

# Noções de Desenho Espacial, Normas Técnicas e CAD

Thaís Kawamoto Amarães



# INFORMAÇÕES SOBRE O AUTOR

## **Thaís Kawamoto Amarães**

• Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela UEM

## Sobre a Autora

Olá, sou a professora Thais, Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade Estadual de Maringá-UEM (2011) e mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa Associado de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Maringá - UEM e Universidade Estadual de Londrina - UEL (2015).

Possuo experiência em pesquisas relacionadas à área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em metodologias de projetos. Além da atuação na docência e tutoria no Ensino Superior à Distância, trabalho com projetos arquitetônicos institucionais, comerciais e corporativos.



## INTRODUÇÃO DO LIVRO

Olá, seja bem-vindo(a) à disciplina Expressão Gráfica!

Quando você pensa sobre este termo, "expressão gráfica", o que te vem à mente? É muito provável que você, automaticamente, logo associe essas palavras à construção de formas e representação por meio de desenhos. É justamente esse o assunto que iremos abordar em nossa disciplina!

A representação por meio de desenhos, desde as primeiras manifestações pictóricas de que se tem notícia, até as mais complexas reproduções, passam por etapas semelhantes. O registro por meio de desenhos é uma prática que envolve tanto a atividade mental, o pensar no desenho, quanto a atividade operacional, que corresponde ao fazer o desenho, seja manualmente ou de forma digital.

Desde os povos mais primitivos, o ser humano já demonstrava interesse sobre as representações por meio de desenhos. As pinturas rupestres no interior das cavernas, como as encontradas em Lascaux, na França, trazem registros de animais pintados (JANSON; JANSON, 1996). Tais representações indicam que, desde essa época, o ser humano já buscava retratar cenas, sejam elas reais ou imaginárias, com caráter místico, como acredita-se que seja o caso de tais pinturas.

Em nossa disciplina, não iremos aprofundar-nos nas representações gráficas como manifestações artísticas. O nosso foco será trabalhar a criação de desenhos voltados à representação de projetos. Iremos dividir todo conteúdo abordado em quatro principais momentos.

Na primeira etapa, trabalharemos o desenho espacial, explorando a função do desenho. Nesse momento, também abordaremos as Normas Técnicas que apresentam exigências para a criação de desenhos técnicos. Iniciaremos, ainda, a discussão sobre o desenho auxiliado por computador. Em nossa disciplina, o software trabalhado será o AutoCAD; nessa etapa, conheceremos algumas noções iniciais do programa, assim como ferramentas de criação e edição de objetos.

Na segunda etapa da disciplina, aprenderemos sobre o desenho projetivo. Nesse momento, serão apresentadas noções de criação de blocos, plotagem e criação de pranchas no software AutoCAD. Também iremos conhecer sobre a cotagem, seu papel e função no desenho técnico, além das Normas Técnicas as quais deve estar submetida. Por fim, trabalharemos a classificação dos desenhos projetivos, que irão dar-nos subsídios para os estudos na terceira e quarta etapas.

Na terceira etapa, trabalharemos a representação gráfica e formatação de desenhos. Nesse momento, iremos discutir os diferentes métodos de representação da forma, por exemplo, o Método Mongeano. Embora, em um primeiro momento, a técnica de representação mongeana



pareça complexa, ao analisarmos sua execução, seu passo a passo, esta torna-se mais simples. São essas projeções da Geometria Descritiva que irão dar origem às vistas ortográficas que utilizamos de forma corriqueira para representar as faces dos objetos ou, ainda, dos ambientes.

Por fim, na quarta etapa da disciplina, iremos discutir perspectivas e projeções de sólidos. Embora todas as projeções sejam o resultado da transferência de um elemento geométrico em um plano de projeção, por meio de raios projetantes, cada sistema apresenta particularidades. Iremos, aqui, discutir quais são as aproximações e distanciamentos de cada tipo de projeção, assim como analisaremos os métodos envolvidos para a construção dos desenhos. Finalizando esta etapa e, consequentemente, nossa disciplina, abordaremos, de modo mais detalhado, como essas técnicas de projeção irão influenciar na representação dos sólidos geométricos.

Bons estudos!



## **UNIDADE I**

# Noções de Desenho Espacial, Normas Técnicas e CAD

Thaís Kawamoto Amarães

Introdução

Olá, seja bem-vindo(a)!

Nesta primeira Unidade da disciplina Expressão Gráfica, iremos trabalhar conceitos essenciais para a leitura e execução de desenhos. Em um primeiro momento, você pode até achar um pouco estranho utilizarmos o termo "leitura" para referirmo-nos aos desenhos, porém, no decorrer da disciplina, você irá notar que os desenhos apresentam função muito além de um caráter estético e decorativo. As peças gráficas que iremos analisar têm, como objetivo, transmitir informações, sejam elas técnicas, para a execução de uma obra ou construção de uma máquina, ou sejam para facilitar a compreensão da dinâmica e uso de espaços.

Devido a essa atribuição, tais desenhos devem seguir normas técnicas para assegurar a sua legibilidade. Nesta Unidade, apresentaremos algumas das normas e exigências sobre as quais devemos estar atentos à correta representação de nossos projetos.

Finalizando a primeira Unidade, iremos abordar, também, comandos iniciais e básicos para a criação de desenhos assistidos por computador (CAD). O projeto auxiliado por computador, até décadas atrás, era uma situação pouco usual, porém, atualmente, já é parte da realidade da maior parte dos projetistas.

Embora existam diversos programas para esse tipo de representação, como o *Revit*, ArchiCAD e *Sketchup*, iremos focar no AutoCAD. Essa escolha não é arbitrária – o AutoCAD é um software pioneiro na tecnologia CAD e, graças à sua versatilidade, é utilizado pelos mais diversos profissionais, como arquitetos, designers, engenheiros, topógrafos, dentre outros.

