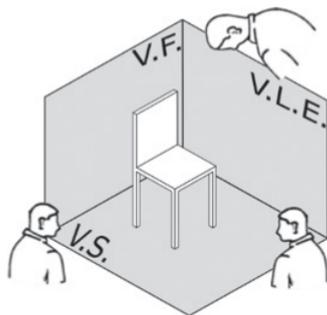


Exemplificando

Você já teve de fazer as ligações para que seu aparelho de televisão funcionasse? Ou o seu DVD player? Então você já lidou com as projeções ortogonais, mesmo que não soubesse! As imagens fornecidas no manual foram obtidas de forma semelhante ao que veremos nesta seção.

Vamos então analisar como fica a vista deste móvel no 1º diedro. A Figura 2.5 demonstra a peça dentro do cubo formado a partir deste diedro. As vistas que normalmente utilizamos estão indicadas no desenho; a vista frontal (V.F.), a vista superior (V.S.) e a vista lateral esquerda (V.L.E.). Como você pode imaginar, é claro, podemos, a partir de um cubo, obter mais três vistas, para um total de seis vistas.

Figura 2.5 | Móvel dentro do cubo



Fonte: elaborada pelo autor.

Você deve ter percebido que com as três vistas indicadas, conseguimos descrever a maioria das peças, quando estas são simétricas. Mas para peças assimétricas, ou seja, que têm laterais diferentes ou discrepâncias, é necessário o desenho das seis vistas.



Assimile

Uma coisa importante que você deve ter em mente é que o desenho é a sua forma de comunicar as suas ideias, isto quer dizer que a ideia está muito clara para você, mas não está clara

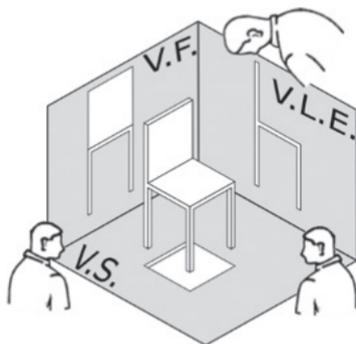
para os outros; quanto mais preciso e direto o seu desenho, mais facilmente as pessoas entenderão sua ideia!

Como a cadeira é simétrica, e não tem tipo de detalhe tanto na parte inferior como na posterior, apenas as três vistas obtidas de maneira direta pelo diedro são suficientes para que a sua ideia seja comunicada tanto aos seus clientes quanto aos seus fornecedores.

Quando desenhamos as vistas, como no caso do desenho técnico, isto não quer dizer que não possamos desenhar a perspectiva, como a da Figura 2.2; como já foi colocado, quanto mais claro o seu desenho, mais garantias você tem de que seu projeto será bem entendido e bem executado.

As três vistas são obtidas através das projeções das faces do móvel nos planos, isto quer dizer que você está olhando as faces do móvel de forma direta, e está projetando esta face no plano. A Figura 2.6 mostra estas projeções; você precisa imaginar que está em uma posição perpendicular à projeção que está desenhando; isto quer dizer que para desenhar a vista frontal no plano de projeção, você está colocado de maneira perpendicular ao objeto e ao plano de projeção, e está projetando esta vista frontal no plano que está atrás do móvel; para desenhar a vista lateral, você precisa se colocar em uma posição perpendicular à lateral, e a mesma coisa vale para a vista superior; em cada uma destas faces, você está projetando a vista no plano que está localizado atrás da face. A figura mostra, portanto, você olhando perpendicularmente o móvel, e projetando as vistas nos planos de projeção.

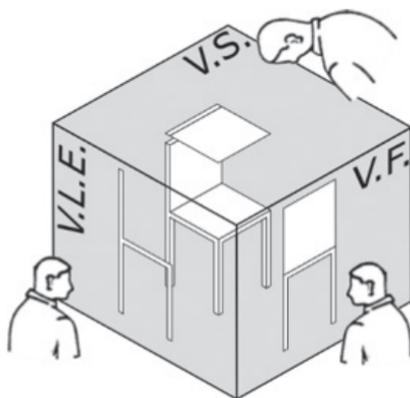
Figura 2.6 | Projeções das vistas nos planos de projeção no 1º diedro



Fonte: elaborada pelo autor.

Você pode visualizar as projeções no primeiro diedro de modo dinâmico neste site disponível em: <<https://www.geogebra.org/m/mF5BJwQw>>. Acesso em: 4 nov. 2016. Caso você opte por localizar o móvel no terceiro diedro, ocorrerão algumas mudanças. A principal delas é que as vistas não são “projetadas” para trás como visualizamos no primeiro diedro, mas sim “projetadas” para frente, já que se elas fossem projetadas, veríamos a vista inferior do móvel, que geralmente apresenta pouco ou nenhum detalhe; por este motivo, também, a projeção lateral que veremos neste diedro é à esquerda, estando também à esquerda do objeto e não à direita, como no primeiro diedro. A Figura 2.7 demonstra como esta “projeção” funciona.

Figura 2.7 | Projeções no terceiro diedro



Fonte: elaborada pelo autor.

Dessa forma fica simples de entender a diferença, certo? Relembrando que no Brasil trabalhamos com as peças no primeiro diedro.

Vamos agora estudar como faremos a representação em é pura destas vistas; como você lembra, a representação em é pura é a planificação das vistas que construímos nos Planos de Projeção.

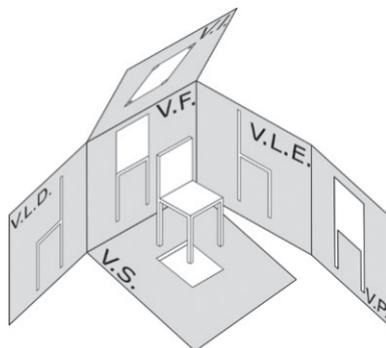


Vocabulário

É pura é a representação em um plano bidimensional de qualquer figura tridimensional, mediante projeções ortogonais de sua elevação (vista frontal), planta baixa (vista superior) e perfil (vista lateral).

Uma analogia que pode facilitar o seu entendimento, é imaginar o móvel dentro de um cubo; as projeções das vistas são feitas neste cubo, e quando fazemos a é pura, é como se abrissemos este cubo, e obtivéssemos as projeções em um plano bidimensional. Não é difícil, certo? De qualquer forma, a Figura 2.8 vai mostrar como este cubo, sobre o qual conversamos, será aberto.

Figura 2.8 | Desdobramento do cubo

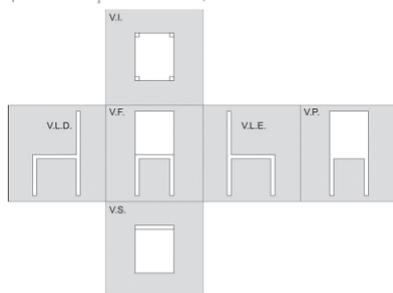


Fonte: elaborada pelo autor.

Assim fica fácil entender este desdobramento, não é? A norma, diz, no entanto, que a vista frontal tem uma posição mais específica neste cubo.

De acordo com a NBR 10.067, a forma de abertura deste cubo, e do entendimento da figura, é a que vemos na Figura 2.9; como você pode observar, a vista frontal foi "centralizada", é a que está ligada à vista superior e à vista inferior. Convém lembrar, também, que na Arquitetura não costumamos utilizar uma vista inferior, ou seja, não projetamos a parte "inferior" de um edifício, e a vista superior geralmente é chamada de planta de cobertura. Em um móvel ou uma peça, no entanto, a vista inferior pode conter informações importantes para a fabricação e montagem, sendo bastante utilizada.

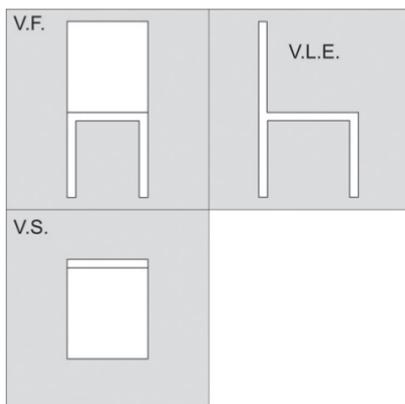
Figura 2.9 | Planificação do cubo, de acordo com a NBR 10.067



Fonte: elaborada pelo autor.

Como foi mencionado, no entanto, na maior parte das vezes trabalharemos com as três vistas principais: vista frontal, vista superior e vista lateral. Você deverá imaginar, da mesma maneira, que o objeto está “projetado” no primeiro diedro, de acordo com a Figura 2.6. Você deverá, de maneira análoga ao cubo, planificar este diedro. Isto é simples de ser feito, e tem algumas técnicas que nos ajudam no momento de executar esta planificação. A Figura 2.10 mostra a planificação deste diedro.

Figura 2.10 | Planificação do diedro



Fonte: elaborada pelo autor.



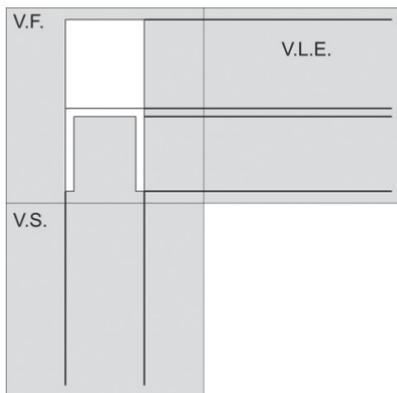
Assimile

A forma de desenhar as projeções é muito simples, mas você precisa saber o processo de maneira automática; releia o texto, até entender os passos e assimilar a sua ordem de execução.

Mas e agora, você conseguiu entender todos os conceitos, mas como desenhar esta é pura? Pode parecer complicado, mas é bastante simples, e existem alguns truques para lhe ajudar; vamos ver como podemos executar este desenho de forma descomplicada e rápida.

Você vai começar desenhando a vista frontal, que é a principal vista (de forma geral, consideramos a vista frontal a que reúne mais informações da peça, ou objeto), no centro do plano de projeção; desta vista você vai “puxar” algumas linhas-guia com o esquadro para ajudá-lo a desenhar as próximas vistas, conforme indicado na Figura 2.11.

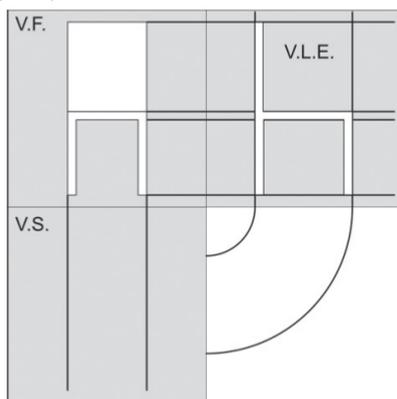
Figura 2.11 | Linhas-guia a partir da vista frontal



Fonte: elaborada pelo autor.

O próximo passo é localizar a vista lateral; você vai centralizá-la no plano de projeção, da mesma forma que centralizou a vista frontal; a partir dela você irá traçar uma linha-guia até o limite do plano de projeção, conforme a Figura 2.12.

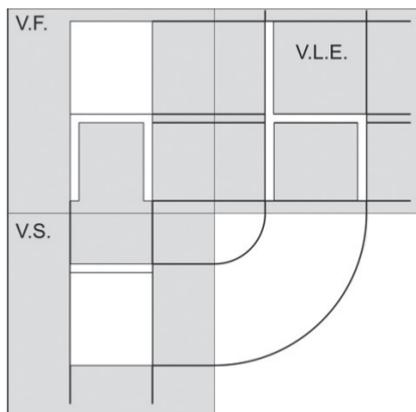
Figura 2.12 | Linhas-guia a partir da vista lateral



Fonte: elaborada pelo autor.

Agora, com um compasso você vai rebater estas linhas-guias para o plano de projeção da vista superior, e perpendicularmente ao limite deste plano de projeção, “puxar” estas linhas, localizando a vista superior. Depois de localizar todas as vistas, você vai fazer os detalhes necessários; na vista superior, por exemplo, você vai desenhar a cadeira, de acordo com a posição que ela ocupar no seu projeto. A Figura 2.13 mostra o desenho da peça finalizado.

Figura 2.13 | Planificação finalizada



Fonte: elaborada pelo autor.



Refleta

Lembre-se que seu desenho deve ficar claro, não dando margem a erros; se for preciso, desenhe detalhes e pormenores de suas peças, evitando que seus clientes reprovem uma peça que não entenderam, e que seus fornecedores tenham dúvidas no momento da execução.

Como você pode ver, agora ficará fácil de seu cliente entender o projeto, e também será simples para seu fornecedor executar a peça, já que todos os detalhes necessários estão indicados de forma simples e clara. Fácil, não? Tenho a certeza de que você conseguiu acompanhar, mas recomendo que releia o texto, esclarecendo suas dúvidas.



Pesquise mais

Este artigo do professor Alvaro José Rodrigues de Lima e da professora Cristina Haguener fala sobre o uso da realidade aumentada no ensino de Geometria. É o uso da tecnologia a serviço da educação. Vale a pena conferir. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wra/2006/0025.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2016.

Sem medo de errar

Você precisa fazer com que as pessoas entendam seu projeto; lembre-se de que a forma que temos de fazer com que isto

aconteça é o desenho. Precisamos dominar o desenho em todas as suas formas, seja o desenho artístico, seja o desenho técnico, seja a perspectiva.

O desenho de vistas ortogonais está ligado ao desenho técnico, mas é apenas uma forma de demonstrar sua ideia. Todas as formas de desenho servem a este propósito, você deve se lembrar sempre disto.

Nossa tarefa, neste momento, é demonstrar o desenho do móvel que você criou para seus clientes, para que eles aprovelem a construção e a instalação da escrivaninha, e depois da aprovação, você precisa mostrar o desenho aos seus fornecedores, para que eles fabriquem a peça, de acordo com seu projeto.

A primeira coisa a fazer é colocar seu móvel em um diedro, isto é, criar planos de projeção para que você consiga desenhar as vistas ortogonais da peça, de tal maneira a conseguir mostrar suas ideias às outras pessoas. Podemos usar o primeiro diedro, ou o terceiro diedro, conforme a Figura 2.3. No Brasil, convencionalmente, utilizamos o primeiro diedro, localizando a peça neste local no espaço, e fazendo as projeções nos planos de projeção que compõem este diedro.

Caso a peça que você projetou seja simétrica, você irá trabalhar com três vistas ortogonais (vista frontal, vista lateral e vista superior); caso a peça seja assimétrica, ou tenha detalhes diferentes em várias vistas, você precisará trabalhar com seis vistas, ou até mais, usando planos auxiliares.

Como você pode imaginar, sua escrivaninha se encaixa no primeiro caso, ou seja, trabalharemos com três vistas ortogonais, e, desta forma, conseguiremos demonstrar o projeto inteiro. De forma análoga ao que vemos na Figura 2.6 sua escrivaninha será colocada no primeiro diedro, e como se dará a projeção das vistas de uma peça tridimensional nos planos de projeção.

Caso sua peça seja assimétrica, ou seja, caso todas as faces precisem ser desenhadas, será necessário localizá-la em um cubo, projetando todas as faces em planos de projeção, de tal forma a definir todas as vistas e suas diferenças.

Depois de localizar sua escrivaninha neste diedro, e conseguir localizar as projeções, é o momento de fazer a épura deste diedro, ou seja, de planificar este diedro, transformando sua peça tridimensional

em um desenho bidimensional. O resultado desta épura será semelhante à Figura 2.10.

Entretanto, como conseguimos chegar neste resultado, isto é, como conseguimos desenhar esta planificação de uma peça tridimensional?

Pode parecer complicado chegar neste resultado, que você terá de fazer estes desenhos de forma isolada, localizando cada um em seu plano, e desenhando cada projeção de maneira independente.

Existe, porém, uma forma de desenhar estas projeções de forma interligada, ou seja, a partir de uma das projeções (geralmente a vista frontal), conseguimos obter as medidas das outras de forma rápida, e a partir de referências. A Figura 2.13 indica como podemos conseguir algumas linhas-guia que facilitam o desenho das vistas, interligando todas e facilitando a sua localização nos planos de projeção.

Atenção

A localização da peça no espaço e a sua projeção nos planos é uma tarefa simples, mas que deve ser entendida e absorvida, pois é fundamental em todo o desenho arquitetônico, pois não só as elevações, mas as plantas arquitetônicas e os cortes arquitetônicos vêm das projeções ortogonais.

Avançando na prática

Criando um manual do usuário

Descrição da situação-problema

Você foi contratado para elaborar um manual para um *Bluray Player*, e precisa indicar qual a função de cada um dos botões que se localizam na frente do aparelho e como fazer a ligação dos fios nos conectores que se encontram na parte posterior do aparelho. Como elaborar os desenhos para este manual, já que você não irá precisar de todas as vistas que os planos de projeção lhe fornecem?

Resolução da situação-problema

Você utilizará os mesmos conhecimentos para um edifício, para um gabinete de banheiro, e para um *Bluray Player*, ou seja, você vai colocar qualquer uma destas peças em um diedro, para poder obter

as vistas necessárias a partir dos planos de projeção. Você pode até utilizar apenas as vistas que precisar, como no caso deste *Bluray Player*, onde você precisa apenas da vista frontal e da vista posterior, mas a partir dos planos de projeção você conseguirá desenhar todas as vistas da peça.

Com os conhecimentos que você adquiriu, você já sabe que não conseguirá obter as vistas que você precisa pela simples planificação de três planos, isto é, você sabe que a planificação dos três planos que utilizamos normalmente lhe dá a vista frontal, a vista lateral, e a vista superior, mas o manual pede que você tenha, além da vista frontal, a vista posterior. Como obtê-la? Será necessário que você faça a projeção nos seis planos de projeção, obtendo, a partir daí a é pura das seis vistas. Poderá então escolher as vistas que precisa, redesenhando-as de acordo com a sua necessidade. Fácil desta maneira, não é?

Faça valer a pena

1. “A projeção ortográfica é o método de representar a forma exata de um objeto por meio de duas ou mais projeções do objeto sobre planos, que em geral, estão em ângulos retos entre si, baixando-se perpendiculares do objeto ao plano.” (FRENCH; VIERCK, 1999, p. 151)

O autor define o que são projeções ortográficas; no Brasil convencionou-se que estas projeções se localizam em qual diedro?

- a) Primeiro.
- b) Segundo.
- c) Terceiro.
- d) Quarto.
- e) Quinto.

2. É a representação em um plano bidimensional de qualquer figura tridimensional, mediante projeções ortogonais de sua elevação (vista frontal), planta baixa (vista superior) e perfil (vista lateral).

A definição anterior se refere a qual dos itens de projeções

ortogonais?

- a) Planos de projeção.
- b) Diedros.
- c) Épura.
- d) Vistas.
- e) Projeções ortogonais.

3. Existe, porém, uma forma de desenhar estas projeções de forma interligada, ou seja, a partir de uma das projeções (geralmente a vista frontal), conseguimos obter as medidas das outras de forma rápida, e a partir de referências.

Para utilizar este método de desenho, devemos utilizar quais auxiliares de desenho?

- a) Escalas.
- b) Grafites.
- c) Esquadros.
- d) Linhas-guia.
- e) Planos.

Seção 2.2

Vista auxiliar

Diálogo aberto

Olá, caro aluno!

Como lembra, você é o responsável pelo departamento de Arquitetura de Interiores do escritório de Arquitetura onde trabalha; neste cargo você é responsável pela criação da parte de projeto de interiores deste escritório, incluindo o mobiliário criado para cada projeto, bem como pela relação com os clientes, fazendo com que eles entendam todas as características dos projetos, desde as cores e texturas, até o desenho de todas as peças de mobiliário que foram projetadas; você também é o responsável pelo contato com os fornecedores, ou seja, você tem de conversar com o pessoal da obra e com os responsáveis pela execução e instalação do mobiliário.

Com certeza é bastante trabalhoso, e demanda uma grande responsabilidade, pois qualquer erro pode atrasar a entrega da obra, e gerar custos com a reconstrução de peças, por isso é fundamental que você seja muito claro e preciso em sua comunicação, isto é, seus desenhos não podem deixar dúvidas a nenhum destes personagens.

Vimos, anteriormente, como apresentar o desenho de uma escrivaninha, mas que era totalmente ortogonal, ou seja, todas as laterais estavam em ângulos retos uma em relação às outras. Entendida esta representação, veremos, nesta seção, como representar móveis que não tenham as laterais perpendiculares, ou seja, móveis com laterais que tenha ângulos oblíquos ou curvas, como na Figura 2.14.

Figura 2.14 | Aparador projetado



Fonte: elaborada pelo autor.

Como faremos esta representação? Que ferramentas podemos utilizar para demonstrar as nossas ideias para pessoas que não têm treinamento técnico?

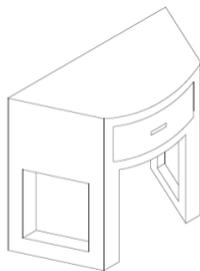
Vamos responder a estas questões? Vamos começar, então!

Não pode faltar

Você é o responsável, no escritório onde trabalha, pela parte de Arquitetura de Interiores, e deve cuidar para que o desenho do mobiliário projetado no escritório seja compreendido por todas as pessoas envolvidas, de clientes (que muitas vezes não têm a formação técnica) a fornecedores, que precisam entender os detalhes, para poder passar orçamentos corretos e prazos necessários para a execução e a instalação das peças.

Seu projeto mais recente é de um aparador, com uma pequena curva na parte frontal, e cujas laterais não são perpendiculares umas às outras, ou seja, você tem um ângulo diferente de 90° entre estas peças. Você já aprendeu a fazer as projeções ortogonais, e isto não é mais um problema, mas como você pode fazer a representação de um móvel como este, representado na Figura 2.14 que não é ortogonal? Vamos utilizar um outro projeto que você fez para entendermos as peças oblíquas; o projeto que utilizaremos está representado na Figura 2.15.

Figura 2.15 | Aparador



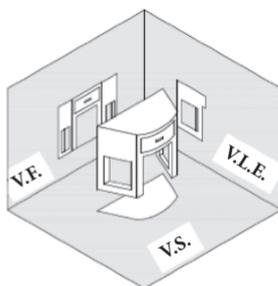
Fonte: elaborada pelo autor.

Você se lembra como localizar esta peça nos Planos de Projeção Ortogonais, certo? A Figura 2.16 mostra como este móvel ficaria entre os planos, no primeiro diedro. As projeções são raios perpendiculares aos planos, que projetam as faces do objeto nestes planos.

Como você pode perceber, é possível representar este móvel com

as projeções ortogonais, mas estas vistas não representarão todos os detalhes necessários; a Figura 2.16 mostra as vistas ortogonais desta peça; você verá, por exemplo, que não é possível entender de maneira exata as aberturas existentes nas partes laterais, nem a curva existente na frente.

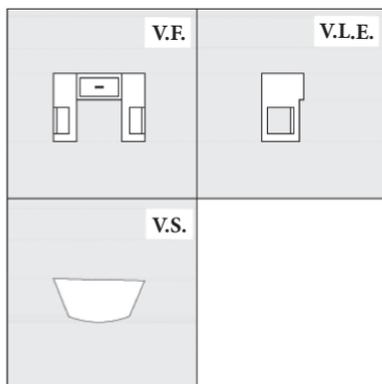
Figura 2.16 | Peça localizada nos plano de projeção



Fonte: elaborada pelo autor.

Conseguiu notar como não temos uma noção exata do objeto? A Figura 2.17 mostra a épura destas projeções; você pode notar que a vista lateral não demonstra como a peça é realmente; também seria bastante difícil cotar este desenho, ou seja, não podemos obter, com as vistas ortogonais, a verdadeira grandeza, ou seja, uma vista que defina o objeto, já que ele tem muitas linhas que demonstram partes oblíquas.

Figura 2.17 | Épura



Fonte: elaborada pelo autor.