Bons estudos!





Fonte: Franck Boston / 123RF.

## 1. DESENHO ESPACIAL

O desenho espacial é um desdobramento do mundo; por meio dele, podemos representar diversos pontos de nossa vivência. Quando trabalhamos com desenho, podemos fazer uso de ferramentas tanto para a criação à mão quanto para a criação digital.

Segundo Montenegro (2001), atualmente, na Era da Tecnologia, o desenho feito à mão é considerado uma espécie de "artesanato", quando comparamo-nos ao desenho auxiliado por computador. No entanto, é importante destacarmos que as duas formas de representação, a digital e a manual, apresentam tanto vantagens quanto desvantagens.

Apesar de esses dois modelos apresentarem modos operativos diferentes, ambos irão tratar a representação da forma, a sua organização e registro de maneira semelhante.

#### 1.1 Representação das Formas

Durante o processo de desenho, procuraremos reproduzir a realidade, evidenciando aspectos visuais de um objeto real. Quando abordamos os objetos reais, não estamos, necessariamente, referindo-nos, apenas, aos objetos concretos e construídos, estamos tratando, também, dos objetos que ainda encontram-se em nosso imaginário e são apenas ideias em nossa mente.



A representação gráfica pode, ainda, ilustrar fantasias e o mundo interior do artista, como ocorreu no período conhecido como Romantismo, na história da arte (GOMBRICH,1999). Entretanto, em nossa disciplina, iremos focar no desenho como maneira de representação de objetos, com a finalidade da construção das formas, não em seu caráter artístico.

Nas representações, não podemos avaliar a verdade do desenho conforme o seu grau de semelhança com o real. É necessário, em um primeiro momento, considerarmos o que o desenho deseja representar e o gênero de representação utilizado, aspecto que iremos trabalhar de modo mais detalhado no decorrer da disciplina.

As representações que iremos analisar em nosso estudo irão basear-se na interpretação da realidade estável. Por exemplo, quando fotografamos uma cena, estamos captando todo o cenário em um momento singular e há uma objetividade da realidade naquele momento registrado. Assim também ocorrerá com os desenhos que verificaremos no decorrer das quatro Unidades desta disciplina.

O processo de desenho inicia-se com a acepção e o conhecimento da realidade. Para a criação de um registro gráfico, iremos sempre trabalhar com escolhas. No momento de criação, estamos constantemente escolhendo entre evidenciar ou excluir dados de uma realidade, conforme o grau de comunicação que desejamos transmitir ou, ainda, o tipo de informação que se pretende reproduzir no papel.

Toda representação gráfica é uma interpretação. Essa interpretação pode ser um ato subjetivo, isto é, uma mesma realidade pode ser representada de modos diferentes por pessoas distintas. O que uma pessoa considera essencial no desenho pode parecer desnecessário a outro indivíduo. Exatamente para evitar esse tipo de conflito de percepção, na representação técnica, devemos seguir normas de desenho que irão orientar-nos em diversos aspectos, os quais serão explorados de modo detalhado mais adiante.

A criação de um desenho consiste em um exercício da imagem. Uma vez realizada a percepção da realidade, devemos decodificá-la para somente então registramos, de modo manual ou digital, essa existência. Durante as etapas de desenho, iremos reconhecer os contornos, proporções e figuras para conseguirmos reconstruir o espaço e as formas.

À medida que operamos no desenho, iremos trabalhar, também, a percepção e concepção espacial. É necessário organizar o espaço a partir de sínteses, para que a representação gráfica seja feita de modo correto.



O desenho é um instrumento de grande destaque, o qual irá ajudar-nos na transmissão de informações, principalmente, na criação de projetos. Porém, é importante lembrar que podem surgir problemas nessas representações.

É essencial, durante a concepção de desenhos, lembrarmos que esse elemento gráfico tem, como objetivo, transmitir uma ideia, uma criação. Por isso, ele deve ser claro, legível e facilmente interpretado por todas as pessoas que estarão envolvidas no processo. Por exemplo, imagine a seguinte situação: você desenhou uma paginação para o piso de um banheiro. Neste desenho, você colocou diversos termos técnicos, que são naturalmente compreendidos por você e seus colegas de profissão, porém, ao encaminhar o desenho para a obra, o executor encontra dificuldades para interpretar estas informações.

Se o objetivo principal do desenho é transmitir uma informação, ele deixa de cumprir o seu papel no momento em que só pode ser interpretado por um grupo específico. Fique sempre atento à função das peças gráficas que você está criando, assim como as respectivas normas que você deve seguir, bem como ao público que irá interagir com tais desenhos.

#### 1.1 Função do Desenho

O desenho pode apresentar diferentes funções enquanto meio de expressão gráfica. Essa função será determinada de acordo com os fins comunicativos para o qual a peça gráfica foi criada; iremos encontrar dois principais tipos de função: a ilustrativa e a operativa.

Os desenhos com função ilustrativa, como o próprio nome sugere, têm, como objetivo, ilustrar uma cena ou situação. Nesta categoria, as imagens representarão os objetos, de modo a produzir, no observador, uma referência direta aos objetos reais. Por exemplo, quando desenhamos uma perspectiva, buscamos trazer, em nossa criação, os elementos da maneira como são percebidos por nossa visão. Iremos reproduzir as formas, cores e sombras como observamos no cenário real, pois a imagem trabalha como se fosse uma fotografia, captando um momento.





Figura 1.1 - Exemplo de perspectiva Fonte: Anna Devaeva / 123RF.