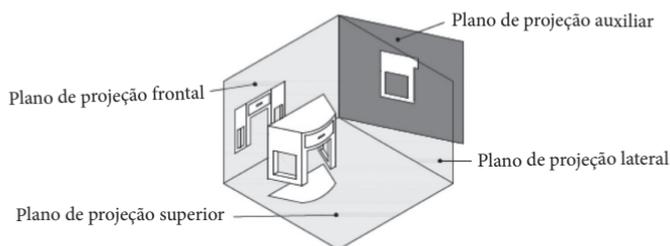
Para este tipo de caso, em que as vistas ortogonais não atendem as necessidades do projeto, foram criadas as vistas auxiliares. Estas vistas auxiliares são usadas em peças que tenham partes oblíquas, ou

seja, que possuem ângulos diferentes de 90° , e não são atendidas pelas vistas ortogonais. O móvel que você criou se encaixa nesta categoria, como podemos observar pela Figura 2.17.

Mas, como é feita esta projeção neste plano auxiliar? Como ele funciona?

O plano auxiliar de projeção deve ser usado quando temos um objeto que tem faces oblíquas, como esta peça. Nesses casos, criamos um plano auxiliar de projeção, que será paralelo a esta face oblíqua; podemos criar tantos planos quantos forem necessários. Neste novo plano criado, desenhamos os raios da projeção perpendicular que passa pela peça, que indica seu desenho em verdadeira grandeza. Como você sabe, a verdadeira grandeza nos permite obter, em escala, todas as medidas referentes à peça que está sendo observada, ou seja, precisamos deste plano auxiliar de projeção para podermos fazer a cotagem da peça, isto é, colocar as medidas necessárias à fabricação do móvel. A Figura 2.18 demonstra o posicionamento do plano auxiliar, paralelo à parte oblíqua da peça.

Figura 2.18 | Indicação do plano auxiliar de projeção



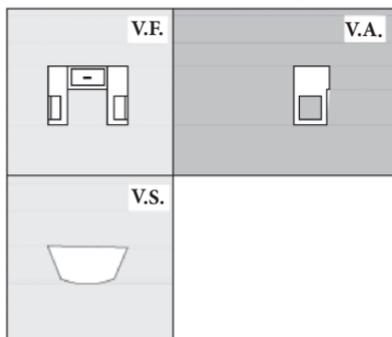
Fonte: elaborada pelo autor.

Os raios de projeção, portanto, passam pela peça e atingem perpendicularmente o plano, desenhando a face da peça. Nesta projeção é possível indicar os detalhes de acabamento, encaixes, cotas etc.

Como você já pode imaginar, a épura em alguns casos terá uma mudança, já que os planos de projeção não são perpendiculares entre si; desta forma, alguns dos planos de projeção terão, quando planificados, ângulos variados. No caso da nossa peça, a épura ficará semelhante ao que já estudamos, mas a posição das peças nos planos de projeção será diferente, o que impedirá o desenho através das linhas-guia, como aprendemos na seção anterior. A Figura 2.19

mostra as faces do planos de projeção, e é possível verificar que as projeções ocupam lugares diferentes nestes planos.

Figura 2.19 | Planificação dos planos



Fonte: elaborada pelo autor.



Assimile

Lembre-se de que o desenho deve ser claro, e mostrar todos os detalhes pertinentes; não tenha pressa, nem preguiça em desenhar. A forma de comunicação dos arquitetos é o desenho; treine esta ferramenta!

Como você percebeu, este rebatimento no plano auxiliar de proteção é muito utilizado, pois vai ajudá-lo a detalhar partes das peças que não poderiam ser conseguidas com os planos ortogonais; este artifício deve fazer parte das ferramentas das quais você pode dispor conforme a sua necessidade. Por exemplo, se as laterais do móvel que você projetou fossem diferentes entre si, por exemplo, se apenas uma das laterais tivesse a abertura que pode ser observada na perspectiva, ou se as aberturas tivessem, por algum motivo, tamanhos diferentes, seria necessária a criação de um outro plano auxiliar de proteção, paralelo a esta outra lateral, onde seriam desenhados os raios de projeção perpendicular, gerando uma outra vista lateral, demonstrando, assim, as diferenças entre as partes.

Outro detalhe que deve ser lembrado com relação às vistas ortogonais, é que este tipo de desenho serve para representar um objeto, esclarecendo as dúvidas a respeito de suas dimensões, acabamentos etc. Por tudo isto, não faz sentido nos atermos a

estas vistas quando elas não cumprem esta função, ou seja, não demonstram o objeto. O uso das vistas auxiliares, em vários momentos, portanto, é imprescindível, isto é, estas vistas são a única maneira de demonstrar como uma peça é realmente.

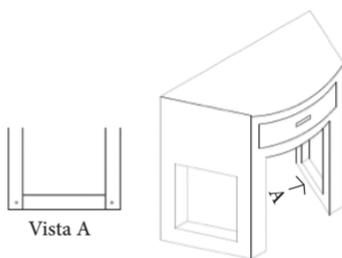


Exemplificando

O conceito de vista ortogonal está mais presente em nossas vidas do que imaginamos. Tanto é que estes conceitos já são conhecidos por você. Por exemplo, um aplicativo de celular que usamos com frequência e que mostra o conceito de vista superior são os mapas e apps de localização.

Você também pode criar vistas auxiliares referentes a detalhes que não apareçam no desenho de outra forma; você pode, por exemplo, criar um plano auxiliar para representar a maneira de fixação das peças do móvel, ou algum detalhe referente ao acabamento interno das peças. Nestes casos, convém indicar qual detalhe está sendo desenhado, e como ele está sendo visto, isto é, você pode ter criado um plano de proteção da parte interna da peça, detalhando alguma particularidade impossível de ser vista de outra posição. A Figura 2.20 mostra como desenha um detalhe relativo ao acabamento interno dos pés do móvel, com indicação da posição dos parafusos de fixação das partes.

Figura 2.20 | Detalhe da parte interna dos pés do móvel



Fonte: elaborada pelo autor.

Ficou claro como fazer a representação de peças oblíquas, certo? Preste atenção em peças que tenham este desenho, e comece a imaginar como representá-las, você verá que com a prática, esta representação é fácil de fazer, e simples de entender.

Como você percebeu, além das partes oblíquas desta peça, temos também a curva na parte frontal, onde se localiza uma gaveta. Como

fazer esta representação em um plano de projeção ortogonal? Isso mesmo, como você imaginou, esta curva seria representada como uma peça reta, ou seja, esta curva não seria representada. Mas é necessário, tecnicamente, comunicar a todos os envolvidos no processo de aprovação e execução do móvel, que essa curva existe. Como podemos fazer isto?

A primeira coisa que você deve saber, é que quando trabalhamos com curvas, obrigatoriamente temos de desenhar no mínimo três vistas (como você se lembra, podemos ter mais vistas, certo?). No caso do móvel que você projetou, estas três vistas são o suficiente para entender a peça.

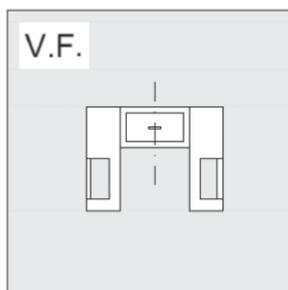


Refleta

Atente bem a estes conceitos! Eles são fundamentais para o entendimento do desenho arquitetônico; você já viu um folheto de propaganda de lançamentos imobiliários, certo? Então percebeu que uma planta arquitetônica é uma vista superior; um corte arquitetônico é uma vista auxiliar.

A principal mudança que teremos é na vista frontal; a forma que temos de representar a curva na vista frontal é a colocação de uma "linha de centro" (uma linha com traço-e-ponto), localizada no eixo da curva. Tecnicamente falando, esta linha informa às pessoas que estão analisando o desenho, que, a partir desta "linha de centro", a peça é curvada para ambos os lados, até o limite do desenho ou até a aresta mais próxima. No caso do seu projeto, como temos as linhas de arestas no ponto onde a curva se encontra com os pés, as pessoas saberão que a curva vai parar neste ponto. A Figura 2.21 é uma ampliação da vista frontal com a qual temos trabalhado, mostrando agora a "Linha de Centro".

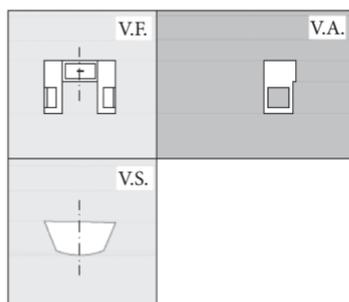
Figura 2.21 | Vista frontal com a linha de centro



Fonte: elaborada pelo autor.

Por uma questão de didática, esta linha de centro foi colocada apenas neste momento, mas ela deveria estar nesta posição desde a primeira planificação que foi desenhada. Você percebeu que a linha de centro nos informa que esta parte da peça está em curva, mas não nos diz o diâmetro da curva, nem qualquer outra informação; esta referência estará em alguma das outras três vistas que desenharmos; no caso deste móvel, as outras informações que necessitamos a respeito da curva, estarão na vista superior (que também terá uma linha de centro, na mesma posição daquela que colocamos na vista frontal). A Figura 2.22 mostra a planificação do móvel com as linhas de centro.

Figura 2.22 | Planificação com linhas de centro



Fonte: elaborada pelo autor.

Reiterando, este é o desenho que deveríamos ter feito desde o começo, mas por uma questão didática, é mais simples demonstrar como cada uma das partes acontece, e depois juntar todas as informações em um único desenho. Quando você for executar os desenhos relativos a uma peça como esta, entretanto, você deve executá-los conforme a Figura 2.9.



Pesquise mais

Você pode acessar o link abaixo da plataforma Geogebra que demonstra as posições dos objetos, dos planos de projeções e as projeções em épura.

Disponível em:

<https://www.geogebra.org/m/vTy2ucqh>

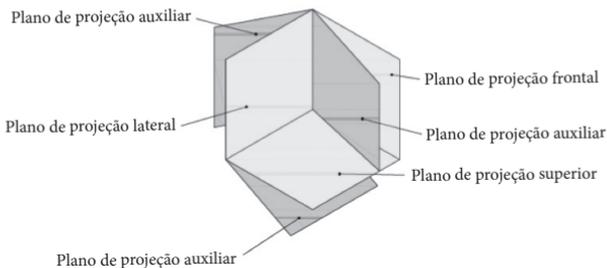
Sem medo de errar

O móvel que você desenvolveu tem partes oblíquas, isto é, as peças não são perpendiculares, e ainda tem uma curva na parte frontal, como você pode ver na Figura 2.14; você já entendeu que a maneira de representar as peças que cria é através dos planos de projeção, onde você projeta as vistas ortogonais.

Por tudo isto, o desenho de uma peça que seja ortogonal, ou seja, que tenha ângulos retos entre as suas partes, já se tornou bastante simples e familiar; mas como você fará para executar o desenho da peça que você desenvolveu, e de outras que também não sigam este padrão ortogonal, como peças que tenham curvas, partes oblíquas, peças não simétricas etc.?

Para desenharmos as peças que têm laterais oblíquas, utilizaremos uma nova ferramenta, que são os planos auxiliares de projeção, ou seja, criaremos um plano de projeção além dos planos de projeção ortogonais. Esses planos são paralelos às peças oblíquas, possibilitando que os raios projetantes, que são perpendiculares às peças, cheguem ao plano de projeção também de maneira perpendicular, projetando a peça em verdadeira grandeza, ou seja, possibilitando que o desenho projetado seja cotado, e possa ser utilizado na construção da peça. Vale dizer que estes planos auxiliares de projeção podem ser criados conforme forem necessários, como indica a Figura 2.23.

Figura 2.23 | Planos auxiliares de projeção

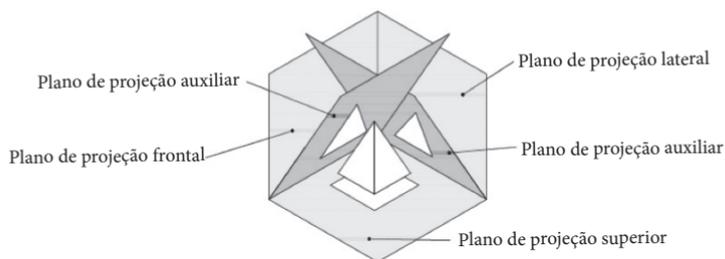


Fonte: elaborada pelo autor.

Como você pode ver na imagem, podemos ter planos auxiliares em qualquer posição que seja necessária, mas você sempre terá pelo menos um dos planos de projeção, onde o objeto estará apoiado,

como um dos planos ortogonais. Imagine, por exemplo, que o desenho abaixo representa o volume da torre Eiffel. Se você imaginar a torre no 1º diedro, a base dela estaria sobre o plano de projeção superior, e você criaria dois planos auxiliares de projeção para poder desenhar as laterais desta peça, conforme a Figura 2.24. Para o seu móvel, que tem laterais que estão inclinadas para dentro, você usaria um plano semelhante a este.

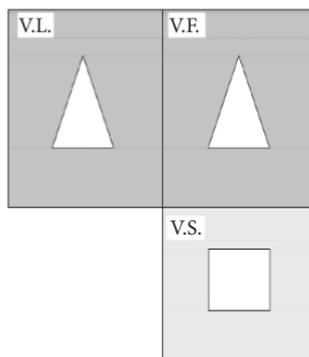
Figura 2.24 | Planos de projeção auxiliares para o volume da torre Eiffel



Fonte: elaborada pelo autor.

Como você pode imaginar pela Figura 2.24 a planificação deste diedro terá medidas distintas dos planos principais, isto é, os planos auxiliares serão um pouco maiores, conforme a Figura 2.25. Como você também já entendeu, os planos de projeção auxiliares são a única maneira de obter as verdadeiras grandezas das laterais da peça, ou seja, através destes planos, você consegue saber as medidas reais destas laterais.

Figura 2.25 | Épura dos planos de projeção



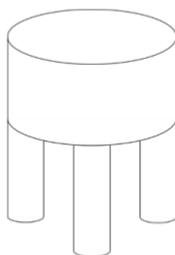
Fonte: elaborada pelo autor.

Peças redondas

Descrição da situação-problema

Imagine que você criou para o seu cliente um banco (Figura 2.26), que tenha o assento redondo; novamente, você precisa desenhar esta peça utilizando os planos de projeção ortogonais; como você fará esta projeção? Será necessário utilizar algum plano auxiliar de projeção ou os planos ortogonais conseguem fazer esta representação? Como você explicaria este móvel para seus clientes e fornecedores?

Figura 2.26 | Banco

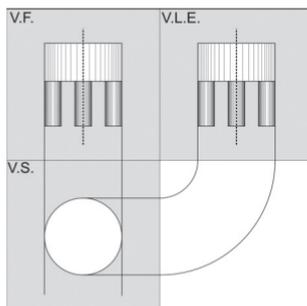


Fonte: elaborada pelo autor.

Resolução da situação-problema

Você sabe que qualquer objeto pode ser representado através das vistas ortogonais; o que acontece em alguns casos é a necessidade de criação de planos auxiliares. Neste caso, não haverá a necessidade destes planos, mas você deverá utilizar as “linhas de centro”, lembra-se desta noção? De acordo com o que estudamos, a curva é indicada pelas “linhas de centro”, que indicam as curvas em um desenho reto, conforme a Figura 2.27, que indica a planificação dos planos Ortogonais.

Figura 2.27 | Épura dos planos ortogonais



Fonte: elaborada pelo autor.

Faça valer a pena

1. Esta projeção distorce menos as peças que estão sendo projetadas, permitindo a obtenção da verdadeira grandeza, ou seja, das medidas exatas do objeto em determinada escala, evitando distorções.

A qual tipo de projeção o texto acima se refere?

- a) Plano de projeção.
- b) Plano de projeção ortogonal.
- c) Projeção cônica.
- d) Projeção auxiliar.
- e) Projeção cilíndrica.

2. Neste tipo de projeção, consideramos o observador a uma distância pequena em relação ao objeto; isto significa que os raios de projeção não serão perpendiculares ao objeto, o que impossibilitará a obtenção de medidas em verdadeira grandeza.

Qual o tipo de projeção a que se refere o texto acima?

- a) Projeção ortogonal.
- b) Projeção cilíndrica.
- c) Projeção cônica.
- d) Projeção real.
- e) Projeção virtual.

3. Nos desenhos em que são representadas superfícies curvas, é utilizado um novo tipo de linha, composta de traço-e-ponto, e que é chamada de "linha de centro"; esta linha indica a existência de uma curva em um desenho plano.

Qual o número mínimo de vistas necessárias para o entendimento de uma curva em uma peça?

- a) Uma.
- b) Duas.
- c) Três.
- d) Quatro.
- e) Seis.

Seção 2.3

Vistas de superfícies curvas

Diálogo aberto

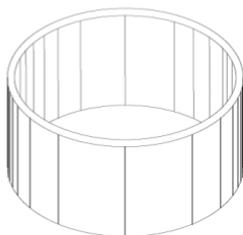
Algumas das suas responsabilidades em seu emprego como responsável pelos projetos de Arquitetura de Interiores em um escritório de Arquitetura, além da execução dos projetos, incluem a criação e o detalhamento do mobiliário que será especificado para cada um dos ambientes, a apresentação destas peças para os clientes e os fornecedores. Estas responsabilidades significam que você tem de se comunicar muito bem com todos os participantes do projeto, ou seja, os clientes precisam entender seus desenhos, para compreender os projetos e aprová-los, e os fornecedores dependem dos seus desenhos para orçar, executar e instalar as peças.

Você já entendeu como desenhar suas peças ortogonais, colocando-as no 1º diedro, e utilizando os planos ortogonais de projeção; entendeu também como representar as peças com partes oblíquas, utilizando os planos de projeção auxiliares, para a obtenção das dimensões reais do objeto.

Seu projeto mais recente, um vaso, no entanto, conta com superfícies curvas, e partes cilíndricas, conforme a Figura 2.28. Você ficou muito satisfeito com o projeto, e tem certeza que seus clientes também irão gostar, mas é preciso desenhá-la de maneira que eles consigam entender claramente o projeto; também é preciso garantir que este desenho seja entendido pelo fornecedor que irá construir o móvel, evitando perda de tempo e de material.

Utilizando os conhecimentos de projeções que adquirimos, veremos como fazer a representação de peças e superfícies curvas, comunicando suas ideias de forma clara e direta, garantindo que os outros participantes do processo consigam entender seu projeto através dos desenhos que você executar.

Figura 2.28 | Vaso



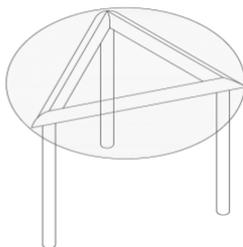
Fonte: elaborada pelo autor.

Não pode faltar

O último móvel que você projetou, uma mesa de centro, tem pés cilíndricos, e o apoio para o tampo de vidro em estrutura metálica, com o perfil semicircular. A Figura 2.29 representa uma mesa de centro, tem uma base que apresenta uma série de superfícies curvas, e peças cilíndricas semelhante à sua ideia. A sua grande dúvida está na representação desta peça, ou seja, como desenhá-la de forma a que todas as pessoas consigam entendê-la?

Você sabe que deve desenhar as vistas da peça, já que este é o desenho onde você vai colocar as cotas e definir as dimensões da peça, mas como fazer este desenho com peças cilíndricas e superfícies curvas? Como desenhar estas vistas em verdadeira grandeza, para que este móvel possa ser construído?

Figura 2.29 | Mesa de centro

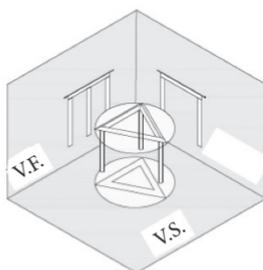


Fonte: elaborado pelo autor.

Como você já sabe, a primeira coisa a ser feita é o posicionamento deste móvel dentro dos planos de projeção ortogonais, que nos permitem a obtenção das vistas ortogonais, através dos raios projetantes. Pode parecer difícil quando escrito desta forma, mas é o que temos feito até agora; a Figura 2.30 indica este posicionamento. Pode parecer difícil, mas temos visto este tipo de desenho desde as

primeiras seções desta unidade, certo? O texto anterior descreve, de forma técnica, o que está representado na Figura 2.30.

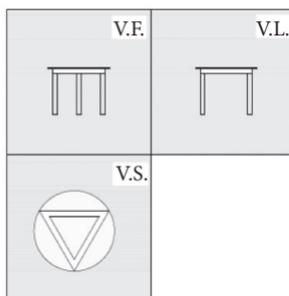
Figura 2.30 | Posicionamento do móvel nos planos de projeção ortogonais



Fonte: elaborada pelo autor.

Como você já pode imaginar, estes planos de projeção não representarão a peça da maneira que precisaremos, isto é, obteremos vistas que não atenderão as nossas necessidades, pois distorcerão o desenho, e não nos fornecerão a verdadeira grandeza, ou as reais dimensões do objeto, em escala. Com certeza você já entendeu isto, mas vamos confirmar, fazendo a planificação destes planos e estudando as vistas ortogonais, apenas para confirmar se as suas suspeitas estão corretas, certo? A Figura 2.31 exemplifica esta planificação; é possível ver que as vistas lateral e frontal não representam a peça de acordo com o seu projeto, enquanto a vista superior não representa a curva das peças superiores.

Figura 2.31 | Planificação dos planos de projeção



Fonte: elaborada pelo autor.

Este desenho pode ser mais claro, certo? Por exemplo, apesar de a vista lateral estar correta, ela não está representando as dimensões exatas da peça. É claro que você poderia cotar estas vistas, mas além de muitas cotas, ficaria bastante difícil de identificar quais as partes que você está efetivamente medindo, deixando o desenho confuso

e complexo. E então, qual a opção que podemos utilizar nestes casos? Exatamente! Vamos utilizar os planos de projeção auxiliares, de maneira a representar as partes do móvel de maneira mais clara e “limpa”, ou seja, sem tantas informações juntas, deixando a leitura mais simples.

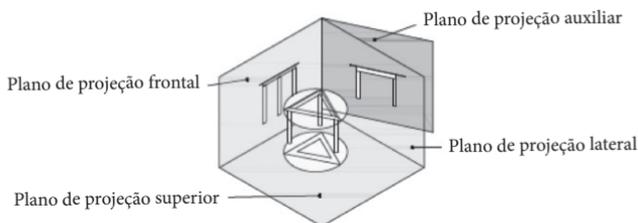


Refleta

Diferente de um desenho artístico, dizemos que um desenho técnico é lido, ou seja, este tipo de desenho é tratado como um texto, e podemos dizer que você está sendo “alfabetizado” neste tipo de linguagem.

Como você já sabe, estes planos de projeção auxiliares são colocados de forma paralela às peças que devem ser representadas, de tal forma que os raios projetantes passem pela peça e cheguem de forma perpendicular a este plano. De acordo com o que vimos antes, portanto, a colocação dos planos, neste caso, ficaria de acordo com a Figura 2.32.

Figura 2.32 | Posicionamento dos planos de projeção auxiliares

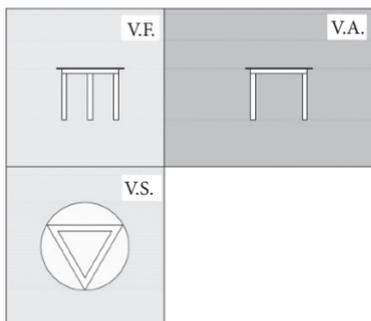


Fonte: elaborada pelo autor.

Ao olhar dessa forma, o posicionamento dos planos de projeção auxiliares pode parecer confuso, mas lembre-se de que a ideia é que as partes sejam mostradas de maneira ortogonal, e os Planos são colocados de forma a permitir esta visualização.

Nosso próximo passo é a planificação destes planos de projeção; você também já conhece esta etapa do trabalho; é claro que como estamos trabalhando com planos auxiliares de projeção, não utilizaremos as linhas-guia, para auxiliar na construção dos desenhos; a Figura 2.33 indica como fica esta planificação.