Por outro lado, nos desenhos com função operativa, o objetivo principal é a representação de determinadas propriedades específicas dos objetos. Nesse tipo de peça gráfica, o objeto é representado a partir de um plano de observação frontal, apenas em duas dimensões, sem profundidade. Esse tipo de desenho facilita o entendimento de escala e proporção das dimensões do objeto, além de permitir a indicação de textos com especificações e cotas com o tamanho de cada segmento. Um exemplo para essa categoria são os desenhos executivos, como planta baixa e corte de uma edificação. Nessas peças gráficas, são informados dados como área de ambientes, níveis, tipos de revestimento, bem como medidas, de modo geral. O objetivo principal de uma planta baixa, por exemplo, não é representar o modo como observamos o real, mas sim transmitir informações para a compreensão de fluxos e distribuição de ambientes em uma edificação, assim como permitir a sua correta execução.





Figura 1.2 - Exemplo de planta baixa Fonte: Mousemd / 123RF.

Independentemente do tipo de função que o desenho irá exercer, é necessário trabalhar, de modo preciso, a organização do espaço nas representações. Como vimos, o desenho pode ser apresentado em duas dimensões ou em três dimensões, conforme sua finalidade. O modo como a composição é feita nessas dimensões será responsável pela dinâmica do desenho. A ordenação do espaço nas dimensões verticais e horizontais permite a sistematização e organização espacial, enquanto a dimensão de profundidade atribuirá, ao desenho, propriedades de volumetria e distância entre os objetos através dos planos.

## REFLITA

Como discutimos até aqui, o desenho pode apresentar diversos papéis dentro da representação gráfica, variando conforme o tipo de abordagem e informação que se deseja transmitir. Em sua vida acadêmica e futura vida profissional, qual função você acredita que o desenho irá exercer? A quais fatores você atribui esta finalidade?



## 1.1 Sistemas de Representação

Você sabe o que é a planificação de um objeto? Provavelmente, você já deve ter escutado esse termo, mas você sabe o seu significado? De acordo com Montenegro (1991), na Geometria Descritiva, a planificação é o ato de representar o plano de um sólido geométrico. Nas Unidades III e IV desta disciplina, iremos trabalhar, de modo mais detalhado, os diversos tipos de representação de um objeto, os quais irão variar conforme o tipo de projeção utilizada.

Segundo o dicionário online Michaelis (2019), projeção é uma operação que se utiliza de retas para transformar uma figura geométrica em outra ou, ainda, uma representação gráfica de um corpo sólido sobre uma superfície. As projeções irão dividir-se em dois principais grupos: a projeção central e a projeção paralela. Em nossos estudos, iremos focar nas projeções paralelas, que ainda subdividem-se em dois outros grupos: a projeção oblíqua e a projeção ortográfica.

De acordo com Montenegro (1991), as projeções são obtidas por meio de um feixe de raios que passa por cada um dos pontos do desenho inicial e projeta-o sobre um plano horizontal de projeções. Esse feixe de raios é denominado "raios de projeção", que consistem em retas projetantes de centro no infinito, as quais passam por cada ponto do objeto e intersectam o plano de projeção, dando origem ao desenho final.



Figura 1.3 - Projeção de uma figura Fonte: Elaborada pela autora.



Quando trabalhamos com a projeção ortográfica, as linhas de projeção são paralelas entre si e incidem de forma paralela ao sistema de eixos considerados e perpendiculares ao plano de projeção. Isso significa que o resultado final são peças gráficas representadas em duas dimensões, como se estivessem dispostas em um sistema cartesiano nos eixos X e Y. As projeções ortográficas não transmitem a tridimensionalidade do objeto. É como se ficássemos diante da fachada de uma edificação e representássemos apenas a vista frontal.

Para a representação de projetos arquitetônicos e de engenharia, as projeções ortográficas serão muito utilizadas na geração de desenhos, como as fachadas, elevações, cortes e plantas baixas. Na criação de um projeto arquitetônico para uma edificação, iremos trabalhar com algumas tipologias principais de desenhos técnicos. Vamos analisar o que cada um deles representa!

Iniciaremos do desenho mais abrangente para o mais específico. A planta de situação, como você deve imaginar, irá representar a situação da edificação que você está projetando em relação à sua vizinhança. Neste desenho, o projetista deve representar a forma e a dimensão do terreno que se está projetando, bem como seus limites, os lotes e as quadras vizinhas, além das vias de circulação de veículos, como ruas e avenidas do entorno. Trata-se de uma espécie de vista aérea, como se observássemos as redondezas do local onde o projeto está inserido.

A planta de cobertura também consiste em uma vista aérea do projeto, porém de modo mais aproximado do que a planta de situação. Essa vista superior representa a cobertura da edificação e o sentido de inclinação de tal cobertura. Este desenho pode ser representado isolado ou, ainda, na planta de locação, que se baseia na representação da edificação no lote. Tal implantação deve apresentar os limites do terreno, os acessos à edificação, os pontos de partida para sua construção, além dos recuos e afastamentos que devem atender às exigências da legislação do Município que a construção será realizada.





Figura 1.4 - Exemplos de planta de situação e locação e cobertura Fonte: Elaborada pela autora.

O próximo desenho técnico que iremos abordar é a planta baixa. Para que você consiga entender o seu conceito, imagine que um plano de corte é criado paralelo à linha do piso, a uma altura de 1,50 m. Ao retirarmos tudo o que existe acima dessa linha e observarmos o volume restante, teremos o que será representado na planta baixa! Segundo Montenegro (2001), alguns autores defendem que a linha de corte deve passar à altura de 1,20 m e não 1,50 m do piso, pois, dessa forma, as esquadrias, como as janelas, são cortadas pelo plano horizontal e, consequentemente, representadas em planta baixa. A planta baixa também é um desenho em que o observador é posicionado de forma superior, como se fosse uma vista aérea.

Os cortes, elevações e fachadas, por sua vez, são representações nas quais o observador está disposto diante do objeto retratado. O corte é um desenho no qual é criado um plano de seção vertical que passa pela edificação. Imagine o seguinte exemplo: um plano de corte vertical é criado para separar uma residência, retirando uma das partes, assim como fizemos para a criação da planta baixa; o que resta corresponde ao que será representado em desenho. As regiões que tocam nesse plano de corte são registradas com linhas mais grossas, enquanto as que não se encostam ao plano são representadas com linhas mais finas, pois estão em vista.

As fachadas são desenhos técnicos que representam o exterior da edificação. Cada uma das fachadas deve registrar uma das faces da construção. Esse registro não é, obrigatoriamente, a





frente do edifício, pois um projeto pode ser composto pelo desenho de fachadas frontais, laterais e posteriores, que corresponde à face localizada ao fundo do lote, oposta à fachada frontal.



Por fim, as vistas em um projeto apresentam função e representação semelhantes as das fachadas. A diferença entre esses dois tipos de desenhos é que, enquanto a fachada ou elevação, como também é conhecida, registra o exterior, as vistas são utilizadas para representar o interior da edificação ou, ainda, o detalhamento de um mobiliário ou uma peça mecânica, dentre outros.





Figura 1.6 - Exemplo de vista Fonte: Elaborada pela autora.

Os detalhamentos, de modo geral, são desenhos que apresentam maior riqueza de detalhes, feitos de modo minucioso, para registrar as particularidades do projeto, facilitando, assim, seu entendimento e correta execução. Para a criação dos detalhamentos em um projeto, são utilizados desenhos como planta baixa, corte, elevação e, até mesmo, desenhos tridimensionais, para que fiquem claras todas as especificidades do projeto.

## REFLITA

Os desenhos técnicos, como os que foram apresentados anteriormente, podem ser criados tanto à mão quanto digitalmente, por meio do uso de softwares. Para a representação à mão, serão necessários instrumentos de desenho, como prancheta, régua paralela ou régua tê (T), escalímetro, esquadros, compasso, transferidor, lápis ou lapiseiras e gabaritos de desenho.

Em contrapartida, para a criação de desenhos digitais, os próprios programas de desenho assistido por computador (CAD) apresentarão ferramentas de criação e edição de formas. Independente do tipo de representação que você tenha optado por utilizar, lembre-se de que, no desenho técnico, sempre é necessário seguir as normas que iremos abordar em nossa próxima aula!



# ATIVIDADE

- Assinale a alternativa que apresente apenas tipos de desenhos classificados como desenhos técnicos.
  - a) Planta baixa, corte, elevação e croqui.
  - b) Planta baixa, implantação, corte e elevação.
  - c) Planta baixa, croqui, implantação e diagrama.
  - d) Planta baixa, diagrama, elevação e fluxograma.
  - e) Planta baixa, implantação, memorial descritivo e orçamento.



# 2. NORMAS TÉCNICAS

Para a representação gráfica em projetos, devemos seguir Normas Técnicas que orientarão a elaboração dos desenhos. Algumas pessoas apresentam certo receio ao escutarem a expressão "norma técnica", pois acreditam que essas normas são regras complexas e confusas. No decorrer desta aula, você irá perceber que o intuito das normas é, justamente, o contrário. Elas irão ajudar-nos, de forma simples, a organizar os desenhos, de modo que eles sejam legíveis às mais diferentes pessoas. Procure ir gradativamente familiarizando-se às Normas Técnicas relativas à representação de projetos. Com a prática, trabalhar de acordo com as normas será uma experiência fluída e natural.

#### 2.1 Fases do Projeto

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 6492, 1994) apresenta as etapas de um projeto arquitetônico. Quando estamos desenvolvendo um projeto, desde a sua fase inicial de conceituação das ideias, até a sua execução, seguiremos por diversos estágios de projeto. Em cada uma dessas etapas, será necessário apresentar um tipo de informação para atender às finalidades específicas daquela fase de projeto.

Por exemplo, imagine a seguinte situação: quando estamos projetando o estudo preliminar de uma residência, você acredita que devemos detalhar o tipo de revestimento que cada ambiente irá apresentar? Nada impede que o projetista identifique, no desenho, a especificação técnica dos revestimentos, porém, nesta etapa, esse tipo de informação não será relevante, pois o estudo preliminar serve como uma espécie de análise para avaliar a viabilidade do programa arquitetônico.

## 2.1.1 A Norma apresenta quatro principais fases de projeto:

- A. Programa de necessidades: esta etapa compreende a identificação das necessidades que a edificação projetada irá demandar. Antes de iniciar a fase de criação, é necessário estabelecer uma caracterização do empreendimento. Nessa etapa, são reunidos e analisados organogramas, fluxogramas, quadro de necessidades e legislações, como código de obra e normas de bombeiros.
- B. Estudo preliminar: esta etapa apresenta o estudo de viabilidade do partido arquitetônico, o qual será adotado para a apresentação ao cliente. Nessa etapa, são exibidos plantas, cortes e fachadas, bem como memorial justificativo, perspectivas e



maquetes. Nestas peças gráficas, é essencial representar elementos como níveis e medidas principais, áreas, acessos, topografia, orientação e sistema estrutural, mesmo que de forma esquemática.