Figura 2.33 | Planificação dos planos de projeção auxiliares

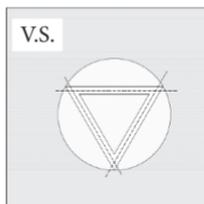


Fonte: elaborada pelo autor.

Vamos agora acrescentar os dados referentes às superfícies curvas e às partes cilíndricas do nosso móvel. Como você percebeu, em alguns casos é difícil perceber quais são as superfícies curvas da peça. O que nos auxilia são as linhas de eixo; estas linhas indicam a presença de uma curva na superfície, como já vimos. Neste caso, como temos várias superfícies curvas, teremos linhas de eixo em várias partes, o que pode tornar o desenho mais complexo; este tipo de desenho demanda um treinamento maior para ser entendido.

A Figura 2.34 mostra as linhas de eixo colocadas na vista superior; estas linhas representam a superfície curva existente na parte superior do móvel (a parte que apoia o vidro); estas linhas estarão presentes somente na vista superior; nas vistas frontal e lateral elas não aparecem, pois como o próprio nome diz, elas são linhas de eixo, e o eixo desta curva só é visível na vista superior.

Figura 2.34 | Vista Superior com linhas de eixo



Fonte: elaborada pelo autor.

Na Figura 2.34 é possível entender que as partes deste móvel que apoiam o vidro não são planas, isto é, possuem uma curvatura; quando você for cotar este desenho, ou seja, quando você colocar as medidas necessárias à execução da peça, uma das cotas essenciais é

o diâmetro (ou o raio) da curva, para que seus fornecedores possam fazer a construção da peça. A Figura 2.35 demonstra em detalhe a vista lateral (construída a partir da vista auxiliar); nesta figura é possível observar que as partes de apoio do vidro (a parte superior da peça), não apresentam as linhas de eixo.

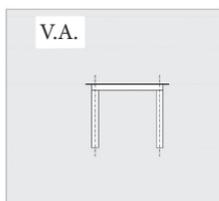


Assimile

As linhas de eixo indicam o eixo de uma curva, ou seja, o seu centro. Seu uso em uma vista ortogonal aponta a existência de uma curva!

O que você acha que isto significa? Exatamente, muito bem! Estas peças não são cilíndricas, isto é, as curvas equivalem à metade de um cano.

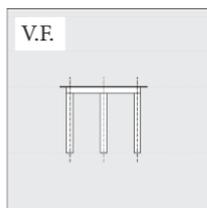
Figura 2.35 | Vista Lateral com linhas de eixo



Fonte: elaborada pelo autor.

Este é um dos motivos pelos quais precisamos de, no mínimo, três vistas; as informações contidas em cada uma delas complementam as informações das outras, de tal forma que ao unir todas as vistas em sua mente, você é capaz de visualizar a peça com todos os detalhes. Esta vista, por exemplo, além de nos dizer que a parte superior da peça equivale a um semicírculo, nos indica que as “pernas” da sua mesa de centro também são curvas. Como podemos saber se estas peças são cilíndricas ou se são semicirculares, como a parte superior? Isso mesmo. Vamos examinar a próxima vista, ou seja, a vista que ainda não estudamos, a vista frontal. A Figura 2.36 mostra esta vista em detalhe.

Figura 2.36 | Vista frontal com linhas de eixo



Fonte: elaborada pelo autor.

E então, conseguiu definir como é o desenho das pernas da peça? Isso! As pernas da mesa de centro são cilíndricas, isto é, elas são tubos de seção circular! Muito bem!



Refleta

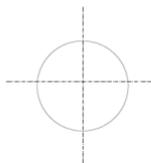
Pense como é genial a ideia das linhas de eixo. Já imaginou ter de criar um método diferente das vistas ortogonais para a indicação de curvas? Muito do que usamos no desenho geométrico tem esta simplicidade e genialidade.

Quando você associa todas as vistas e as linhas de eixo, fica mais simples perceber quais superfícies são curvas, e, além disto, quais destas são curvas completas, ou seja, têm seção circular, e quais são apenas um segmento de um círculo.

Vamos entender o porquê do uso das linhas de eixo. Como você se lembra, as projeções ortogonais são resultantes dos raios projetantes, que recaem perpendicularmente sobre um plano de projeção; as superfícies curvas das peças, quando projetadas sobre este plano, têm a mesma representação de partes retas.

As linhas de eixo nos indicam que esta superfície não é plana; a soma das vistas nos dá a noção do tipo de curva utilizado na peça. Se você tiver uma peça que tenha um furo no topo, você terá a representação com duas linhas de eixo, que indicam a localização do furo, conforme a Figura 2.37. Estas linhas podem, também, indicar o centro de uma peça com seção cilíndrica.

Figura 2.37 | Indicação de furos com as linhas de eixo



Fonte: elaborado pelo autor.

Por tudo isto, você deve ter notado que trabalhar com projeções ortogonais não é uma coisa difícil, mas exige um pouco de conhecimento e uma visão espacial que deve ser desenvolvida com tempo e esforço; através de desenhos bidimensionais, conseguir imaginar a peça como um volume tridimensional demanda algum treino, mas você já consegue fazer isto de forma simples, certo?

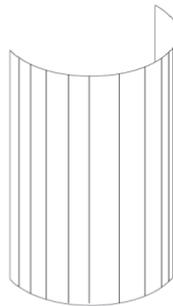


Exemplificando

Provavelmente o celular que você comprou veio com um pequeno manual de instruções com desenhos, sobre como instalar a bateria, ligar e operar o aparelho. Preste atenção e você verá as semelhanças com o que temos aprendido, e as indicações que temos estudado. Repare nas indicações das partes curvas, e veja como utilizamos a mesma linguagem!

A partir de uma superfície plana, com linhas equidistantes, executamos a “dobra” da peça, deixando-a de acordo com a curva necessária. Conforme a superfície vai se curvando, as linhas dão a impressão de estarem mais próximas nas bordas da peça. A Figura 2.38 indica como a peça vai se curvando, até atingir o diâmetro necessário.

Figura 2.38 | Curvatura da superf



Fonte: elaborada pelo autor.

Este tipo de representação gráfica, portanto, indica uma superfície curva. Toda a vez em que esta hachura surgir em uma perspectiva, você sabe que estará visualizando uma curva.



Vocabulário

Hachura é a representação gráfica de um material ou de uma superfície, utilizada em desenho técnico, indicando qual o material utilizado, ou qual a forma de sua utilização.



Pesquise mais

Este artigo mostra a importância da alfabetização visual em outras áreas do conhecimento, explicando a respeito de termos comuns em Arquitetura, como leveza no desenho, simetria etc. Disponível em: <http://www.academia.edu/433330/A_IMPORT%C3%82NCIA_DA_ALFABETIZA%C3%87%C3%83O_VISUAL_NAS_DIFERENTES_%C3%81REAS_DO_CONHECIMENTO>.. Acesso em: 20 out. 2016.

Sem medo de errar

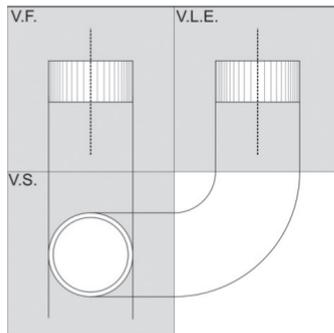
Você precisa representar um vaso que projetou para seus clientes; como este vaso é cilíndrico, você está em dúvida sobre a representação.

Como você já sabe, representamos as peças que você projeta com o auxílio das vistas ortogonais; estas vistas são desenhadas com a ajuda dos raios projetantes sobre os planos de projeção ortogonal e, quando necessário, sobre os planos de projeção auxiliares. E peças curvas, ou cilíndricas? Como você pode imaginar, a representação destas peças fica semelhante à representação de peças planas, ou seja, com o uso dos raios projetantes sobre os planos de projeção ortogonais, as vistas ortogonais obtidas não demonstrarão a distinção dos tipos de peça, ou seja, a representação das peças curvas e das peças planas será idêntica. E então, como distinguir entre os dois tipos de peça?

Para que um desenho demonstre a presença de alguma parte curva, devemos utilizar as linhas de eixo, que indicam uma curva na peça. Estas linhas de eixo são compostas de traços e pontos, alternadamente. Na vista superior da mesa que você projetou, desenhada na Figura 2.37, que você pode notar as linhas de eixo na peça, certo? Mas como podemos saber se esta peça possui uma curva semicircular ou se é um cilindro?

A leitura das vistas ortogonais nos dá uma indicação bastante clara da diferença entre peças cilíndricas e peças semicirculares. Analise as vistas frontal e auxiliar na Figura 2.39, prestando atenção especialmente na posição das linhas de eixo que estão desenhadas nestas vistas.

Figura 2.39 | Vistas ortogonais do móvel



Fonte: elaborada pelo autor.

Para conseguir visualizar esta diferença, devemos trabalhar com no mínimo três vistas imaginar estes desenhos bidimensionais formando uma peça tridimensional. Esta visualização da peça, como já foi dito, é chamada de visão espacial, e deve ser treinada; como você já notou, partimos de uma peça tridimensional para a confecção de desenhos bidimensionais, mas é bastante comum em Arquitetura que façamos o caminho inverso, ou seja, comecemos os projetos com plantas, cortes e fachadas (desenhos bidimensionais) e a partir destes desenhos, imaginemos a edificação pronta, isto é, partamos do bidimensional para o tridimensional.



Atenção

A visão espacial é aprendida, e, como qualquer aprendizado, deve ser treinada. Comece a imaginar e desenhar os objetos do seu dia a dia na forma de vistas ortogonais, e depois montá-los em sua mente, para automatizar este processo.

Avançando na prática

Trabalhando com peças elípticas

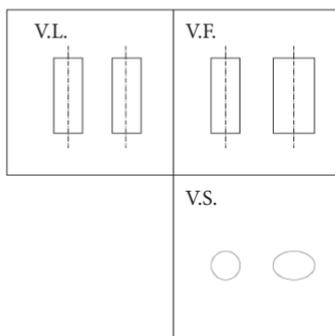
Descrição da situação-problema

As linhas de eixo também indicam a presença de elipses em uma peça. Como já foi dito, as linhas de eixo indicam a presença de curvas, e elipses são peças curvas, certo? Como diferenciar, então, se uma peça é elíptica ou cilíndrica em uma vista ortogonal? O que diferencia um tipo de peça da outra?

Resolução da situação-problema

Com certeza você já imaginou como fazer esta diferenciação, certo? Na Figura 2.40 uma peça é cilíndrica e uma peça é elíptica. Você consegue perceber a diferença antes de olhar a cista superior?

Figura 2.40 | Peça cilíndrica e elíptica



Fonte: elaborada pelo autor.

Como você viu nas vistas lateral e frontal, a dimensão da peça cilíndrica é igual nas duas vistas, enquanto que a peça elíptica é mais larga na vista frontal do que na vista lateral; esta diferença associada à presença da linha de eixo nos informa que estamos analisando uma peça elíptica. Confirmando estas informações, a vista superior das peças nos traz a indicação da diferença entre as duas peças.

Faça valer a pena

1. Analise as frases seguintes:

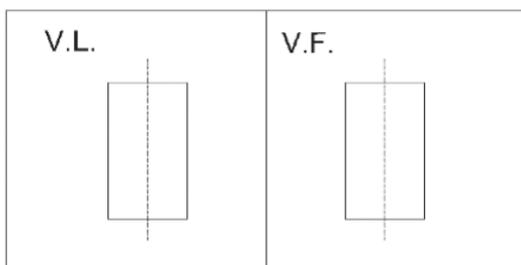
1. Apenas uma vista ortogonal é insuficiente para representar corretamente uma peça curva.
2. Linhas de eixo são utilizadas para a indicação de superfícies curvas.
3. As vistas ortogonais são desnecessárias na representação de peças tridimensionais.
4. Nunca precisaremos de vistas auxiliares na representação de peças tridimensionais.

Quais frases, entre as apresentadas, são verdadeiras?

- a) 1 e 2.
- b) 2 e 3.
- c) 3 e 4.
- d) 1 e 3.
- e) 2 e 4.

2. De acordo com o que estudamos, você sabe que são necessárias três vistas ortogonais para o completo entendimento de uma peça; no entanto, você recebeu apenas as duas vistas da Figura 2.41; é claro que estas vistas não são suficientes, mas o que é possível descobrir a partir deste desenho?

Figura 2.41 – Vistas ortogonais



Fonte: elaborado pelo autor.

Qual alternativa indica o que você descobriu da peça?

- a) A peça é um paralelepípedo.
- b) A peça é um cilindro.
- c) A peça tem uma face curva.
- d) A peça tem uma face plana e uma curva.
- e) É preciso mais uma Vista para entender a peça.

3. “É o método de representar a forma exata do objeto por meio de duas ou mais projeções sobre planos que geralmente se encontram seguindo ângulos retos, baixando-se perpendiculares do objeto ao plano.” (FRENCH; VIERCK, 1999, p. 90)

A definição anterior, de French e Vierck (1999), se refere à/a:

- a) Vista ortogonal.
- b) Planos de projeção.
- c) Planos auxiliares.
- d) Raios projetantes.
- e) Diedro.

Referências

FRENCH, Thomas E.; VIERCK, Charles J. **Desenho técnico e tecnologia gráfica**. 6. ed. São Paulo: Globo, 1999.

MONTENEGRO, Gildo. **Desenho arquitetônico**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

Planificação e isometria

Convite ao estudo

A representação gráfica dos objetos, quer sejam da Arquitetura ou não, solicita do desenhador uma boa dedicação em cada etapa, visando à clareza visual da expressão. Você viu na Unidade 2 exemplos de um móvel com parte curva, situado em um espaço interior, e a representação das vistas. Entretanto, como você deve ter notado, cada objeto que vamos representar solicita de nós alguns conhecimentos da Geometria Plana e construções geométricas e, dependendo do objeto que estejamos representando, essas construções terão maior ou menor complexidade.

Nesta unidade veremos exemplos da presença de construções da Geometria Plana nos planos, planificação e vistas isométricas de superfícies. O objetivo é que você conheça e entenda esses exemplos e amplie sua capacidade de compreender e utilizar alguns desses conceitos nas descrições e representações. Conhecer bem estes conteúdos aguçar a sua curiosidade e lhe permitirá desenvolver o raciocínio crítico na resolução de problemas de descrição gráfica, pois cada superfície exige reflexões sobre os melhores caminhos de construção, em associação com os conteúdos da Geometria Descritiva.

Vamos ver uma situação de aplicação desses recursos? Por exemplo, o monumento da Cruz Caída é uma escultura do artista Mário Cravo, inaugurada em 1999, por ocasião da comemoração dos 450 anos de fundação da capital da Bahia, Salvador. Tendo 12 m de altura, confeccionada em inox e inspirada no simbolismo da cruz, ela homenageia o desaparecimento da antiga Igreja da Sé, a Primacial do Brasil, construída em 1553 e demolida em 1933, para permitir a passagem de bondes até o terminal da Sé.

Suponhamos que você, como profissional da área projetual, tenha recebido a responsabilidade de descrever graficamente o

monumento, visando à interferência projetual de reforma. Para isso, será necessário o uso dos conceitos da Geometria Plana descritos em construções geométricas nas superfícies. Vamos fazer isso?

Seção 3.1

Isometria de planos ortogonais

Diálogo aberto

Bem, como vimos anteriormente, recebemos a responsabilidade de descrever graficamente o monumento da Cruz Caída, a escultura do artista Mário Cravo, que homenageia o desaparecimento da antiga Igreja da Sé, em Salvador, Bahia (Figura 3.1). Faça um passeio virtual nesse monumento acessando <<https://goo.gl/zwU64T>>. Acesso em: 25 out. 2016.

Figura 3.1 | O Monumento da Cruz Caída – Salvador



Fonte: <<https://goo.gl/NxFTPV>>. Acesso em: 8 out. 2016.

Como é comum ocorrer, este monumento também sofrerá algumas intervenções de reforços e reformas. Nesse momento, você deverá começar a trabalhar com a coluna vertical do monumento, a qual receberá interferências em toda sua superfície.

Qual exemplo de uma sequência funcional? Depois de listar as principais dimensões dessa coluna, você irá utilizar conceitos da Geometria Plana para construção da figura plana da base, que é um retângulo. Depois de feita essa Projeção Horizontal, deve seguir construindo o eixo central da figura para marcação da altura da coluna na Projeção Vertical. Na continuidade construir

a base superior nas projeções horizontal e vertical, seguidos pelas projeções das linhas representantes das arestas laterais.

Como precisamos das medidas reais, ou seja, as Verdadeiras Grandezas das faces laterais, você deve usar o método descritivo da Mudança de Plano Horizontal para descrevê-la. Mais uma vez, utilizando os recursos da Geometria Plana por construções geométricas, faremos a planificação, ou desenvolvimento dessas faces. São etapas simples, as quais pelo uso correto dos conhecimentos da Geometria Plana e Descritiva, você facilmente resolverá. Vamos começar?



Assimile

Observe que uma sequência apropriada (embora não única) é listarmos a principais dimensões, construção da figura plana da base, construção do eixo central da figura para marcação da altura, construção da base superior, construção das linhas representantes das arestas laterais nas duas projeções.

Não pode faltar

Geometria plana em superfícies

A Geometria Plana (ou Euclidiana) recebeu esse nome em homenagem ao geômetra Euclides de Alexandria, o “pai da Geometria”, e é a parte da matemática que se propõe a estudar as figuras que não possuem volume.



Vocabulário

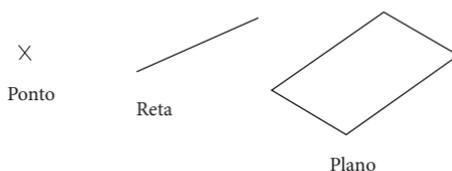
Geometria: O termo vem da a união das palavras geo (terra) e metria (medida). Sendo assim, a palavra “geometria” significa a “medida de terra”, subdividindo-se no estudo de inúmeras outras medidas.

Existem alguns conceitos que são fundamentais no entendimento da Geometria Plana, como o o ponto, a reta, o plano.

O **ponto** se conceitua como elemento adimensional, visto que não possui dimensão. Os pontos determinam uma localização, e sempre os indicamos com letras maiúsculas (na Figura 3.2 o ponto está sendo representado por um “x”, ou seja, o local da interseção

entre duas retas). A **reta** é uma linha ilimitada, que possui apenas o comprimento da dimensão, ou seja, é unidimensional. Quanto à sua posição no espaço, ela pode ser horizontal, vertical ou inclinada. Sempre representamos a reta por letra minúscula. Vale acrescentar que duas retas possuem posições relativas, podendo estar paralelas, perpendiculares ou inclinadas entre si (Figura 3.2). Já o **plano** é uma superfície plana bidimensional, ou seja, possui duas dimensões, as quais são o comprimento e a largura. Isso quer dizer que as figuras geométricas planas são formadas nessas superfícies. Esses elementos da Geometria Plana permitem a construção de diversas formas e figuras planas, tais como *polígonos*.

Figura 3.2 | Ponto, reta e plano

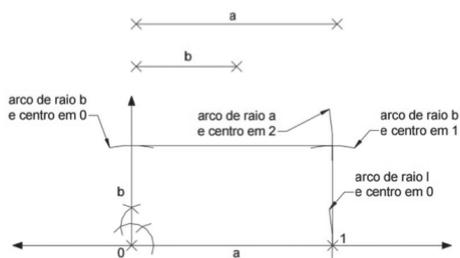


Fonte: elaborada pelo autor.

Apenas lembrando, como vimos em seção anterior, *polígonos* são figuras planas fechadas formadas por segmentos de reta, caracterizados por elementos como ângulos, vértices, diagonais e lados. Esses polígonos podem ser *regulares* ou *irregulares*. *Um polígono regular é uma figura plana que possui os lados e todos os ângulos com medidas iguais*. Alguns exemplos de polígonos regulares são o triângulo, o quadrado, o hexágono e o pentágono. *Por outro lado, um polígono irregular é aquele que não possui os ângulos com medidas iguais e os lados não possuem o mesmo tamanho*. Cabe aqui uma observação: isso quer dizer que, mesmo um polígono que seria regular (como um quadrado, um hexágono etc.), a partir do momento em que este polígono tiver apenas um dos lados diferentes, ele passou a ser um polígono irregular.

Obviamente, cada polígono – regular ou irregular – sendo uma figura plana, possuirá diferentes recursos de construção geométrica para a obtenção final da forma. Cabe ao desenhador analisar qual desses recursos se torna mais prático. Veja por exemplo um retângulo e note uma das formas de como construí-lo na Figura 3.3.

Figura 3.3 | Construção geométrica do retângulo de lados a e b



Fonte: <<https://docente.ifm.edu.br/karisapinheiro/disciplinas/desenho-tecnico/aula-07-quadrilateros-triangulos-inscricao-e-circunscricao-triangulo-retangulo>>. Acesso em: 6 out. 2016.



Refleta

Diante dessas abordagens, você poderia se perguntar e refletir: será que com tantos recursos variados de representação gráfica hoje disponíveis, ainda precisarei mesmo conhecer os conceitos básicos da Geometria Plana para desenvolvimento dos meus futuros projetos? Por quê?

Elementos adicionais da geometria plana

Fazem parte também dos conceitos da Geometria Plana o estudo dos **ângulos**, que são formados pela união de dois segmentos de reta, a partir de um ponto comum a ambos, chamado de *vértice do ângulo*. Esse ângulo pode ser reto com 90° ; pode ser *agudo*, que é menor que 90° , ou pode ser *obtuso*, que é maior que 90° . Adicionalmente, a **área** de uma figura geométrica significa o tamanho total de sua superfície. Já o **perímetro** é a soma das medidas de todos os lados de uma figura geométrica.



Pesquise mais

Que tal ampliar seu entendimento das Construções Geométricas?

CRUZ, Michele da. **Desenho técnico para mecânica**: conceitos, leitura e interpretação. Érica, 2010. Você pode acessar na sua Biblioteca digital, disponível em: <https://biblioteca-virtual.com/>

Quando temos um objeto para representar, identificar quais as principais figuras e formas o constituem é um bom começo. Na continuidade, precisaremos desenvolver as construções geométricas das figuras planas que descreverão as projeções nos planos. Vejamos um exemplo de um pilar em “V”, uma estrutura com suportes inclinados, na Figura 3.4.

Figura 3.4 | Pilar em “V”



Fonte: <<https://goo.gl/images/HX0x86>> Acesso em: 6 out. 2016.

Uma observação mais cuidadosa nos fará ver que cada lado inclinado da estrutura pode ser associado a um prisma inclinado de bases retangulares. Faremos apenas um dos lados inclinados, visto que o outro é simetricamente idêntico. O primeiro passo será então a construção geométrica da figura plana da base, um retângulo, na projeção horizontal (Figura 3.3).

Puxando as linhas de chamada perpendiculares até a Linha de Terra, marcamos nela os pontos desse retângulo, representando sua projeção vertical.

A face lateral da estrutura é um quadrilátero de lados com diferentes medidas. Partindo dos pontos da base na Linha de Terra, desenharemos na projeção vertical essa face. Para facilitar, colocaremos essa face paralela ao Plano Vertical de Projeção, projetando-o assim em Verdadeira Grandeza nesse plano.



Veja que neste exemplo, o pilar é simétrico no sentido vertical. Todavia, suponhamos que você tenha um objeto que não seja simétrico, como fazer? Você poderá identificar se há trechos no objeto em que possa haver simetria e tratá-lo como tal, representando apenas um deles e indicando esta similaridade no desenho técnico. Que dizer das partes não simétricas? Você fará vistas em separado para cada uma delas, embora possam aparecer próximas entre si na folha.

Superfícies e planos ortogonais

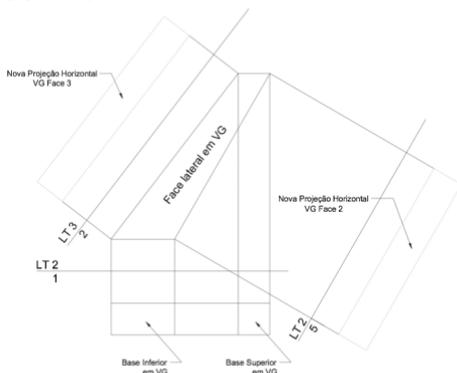
Quando falamos de superfícies planas, é bom lembrarmos que facilita bastante quando essa face é paralela a algum dos planos de projeção, pelo fato de obtermos assim medida real em escala. Desta forma, antes de seguirmos a construção, observamos então, se a superfície é plana se ela já está paralela a um dos planos de projeção. Como nos aproveitar disto? Sempre que possível, faça o desenho do nosso objeto posicionando nesse paralelismo. E se não for possível ou caso essa face não esteja paralela, o que fazer? Obviamente precisaremos fazer uma mudança de planos para a obtenção das vistas auxiliares, já aprendidas nas unidades anteriores para obtenção das medidas reais em Verdadeira Grandeza.

Na continuidade das vistas, precisaremos representar a face superior do prisma. Notamos que essa face é uma superfície paralela ao plano Horizontal de Projeção e perpendicular ao Plano Vertical de Projeção. Sendo assim, como sabemos, essa face na projeção vertical é perpendicular a esse plano, por isso será representada nele apenas por uma reta, e na projeção horizontal ela se apresentará em Verdadeira Grandeza.

Feita a projeção da face lateral do prisma na projeção vertical, puxamos a partir da base superior as linhas de chamada, as quais irão nos permitir descrever a projeção horizontal dessa mesma face. Partindo da projeção horizontal da face, ligamos as linhas da base superior à base inferior, descrevendo as faces laterais do prisma nessa projeção.

Veja ao final, na Figura 3.5, como fica a representação.

Figura 3.5 | Projeções do pilar em "V" e VGs



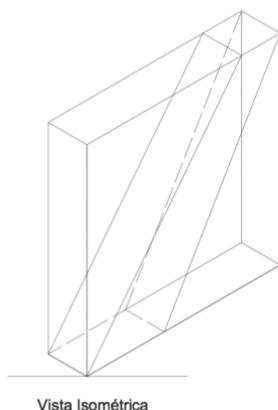
Fonte: elaborada pelo autor.

Vistas isométricas de superfícies

As vistas convencionais do Desenho Técnico (elevação, planta, perfil e cortes e outras auxiliares) são essenciais para descrição de qualquer projeto, visto serem as principais linguagens na representação projetual. Todavia, há casos em que precisamos utilizar, além das vistas convencionais, vistas isométricas das superfícies, objetivando uma melhor compreensão da forma tridimensional delas.

Para essa representação, é importante que escolhamos o ponto de vista mais adequado. Qual é o ponto de vista mais adequado? Não há uma regra definida, entretanto, você deve usar o bom senso, priorizando aquele ponto de vista que melhor represente seu objeto, ou que ofereça maior quantidade de informações, ou o qual permita maior clareza no entendimento da forma, ou do funcionamento. Neste caso, por ser uma peça inclinada, é mais prático considerá-la como um bloco retangular, fazendo os "recortes" para modelar forma. Veja na Figura 3.6 a vista concluída.

Figura 3.6 | Vista isométrica do pilar

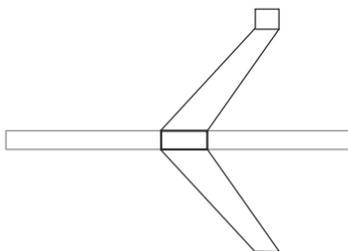


Fonte: elaborada pelo autor.

Planificação ou “desenvolvimento” de superfícies ortogonais

Bem, depois que você utilizou seus conhecimentos da Geometria Descritiva e os Sistemas de Projeção, você já construiu as vistas ortogonais e as vistas isométricas, provavelmente seu projeto está completo. Entretanto, há casos em que precisamos das Verdadeiras Grandezas não apenas de uma superfície, mas de mais de uma ou até de todas. Isso pode ser necessário, por exemplo, se as faces do objeto precisarem ser novamente fabricadas e substituídas, ou trabalhadas as superfícies por algum revestimento, ou outra interferência qualquer. Para resolver isso, pode ser necessário que você apresente a “planificação”, nesse caso, esse termo se refere às vistas das faces desenvolvidas com figura plana, individualmente. Para isso, você primeiro terá que ter definidas todas as medidas das arestas ou o perímetro que forma a superfície (Figura 3.7). Depois você utilizará os recursos da Geometria Plana para essas construções.

Figura 3.7 | Planificação, ou desenvolvimento do pilar “V”



Fonte: elaborada pelo autor.



Note que na Figura 3.7 entre os dois lados do pilar, há um outro sólido geométrico. Que tal fazer as vistas, e talvez o desenvolvimento desse sólido? Pode ser um exercício adicional interessante de reforço do seu aprendizado!

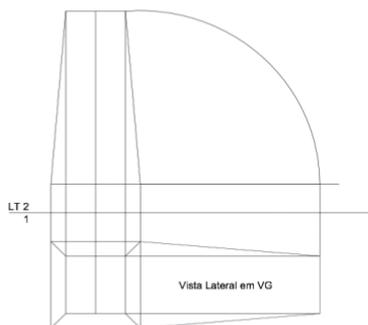
Sem medo de errar

Você conseguiu ver mais de um recurso utilizado para a representação final do projeto. Agora é hora de usarmos nosso conhecimento para a resolução da nossa situação-problema. Como você lembra, como profissional da área projetual recebeu a incumbência de descrever graficamente o monumento, começando inicialmente pela coluna vertical, a qual primeiro receberá interferências.

Como você sabe, o primeiro passo é uma observação mais completa do modelo para tentar identificar a qual forma se assemelha. Nesse caso, notamos que a coluna é similar a um tronco de pirâmide de base quadrada. Sendo assim, liste todas as principais dimensões do objeto. Feito isso, comece representando a base na projeção horizontal. Para facilitar, pode-se colocar a base paralela ao Plano Vertical de Projeção. Puxe as linhas de chamada perpendiculares até a linha de terra, marcando nela os pontos do quadrado da base, representado sua projeção vertical.

Em continuidade, é bem mais prático primeiro marcar a altura da coluna na projeção vertical, e nessa altura traçar a reta horizontal com a medida do quadrado da base superior. Ligue os vértices da base superior aos vértices da base inferior, concluindo assim a projeção vertical do sólido. Visto que a coluna é um tronco de pirâmide reta, o quadrado da base superior está centralizado em relação ao quadrado da base inferior. Depois de representá-lo assim, ligue entre si os pontos dos vértices da projeção horizontal da base superior à base inferior, concluindo assim a representação dessa projeção (Figura 3.8).

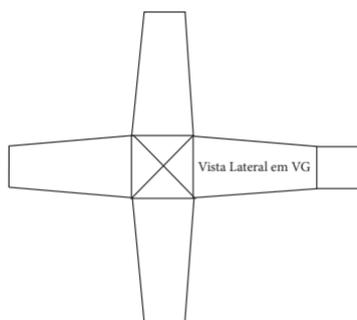
Figura 3.8 | Projeções horizontal e vertical e VG da coluna



Fonte: elaborada pelo autor.

Você deve estar lembrado que também se faz necessária a planificação, nesse caso a vista desenvolvida das faces. A face está perpendicular ao plano vertical de projeção, sendo assim, podemos centrar o compasso no vértice inferior, abrir até o topo da face nesta projeção, e rebater no plano horizontal de projeção, trazendo esta medida perpendicular à Linha de Terra, encontrando-a com os pontos da projeção horizontal e determinando a VG dessa face (Figura 3.8). As quatro faces são iguais, será necessário construir todas? Como se trata de desenvolvimento, sim! Assim, associe essas faces às bases inferior e superior, as quais são diferentes (Figura 3.9).

Figura 3.9 | Planificação ou desenvolvimento da coluna



Fonte: elaborada pelo autor.

Para a face lateral, bem como para qualquer outra figura plana, você utilizará os conhecimentos da Geometria Plana e, neste caso, construirá um trapézio. Já as bases superior e inferior da coluna serão um quadrado cada, os quais estarão ligadas por uma reta em comum às bases desse trapézio, concluindo assim a representação da vista desenvolvida.

Note que um ponto crítico da resolução é a escolha do modo de descrever a face lateral em VG. Visto que mais de um método pode ser utilizado, no modelo optou-se pelo rebatimento da face sobre o plano horizontal de projeção, por ser uma maneira prática, de rápida descrição.

Avançando na prática

Descrevendo a Coluna Capitolina

Descrição da situação-problema

Agora é sua oportunidade de aplicar seus conhecimentos adquiridos nessa nova situação-problema proposta. A Coluna Capitolina (Figura 3.10) veio do governo da Itália como presente, mais precisamente durante a gestão de Benito Mussolini, como presente ao povo do Rio Grande do Norte, em agradecimento pela boa acolhida oferecida aos aviadores daquele país. Como descrever graficamente o projeto desse monumento, por ocasião de uma eventual reforma?

Figura 3.10 | Coluna Capitolina



Fonte: <<https://goo.gl/HLLCbu>>. Acesso em: 6 out. 2016.

Resolução da situação-problema

Você sabe que o primeiro passo é buscar uma associação da forma do objeto a formas conhecidas. Considerando apenas o corpo principal da coluna, notamos que ela se assemelha a um cilindro, e sua base simplificada se assemelha a prismas de bases retangulares (caso fosse necessário representar a forma exata, abaulada, veja a unidade anterior na seção “linhas de eixo”). Construa a circunferência representativa das bases superior e inferior, centralizada nos retângulos onde a coluna está apoiada, definindo assim a projeção horizontal do monumento. Puxando linhas de chamada perpendiculares à Linha de Terra, partindo dela, represente os retângulos na projeção vertical da base. Na linha da base superior do retângulo, construa a projeção do diâmetro da base inferior, puxe as linhas representativas do retângulo que é o contorno aparente do cilindro até a altura da base superior, concluindo assim a representação da projeção vertical do monumento. Caso fosse necessário desenvolvê-lo, as medidas da altura desse retângulo seriam iguais à altura da coluna, e a base desse retângulo seria o resultado da fórmula: (diâmetro da coluna \times π).

Faça valer a pena

1. A representação gráfica dos objetos, quer sejam da Arquitetura ou não, solicita do desenhador uma boa dedicação em cada etapa, visando à clareza visual da expressão. Os conhecimentos da Geometria Plana e construções geométricas se fazem extremamente importantes nesses objetivos.

Em relação às construções das projeções das superfícies podemos afirmar que:

- Devemos analisar se é melhor começar com um retângulo, ou por qualquer outra figura regular.
- Devemos sempre partir da construção de uma figura regular.
- Devemos analisar em separado, pois cada situação tem seus melhores caminhos de resolução.
- Sempre, em algum momento, as superfícies circulares estarão presentes nas outras.
- Sempre, em algum momento, as superfícies irregulares estarão presentes nas superfícies.

2. A Geometria Plana (ou Euclidiana) recebeu esse nome em homenagem ao geômetra Euclides de Alexandria, o “pai da Geometria”, e é a parte da matemática que se propõe a estudar as figuras que não possuem volume. No entendimento e utilização desse estudo, há conceitos que são essenciais para suas corretas aplicabilidades.

Existem alguns conceitos que são fundamentais no entendimento da Geometria Plana, os quais são:

- a) Específicas superfícies bidimensionais e tridimensionais.
- b) Específicos elementos dimensionados e o adimensionados.
- c) O polígono regular e irregular.
- d) A figura plana e a figura não plana.
- e) O ponto, a reta e o plano.

3. As vistas convencionais do Desenho Técnico (elevação, planta, perfil e cortes e outras auxiliares) são essenciais para descrição de qualquer projeto, visto serem as principais linguagens na representação projetual. Todavia, há casos em que precisamos utilizar outras, além das vistas convencionais:

O texto acima fala de “outras” vistas para melhor compreensão do objeto. Entre estas, podemos mencionar uma vista que aparenta ser tridimensional, embora de fato não seja. Qual vista é?

- a) Vista paralela.
- b) Vista isométrica.
- c) Vista plana.
- d) Vista ortogonal.
- e) Vista superficial.

Seção 3.2

Vistas de planos inclinados

Diálogo aberto

Todo objeto arquitetônico, em geral, é composto por diferentes superfícies e formas, com uma variedade tão grande que algumas podem até mesmo ser desconhecidas pelo observador. Entretanto, os conhecimentos da Geometria Descritiva e da Geometria Plana podem possibilitar uma melhor compreensão de como se constituem essas superfícies e formas. Na seção anterior, ao trabalharmos com o monumento da Cruz Caída, tivemos a oportunidade de construir em é pura as projeções e a vista planificada da coluna vertical dela. Todavia, certamente você viu que o monumento é composto por outros elementos, como o “corpo” principal dela com os “braços” e “cabeça”, e a estrutura inclinada de apoio.

Esses elementos podem ser entendidos como objetos inclinados, formados por superfícies inclinadas, os quais nos exigem diferentes análises, conseqüentemente formas diferentes de se trabalhar. Como profissional da área projetual, você lembra que está com a responsabilidade de descrever graficamente o monumento visando à interferência projetual de reforma. Sendo assim, depois de termos feito a representação da coluna vertical do monumento, claro que será necessário que também descrevamos os “braços” da cruz.

Para isso, você utilizará os conceitos e aplicabilidades da Geometria Descritiva e da Geometria Plana. Desenvolver essas atividades lhe permitirá aprimorar seu raciocínio crítico e criatividade na solução de problemas de descrição gráfica, algo bem enriquecedor para o conhecimento. E como já conhecemos bem esses conceitos da Geometria, basta que os utilizemos e será fácil e interessante! E então, vamos lá?

Geometria plana em superfícies

Uma figura plana (ou um polígono) apoiada em uma superfície, obviamente pode se apresentar de diferentes maneiras, dependendo do ponto de vista. Por exemplo, se um quadrado é uma base de uma pirâmide ou outro sólido qualquer que está apoiado em um plano paralelo a um dos planos de projeção, basta desenhar esse quadrado diretamente na projeção desse plano, já que ele já estará em Verdadeira Grandeza (VG). Entretanto, se esse mesmo quadrado-base de um sólido está apoiado em um plano inclinado a um dos planos de projeção, logicamente esse quadrado se apresentará “deformado” na vista da projeção, se assemelhando a um retângulo, um losango etc. Mas a questão é: o quadrado deixou de ser um quadrado? Logicamente não! Isso quer dizer que, se precisamos construir esse quadrado em VG, vamos precisar primeiro fazer a mudança de planos ou o rebatimento do plano, construir esse quadrado em VG, e só depois devolver a vista dele nas projeções horizontal e vertical. É como se fosse um trabalho “invertido”, visto que partimos da VG da figura plana, antes de projetá-las nos planos de projeção.



Vocabulário

Polígonos são figuras fechadas, formada por segmentos de retas e caracterizados pelos elementos como ângulos, vértices, diagonais e lados. Eles podem ser regulares ou irregulares e são nomeados de acordo com suas características.

Você nota então que esse processo pede de nós conhecimentos dos conceitos básicos da Geometria Plana para construção geométrica dessa figura plana, para representá-la no referido plano, ou superfície inclinada. Antes de construir a figura você pode se perguntar:

- Que figura plana é? É um polígono regular ou irregular?
- Que dimensões tenho dela, ou precisarei?
- Qual o processo mais prático para sua construção geométrica?



Não deixe de ampliar seu entendimento das construções geométricas fundamentais como perpendiculares, paralelas etc., utilizadas na maioria das resoluções geométricas:

CRUZ, Michele da. Desenho técnico para mecânica: conceitos, leitura e interpretação. Érica, 06/2010. VitalSource Bookshelf Online.

Você pode acessar na sua Biblioteca digital, disponível em: <https://biblioteca-virtual.com/>

Vale lembrar que uma mesma figura plana pode ser construída por processos diferentes, entretanto, sempre serão necessárias medidas específicas, por exemplo, de duas retas, ou de uma reta e um ângulo etc. Por exemplo, um quadrado pode ser definido apenas pela medida da sua diagonal, todavia, um retângulo precisará se saber dois lados, ou ao menos um lado e um ângulo, ou uma diagonal. Sendo assim, constrói-se essa figura plana por qualquer um dos processos possíveis.



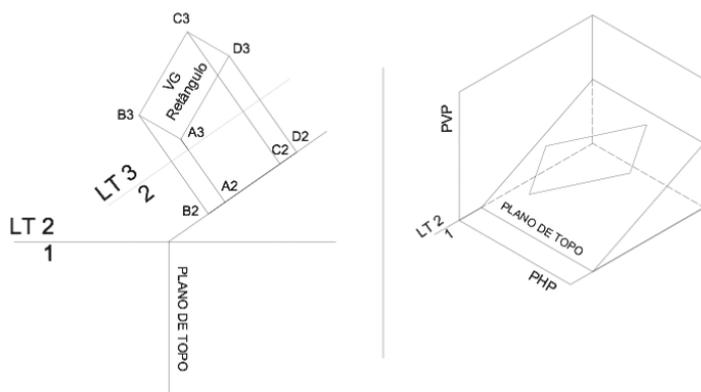
O termo "Superfície" em Geometria Descritiva pode ser entendido como a superfície de um sólido qualquer, mas pode também se referir a uma superfície plana, por exemplo, um plano. Aproveitando a fala, uma figura plana logicamente tem esse nome por ser uma figura sem volume, portanto "plana". Isso nos faz entender que uma figura plana, pela sua posição no espaço, também pode definir um plano ao qual ela pertence, ou "está apoiada".

Mudanças de plano de projeção

Depois de definida a construção da figura plana que precisamos, veja agora a Figura 3.11. Trata-se de uma figura plana apoiada em um Plano de Topo, ou seja, um plano inclinado em relação ao Plano Horizontal de Projeção (PHP) e perpendicular ao Plano Vertical de Projeção (PVP). Trata-se de um retângulo, embora pudesse ser qualquer outro polígono. Como a figura está apoiada em um plano que não se projeta em VG em nenhum dos planos de projeção. Isso quer dizer que, primeiro precisaremos utilizar um método descritivo como o Rebatimento do Plano, ou fazer uma Mudança

de Plano de Projeção, para construir a VG do retângulo, somente depois voltando com os pontos para as projeções originais da écura. Independentemente de qual polígono estejamos lidando, utilizaremos construções geométricas para produzir essa figura plana **sempre** onde ela se encontre em VG, só depois buscando esses pontos para trazer para as projeções horizontal e vertical da écura. Nesse exemplo, foi feita uma Mudança de Plano Horizontal, colocando esse novo plano paralelo ao Plano de Topo (PT). Isso permitirá que o retângulo possa ser construído nele, visto que ali estará em VG.

Figura 3.11 | Retângulo apoiado no plano de topo – VG na mudança de plano horizontal



Fonte: elaborada pelo autor.

No exemplo da Figura 3.11, conseguiu ver qual foi a sequência para a construção?

Primeiramente foram desenhados a Linha de Terra (LT) 2/1, representando a projeção original da écura e os traços horizontal e vertical do Plano de Topo. Não foi dado o ponto "0" de encontro dos traços do Plano de Topo (PT), nem o ângulo de inclinação dele, nem as coordenadas de nenhum dos pontos do retângulo, caso isso tivesse sido feito, começaríamos pela marcação desses pontos.



Refleta

Agora pense um pouco: quando você está fazendo um projeto, normalmente as peças estão apoiadas no solo, o que equivaleria ao Plano Horizontal de Projeção. Sendo assim, por que você deveria conhecer superfícies, objetos, apoiados em outros planos, como os inclinados?

Começemos pelo ponto A2, escolhendo nós próprios a localização no traço vertical do PT. Tracemos uma nova LT 3/2, paralela ao traço vertical do PT, e a qualquer distância dele representando o novo Plano Horizontal de Projeção. Puxemos linha de chamada partindo do ponto A2, perpendicular a LT 3/2, passando dela qualquer distância e marcando a nova projeção horizontal do ponto, A3. Partindo desse ponto A3, construímos a VG do retângulo e definimos os outros pontos B3, C3, D3, dele. Em seguida, partindo dos outros pontos desse retângulo em VGs (B3, C3, D3) “voltamos” linhas de chamada para construir as projeções verticais do retângulo no Plano de Topo (A2, B2, C2, D2).



Assimile

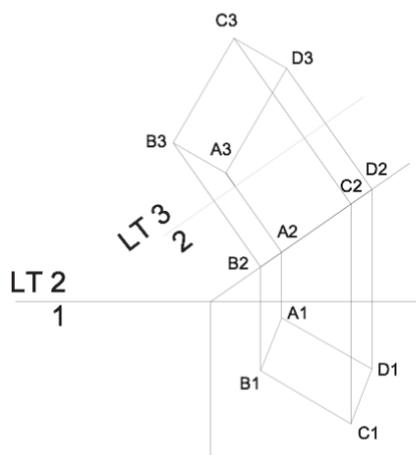
Relembrando o que já vimos em seção anterior, sempre utilizaremos números de valores ímpares para pontos de Projeção Horizontal (A1, B1, C1... etc., ou nova projeção horizontal: A3, B3, C3... etc.) e sempre números pares para Projeção Vertical (A2, B2, C2... etc., ou nova vertical A4, B4, C4... etc.).

(Se necessário, revise os tipos de plano e suas características, já vistos em seção anterior).

Feito isso, agora sim, podemos concluir a vista do retângulo na projeção horizontal original. Como fazer isso? Veja a Figura 3.12:

Vamos simplesmente “voltar” linhas de chamada originando os pontos A2, B2, C2, D2 da projeção vertical e construir os pontos A1, B1, C1, D1, que serão ligados para formar o retângulo. Mas e quanto às distâncias? Lembre-se de que estamos voltando de uma Mudança de Plano Horizontal, portanto, tomaremos as distâncias da LT 3/2 até o ponto A3 e marcaremos partindo da LT 2/1 a mesma distância até o ponto A1. Repetimos esse procedimento para os outros pontos.

Figura 3.12 | Retângulo apoiado no plano de topo – projeção concluída



Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

Certamente você entendeu bem esse exemplo de como descrever uma figura plana em um plano inclinado! Que tal agora você exercitar, construindo outra figura plana, como um hexágono ou um trapézio, por exemplo, apoiado em outro plano que seja inclinado?

Superfícies em planos inclinados

Quando falamos em “inclinado”, certamente entendemos que é em relação a algo. No nosso caso, em Geometria Descritiva, temos por principal referência sempre os Planos de Projeção Horizontal e Vertical. Isso quer dizer que uma “superfície inclinada”, na maioria dos casos estará sendo referida em relação ao PHP ou PVP ou a ambos, formando um ângulo conhecido ou desconhecido em relação a ele. Vale lembrar que uma superfície também pode estar inclinada em relação a outro elemento, e em determinada situação está sendo referida a esse elemento, como um plano.

Assim, por exemplo, um objeto que esteja apoiado em um plano inclinado ao PHP e/ou PVP, pode ter as suas faces numa posição que esteja paralela ou inclinada ao PHP ou ao PVP. Como você já sabe, nesses casos precisará de ao menos uma mudança de plano horizontal ou vertical para se obter a VG, como vimos neste último

exemplo. Todavia, você poderá fazer a mudanças de plano visando especificamente obter a VG daquela face. Logicamente cada caso deve ser analisado individualmente, porém quando se trata de sólidos apoiados em planos inclinados, sempre haverá uma face que se torne mais prática se obter primeiro aquela VG.

Vistas de superfícies em planos inclinados

Mas aí surge a pergunta: e quanto a base superior de um sólido, que esteja apoiado neste plano inclinado, como proceder? Este sólido, se não for circular, é composto por faces, uma dessas faces é a base superior. Essa base também é uma superfície, a qual pode estar paralela ou inclinada em relação a esse plano inclinado no qual o sólido está apoiado.