- C. Anteprojeto: esta etapa consiste na definição do partido arquitetônico após a aprovação da proposta pelo cliente e pelos órgãos fiscalizadores responsáveis, como a prefeitura do Município. Nessa etapa, são apresentadas planta de situação, planta baixa, cortes, fachadas, memorial justificativo, quadros de acabamentos, discriminação técnica, bem como lista preliminar de materiais e documentos necessários para a aprovação em órgãos públicos. Além dos elementos representados no estudo preliminar, o anteprojeto deve contar com eixos e coordenadas, descrição de materiais e indicação de medidas de modo mais detalhado.
- D. Projeto executivo: como o próprio nome indica, esta fase corresponde à criação de peças gráficas que irão atuar diretamente na execução do projeto. Os desenhos criados nessa etapa serão disponibilizados na obra para que ela seja corretamente executada, conforme o planejado. Aqui, são apresentados locação, plantas, cortes, fachadas, detalhamentos, discriminação técnica, quadro de acabamentos, especificações, lista de materiais, quadro de áreas e orçamento. Além de todos os elementos representados no anteprojeto, o projeto executivo deve apresentar detalhes construtivos e quantitativos de materiais.

## REFLITA

Cada etapa do projeto tem suas particularidades e sua relevância no processo como um todo. Dentre as fases de projeto que apresentamos anteriormente, qual você acredita ser a mais complexa? Você acha que o nível de detalhamento a ser apresentado na etapa influencia diretamente no grau de complexidade da fase?

## 2.2 Conteúdo dos Desenhos

Dando continuidade em nossos estudos, vamos, agora, abordar o conteúdo que cada tipo de desenho deve apresentar. Segundo a ABNT (NBR 6492, 1994), os projetos devem ser constituídos por peças gráficas e peças escritas. Na categoria peças gráficas, iremos encontrar plantas, cortes,



fachadas, elevações, detalhes e escalas. No grupo de peças escritas, estão o programa de necessidades, memorial justificativo, discriminação técnica, especificação, lista de materiais e orçamento, ou seja, os textos que complementam os desenhos de projeto.

A Norma traz, também, disposições a respeito dos tipos de informações que cada desenho que compõe o conjunto de peças gráficas de um projeto deve apresentar. A seguir, listamos algumas dessas exigências, mas lembre-se, sempre, que cada etapa irá exigir um nível de informações. Quanto mais próxima a etapa estiver da fase de execução da obra, maior será o grau de detalhamento de seu conteúdo.

- A. **Planta de situação:** deve apresentar simbologias de representação gráfica, curvas de níveis existentes e projetadas, vias de acesso, indicação do norte, escala e carimbo.
- B. Planta de locação: deve apresentar simbologias de representação gráfica, curvas de níveis existentes e projetadas, indicação dos limites externos das edificações e seus afastamentos em relação ao lote, indicação de norte, escala e carimbo.
- C. **Plantas:** deve apresentar simbologias de representação gráfica, indicação de cotas, indicação de níveis, denominação e área de ambientes, marcação de cortes e fachadas, indicação de norte, escala e carimbo.
- D. Cortes: deve apresentar simbologias de representação gráfica, indicação de cotas verticais, indicação de níveis, denominação dos ambientes, representação e caracterização de elementos, como cobertura, circulações verticais, forros, fechamentos e outros, escala e carimbo.
- E. **Fachadas:** deve apresentar simbologias de representação gráfica, indicação de materiais, escala e carimbo.
- F. Ampliações: para detalhamentos de áreas específicas do projeto arquitetônico, é possível criar desenhos em planta, corte ou fachada, seguindo os respectivos critérios de representação de cada uma dessas peças gráficas.
- G. Elevações internas: para detalhamento de regiões internas no projeto, como a paginação de uma parede com revestimentos, a partir da qual é possível criar elevações internas, que devem seguir os critérios de representação de fachadas.



H. Detalhes construtivos: alguns projetos irão exigir a representação de detalhes construtivos para que sejam executados corretamente. Neste tipo de desenho, é necessário apresentar simbologias de representação gráficas, eixos de projeto, sistema estrutural, indicação de cotas e níveis em osso e acabado, indicação de fixação de peças, indicação de materiais, marcação de cortes e elevação, escala e carimbo.

#### 2.3 Escalas

Como vimos anteriormente, todos os desenhos técnicos devem apresentar escala, mas você sabe o que é a escala de um projeto? O que significa aquele valor que vem logo após o texto "escala"?

Quando estamos representando um objeto do mundo real no papel, não iremos reproduzi-lo em seu tamanho natural. Isso significa que, ao desenhar uma casa, por exemplo, não conseguiremos representar, em um corte, três metros de altura, fazendo um traçado com três metros. Registrar o real em seu tamanho natural torna inviável a produção do desenho, e isso vale para a situação contrária; imagine desenhar uma peça mecânica repleta de detalhes e que apresenta apenas dois centímetros de altura. Para conseguir reproduzir todas as minúcias da peça, seria necessário desenhá-la de forma ampliada.

Para permitir esta ampliação ou redução do tamanho real do objeto, mantendo uma proporção, utilizamos a escala. Por meio da escala, estabelecemos uma relação entre as dimensões do objeto em sua verdadeira grandeza e a apresentada no desenho.

Em um desenho técnico à mão, você pode contar com uma ferramenta chamada escalímetro. Essa espécie de régua graduada apresenta as medidas já convertidas para a escala desejada, por exemplo, para desenhar um metro na escala 1:50, basta utilizar o lado do escalímetro com a indicação 1:50 e marcar o valor correspondente a um metro. No desenho técnico auxiliado por computador, a modelagem e criação do projeto devem ser feitas na escala 1:1, ou seja, para representar um metro, você deverá desenhar, em sua tela, uma linha de um metro. A conversão para a escala desejada deve ser feita apenas no momento de criação de pranchas e impressão, assunto que iremos abordar de modo mais detalhado na Unidade II.

A representação de uma escala no projeto pode ser feita por meio de texto, por exemplo: Escala 1:50 ou Escala 1/50 (lê-se "escala um para cinquenta); ou, ainda, por meio da escala gráfica, a qual consiste em um desenho que indica quantas unidades equivalem cada trecho do desenho. Observe o exemplo a seguir.





Figura 1.7 - Exemplo de escala gráfica e escala numérica Fonte: Elaborada pela autora.