Antes, revisemos em relação a altura desse sólido. Se um objeto apoiado em uma superfície inclinada, como qualquer um dos planos não paralelos aos planos de projeção, ele apresenta diferentes características, além da face ou faces que não se apresentam em VG, por não estarem paralelas a esse plano. Todavia, se este objeto estiver apoiado em um plano que seja perpendicular a um dos planos de projeção, a linha da altura será paralela a esse plano, portanto, a altura estará projetada ali em VG. Por exemplo, se um objeto está apoiado num Plano de Topo (perpendicular ao PVP, e inclinado ao PHP), a altura do objeto está paralela ao PVP, por isso estará em VG nele. Outro exemplo, se um objeto está apoiado em um Plano Vertical (perpendicular ao PHP e inclinado do PVP), a altura do objeto está paralela ao PHP, por isso estará em VG nele (para lembrar as características de cada plano veja Entes Geométricos no seu livro didático).

Isso quer dizer que, se o objeto está apoiado em um plano perpendicular a um plano de projeção, a altura estará em VG nesse plano, por isso você poderá marcar a linha da base superior diretamente no topo dessa linha da altura, na projeção vertical. Como é padrão, a projeção horizontal dessa base se constrói puxando as linhas de chamada entre si.

Em um resumo, se você precisa representar uma pirâmide ou um tronco de pirâmide em um plano inclinado, o procedimento para a

descrição da base inferior é idêntico, havendo diferenças na sequência da construção da base superior ou no restante do corpo do sólido.

Voltemos então a descrição da base superior desse tronco de pirâmide. Nesse caso, a base superior será paralela à base inferior, por isso poderá ser traçada em VG centralizada na VG da base inferior já desenhada, para que, em sequência, esses pontos possam ser utilizados nas projeções finais das vistas.

Na continuidade, faremos tal qual fizemos com primeira base, trazendo esses pontos da VG para as projeções horizontal e vertical originais. Veja a Figura 3.13.



Atenção

Você lembra que todas as linhas de chamada são sempre perpendiculares às Linhas de Terra? Algo similar acontece com as linhas das alturas do sólido, sendo todas elas sempre perpendiculares aos traços horizontal e vertical dos planos em todas as projeções. Adicionalmente, vale lembrar que a altura de um objeto é a medida de uma reta perpendicular ao plano que apoia o objeto, partindo dele ao ponto mais alto do objeto.

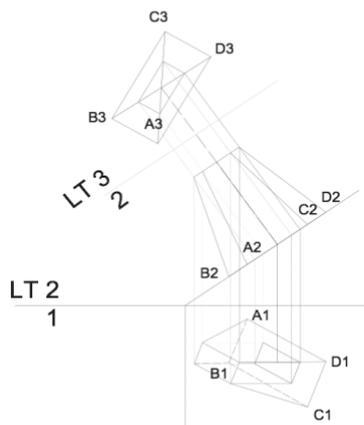
Note um detalhe importante nessa representação antes da construção da base superior: primeiramente os pontos da base em VG foram representados nas duas projeções horizontal e vertical apoiados no plano e, *somente depois* é que esses pontos são levados até a altura do sólido para a construção da base superior nas duas projeções.



Exemplificando

Suponhamos que esse mesmo sólido seja agora um prisma, de base retangular. Partindo dos vértices da base, você poderá construir as linhas das alturas do prisma, alturas essas que serão todas iguais. Ligando esses pontos em todas as projeções (como fizemos com o tronco de pirâmide), teremos a base superior feita, e as projeções do sólido concluída.

Figura 3.13 | Tronco de pirâmide de base retangular – livro didático concluída



Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

Suponhamos que ao invés de um tronco de pirâmide, fosse uma pirâmide que estivesse apoiada num plano inclinado, como proceder? Um dos conceitos da Geometria Plana é que as diagonais de um retângulo se encontram no centro dele. Você pode fazer isso e, partindo desse centro, puxar a linha da altura, onde o topo é o seu mais alto vértice. Conclua ligando todos os vértices da base da pirâmide a esse vértice da altura em todas as projeções.

Sem medo de errar

É realmente interessante termos estudado como os recursos da Geometria Descritiva, associados a outros estudos podem nos permitir descrever e representar excelentes projetos! Agora vamos utilizar esses saberes para resolver nossa situação-problema. Você lembra que agora daremos sequência à nossa incumbência de representar o monumento da Cruz Caída. Visto que já descrevemos e planificamos a coluna vertical da base, e nessa etapa será necessário que descrevamos os “braços” da cruz.

Resolução da situação-problema

Como já vimos antes, facilita se começarmos associando se possível o objeto a um sólido, ou uma forma conhecida. Uma observação mais apurada nos fará ver que os “braços” da Cruz

se assemelham a um único prisma reto de bases retangulares (Figura 3.13). Quanto à posição desse prisma, você nota que ele se assemelha a estar apoiado em um plano inclinado, mais precisamente também um Plano de Topo (PT), o qual é perpendicular ao Plano Vertical de Projeção (PVP) e inclinado em relação ao Plano Horizontal de Projeção (PHP) (Figura 3.14).

Figura 3.14 | “Braços” da Cruz Caída



Fonte: <<https://goo.gl/NxFTPv>>. Acesso em: 6 out. 2016

Sendo assim, o primeiro passo será então, depois de retratar os traços do PT, fazer uma Mudança de Plano Horizontal, a fim de começar construindo a Verdadeira Grandeza (VG) do retângulo da base.

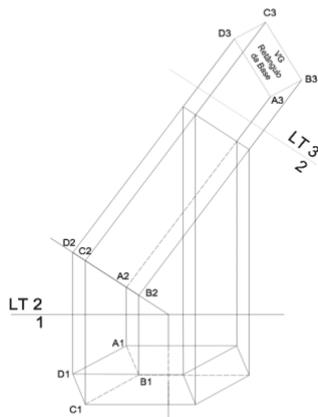
Como fizemos anteriormente, o passo seguinte é “voltar” com os pontos do retângulo da VG para projetá-lo no PVP e no PHP.

Em continuidade, precisaremos descrever as faces do prisma. Para isso, partiremos dos pontos da base na projeção vertical para traçar as linhas da altura desse objeto, fechar essa projeção com a base superior.

Para construção da projeção horizontal, precisaremos puxar os pontos da base superior da projeção vertical, ligando perpendicularmente as linhas que vêm da base inferior. Os pontos de encontro dessas retas serão os pontos da base superior na projeção horizontal.

Ligando os pontos da base superior aos pontos da base inferior formará as faces laterais do prisma, concluindo assim as projeções dos “braços” da cruz do monumento.

Figura 3.15 | Tronco de pirâmide de base retangular – projeção concluída



Fonte: elaborada pelo autor.



Atenção

No momento da descrição do objeto, observe que será necessária uma distância adequada para traçar a nova LT 2/3, pois será necessário espaço suficiente para a projeção vertical do prisma. Adicionalmente, é preciso estar atento a grande quantidade de pontos, a fim de ligar corretamente cada um correspondente.

Avançando na prática

Descrevendo o “Monumento aos Direitos Humanos”

Descrição da situação-problema

Nos exemplos que consideramos, bem como na resolução da nossa situação-problema, nos permitiu visualizar diferentes recursos para o entendimento e resolução de situações envolvendo formas arquitetônicas, as quais também podem ser aplicadas a outras formas. O “Monumento aos Direitos Humanos” (Figura 3.16), projeto do arquiteto Oscar Niemeyer, fica em Goiânia e abriga o auditório Lygia Rassi, medindo 198,60 m², com 166 lugares. O próprio arquiteto descreveu o projeto “um grande triângulo vermelho que confere ao projeto a importância desejada!” Como você faria para descrever graficamente esse projeto?

Figura 3.16 | "Monumento aos Direitos Humanos" – Goiânia



Fonte: <<http://docplayer.com.br/docs-images/17/98788/images/93-0.jpg>> Acesso em: 20 out. 2016.

Resolução da situação-problema

Baseando-se nos conhecimentos que adquiriu, você poderá ver que o objeto lembra uma pirâmide de base retangular, com uma face perpendicular ao solo e as outras inclinadas em direção ao vértice. Você poderá começar representando a base retangular apoiada no Plano Horizontal de Projeção, nas projeções horizontal e vertical. Em sequência, defina o vértice superior dessa "pirâmide" na projeção horizontal. Partindo desse vértice, leve linha de chamada até a Linha de Terra, e partindo dela defina a linha da altura. Ligue todos os pontos dos vértices da base ao vértice superior nas projeções horizontal e vertical, concluindo assim as projeções do sólido. Para encontrar a VG de alguma das faces, basta fazer uma Mudança de Plano Horizontal, como já fizemos antes.

Faça valer a pena

1. Uma figura plana apoiada em uma superfície, obviamente pode se apresentar de diferentes maneiras, dependendo do ponto de vista. Por exemplo, se um quadrado é uma base de uma pirâmide ou outro sólido qualquer que está apoiado em um plano paralelo a um dos planos de projeção, basta desenhar esse quadrado diretamente na projeção desse plano, já que ele já estará em Verdadeira Grandeza (VG).

Se um quadrado ou outra figura plana que é base de um sólido, estiver apoiado em um plano inclinado a um plano horizontal de projeção, podemos afirmar que:

a) Se apresenta em VG no Plano Vertical de Projeção.

- b) Se apresenta em VG no Plano Horizontal de Projeção.
- c) Não se apresenta em VG apenas em uma das projeções.
- d) Se apresenta deformado na projeção horizontal.
- e) Se apresenta deformado apenas na projeção vertical.

2. Um objeto apoiado em uma superfície inclinada, como um dos planos não paralelos aos planos de projeção, apresenta diferentes características, dentre essas, face ou faces que não estarão em VG. Todavia, se este objeto estiver apoiado em um plano que seja perpendicular a um dos planos de projeção, a linha altura será paralela a esse plano, portanto, a altura do objeto estará projetada ali em VG.

Se temos um sólido apoiado num plano inclinado, em geral começamos sua descrição pela base. Qual é a sequência mais apropriada para essa construção?

- a) Construção da base na projeção horizontal, levando os pontos para a projeção vertical.
- b) Construção da base na projeção vertical, levando os pontos para a projeção horizontal.
- c) Mudança de plano, construção na projeção vertical e horizontal, levando depois esses pontos para a VG.
- d) Mudança de plano para obtenção da VG, voltando com os pontos para as projeções horizontal e vertical.
- e) Na sequência, não é necessário Mudança de Plano ou Rebatimento, pois a VG nesse caso é dispensável.

3. Se você for representar uma pirâmide ou um tronco de pirâmide ou um prisma apoiado em um plano inclinado, o procedimento para a descrição da base é idêntico. Entretanto, haverá diferenças na sequência de construção do corpo do sólido.

Comparando a vista de um prisma retangular e um tronco de pirâmide, ambos apoiados em um plano inclinado, quanto à representação da base superior, pode-se afirmar que:

- a) A base superior do tronco precisa não ser desenhada na VG, já a do prisma sim.

- b) A base superior do prisma é idêntica à base inferior do tronco, portanto não é necessário redesenhá-las.
- c) A base superior do tronco precisa ser desenhada na VG, já na do prisma podem-se usar as mesmas medidas da base inferior.
- d) A base superior do prisma precisa ser também desenhada na VG, já na do tronco podem-se usar as mesmas medidas da base inferior.
- e) Tanto a base superior do tronco quanto a base superior do prisma precisam ser desenhadas na VG, pois não há medidas iguais.

Seção 3.3

Planificação de planos inclinados

Diálogo aberto

Visualizar pronto um projeto arquitetônico ou de outra ideia projetual, é um dos momentos que mais traz satisfação ao profissional da projeção. Entretanto, essa satisfação pode ser alcançada ainda mais rapidamente e de forma mais satisfatória quando este profissional busca um entendimento mais claro, não apenas da solução projetual, mas da constituição do objeto em si. Nesta seção, você irá ver algumas reflexões interessantes nesse sentido. Por exemplo, quando você está para representar o seu objeto, que perguntas são importantes para que busque antecipadamente a resposta? No nosso estudo do monumento da Cruz Caída, certamente você lembra que fizemos representações da coluna vertical e dos “braços” da cruz. Agora vamos para nossa última parte da representação do monumento, que é o “corpo” da cruz.

Desta vez, nós estamos lidando com um objeto que, além de possuir superfícies inclinadas, também está apoiado no plano pelo vértice, de uma forma incomum. Sendo assim, como você fará para descrevê-lo?

Como você já aprendeu antes, vamos compreender a forma do objeto, que neste exemplo é um prisma, e vamos simplificá-lo representando-o apoiado pela aresta da base, de modo que facilmente obteremos suas principais faces em VG. Para isso, você utilizará seus conhecimentos da Mudança de Plano para superfícies inclinadas, recursos da Geometria Plana como as construções geométricas e por último a planificação (ou desenvolvimento) das superfícies inclinadas. A fim de compreender melhor a resolução dessa situação-problema, você verá antes um exemplo de situação similar, bem como as etapas passo a passo de resolução, ampliando bastante sua habilidade de trabalhar com superfícies inclinadas! Já podemos começar! Vamos lá?

Superfícies inclinadas

Quando estudamos os tipos de plano e objetos apoiados nos planos, notamos uma grande variedade de formas e posições que esses ocupam em relação aos diedros. A superfície inclinada, como vimos, refere-se a qualquer superfície que não esteja paralela, nem perpendicular a um dos planos de projeção. Essa superfície, lembrando, pode ser um plano, uma face plana lateral, superior ou inferior de um objeto. Uma pergunta: e se um objeto tiver superfície circular, como um cilindro, ou cone, ou outro, como sabemos se ele está inclinado? Nesses casos, consideramos o eixo central do objeto. Caso ele esteja inclinado em relação aos planos, essa é a referência.

No momento da representação de uma superfície inclinada, é importante lembrar que cada uma delas tem suas características próprias, e, como tal, se apresentará de diferentes maneiras nas projeções. Sendo assim, no momento da representação, é importante se lançar perguntas tais como:

Como a superfície é constituída? Analisar, por exemplo, uma das possíveis formas de geração da superfície, ou por quais planos a superfície é constituída, pois isso facilita a compreensão e posterior representação. Vamos entender melhor? Vejamos um exemplo: o monumento "Homenagem ao Dia da Bíblia" (Figura 3.17) é uma obra que relembra o valor desse livro e está presente no município de Anchieta, no Espírito Santo. Observamos que o sólido é composto por superfícies verticais, horizontais e inclinadas. Se fôssemos buscar as formas de geração do sólido (são várias), poderíamos também entender por duas maneiras:

- Um quadrilátero que se deslocou por uma reta (diretriz) perpendicular a essa face.
- Uma associação de superfícies (planas, ou seja, planos) em posição horizontal, vertical e inclinada que formam o sólido.

Figura 3.17 | "Homenagem ao Dia da Bíblia " – Anchieta



Fonte: <<http://monumentoscapixabas.com.br/conteudo/uploads/2014/06/Dia-da-Biblia-4.jpg>>. Acesso em: 1 dez. 2016.



Assimile

Relembre então que, antes de proceder à representação da superfície inclinada, você deve responder sobre o(s) grau(s) de inclinação da(s) superfície(s), a(s) dimensão(ões) da(s) superfície(s) e quais as coordenadas dos principais pontos da superfície.

Entretanto, quando se trata de representação da superfície inclinada, pode ser mais prático nesse caso que busquemos o entendimento do sólido pelas faces (planos) que a constituem, utilizando-se dos recursos da Geometria Descritiva nesse entendimento. Compreendida a geração da forma, ou as superfícies, ou elementos que a constituem, antes de proceder à representação gráfica surgem outras perguntas que também precisaremos nos fazer, como:

- Qual(is) o(s) grau(s) de inclinação da(s) superfície(s) em relação ao PHP ou em relação ao PVP?
- Qual(is) a(s) dimensão(ões) da(s) superfície(s)?
- Quais as coordenadas dos principais pontos da superfície?

Obtidas essas respostas, podemos passar para a próxima etapa, que é a Mudança de Plano para obtenção das VGs.

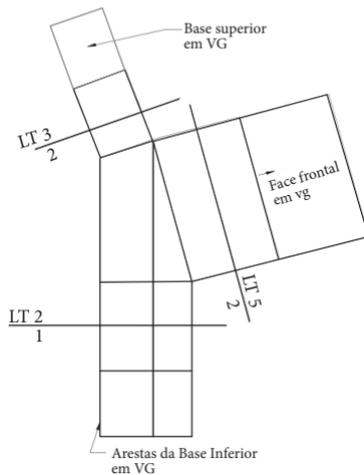


Outra situação: tratando de uma superfície circular ou um sólido de revolução, como proceder? Cabem também perguntas sobre o princípio de geração da forma. Para exemplificar, um cilindro pode ser entendido como uma circunferência que se desloca sobre uma reta (diretriz) vertical, ou entendido como um retângulo que “girou” tendo uma reta centralizada ao longo da figura como eixo de rotação. Busque sempre entender a constituição da forma. As outras perguntas sobre as dimensões e coordenadas também se aplicam nesse caso.

Mudanças de plano de projeção para superfícies inclinadas

Quando tratamos de superfícies planas inclinadas, podemos identificar a qual plano a superfície pertence. Isso nos facilita bastante, pois essa identificação nos permitirá saber qual face já está em VG e qual face precisa ser feita Mudança de Plano para se obtê-la. No exemplo que estamos analisando, suponhamos que o nosso monumento seja colocado com a face lateral paralela ao PVP (veja Figura 3.18).

Figura 3.18 | Projeções horizontal e vertical do monumento e uma mudança de plano para cada superfície inclinada



Fonte: elaborada pelo autor.

Esse quadrilátero da *face lateral* será uma face que pertence ao Plano Frontal (perpendicular ao PHP e paralela ao PVP) e você certamente lembra que, sendo uma superfície pertencente a um plano paralelo ao PVP, já está nele em VG. A outra face lateral é idêntica, e ocorre o mesmo, e temos então duas Verdadeiras Grandezas prontas. A *base*

inferior do sólido é um retângulo apoiado no PHP, por isso já está nele em VG. A *face posterior* é um retângulo, uma superfície que pertence a um Plano de Perfil (perpendicular a ambos os planos de projeção), tendo assim suas arestas lateral e da base em VG no PVP e no PHP, respectivamente. A *face frontal* do monumento é um retângulo, uma superfície inclinada pertencente a um Plano de Topo (perpendicular ao PVP e inclinado ao PHP), deste modo, a altura do retângulo está em VG no PVP e a aresta inferior desse retângulo, apoiada no PHP, está em VG nele. Por último, temos base superior do sólido, um outro retângulo, uma superfície inclinada que também pertence a um outro Plano de Topo, o qual também tem uma aresta em VG no PVP e outra no PHP. Essa análise, compreendendo então a constituição do sólido, nos permite construir cada uma das suas faces utilizando apenas suas arestas em VG.



Faça você mesmo

No exemplo, encontramos as respostas às perguntas para uma das faces. Que tal agora você responder às perguntas para as outras faces e construí-las? Defina: é necessário fazer mudança de plano? Ou as arestas que você precisa já estão em VG nas projeções horizontal e vertical?



Assimile

Você lembra que paralelismo de superfície ao plano de projeção significa estar em Verdadeira Grandeza nele? Sendo assim, procure analisar a formação do sólido, e o posicione com maior quantidade de faces paralelas a um plano de projeção. Em tempo, já identifique quais superfícies inclinadas possuem arestas em VG, ou se precisarão de método descritivo para essa obtenção.

Entretanto, como você já sabe, podemos também optar por obter as VGs por um método descritivo como o rebatimento do plano que contém a superfície inclinada ou Mudança de Planos de Projeção.

Note que nas novas Linhas de Terra a mesma projeção vertical (2) foi mantida para as duas mudanças de plano horizontal: LT 2/3 e LT 2/5. Definida a necessidade da utilização de um método descritivo em uma das superfícies inclinadas, o próximo passo é a construção geométrica da figura da superfície, utilizando-se os recursos da Geometria Plana.

Geometria plana para superfícies inclinadas

Quando estamos trabalhando nos processos de obtenção das VGs, os recursos da Geometria Plana se fazem presentes em cada etapa, traduzidos em construções geométricas – não apenas nas superfícies inclinadas –, mas em todas as outras. Obviamente, as faces que já estão em VG podem não depender de mudança de plano e podem ser desenhadas diretamente na projeção. No monumento analisado, vimos que tanto a base superior quanto a face frontal do sólido são superfícies inclinadas, pertencentes a dois diferentes planos de topo. Sendo assim, não podem ser desenhadas diretamente, sendo necessário que utilizemos um método descritivo antes de proceder a construção geométrica da figura. Iniciando pela face frontal, poderíamos, por exemplo, optar por uma Mudança de Plano Horizontal de Projeção e, depois de ter feito essa mudança, podemos proceder à construção geométrica para a representação desse retângulo. O mesmo faremos com o retângulo da base superior do sólido. Como é de praxe, depois da construção dessas VGs, voltamos com linhas de chamada partindo desses pontos para se descrever as projeções horizontal e vertical dessas superfícies.

Contudo, no intuito de facilitar as construções geométricas, antecipadamente você poderá buscar respostas às perguntas:

– A face “X” do sólido é qual figura geométrica?

– Quais elementos dessa figura geométrica eu tenho para construí-la? São suficientes, ou precisarei obter quais outros?

– Quais conhecimentos da Geometria Plana precisarei, e qual processo de construção geométrica exata parece ser mais prático para essa execução?

No momento em que estamos analisando, observe as perguntas respondidas:

– A face “lateral esquerda” do sólido é qual figura geométrica?

R = Um quadrilátero irregular.

– Quais elementos dessa figura geométrica eu tenho para construí-la?

R = Todas as arestas.

– São suficientes, ou precisarei obter quais outros?

R = Não são suficientes, preciso de pelo menos um dos ângulos, internos ou externos da figura.

– Quais conhecimentos da Geometria Plana precisarei?

R = Conhecimentos de construção geométrica de quadrilátero.

– Qual processo de construção geométrica exata parece ser mais prático para essa execução?

R = Construção convencional de qualquer quadrilátero tendo os lados e um ou mais ângulos. Essas perguntas e respostas consideraram o quadrilátero da face lateral, entretanto, as mesmas questões valem para as outras superfícies descritas nas projeções desse sólido. Vale acrescentar que as mesmas perguntas podem ser aplicadas também a qualquer outro sólido a ser descrito.



Pesquise mais

Que tal aprender um pouco mais sobre a construção geométrica de quadriláteros? Veja uma sequência prática de diferentes construções, do professor João Carmo acessando seu link.

Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/joaocarmo/disciplinas/aulas/desenho-geometrico/quadrilateros-construcoes-geometricas/view>>
Acesso em: 2 dez. 2016.

Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2739-5/cfi/6/34!/4/690/2@0:65.5>>. Acesso em: 22 out. 2016.

Planificação de superfícies inclinadas

Depois de descritas em é pura as projeções horizontal e vertical do conjunto, pode ser suficiente para a compreensão dos volumes principais das formas. Todavia, nas intervenções de reforma das superfícies, pode-se fazer necessária também a planificação (desenvolvimento) das faces do sólido.

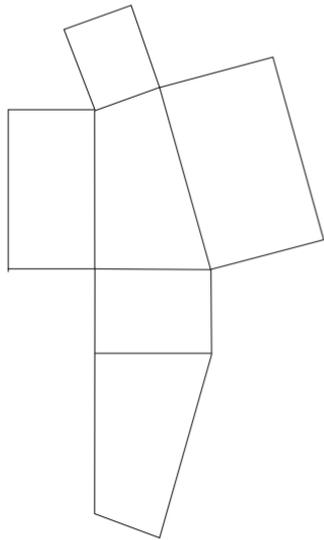


Que tal ampliar seu conhecimento sobre elementos básicos das construções geométricas? Elas são utilizadas em diferentes momentos nas produções em Geometria Descritiva. Veja essas construções organizadas nessa bibliografia:

CRUZ, Michele da. **Desenho técnico**. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518343/cfi/0!/4/4@0.00:51.4>>. Acesso em: 3 dez. 2016.

Certamente você já analisou que as VGs são essenciais para isso. As representações das faces planificadas podem ser feitas em separado ou em conjunto, a depender da necessidade de utilização delas. Entretanto, para uma melhor compreensão da posição das faces, pode ser mais vantajoso representá-las no conjunto. Você pode representar a base inferior e alocar as outras faces nessa base, onde cada aresta da base do sólido seria uma reta em comum com uma aresta da face representada. Em resumo, é como se o sólido tivesse sido mantido a sua base inferior apoiada no PHP, e se tivesse “descolado” suas faces laterais pelas arestas laterais, e “descolado” também as faces laterais da aresta da base superior. O resultado seria o sólido totalmente planificado, desenvolvido, em um único plano (Figura 3.19).

Figura 3.19 | Planificação (ou desenvolvimento) do monumento



Fonte: elaborada pelo autor



Agora vamos refletir um pouco. Na maioria dos projetos, vemos apenas as vistas principais, cortes, detalhes etc. Por que você acha que deveria saber a planificação ou desenvolvimento de um sólido?

Descrevendo o “corpo” do Monumento Cruz Caída

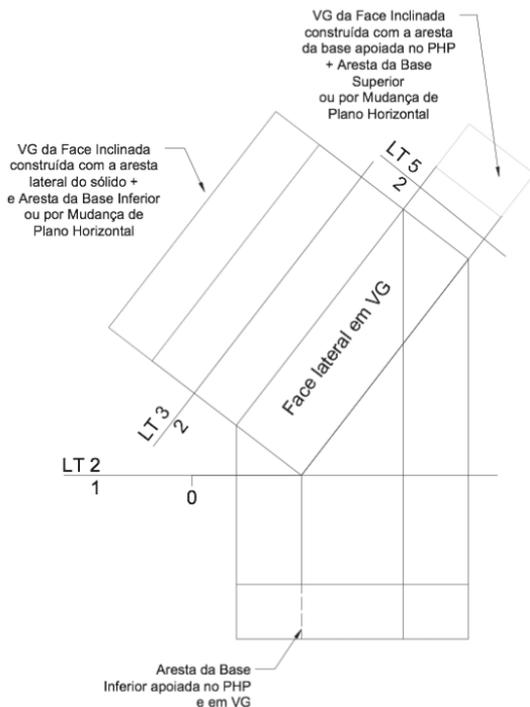
Descrição da situação-problema

Quando conhecemos as diferentes etapas e conceitos de descrição gráfica pela geometria, realmente ficamos impressionados pelas possibilidades. Uma das boas possibilidades é podermos agora aplicar nosso conhecimento nessa última parte da representação do “corpo” da Cruz Caída, superfícies inclinadas. Para isso, vamos considerar esse “corpo” como um prisma de base retangular. Embora o original esteja apoiado pelo vértice, vamos considerar esse prisma apoiado pela aresta da base, representando em é pura suas projeções horizontal e vertical.

Resolução da situação-problema

Podemos ter melhores resultados se colocarmos sua face lateral paralela ao PVP. Comece descrevendo a projeção vertical dessa face. Em sequência, puxe linhas de chamada, escolha um afastamento para a alocação do retângulo da base inferior, começando pela aresta apoiada no PHP (Figura 3.20). Feito o retângulo da base inferior, puxe linhas dos pontos dessa base, de qualquer dimensão, e paralelas ao PVP, as quais serão as arestas da base. Agora, partindo dos pontos da base superior na projeção vertical, puxe linhas de chamada que irão encontrar com as retas das arestas, definindo assim os pontos da base superior na projeção horizontal. Conclua definindo os nomes dos pontos nas duas projeções, descrevendo as linhas invisíveis, e reforçando as linhas de resposta, encerrando assim as projeções do “corpo” da Cruz Caída.

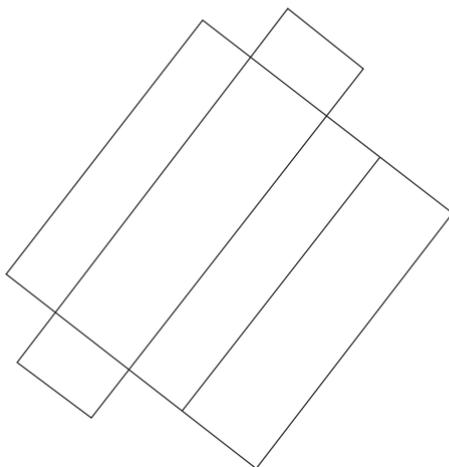
Figura 3.20 | Projeções horizontal e vertical do "corpo da Cruz Caída" apoiada pela aresta da base



Fonte: elaborada pelo autor

Essa etapa é opcional, todavia, caso você precisasse fazer a planificação (desenvolvimento) dessas superfícies, você utilizaria as retas em VG na projeção vertical e também utilizaria a largura do retângulo da base na projeção horizontal, que também está em VG, associando-os com recursos de construção geométrica para a construção das faces desenvolvidas do sólido (Figura 3.21). Outra opção seriam mudanças de plano para a obtenção das VGs.

Figura 3.21 | Planificação (ou desenvolvimento) do objeto



Fonte: elaborada pelo autor.

Avançando na prática

Descrevendo as projeções do Monumento “A Lei de Deus”

Descrição da situação-problema

Agora você terá a oportunidade de fazer uma boa aplicação dos seus conhecimentos adquiridos nessa seção. O monumento “A Lei de Deus” fica em Vitória, capital do Espírito Santo, e relembra textualmente os “Dez Mandamentos” bíblicos (Figura 3.22). Analisando a forma do monumento você notará duas superfícies inclinadas que formam o objeto (embora na imagem sejam dois sólidos, considere nesse exemplo apenas um deles, visto que há similaridades nas formas). O monumento não possui projeto gráfico pronto. Recebendo essa incumbência, como você faria para descrever suas projeções horizontal e vertical em épora, bem como a verdadeira grandeza da superfície inclinada do topo do objeto? arquiteto Oscar Niemeyer, fica em Goiânia e abriga o auditório Lygia Rassi, medindo $198,60 \text{ m}^2$, com 166 lugares. O próprio arquiteto descreveu o projeto “um grande triângulo vermelho que confere ao projeto a importância desejada!” Como você faria para descrever graficamente esse projeto?

Figura 3.22 | Monumento "A Lei de Deus" - Vitória



Fonte: <http://4.bp.blogspot.com/-ZebmBVI_4HA/VLP_8tUMthI/AAAAAAAAAB8k/o_KhtEDQeVA/s1600/A-Lei-de-Deus-RV-3.jpg>. Acesso em: 4 dez. 2016.

Resolução da situação-problema

Como você viu na resolução anterior, depois de identificar as superfícies que compõem o objeto, você poderá colocar sua face frontal paralela ao PVP, para já construir essa face em VG. Construa normalmente a projeção vertical e puxe as linhas de chamada para construir a projeção horizontal. Concluídas essas projeções, você poderá optar por uma mudança de plano horizontal para descrever cada superfície inclinada. Construídas essas duas VGs, você poderá também construir as vistas planificadas, ou desenvolvidas, do sólido. Construa separadamente o desenho da base – que já estará em VG – e associe a essa base as outras faces: frontal, posterior laterais direita e esquerda e por último a face superior. Como você fez nas projeções do “corpo da Cruz Caída”, você buscará a face superior e a face lateral (que são superfícies inclinadas), na VG que você descreveu.

Faça valer a pena

1. No momento da representação de uma superfície inclinada, é importante lembrar que cada uma delas tem suas características próprias, e, como tal, se apresentará de diferentes maneiras nas projeções. Sendo assim, no momento da representação, é bastante importante se lançar perguntas relacionadas à forma da superfície, dimensões e localização.

Em Geometria Descritiva, o termo “Superfície Inclinada” pode ser entendido como:

- a) Qualquer superfície que não esteja paralela, nem perpendicular a um dos planos de projeção.
- b) Qualquer superfície que não esteja inclinada a um dos planos de projeção.
- c) Qualquer superfície que apenas não esteja perpendicular a um dos planos de projeção.
- d) Qualquer superfície que apenas não esteja paralela a um dos planos de projeção.
- e) Qualquer superfície que esteja inclinada, dependendo apenas do ponto de vista que escolhemos.

2. Quando tratamos de superfícies planas inclinadas, existem diferentes análises para serem feitas, como a forma, o ângulo, as dimensões, localização etc. Entre essas análises, podemos também identificar a qual plano pertence esta determinada superfície.

Antes de fazer uma mudança de planos de uma superfície inclinada, é um bom início se identificar a qual plano a superfície pertence. Qual o objetivo dessa análise prévia?

- a) Identificar se a superfície está realmente inclinada.
- b) Identificar se a face já está em VG, ou se precisará ser feita qual mudança de planos de projeção.
- c) Identificar se a superfície possui trechos não planos, a fim de se reconstruí-la dessa forma.
- d) Identificar se a face já está em VG a fim de poder projetá-la em plano inclinado.

e) Identificar apenas se a superfície é um plano ou uma superfície curva, considerando o PVP.

3. Quando estamos trabalhando nos processos de obtenção das VGs, os recursos da Geometria Plana se fazem presentes em cada etapa, traduzidos em construções geométricas – não apenas nas superfícies inclinadas –, mas em todas as outras. Obviamente, as faces que já estão em VG podem não depender de mudança de plano e podem ser desenhadas diretamente na projeção.

A fim de facilitar as construções geométricas, antes de construí-las, você poderá buscar respostas principalmente às perguntas sobre:

- a) Qual plano, qual ponto, qual reta, qual sólido.
- b) Qual geometria: se plana, descritiva, analítica ou espacial.
- c) Qual sólido, quantos, quantos vértices, quantas arestas, quantas faces.
- d) Qual figura geométrica, elementos que se têm para construí-la, as dimensões e escolha do método.
- e) Qual forma tridimensional, qual local da forma, qual inclinação da forma, quais medidas da forma.

Referências

CARMO, João (Ed.). **Quadriláteros**: construções geométricas. Natal: IFRN, 2010. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/joaocarmo/disciplinas/aulas/desenho-geometrico/quadrilateros-construcoes-geometricas/view>>. Acesso em: 2 dez. 2016.

CASTRO, Virginia. **Monumento aos direitos humanos**. 2016. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/docs-imagens/17/98788/imagens/93-0.jpg>>. Acesso em: 20 out. 2016.

CRUZ, Michele da. **Desenho técnico**. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518343/cfi/0!/4/4@0.00:51.4>>. Acesso em: 3 dez. 2016.

_____. **Desenho técnico para mecânica**: conceitos, leitura e interpretação. Érica, 2010. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518367/cfi/40!/4/4@0.00:0.00>>. Acesso em: 14 out. 2016.

IGNÁCIO, P. **Braços da cruz caída**. 2016. Disponível em: <<https://media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-s/07/7b/7d/04/praca-da-se.jpg>>. Acesso em: 6 out. 2016.

PINHEIRO, Karisa Lorena Carmo Barbosa (Ed.). **Desenho técnico**: aula 7. 2012. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/karisapinheiro/disciplinas/desenho-tecnico/aula-07-quadrilateros-triangulos-inscricao-e-circunscricao-triangulo-retangulo>>. Acesso em: 10 out. 2016.

Cortes e seções em objetos e em Arquitetura

Convite ao estudo

Caro aluno, a partir desta unidade estudaremos cortes e seções em objetos e em arquitetura, para melhor compreensão e abordagem sobre assunto propomos uma divisão do tema em três tópicos. O primeiro é o estudo de cortes em peças ortogonais, o segundo, o estudo de cortes em curvas e, por fim, nosso terceiro tópico será o estudo de cortes de edificação simples. Dessa maneira, abordaremos os pontos necessários para a construção do conhecimento específico para a elaboração e representação gráfica de peças e elementos arquitetônicos.

Nossos objetivos nesta unidade são compreender os recursos gráficos existentes para a elaboração de desenhos de peças e de elementos arquitetônicos, conhecer quais são as normas brasileiras vigentes sobre o assunto que auxiliam a padronização da representação gráfica e sua leitura, representar de maneira gráfica peças, elementos arquitetônicos e seus detalhes de forma clara para leitura e execução. Atendendo aos pontos descritos você será capaz de desenvolver pranchas de desenhos para execução, seja ela de um objeto ou de uma edificação.

O escritório de arquitetura e design Espiral Áurea desenvolve várias tipologias de projetos, desde edificações até a criação de mobiliários e peças. Para atender a toda a demanda que recebe, o escritório é dividido em equipes, como equipe de criação, equipe de desenvolvimento e protótipos, equipe de obras e outras. Para que todas as equipes possam trabalhar de forma harmônica, o escritório tem o cuidado de seguir de maneira correta as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para que todas as equipes de trabalho possam representar seus projetos de forma padronizada, facilitando a sua leitura, compreensão, continuação no desenvolvimento por outra equipe e a execução por terceiros.

Suponha que você tenha passado no processo seletivo de contratação do escritório e agora começa sua fase de experiência, conhecendo seu ritmo, suas padronizações e metodologias de trabalho. Para que você possa desenvolver um bom serviço, satisfazendo a sua expectativa e a do escritório, quais os conhecimentos e habilidades serão necessários para auxiliá-lo no local de trabalho? Mesmo sabendo que o escritório tem seus padrões na elaboração dos desenhos, qual é a importância de conhecer e compreender as normas aplicadas pela companhia?

Através dessas reflexões e questões, desejo a você bons estudos!

Seção 4.1

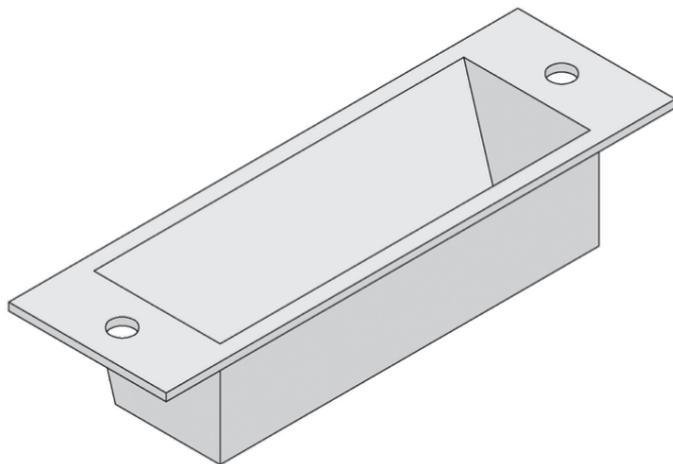
Corte de peças ortogonais

Diálogo aberto

Você foi contratado pelo escritório de arquitetura e design Espiral Áurea, que desenvolve várias tipologias de projetos, desde edificações até mobiliários e peças. Como parte do seu tempo de experiência, você passará por todas as equipes de trabalhos que o escritório possui. Neste momento, você está na equipe de desenvolvimento e protótipos. Essa equipe é encarregada de detalhar e diagramar os projetos e suas representações gráficas conforme as normas vigentes da ABNT.

Neste momento, o grupo vem desenvolvendo três trabalhos ao mesmo tempo, entre eles será iniciado o desenvolvimento de desenhos executivos de um puxador de aço, conforme apresentado na Figura 4.1:

Figura 4.1 | Puxador em aço – sem escala



Fonte: elaborada pelo autor.

Você foi designado para detalhar essa peça para a produção. O líder da equipe lhe passou uma relação de peças gráficas que são necessárias para a sua execução pela serralheria. Além das vistas ortogonais, como vista superior, vista lateral, vista frontal e isométrica, foi solicitada a elaboração de dois cortes, um longitudinal e outro transversal para a compreensão da parte interna da peça, como aberturas, espessura de parede da chapa de aço e outros. Para desenvolver essas peças gráficas, quais conhecimentos são necessários? Existem normas que padronizam o desenho desse tipo de peça? O que é exatamente o corte de uma peça?

Não pode faltar

Temos estudado ao longo da disciplina as formas de representação gráfica que utilizam os princípios da geometria descritiva. Abordamos os conceitos envolvidos, planos ortogonais, a criação das vistas ortogonais e o desenho e projeção de peças ortogonais e curvas nos planos ortogonais e em vista isométrica. Para completar o conjunto de representação gráfica, começaremos nossos estudos com o corte de peças ortogonais.

O uso do corte ou seção de um desenho é atribuído quando se tem a necessidade de representar a forma interna de uma peça que possui particularidades complexas, com aberturas, rebaixos, sistemas de encaixe ou quando há detalhes importantes para sua produção que não estão totalmente definidos em um plano de projeção ortogonal ou na isometria, a partir desse conceito entendemos que o corte é um recurso gráfico do imaginário para a representação e análise da estrutura interna de uma peça e seu funcionamento. A representação é do imaginário, pois a peça real não está cortada, criamos apenas uma simulação para a sua execução.

No Brasil, é usado com princípios de normas e exigências as normativas estabelecidas pela ABNT, a qual mantém um consenso com as normas internacionais. Para a padronização dos desenhos de peças, são utilizadas como normas principais as seguintes normas brasileiras:

- NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenho técnico – procedimento.

- NBR 10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico.
- NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico – procedimento.

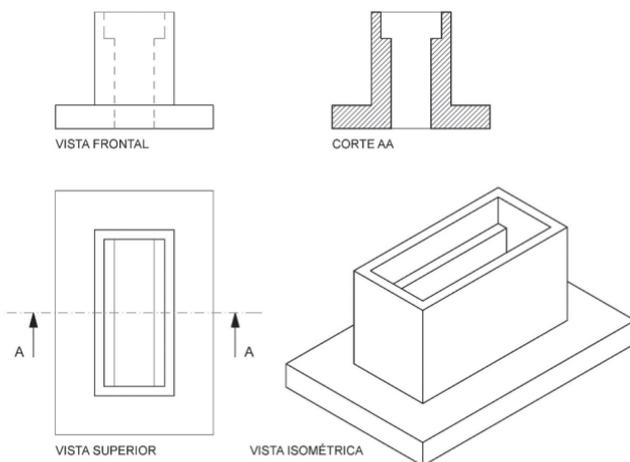


Assimile

Para uma representação gráfica de qualidade e eficaz é necessária a aplicação dos padrões e exigências contidas nas normas brasileiras. Através dessa padronização é possível compreensão, leitura e execução de projetos e desenhos de qualquer natureza, uma vez que se mantém a mesma linguagem adotada para a representação, nesse caso conforme as normativas da ABNT.

Em aspectos gerais, os cortes e seções seguem os mesmos princípios construtivos atribuídos às vistas, sendo sua diferença a aplicação de hachura na região onde está inserido o plano de corte, como exemplo destacamos a Figura 4.2 que apresenta o desenho de uma peça representada pelas vistas ortogonais, vista isométrica e o corte AA, onde foi imaginada a passagem do plano de corte para a ilustração da situação interna da peça, pois não é visível pelas outras formas de representação.

Figura 4.2 | Representação gráfica de uma peça



Fonte: elaborada pelo autor.

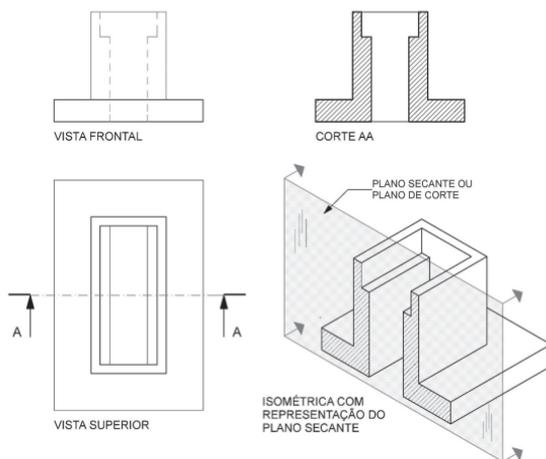
Neste aspecto definimos como corte toda a representação de objeto ou peça seccionada por um ou mais planos secantes. Definimos como plano secante todos os planos imaginários que cortam os objetos, expondo toda a região interna não apresentada nas vistas. O plano secante ou de corte é representado nas vistas ortogonais através da linha de corte, que consiste em posicionar a representação do plano secante de forma mais adequada ao corte pretendido. O plano secante é representado pela linha traço-ponto fina pela sua extensão e nas extremidades e mudanças de direção uma linha contínua grossa. No corte representamos tudo que está atrás do plano secante, as linhas que não se apresentavam nas vistas ortogonais tornam-se visíveis, conforme Figura 4.3.



Refleta

Representar graficamente uma peça através de um corte com um plano secante é um exercício de abstração no qual precisamos imaginar a peça sendo cortada e como a peça é por dentro, seus detalhes e suas complexidades.

Figura 4.3 | Representação gráfica de uma peça com a inclusão do plano secante



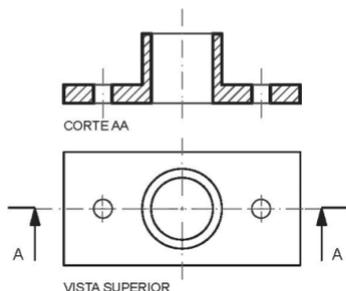
Fonte: elaborada pelo autor.

A partir do posicionamento do plano secante na peça ou objeto, podemos definir o tipo de representação que desejamos, ou seja, criamos um padrão de visualização para o corte. Em aspectos gerais existem tipologias de corte que auxiliam o entendimento da peça a ser desenvolvida, que são determinados pela área ou parcela que está

cortada, e não o que se foi retirado. Para nosso estudo, trataremos dos seguintes tipos de corte:

- **Corte total** – é o corte em que o plano secante atravessa por completo a extensão da peça ou objeto, sendo que a parte maciça atingida pelo plano secante será hachurada na representação em corte, conforme Figura 4.4:

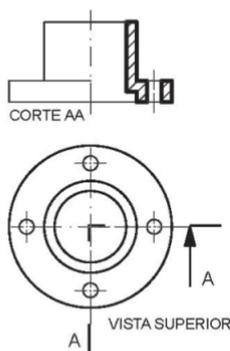
Figura 4.4 | Exemplo de corte total



Fonte: elaborada pelo autor.

- **Meio corte** – é uma representação de corte que é utilizado em objetos simétricos, no qual uma parte do desenho do objeto está em corte e a outra parte permanece em vista. O meio corte é aplicado somente na metade da peça, através dele é possível visualizar a parte interna e a parte externa do objeto ao mesmo tempo, conforme a Figura 4.5:

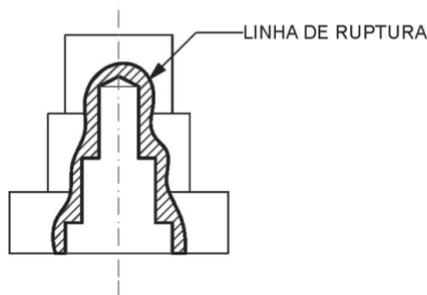
Figura 4.5 | Exemplo de meio corte



Fonte: elaborada pelo autor.

- **Corte parcial** – há determinados objetos que a aplicação do corte total ou o meio corte não será suficiente para compreensão da situação interna do objeto, para esse tipo de situação posicionamos o plano secante somente até onde for necessário para visualização dos detalhes internos. O corte parcial é representado pela linha de ruptura que pode ser uma linha zigue-zague ou uma linha sinuosa, conforme a Figura 4.6:

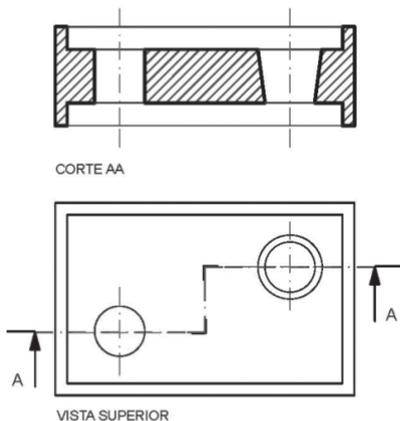
Figura 4.6 | Exemplo de corte parcial



Fonte: elaborada pelo autor.