Para desenhos muito pequenos, como o exemplo de peça mecânica que apresentamos, iremos utilizar uma escala de ampliação, que irá representar o objeto maior do que ele é no real. A escala de ampliação é caracterizada como: Escala X:1, sendo que X deve ser maior que 1. Um exemplo de escala de ampliação é: Escala 5:1. Isso significa que o conjunto de 5 unidades do desenho representa o equivalente a 1 unidade do objeto real, ou seja, o objeto real está ampliado em 5 vezes.

Em projetos arquitetônicos, o mais usual é utilizar a escala de redução, pois trabalhamos com objetos de grandes dimensões, quando comparados com o tamanho de uma folha de papel. A escala de redução é caracterizada como: Escala 1:X, sendo que X deve ser maior que 1. Um exemplo de escala de redução é: Escala 1:20, isso significa que 1 unidade do desenho representa o equivalente a 20 unidades do real. Por exemplo, se desenhamos 5 centímetros no papel, estamos representando 100 centímetros do objeto real.

Segundo a ABNT (NBR 6492: 1994), as escalas mais usuais para a representação de desenhos técnicos são: 1/2, 1/5, 1/10, 1/20, 1/25, 1/50, 1/75, 1/100, 1/200, 1/250 e 1/500. A escolha da escala deve ser feita de acordo com o tipo de projeto e detalhamentos, por exemplo, irão exigir escalas 1/5, 1/10 e 1/20, dependendo do grau de informações. Para a representação de plantas, cortes e fachadas, o mais usual é utilizarmos escala 1/50, 1/75 e 1/100, variando conforme o tamanho do projeto.



Ao representar planta baixa, corte e fachada de uma mesma edificação, procure aplicar uma única escala a essas três peças gráficas. Embora não seja uma exigência da Norma, trabalhar com a mesma escala para esses três desenhos irá permitir sua leitura e compreensão rápida.

## 2.4 Linhas

Outro aspecto muito importante ao qual devemos estar atentos durante a criação dos desenhos são os tipos de linha que iremos utilizar! Segundo Ching (2011), cada tipo de linha irá exercer uma função no desenho, por isso, não podemos escolher, de modo aleatório, as espessuras e tipologias das linhas.

Independentemente do tipo de linha utilizada, todas devem sempre ser representadas de forma firme e constante em sua extensão (devemos evitar a variação de espessura em um mesmo segmento de reta) no desenho à mão; procure sempre utilizar um único traço para representar uma linha. Quando traçamos a linha de modo "picado", o resultado é um desenho com diversos riscos curtos e sobrepostos, o que não proporciona o desenho homogêneo que se espera. No encontro de duas retas, as linhas devem encostar-se com clareza; evite criar linhas cruzadas desproporcionais ao tamanho do desenho.

As linhas utilizadas no desenho técnico dividem-se conforme seu peso e tipo. O peso da linha faz referência a sua espessura. Quanto mais distante está o objeto, mais fina deve ser a linha para a sua representação, enquanto os objetos em primeiro plano ou em corte devem ser representados com linhas mais grossas.

Com relação ao tipo, as linhas podem ser classificadas em contínuas, tracejadas, pontilhadas e traço e ponto. A ABNT (NBR 6492, 1994) apresenta a seguinte caracterização das linhas:

A. Linhas contínuas: podem ser utilizadas para representação de linhas de contornos, linhas internas, linhas de cotas, linhas auxiliares para construção do desenho, linhas de indicação e chamada. O peso de cada linha irá variar conforme a sua função.



- B. Linhas tracejadas: podem ser utilizadas para representação de linhas situadas além do plano do desenho, por exemplo, para indicar uma região que está oculta por uma face no desenho.
- C. Linhas traço e dois pontos: podem ser utilizadas para representação de projeção, como para indicar a projeção de uma cobertura em um desenho de planta baixa.
- D. Linhas traço e ponto: podem ser utilizadas para a representação de eixos e coordenadas do desenho, bem como para representação de planos de seção no desenho (cortes).
- E. Linhas de interrupção: podem ser utilizadas para representação de interrupção no desenho. Um exemplo de aplicação dessas linhas acontece quando precisamos desenhar o corte de um prédio com vários pavimentos, com a mesma configuração. Dessa forma, representamos, em corte, os primeiros pavimentos, utilizamos a linha de interrupção e damos continuidade ao desenho representando apenas os últimos pavimentos.

Cada um desses tipos de linhas, além de funções distintas, apresenta configuração formal diversa. Observe, na figura a seguir, a representação de cada uma delas.



Figura 1.8 - Exemplos de tipos de linhas Fonte: Elaborada pela autora.



Você percebeu que, apesar de algumas dessas linhas serem parecidas, estas são utilizadas em momentos distintos? Lembre-se sempre de verificar a função de cada uma delas, antes de iniciar o processo de representação! A leitura do desenho técnico é totalmente influenciada pelo tipo de linha empregado.

## 2.5 Indicações

Como discutimos anteriormente, cada tipo de desenho técnico exigirá elementos gráficos, como a indicação de norte, linhas de chamada, cotas de nível e, assim, por diante. A ABNT (NBR 6492, 1994) traz orientações a respeito dos tipos de indicações presentes em um desenho técnico. A seguir, listamos as principais indicações de elementos que serão encontrados no desenho técnico.