- **Corte composto** – também conhecido como corte com desvio, utiliza os princípios do corte total, porém nesse tipo de corte é usado mais de um plano secante, paralelo ou concorrente. Com o uso do corte composto é possível observar detalhes interessantes que não estão alinhados, mas necessários para compreensão da peça, conforme a Figura 4.7:

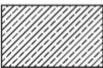
Figura 4.7 | Exemplo de corte composto



Fonte: elaborada pelo autor.

Para compor o processo de representação gráfica dos cortes é necessário indicar nos objetos cortados onde é a parte maciça da peça, essa indicação se faz através do uso de hachuras. As aplicações das hachuras nos cortes devem seguir as recomendações da NBR 12298, que orienta as condições necessárias para o uso de hachuras em desenho técnico. As hachuras também são utilizadas para mostrar os tipos de materiais que estão sendo usados no desenvolvimento dos objetos. Abaixo indicamos uma tabela de hachura com os principais materiais utilizados no mercado de trabalho, conforme a Figura 4.8:

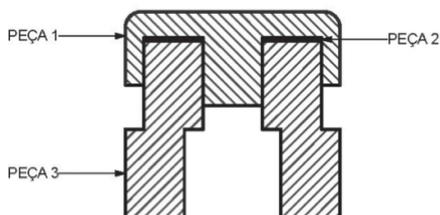
Figura 4.8 | Tabela de hachuras

TABELA DE HACHURAS - MATERIAIS			
			
METAL EM GERAL	FERRO FUNDIDO	FERRO FORJADO	COBRE
			
AÇO	ALUMÍNIO	VIDROS, CERÂMICAS E ROCHAS	CONCRETO
			
PEDRAS ARTIFICIAIS	MADEIRA	TERRA	

Fonte: elaborada pelo autor.

Quando se aplica hachura em um corte de objeto, devemos obedecer a uma única orientação para o posicionamento da hachura, mantendo o traçado no ângulo de 45° e uma linha estreita. Nos desenhos de conjuntos de peças deve ser aplicada a hachura em cada peça com direções diferentes, para a separação de cada peça. Em cortes de componentes em que as paredes são delgadas como chapas, perfis e juntas, sua representação deve ser em negrito com espaçamento entre elas em branco, conforme Figura 4.9.

Figura 4.9 | Exemplo de aplicação de hachuras em um conjunto de peças



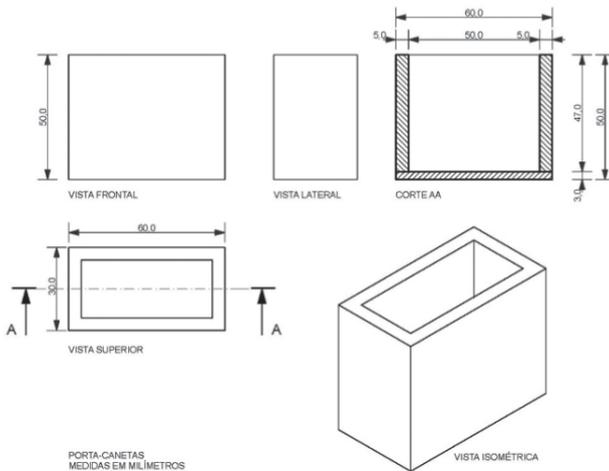
Fonte: elaborada pelo autor.



Para complementar o estudo e o conhecimento construído, é interessante a leitura do Capítulo 5 – Vistas auxiliares e representações em corte, nele o autor aprofunda as considerações aqui descritas e apresenta novas situações de uso e aplicação.

LEAKE, James M.; BORGERSON, Jacob. Vistas auxiliares e representações em corte. In: _____. **Manual de desenho técnico para engenharia:** desenho, modelagem e visualização. Rio de Janeiro: LTC, 2015. Cap. 5, p. 127-142.

Figura 4.10 | Desenho executivo – porta-canetas



Fonte: elaborada pelo autor.



Você criou um porta-canetas de MDF e gostaria de produzir esse produto, para precificar e colocar no mercado, você precisa orçar a peça. Para o orçamento e execução você precisa detalhar o desenho do portacanetas, para representar todos os detalhes você utiliza as representações em vistas do produto e também a representação em corte, apresentando o detalhe das espessuras da peça, conforme a Figura 4.10:

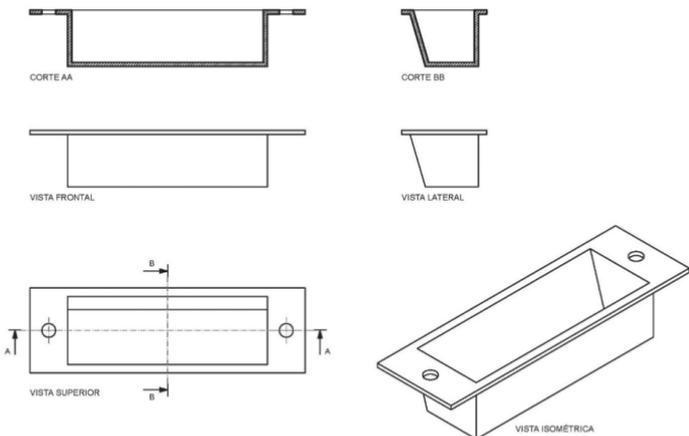
Sem medo de errar

No escritório Espiral Áurea, você foi designado a trabalhar na equipe de desenvolvimento e protótipo. Como primeiro trabalho para desenvolver, foi repassado para você desenhar o detalhamento de um puxador, conforme a Figura 4.1 apresentado no Diálogo Aberto. Como orientação o líder da equipe apresentou a relação de peças gráficas que deve ser produzido. Na relação constam as seguintes peças:

- Vista superior.
- Vista lateral.
- Vista frontal.
- Dois cortes, um transversal e outro longitudinal.
- Vista isométrica.

Para desenvolver o desenho executivo, você recebe as informações da equipe de criação, dimensões, materiais e os detalhes necessários para desenhar a peça para execução. Você começa a desenhar o puxador a partir da vista superior e a partir desse desenho começa a elaborar as outras vistas. Após finalizar as vistas, você inicia a elaboração dos cortes. Para desenhar os cortes, você principia com um processo de seccionar o puxador em sua mente, com o objetivo de visualizar os detalhes internos que nas vistas desenhadas não mostram. A partir desse momento você começa a desenhar os cortes, demonstrando seus detalhes e também o material empregado, conforme a Figura 4.11:

Figura 4.11 | Detalhamento do puxador



Fonte: elaborada pelo autor.

Após finalizar o desenho, você começa a cotar as vistas e cortes, com as dimensões verticais, horizontais, espessura da parede da chapa, raio, ângulo de inclinação e especifica o material que deverá ser desenvolvido a peça. Finalizando todo o detalhamento é feita a conferência final de todo o desenho, para garantir que todas as informações necessárias para a produção da peça foram registradas.



Atenção

Para desenvolver os cortes das peças são necessárias a compreensão e a visualização tridimensional da peça que será desenhada. Elaborar os cortes aplicando os princípios do desenho técnico é fundamental para a compreensão, leitura e execução da peça.

Avançando na prática

A peça que faltava

Descrição da situação-problema

Você está desenvolvendo uma peça de suporte para uma haste de uma luminária. Após a os estudos preliminares e croquis, você chega à forma final e precisa detalhar a peça para criar um protótipo e testar junto com as outras peças da luminária. Para a execução do protótipo, você precisa elaborar alguns desenhos para que a execução possa seguir um planejamento correto.

Para elaborar essas pranchas, quais dos desenhos devem ser elaborados? Que detalhes internos devem aparecer e como podemos evidenciá-los?

Resolução da situação-problema

Para a execução do suporte da luminária, é necessária a elaboração do projeto executivo, neste projeto deverão constar as representações gráficas do suporte utilizando com princípios de vistas ortogonais, isométrica e cortes. Através das vistas ortogonais e isométrica é possível visualizar todos os fatores externos da peça que será desenvolvida, seus encaixes e aberturas. Porém, para visualização dos detalhes internos da peça, com conexões, aberturas, encaixes internos é necessário um outro tipo de recurso gráfico, neste

momento usamos o recurso do corte para a visualização. Lembramos que o corte é uma representação gráfica do imaginário, pois a peça na realidade não está cortada, porém através desse recurso podemos verificar as situações internas, prevendo problemas no momento de encaixe ou fixação.

Faça valer a pena

1. Para uma representação gráfica de qualidade e eficaz é necessária a aplicação dos padrões e exigências contidas nas normas brasileiras. Através dessa padronização é possível compreensão, leitura e execução de projetos e desenhos de qualquer natureza, uma vez que se mantém a mesma linguagem adotada para a representação, nesse caso, conforme as normativas da ABNT.

A norma brasileira que apresenta padrões e exigências mínimas para representação em desenho técnico é:

- a) NBR 12680.
- b) NBR 9050.
- c) NBR 8602.
- d) NBR 10067.
- e) NBR 17.

2. A partir do posicionamento do plano secante na peça ou objeto, podemos definir o tipo de representação que desejamos conforme a necessidade de visualização, ou seja, criamos um padrão de visualização para o corte. Nesse sentido podemos ter mais de um tipo de representação de corte para auxiliar a visualização do objeto.

A partir da definição acima, qual é o nome do corte em que a sua representação se dá com a passagem do um plano secante por toda a extensão da peça?

- a) Corte total.
- b) Meio corte.
- c) Corte composto.
- d) Corte rebatido.
- e) Corte parcial.

3. Também conhecido como corte com desvio, utiliza os princípios do corte total, porém, nesse tipo de corte é usado mais de um plano secante, paralelo ou concorrente. Com o uso do corte composto é possível observar detalhes interessantes que não estão alinhados, mas necessários para compreensão da peça.

A definição do corte citado acima é uma característica de qual tipologia de corte?

- a) Corte rebatido.
- b) Corte total.
- c) Corte composto.
- d) Meio corte.
- e) Corte parcial.

Seção 4.2

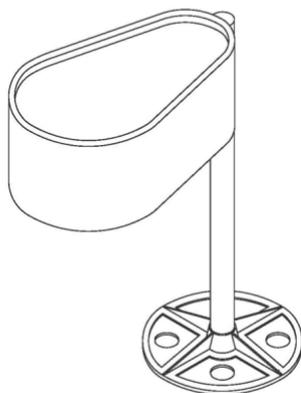
Cortes de peças curvas

Diálogo aberto

O escritório de arquitetura e design Espiral Áurea desenvolve várias tipologias de projetos, desde edificações até mobiliários e peças. Como recém-contratado e parte do seu tempo de experiência, você irá passar por todas as equipes de trabalhos que o escritório possui. Neste momento, você está na equipe de desenvolvimento e protótipos. Essa equipe é encarregada de detalhar e diagramar os projetos e suas representações gráficas conforme as normas vigentes da ABNT.

Após finalizar com êxito o primeiro trabalho, a equipe em que você trabalha recebe da criação um novo projeto, trata-se de uma luminária de mesa conforme a Figura 4.12:

Figura 4.12 | Luminária de mesa



Fonte: elaborada pelo autor.

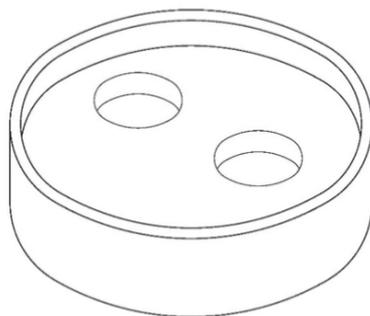
A equipe de que você faz parte deverá desenvolver as pranchas técnicas para esse novo projeto. Você começa a desenhar as vistas desta luminária como a vista superior, vista frontal e vista lateral da peça, aplicando as normas de representação gráfica e o conhecimento construído nas unidades anteriores, porém ao começar a desenvolver o detalhamento de cada peça, você percebe que o corte da base

não representa suas curvas e aberturas circulares. O desenho se apresenta no formato geral de um “retângulo”. De que maneira podemos atribuir as curvas e aberturas da base da luminária em um corte frontal e lateral? Pela perspectiva isométrica conseguimos compreender as curvas e aberturas da base da luminária, mas como podemos representar graficamente as curvaturas nos cortes? Corte de peças ortogonais e cortes de peças curvas apresentam a mesma representação?

Não pode faltar

Na seção anterior estudamos princípios, normas e técnicas para a elaboração de cortes de peças ortogonais. Estudamos também as tipologias de cortes, suas finalidades, aplicações e como deve ser empregado o uso da hachura no corte e os tipos de hachura existentes conforme o material empregado no objeto ou mobiliário, porém o uso da forma circular em peças é comum, como também peças com cantos arredondados, por exemplo, as peças da Figura 4.13.

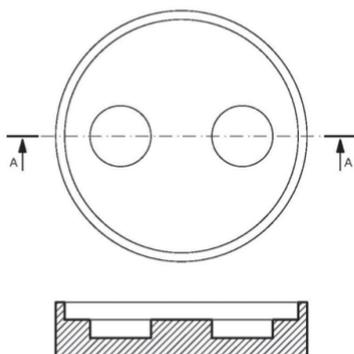
Figura 4.13 | Peça circular, perspectiva isométrica



Fonte: elaborada pelo autor.

Os cortes deste tipo peças que possuem simetria ou centros de curvatura são iguais aos que utilizamos para peças ortogonais, porém em uma primeira visualização do corte, sem a vista superior, não é possível identificar através do corte da peça se ela é uma peça curva, circular ou se ela é uma peça de formato ortogonal, conforme a Figura 4.14:

Figura 4.14 | Vista superior da peça e seu corte



Fonte: elaborada pelo autor.

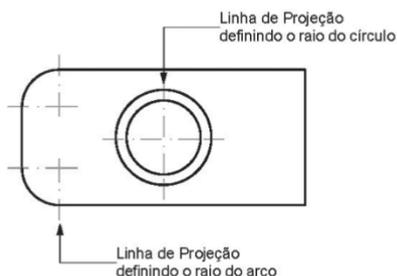


Refleta

Como podemos indicar ou representar o formato circular ou formato de curvas que têm alguns tipos de peças? Compreendemos que o corte é onde passa o plano secante em uma peça, no qual possibilita a visualização da situação interna desta peça, porém se a peça ou suas aberturas são circulares em sua superfície, como podemos demonstrar no corte esta situação?

Como regra de representação para peças circulares ou curvas, define-se nas superfícies circulares uma linha na projeção caracterizando o raio da circunferência, essa quando for perpendicular ao sentido de observação. Nos casos de superfícies curvas, que apresentam arestas, a linha de projeção será definida a partir das interseções das curvas e linhas retas da peça, conforme Figura 4.15:

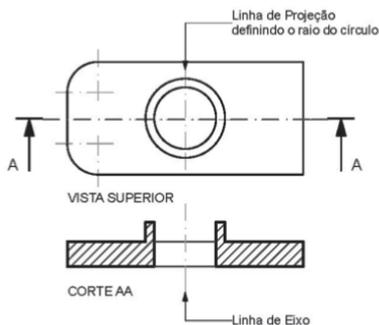
Figura 4.15 | Linhas de projeção



Fonte: elaborada pelo autor.

A partir da representação por linhas de projeção podemos definir o raio do círculo ou da curva que possa existir na peça, com estas definições na superfície da peça podemos atribuir nos cortes as linhas de eixo e de simetria. O uso da representação das linhas de eixo nos cortes se faz necessário quando é preciso indicar os eixos de rotação ou para assinalar as formas simétricas. A partir da linha de eixo se faz o posicionamento de furos, aberturas ou encaixes de formatos curvos, conforme Figura 4.16:

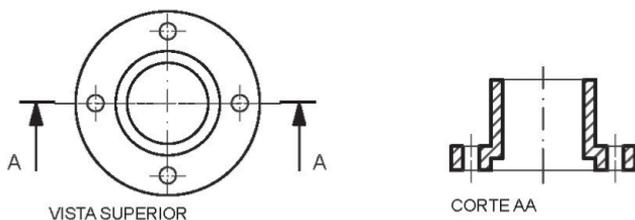
Figura 4.16 | Posicionamento de furos



Fonte: elaborada pelo autor.

Nas Figuras 4.15 e 4.16 podemos observar que uma nova tipologia de linha aparece para auxiliar a representação das superfícies curvas, esta linha é composta por traço e ponto, onde o comprimento do traço deve ser de três a quatro vezes maior que traço da linha tracejada e com espessura de linha fina. A importância desta informação para a construção da linha serve para evitarmos a criação de dois tipos de linha com aspectos similares, lembrando que a linha tracejada é utilizada para indicar arestas ou contornos invisíveis nas vistas ortogonais.

Figura 4.17 | Corte de uma peça cilíndrica com indicação da linha de eixo



Fonte: elaborada pelo autor.

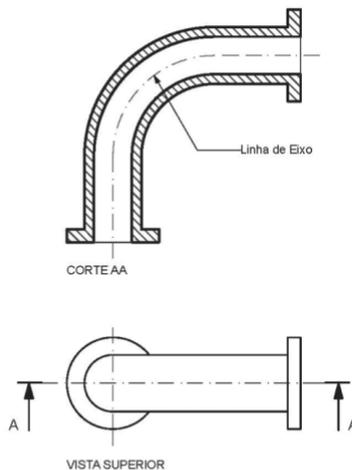


Para representar a rotação de um corpo cilíndrico no corte devemos utilizar como representação a linha de eixo, a qual estará alinhada com a posição do raio indicada pelas linhas de projeção na superfície da peça circular ou curva.

Como foi dito, apresentamos um novo tipo de linha, traço-ponto, porém o uso deste tipo de linha está definido conforme a NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenho – Tipos de linhas – Larguras de linhas, onde apresenta os tipos, escalonamento e espessura das linhas para execução de desenhos técnicos. Para a execução de um desenho correto é importante observar o uso das linhas conforme sua especificação no desenho da peça, é válido sempre pesquisar nas normas os critérios e aplicações gerais que devem ser observados na elaboração do desenho técnico, esse cuidado permite a execução de um desenho com hierarquias, definições e representação a qual permite uma interpretação correta do que está sendo desenhado para execução, evitando erros e interpretações equivocadas a respeito do desenho.

Com a exposição destes princípios a respeito da representação das superfícies curvas, do uso das linhas de eixo nos cortes de peça cilíndricas, iremos abordar o uso desta representação e peças curvas, onde podemos ter nesta peça um canto curvado, a seção do seu corpo circular ou outras características curvas na peça. Para melhor exemplificar a situação, analise a Figura 4.18:

Figura 4.18 | Corte total de uma peça curva

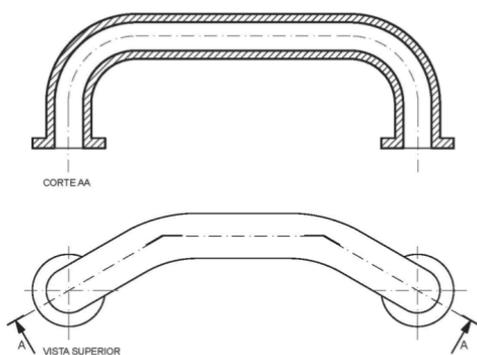


Fonte: elaborada pelo autor.

Como podemos observar na Figura 4.18, temos uma peça curva onde o formato da peça apresenta uma curva no canto e o corpo da peça em sua extensão é circular. Através do recurso do corte total, onde o plano secante passa pela extensão total da peça, é possível verificar os detalhes internos da peça. Para informar no corte que o corpo da peça é um formato circular ou curvo, é utilizada a linha de eixo na extensão da peça, seguindo toda sua curvatura, indicando seu eixo de rotação. O uso de cada tipo de corte aplicado em peças específicas possibilita a visualização detalhada do tipo de peça que se pretende executar, utilizando a representação de curvas necessária para sua demonstração.

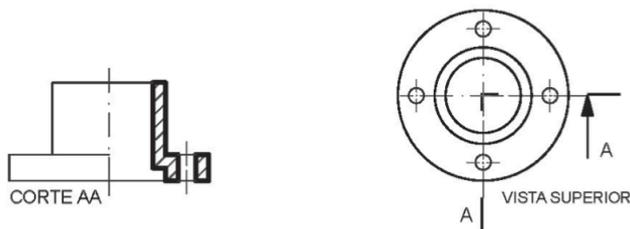
Com o uso dos outros tipos de cortes, como corte composto, meio corte, corte parcial e o uso da linha de eixo, podemos representar todas as curvas, aberturas e furos existentes em uma peça, detalhando assim seu desenho para execução.

Figura 4.19 | Corte composto de uma peça curva



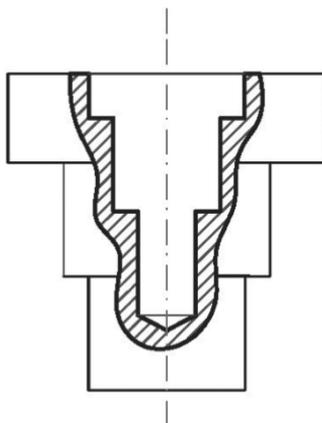
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4.20 | Meio corte de uma peça cilíndrica



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4.21 | Corte parcial de uma peça cilíndrica



Fonte: elaborada pelo autor.



Pesquise mais

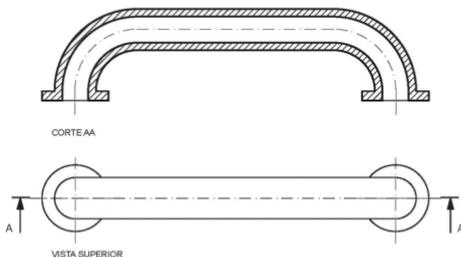
Para complementar o estudo e o conhecimento construído, é interessante a leitura do Capítulo 9 – Cortes e representações convencionais. Nele os autores aprofundam as considerações aqui descritas e apresentam novas situações de uso e aplicação.

FRENCH, Thomas E., VIERCK, Charles J. Cortes e representações convencionais. In: _____. **Desenho técnico e a tecnologia gráfica**. Porto Alegre, RS: Globo, 2002. Cap. 9, p. 154 -172.

Exemplificando

Você desenvolve uma alça de apoio e precisa detalhar o desenho para a execução da peça pela serralheria. Para visualização você elabora uma prancha apresentando a vista superior da peça e o corte AA com o detalhe interno, conforme a Figura 4.22:

Figura 4.22 | Alça de apoio

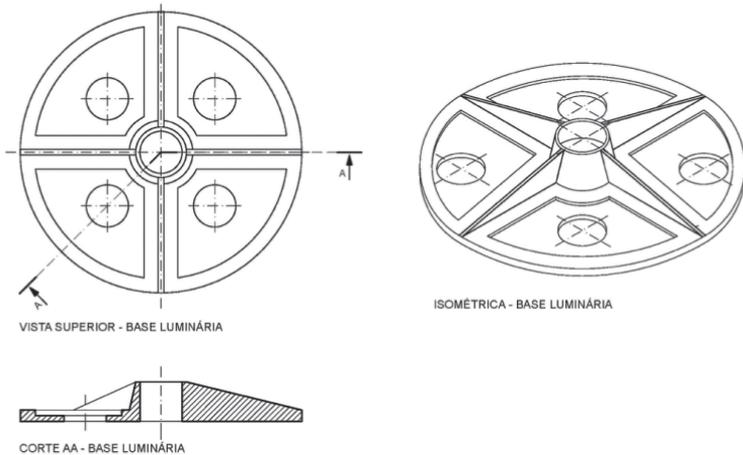


Fonte: elaborada pelo autor.

Sem medo de errar

Para detalhar a base da luminária, quais são as vistas necessárias para o detalhamento desta peça? Você define que é necessário desenhar a vista superior, um corte composto e uma vista isométrica da peça. Pela vista superior você demonstra o formato da peça e o posicionamento dos raios existentes, através das linhas de projeção. No corte, você opta por fazer um corte composto onde apresenta alguns detalhes da peça, como o rebaixo, os círculos vazados e a parte maciça da peça, conforme a Figura 4.23:

Figura 4.23 | Detalhamento da base da luminária



Fonte: elaborada pelo autor.