- A. Norte: a simbologia de norte deve ser apresentada em desenhos como plantas de implantação, de locação e planta baixa. O sentido do norte deve ser indicado por meio de uma seta e a letra N ou, ainda, a palavra NORTE.
- B. Chamadas: as linhas de chamadas são utilizadas em um projeto para fazer indicações como materiais e detalhes construtivos. Esse tipo de linha pode ser utilizado tanto em plantas quanto em cortes, elevações, vistas, implantações, enfim, todas as peças gráficas que necessitarem de informações adicionais.
- C. Acessos: em desenhos como plantas de implantação e de locação, devemos apresentar os acessos à edificação. Esse acesso pode ser indicado como uma flecha apontando para o interior do terreno. Também é possível diferenciar os tipos de acesso indicando: ACESSO PEDESTRES e ACESSO VEÍCULOS, para criar uma setorização.
- D. Sentido de escadas e rampas: quando representadas em planta baixa, tanto escadas quanto rampas devem apresentar uma flecha com o sentido ascendente, ou seja, "subindo" pela escada ou pela rampa. Na representação de escadas, também indicase, usualmente, a numeração dos degraus, enquanto, nas rampas, é necessário indicar sua inclinação.
- E. Inclinação de telhados: nas plantas de cobertura, devemos indicar o sentido de inclinação do telhado (por meio de flechas ou um triângulo) e seu valor em porcentagem.



F. **Cotas de nível:** as cotas de nível devem ser representadas tanto em plantas quanto em cortes.

A representação das cotas de nível irá variar conforme o tipo de desenho no qual está inserida. Observe, na figura a seguir, como se comporta esta simbologia em duas situações, em planta baixa e em corte.



Figura 1.9 - Exemplo de indicação de cota de desnível Fonte: Elaborada pela autora.

G. Marcação de cortes: em plantas baixas, devemos indicar a linha de corte e o seu sentido de visualização. Além dessas informações, é necessário informar o nome do corte, por exemplo, corte AA, corte BB e, assim, por diante. Observe, a seguir, um exemplo de indicação de corte.





Figura 1.10 - Exemplos de indicação de corte Fonte: Elaborada pela autora.

- H. Marcação de detalhes: assim como o desenho de corte, os desenhos de detalhamentos devem ser indicados em suas respectivas origens. Por exemplo, para criar um detalhamento de uma esquadria, devemos apontar a qual região pertence tal detalhe.
- I. Títulos de desenhos: todas as peças gráficas de projeto devem apresentar um título. Esse título faz referência ao tipo de desenho e deve ser acompanhado pela especificação de escala na qual o projeto é apresentado. Observe, a seguir, um exemplo de título de desenho.





Figura 1.11 - Exemplo de título de desenho Fonte: Elaborada pela autora.

- J. Fachadas e elevações: nas plantas baixas, devemos indicar as fachadas e elevações. Dessa forma, ficará claro qual desenho corresponde a cada uma das faces do projeto.
- K. Portas e esquadrias: para especificar as portas e esquadrias de projeto, utilizamos a tabela de esquadrias. Na tabela, você deverá informar dados como a quantidade de portas e janelas em cada modelo, dimensões gerais, materiais, dentre outros. Cada porta e janela deve ter um código, como se fosse um nome, para que você consiga identificar cada uma delas. Usualmente, aplicamos J1, J2, J3... para janelas e P1, P2, P3.... para portas. Esse código deve aparecer em planta baixa próximo a sua respectiva porta ou janela; dessa forma, conseguimos distinguir cada uma delas.

## REFLITA

As indicações que apresentamos na aula de hoje devem seguir convenções e normas para a sua representação de forma correta. O tamanho de cada simbologia, assim como o peso de suas linhas, deve seguir um padrão normatizado.

Para criar desenhos à mão, você deverá desenhar esses símbolos um a um, utilizando utensílios como régua, compasso e gabaritos. No desenho auxiliado por computador, é possível criar uma biblioteca de blocos. Iremos abordar esse conteúdo de forma mais profunda na Unidade II, mas, desde já, saiba que é possível criar modelos de simbologias para utilizar o mesmo padrão em todos os seus projetos!



# ATIVIDADE

- 2) A parede de uma residência apresenta, no real, a largura de 5 metros. Quando representada nas escalas 1:20, 1:50 e 1:100, ela apresentará, respectivamente, as seguintes dimensões:
  - a) 2,5 m, 10 m e 1 m.
  - b) 25 cm, 10 cm e 5 cm.
  - c) 20 cm, 10 cm e 1 cm.
  - d) 25 cm, 10 cm e 2 cm.
  - e) 20 cm, 5 cm e 1 cm.



## 3. NOÇÕES INICIAIS SOBRE O DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR

Como mencionamos anteriormente, discutiremos fundamentos de desenho auxiliado por computador por meio do software AutoCAD. O nosso objetivo, nesta disciplina, não será aprofundarmo-nos de forma minuciosa nas possibilidades que esse programa oferece, mas analisar seus principais comandos e ferramentas de desenho auxiliado por computador 2D para a criação de desenhos técnicos.

Para que você consiga desenvolver seus estudos e acompanhar cada etapa, sugerimos que, no decorrer das aulas, você trabalhe e teste os comandos conforme estes são apresentados. Combinar a leitura do material teórico com a ação prática irá permitir que você assimile, de forma mais rápida, o funcionamento do AutoCAD.

#### **3.1 Primeiras Etapas**

O primeiro passo para que você consiga trabalhar com o AutoCAD é instalá-lo em um computador. Acessando o site da Autodesk, é possível encontrar pacotes de assinatura do AutoCAD ou, ainda, versões gratuitas para teste e para estudantes. Neste momento inicial, sugerimos que você faça o download e instalação da versão AutoCAD para estudantes. Apesar das limitações que essa versão apresenta, ainda é suficiente para que você teste os comandos que iremos aprender, bem como avalie se o programa é adequado ou não às suas necessidades.