Para finalizar os desenhos e auxiliar a compreensão da peça para execução, você desenvolve uma vista isométrica da base da luminária. Para demonstrar a rotação do corpo nas partes cilíndricas da peça, você utiliza as linhas de projeção para posicionar os raios na superfície da peça e no corte você indica as linhas de eixo no centro de rotação. Através das representações utilizadas no desenho é possível uma interpretação correta e coerente do que é preciso executar.

Para um desenvolvimento correto dos desenhos técnicos é necessário o uso correto das informações de representação gráfica, vistas, cortes, tipos e larguras de linhas vigentes nas normas técnicas.

Avançando na prática

Suporte para todos

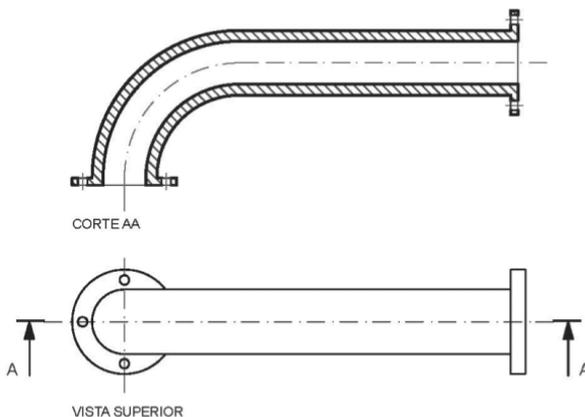
Descrição da situação-problema

Você está desenvolvendo um projeto de um *home office* para um cliente. Para destacar as prateleiras do *home office*, você cria um suporte curvo em aço para sustentá-las. O cliente aprova a sugestão e agora você precisa detalhar a peça para orçamento e execução pela serralheria. Quais tipos de desenhos são necessários para a compreensão desta peça nova? Quais informações são necessárias para a execução correta?

Resolução da situação-problema

Para orçamento e execução da peça pela serralheria, você elabora um detalhamento técnico da peça, apresentando nas pranchas a vista superior com as informações dos posicionamentos dos raios das curvas e o corte da peça demonstrando a linha de eixo do corpo de rotação, conforme a Figura 4.24:

Figura 4.24 | Suporte para prateleira



Fonte: elaborada pelo autor.

Faça valer a pena

1. Para a execução de um desenho correto é importante observar o uso das linhas conforme sua especificação no desenho da peça, é válido sempre pesquisar nas normas os critérios e aplicações gerais que devem ser observados na elaboração do desenho técnico, esse cuidado permite a execução de um desenho com hierarquias, definições e representação a qual permite uma interpretação correta do que está sendo desenhado para execução, evitando erros e interpretações equivocadas a respeito do desenho.

Qual é a Norma Brasileira que apresenta informações sobre o uso e aplicação dos tipos de linhas em desenho técnico?

- a) NBR 9050.
- b) NBR 12260.
- c) NBR 10060
- d) NBR 8403.
- e) NBR 8402.

2. O uso da representação das linhas de eixo nos cortes se faz necessário quando é preciso indicar os eixos de rotação ou para assinalar as formas simétricas. A partir da linha de eixo se faz o posicionamento de furos, aberturas ou encaixes de formatos curvos.

Qual é o tipo de linha usado para representar a linha de eixo?

- a) Linha traço-ponto.
- b) Linha tracejada.
- c) Linha contínua.
- d) Linha traço-dois pontos.
- e) Linha zigue-zague.

3. A partir da representação por linhas de projeção podemos definir o raio do círculo ou da curva que possa existir na peça, com estas definições na superfície da peça podemos atribuir nos cortes as linhas de eixo e de simetria.

Qual é o uso empregado da linha de eixo nos cortes de peças curvas?

- a) Como linha de chamada para os textos informativos.
- b) Para informar o eixo central de rotação.
- c) Para cotar os desenhos.
- d) Como hachura para indicar onde a peça foi cortada.
- e) Como linha de construção do desenho.

Seção 4.3

Cortes de edificações simples

Diálogo aberto

Neste momento, a equipe em que você trabalha no escritório Espiral Áurea está começando a desenvolver os desenhos executivos de uma edificação residencial. Depois da aprovação, você recebe os desenhos do anteprojeto e as informações do projeto da edificação. Para a execução desse projeto é preciso formalizar todas as informações necessárias para a empresa de construção começar os trabalhos. Na reunião, antes de começar os desenhos, são apresentadas todas as informações do projeto. Você recebe uma cópia da planta baixa que foi utilizada na reunião de aprovação, nela constam as informações gerais do projeto e os detalhes acertados na reunião. A primeira atividade que você executa é passar a planta baixa "a limpo", fazendo os ajustes definidos na reunião. Finalizando a planta baixa com todas as informações, você percebe que é possível somente realizar uma leitura do sentido horizontal da edificação, ou seja, podemos ler somente as medidas de comprimento e largura.

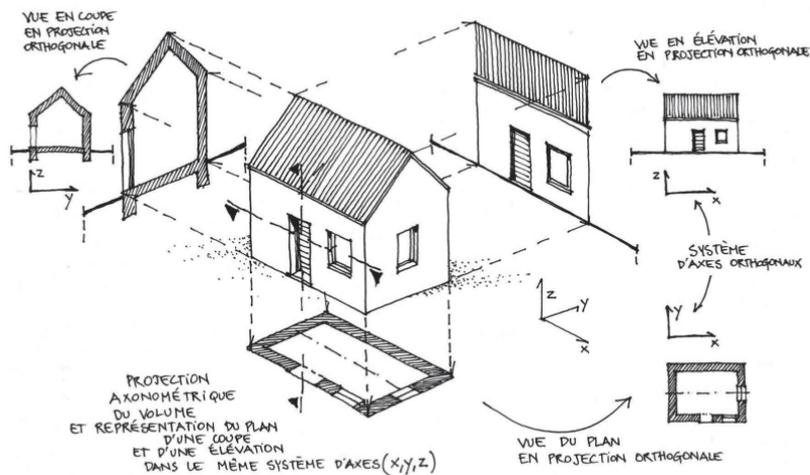
Você precisa desenvolver desenhos da edificação para a sua execução, porém precisa seguir alguns princípios para garantir uma leitura correta para a execução. Para representação vertical da edificação, qual é o tipo de representação gráfica que podemos usar? Quais as normas de representação de desenho devemos conhecer e aplicar suas definições? Como podemos representar uma forma tridimensional, como uma edificação, em uma forma bidimensional para representação e informação para execução?

Não pode faltar

Como a planta baixa, o corte é uma vista ortogonal seccionada por um plano secante, no sentido vertical de uma edificação. Especificamente o corte busca mostrar as dimensões verticais de uma edificação. Através desse tipo de representação é possível mostrar os

andares, a altura, o pé-direito e outros detalhes que não são vistos na planta baixa. Na Figura 4.25 podemos observar as projeções ortogonais que formam a representação do corte, da planta e da elevação. Assim como estudado nas unidades anteriores, o corte é uma vista ortogonal da edificação, porém o plano secante “corta” a edificação, dessa maneira podemos observar a parte interna.

Figura 4.25 | Projeções ortogonais de uma edificação



Fonte: PierLeb (2008). Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Projections-01.JPG>>. Acesso em 26 abr. 2017.



Assimile

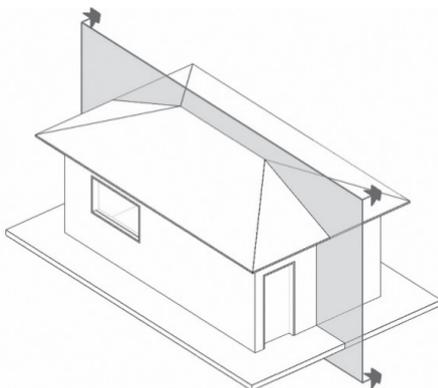
O corte é uma projeção ortogonal no qual o plano secante corta a edificação permitindo a visualização interna do edifício.

Para uma boa compreensão e padronização dos cortes, é preciso seguir as recomendações descritas pelas Normas Técnicas. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta um conjunto de normas que descreve condições e princípios básicos para representação de desenho técnico, tipos de linhas e outras, que estudamos nas unidades anteriores. Além dessas normas devemos acrescentar a norma NBR 6492 – Representação de projetos em arquitetura, a qual define condições mínimas para representação gráfica de projetos em arquitetura. No corte representamos os elementos seccionados pelo plano secante, que são desenhados com traços grossos. Os elementos que apareçam à frente do plano secante são

representados com traços médios e finos. Através dos cortes podemos indicar todas as dimensões verticais e detalhes relevantes que não aparecem na planta baixa.

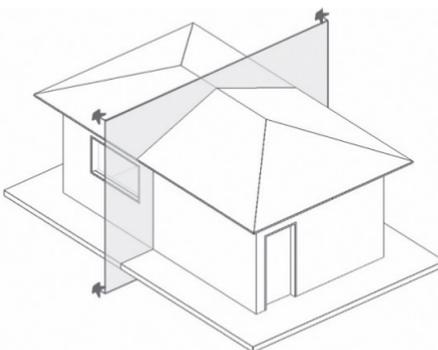
O posicionamento e direção dos cortes são determinados conforme a informação que é necessária representar dos elementos da edificação, partindo de maior importância ou complexidade que há no edifício. A direção de observação será definida pelo interesse de visualização, visando estabelecer o maior número de elementos construtivos possíveis e elementos especiais. Para apresentar as informações necessárias, geralmente são realizados, no mínimo, dois cortes, onde o plano secante secciona a edificação paralela ao eixo longitudinal, Figura 4.26 e transversal Figura 4.27, porém a quantidade de cortes é definida por quem está projetando observando as necessidades do projeto, representando as partes mais relevantes do projeto.

Figura 4.26 | Projeção do plano secante no eixo longitudinal da edificação



Fonte: elaborada pelo autor.

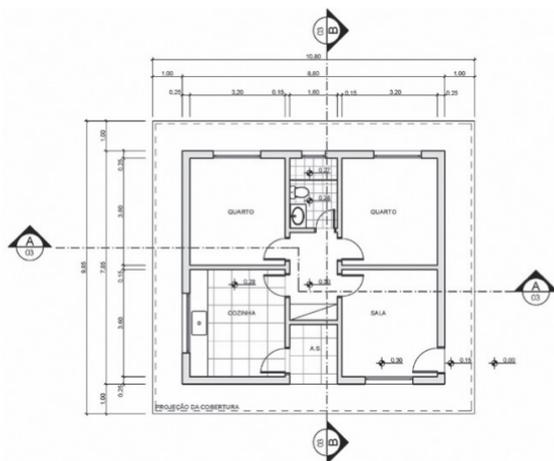
Figura 4.27 | Projeção do plano secante no eixo transversal da edificação



Fonte: elaborada pelo autor.

Os planos secantes que seccionam a edificação normalmente são paralelos às paredes e posicionados pela presença de elementos construtivos, como esquadrias especiais, pés-direitos variáveis, escadas, elevadores e elementos construtivos especiais. Além do posicionamento paralelo dos cortes, há situações que podemos criar cortes com desvios, para a visualização de situações diferentes da edificação, como o corte composto das peças. O posicionamento do plano secante e o sentido de observação depende da relevância de visualização do projeto. As indicações dos cortes e os sentidos de direção devem ser representados em plantas para possibilitar sua visualização e interpretação, conforme a Figura 4.28:

Figura 4.28 | Planta baixa com indicação dos cortes



Fonte: elaborada pelo autor.

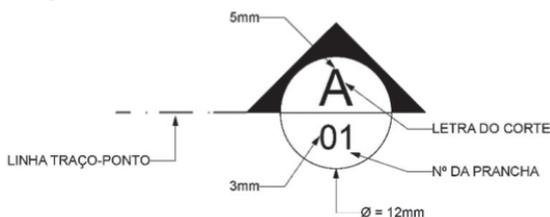


Refleta

Como podemos diferenciar o que está sendo cortado e o que não foi cortado pelo plano secante? Há algum tipo de padronização na representação gráfica do corte?

As indicações dos cortes em planta baixa têm sua simbologia específica de acordo com a NBR 6492, conforme anexo A-12 – Marcação de cortes gerais. O traçado da linha de corte deve ser forte e claro para evitar dúvidas e mostrar onde ele se encontra respectivamente. Na simbologia são apresentados elementos específicos que informam diretamente o sentido do corte, o nome do corte e em qual folha está desenhado o corte, conforme Figura 4.29:

Figura 4.29 | Simbologia de corte



Fonte: elaborada pelo autor.

No corte representamos todos os elementos construtivos seccionados pelo plano secante, e quando necessário, eventuais partes não visíveis, como exemplo, as fundações. São representados nos cortes, as fundações, os solos e aterros, os pisos e contrapisos, as paredes e elementos estruturais, as portas e janelas, os equipamentos de construção e aparelhos sanitários, os forros, as estruturas de cobertura etc. Como regra geral, todos os elementos cortados pelo plano secante são representados por linha contínua grossa, como as paredes, vigas, lajes e outros elementos cortados. Nos cortes também inserimos os elementos informativos como as cotas verticais dos elementos em corte, os níveis dos compartimentos, os dados básicos relativos à cobertura e outras informações complementares que se achar necessário para a compreensão do projeto. Referente à aplicação de cotas em corte, devem-se inserir somente cotas verticais nos cortes, deixando assim as cotas horizontais para a planta baixa. Na Figura 4.30 temos um corte esquemático onde fazemos referência a cada elemento construtivo e informativo desenhado no corte.



Pesquise mais

Para auxiliar na compreensão e estimular o aprendizado, recomendo a leitura e os exercícios que constam no livro *Desenho Arquitetônico*. Nele, o autor Gildo Montenegro traz detalhes e o passo a passo para a elaboração e execução dos cortes.

MONTENEGRO, Gildo. Representação de um projeto – Cortes. In: _____, **Desenho arquitetônico**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. Cap. 10, p. 54-74.

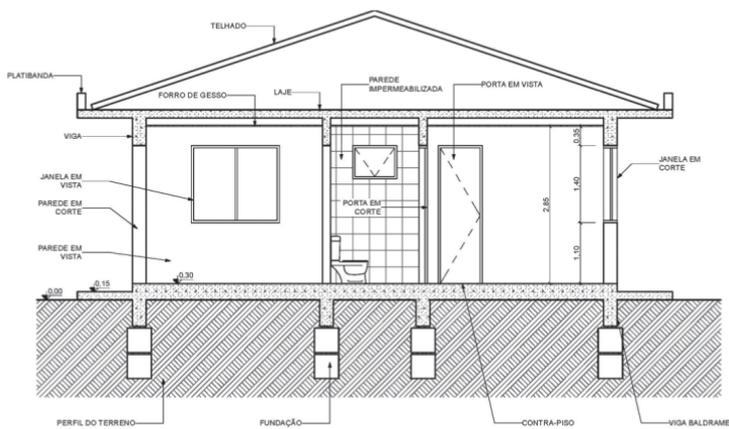
Veja também os exemplares a seguir:

CRUZ, Michele da. **Desenho técnico**. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518343/cfi/79/1/4/4@0.00:7.56>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

KUBBA, Sam A. **Desenho técnico para construção**. Porto Alegre: RS: Bookman, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582601570/cfi/126!/4/4@0.00:14.6>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

YEE, Rendow. **Desenho arquitetônico**: um compêndio visual de tipos e métodos. 3. ed. São Paulo: LTC, 2009. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2317-5/cfi/106!/4/4@0.00:27.3>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

Figura 4.30 | Corte esquemático – elementos construtivos e informativos



Fonte: elaborada pelo autor.

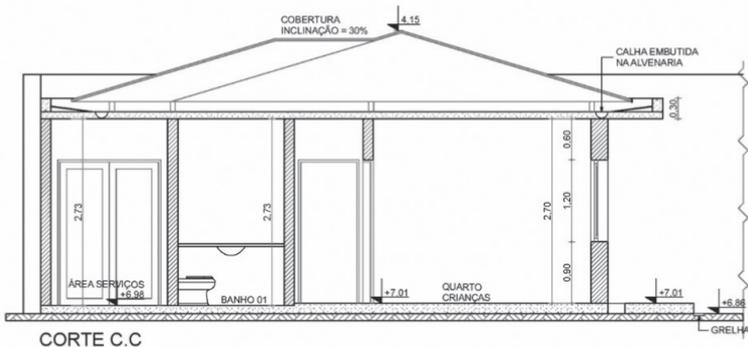
Para compreensão e leitura rápida, é importante atribuir nos cortes hachuras conforme cada tipo de elemento que está sendo utilizado. Assim como na planta baixa, o uso correto do traçado e das hachuras facilitam a compreensão do desenho proposto. Para a aplicação de hachuras devemos seguir as recomendações existentes na NBR 6492 – Representação de projetos em arquitetura e para a utilização do traçado devemos seguir as recomendações da NBR 8403 – Aplicação de linha em desenho – Tipos de linhas – Larguras de linhas. Em resumo podemos utilizar a tabela da Figura 4.31 para aplicação de hachura e traçados de linhas.

Sem medo de errar

Você compreende que o desenvolvimento dos desenhos que representam uma edificação de forma bidimensional deve seguir princípios e critérios que possam garantir uma interpretação correta para sua execução. Para complementar as informações que estão desenhadas na planta baixa, você começa a desenvolver os cortes referentes à edificação proposta. A partir da planta baixa, você alinha e traça as linhas de construção dos cortes, baseado neste esboço, você começa a representar cada elemento construtivo existente no projeto, mas que não era visível na planta baixa. Para uma leitura correta dos desenhos, você segue as normas técnicas da ABNT referentes à representação gráfica em projetos de arquitetura e também a norma sobre aplicação de linhas em desenho. A partir do conjunto dessas normas é possível desenvolver um desenho onde a leitura e a compreensão sejam fáceis e padronizadas com o desenho desenvolvido na construção civil.

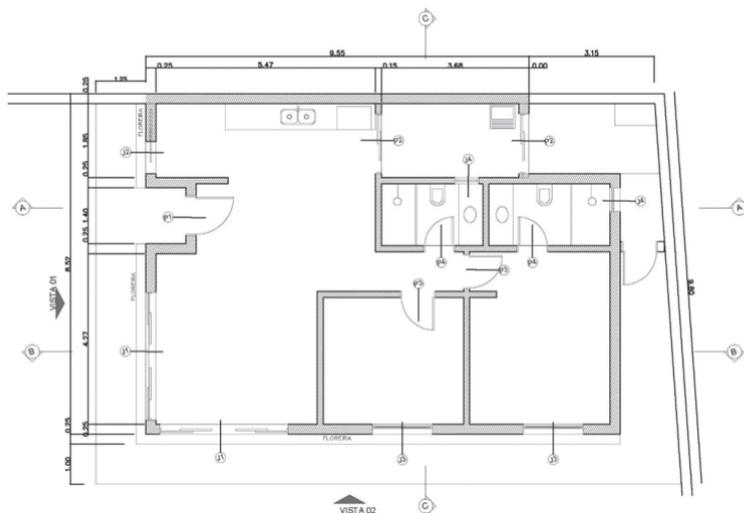
Exemplificando a proposta da situação-problema, podemos observar na Figura 4.33 um corte transversal com as aplicações das linhas, hachuras e representação dos elementos construtivos, elementos informativos e a aplicação das normas estudadas anteriormente.

Figura 4.33 | Exemplo de corte – Aplicação as normas técnicas



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4.34 | Exemplo planta baixa – aplicação das normas técnicas



Avançando na prática

Minha casa, meu campo

Descrição da situação-problema

Você desenvolveu um estudo para a construção de uma casa de campo de 150 m², após algumas reuniões com seu cliente, ele aprova o projeto. Neste momento, você precisa elaborar novos desenhos para orçar a construção da casa e para que sejam seguidos durante a execução. Para executar esse projeto, quais desenhos são precisos? Como podemos manter uma linguagem para que todos os envolvidos na obra possam compreender? Há algum tipo de padronização necessária para seguir ao desenvolver os desenhos?

Resolução da situação-problema

Para a execução do projeto, você começa a desenvolver a planta baixa com todas as informações necessárias, como desenho dos ambientes, paginação de piso, posicionamento dos elementos estruturais etc., porém a planta baixa não é suficiente para informar

por completo o projeto, a partir da planta baixa, você começa a executar os cortes. Para melhor compreensão do projeto, definem-se dois cortes, um longitudinal e outro transversal, dessa maneira você consegue abranger o maior número de informações necessárias do projeto. Alinhando com a planta baixa, você começa a traçar linhas de construção onde define o posicionamento do piso e das alvenarias. Em seguida, você começa a desenhar os elementos construtivos como vigas, lajes, portas e janelas. Posteriormente, você começa a aplicar as hachuras e tipos de linhas referentes a cada tipo de representação, conforme as definições das normas técnicas. Finalizando, você desenha os elementos informativos, como cotas, cotas de nível e legendas. Desta maneira você pode desenvolver todas as pranchas necessárias para a execução do projeto.

Faça valer a pena

1. Como a planta baixa, o corte é uma vista ortogonal seccionada por um plano secante, no sentido vertical de uma edificação. Especificamente o corte busca mostrar as dimensões verticais de uma edificação, através desse tipo de representação é possível mostrar os andares, a altura, o pé-direito e outros detalhes que não são vistos na planta baixa.

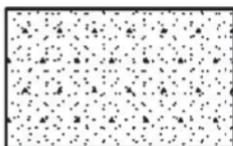
Qual é a norma brasileira que apresenta condições exigíveis para uma boa compreensão e leitura do projeto arquitetônico?

- a) NBR 10067.
- b) NBR 9050.
- c) NBR 6492.
- d) NBR 16280.
- e) NBR 5985.

2. Para compreensão e leitura rápida, é importante atribuir nos cortes hachuras conforme cada tipo de elemento que está sendo utilizado. Assim como na planta baixa, o uso correto do traçado e das hachuras facilita a compreensão do desenho proposto.

A hachura a seguir representa qual tipo de material, conforme a NBR 6492?

Figura 4.35 | Hachura



Fonte: Os autores (2016).

- a) Madeira.
- b) Concreto.
- c) Metais em geral.
- d) Granito.
- e) Vidro.

3. O posicionamento e direção dos cortes são determinados conforme a informação que é necessária representar dos elementos da edificação, partindo de maior importância ou complexidade que há no edifício. A direção de observação será definida pelo interesse de visualização, visando estabelecer o maior número de elementos construtivos possíveis e elementos especiais.

Para a marcação de um corte devemos considerar:

- a) A posição mais fácil para desenharmos.
- b) Apenas visualização da parede sem elementos.
- c) Que não devemos representar nenhum elemento construtivo.
- d) Apenas a direção da planta, sem precisar desenhar o corte.
- e) A presença de elementos construtivos e posicionar paralelos às paredes.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492 – Representação em projetos de arquitetura**. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenho técnico – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

_____. **NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

CRUZ, Michele da. **Desenho técnico**. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518343/cfi/79!/4/4@0.00:7.56>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

FRENCH, Thomas E.; VIERCK, Charles J. **Desenho técnico e tecnologia gráfica**. São Paulo: Globo, 2002.

KUBBA, Sam A. **Desenho técnico para construção**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2014. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582601570/cfi/126!/4/4@0.00:14.6>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

LEAKE, James M.; BORGERSON, Jacob. **Manual de desenho técnico para engenharia: desenho, modelagem e visualização**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MONTENEGRO, Gildo. **Desenho arquitetônico**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PIERLEB. **Différents système de projection**. 2008. Licenciado sob CC BY-SA 3.0. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3A_Projections-01.JPG>. Acesso em: 4 dez 2016.

YEE, Rendow. **Desenho arquitetônico: um compêndio visual de tipos e métodos**. 3. ed. São Paulo: LTC, 2009. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2317-5/cfi/106!/4/4@0.00:27.3>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

ISBN 978-85-522-0010-9



9 788552 200109 >