Ao escolher uma das versões do AutoCAD para instalação, será necessário selecionar um idioma. No Brasil, são utilizados o AutoCAD em português e inglês. Embora o nosso idioma seja português, essa versão é a menos utilizada em nosso país, pois os comandos apresentam traduções muito literais. Em nossa disciplina, iremos trabalhar com a versão AutoCAD inglês, pois esta é a mais comum no meio profissional, porém, caso sinta-se mais confortável, você pode, sim, instalar a versão AutoCAD português. A interface do programa não irá mudar conforme o idioma; a única modificação notada será no nome dos comandos, assim como seus atalhos de teclado.

Após fazer o download da versão escolhida, basta seguir os passos que irão surgir na tela do computador para realizar a instalação do programa. O processo de instalação é rápido e intuitivo. Para operar o AutoCAD, você irá utilizar o teclado do computador e o mouse.

O teclado será aplicado para ativar atalhos de comandos e outras funções. A tecla ESC tem, como papel, cancelar um comando ou seleção de objeto, enquanto as teclas *ENTER* e ESPAÇO têm a mesma função: confirmar um comando.



No mouse, também iremos perceber que cada um dos botões apresenta um emprego. O botão esquerdo é utilizado para entrada de coordenadas, escolha de pontos e seleção de objetos. Já o botão direito é aplicado para criar janela para escolhas de ações (BALDAM; COSTA, 2008). Alguns mouses apresentam o botão *Scroll* que, no AutoCAD, exercerá a função de *Zoom* e *Pan*.

## FIQUE POR DENTRO

Para saber mais sobre o site da Autodesk, com pacotes de assinatura do AutoCAD para que você teste os comandos que iremos aprender e avalie se o programa é adequado ou não às suas necessidades, acesse: <a href="https://www.autodesk.com.br/>https://

## **3.2 Primeiros Comandos**

Após realizar a instalação do programa, vamos analisar os primeiros comandos no AutoCAD.

Para iniciá-lo, basta dar um duplo clique com o botão esquerdo sobre o atalho *final*, que será criado em sua Área de Trabalho. O processo de iniciação do AutoCAD é mais demorado que os programas do pacote *Office*, por exemplo. Aguarde que o software seja totalmente iniciado; a imagem que irá surgir, em seu computador, será semelhante ao exemplo a seguir.



Figura 1.12 - Tela padrão inicial do AutoCAD Fonte: Elaborada pela autora.





Clique, com o botão esquerdo, sobre o ícone **de la companya**, localizado no canto superior esquerdo, para exibir a caixa de opções, como ilustra a figura a seguir:

A. 🗅 🖻 🕸 🔻	Au	todesk AutoC
		٩,
6) E	Recent Documents	
New 1	By Ordered List 👻 🛅 👻	
~	🚰 Floor Plan Sample.dwg	-[=1
Open 🕨	Data Extraction and Multileaders Sample.dwg	-1
DWG Convert	Sample.dwg	-1
Recover +		
	Exit Autodesk Auto	CAD 2018

Figura 1.13 - Opções de iniciar desenho Fonte: Elaborada pela autora.

O programa apresentará duas principais opções que iremos trabalhar, neste primeiro momento:

- New: para criar novos arquivos. Ao selecionar esta opção, o AutoCAD irá exibir uma lista de *templates*, para que o usuário escolha um. Os *templates* são modelos de arquivo que apresentam configurações predeterminadas, que facilitam a criação dos desenhos. Os *templates* mais utilizados são o "acadiso" e "acadiso3D", os quais estão configurados no sistema métrico e podem ser aplicados, respectivamente, em desenhos 2D e desenhos 3D.
- *Open*: para abrir arquivos previamente criados e salvos.

Ao criar um novo arquivo, a tela do computador irá exibir uma imagem semelhante a da figura a seguir. Em vermelho, está delimitada a Área de Trabalho do AutoCAD; é nesta região, dentro do ambiente Model, que você criará seus projetos.





Figura 1.14 - Tela do AutoCAD no ambiente *Model* Fonte: Elaborada pela autora.

Repare que, na parte inferior da Área de Trabalho, há uma linha na qual é possível ler a seguinte mensagem: *"Type a command"*. Esta caixa corresponde à Linha de Comandos do AutoCAD; é nesse local que você irá "comunicar-se" com o programa, informando os dados que forem solicitados por ele.

Para salvar um novo projeto, basta clicar, com o botão esquerdo, sobre o ícone e, em seguida, escolher entre *Save* ou *Save As* para, respectivamente, Salvar ou Salvar Como.

Precisamos estar atentos à versão selecionada ao salvarmos o arquivo. O AutoCAD não consegue abrir arquivos salvos em versões posteriores, apenas versões anteriores ou iguais a que o usuário está utilizando. Por exemplo, um projeto que foi salvo na versão AutoCAD 2018 não poderá ser executado no AutoCAD 2010. Lembre-se, sempre, deste ponto e procure trabalhar com as versões mais recentes do programa.

Para evitar problemas de compatibilidade de versões do programa, configure o AutoCAD para que este realize salvamento automático na versão AutoCAD 2000. Para isso, clique, com o botão direito do cursor do mouse, sobre a Área de Trabalho e escolha a opção "*Options*". Na caixa de diálogo exibida, selecione a aba "*Open and Save*"; neste local, estão reunidos os parâmetros necessários para a configuração de salvamento automático.



No campo "*File Save*" selecione *Save As* > AutoCAD 2000/LT2000 DXF (\*dxf). Em seguida, clique sobre o botão "*Apply*" para aplicar as modificações, e o botão "OK" para confirmar.

## 3.3 Comandos de criação de objeto

Na parte superior da tela do AutoCAD, você notará que existem diversos ícones que representam ferramentas no programa. A barra que reúne tais ícones é denominada menu *Ribbon*, conforme você altera entre as opções disponíveis (*Home, Insert, Annotate, Parametric, View, Manage, Output, Add-ins*, A360, *Express Tools* e *Featured Apps*), a *Ribbon* também irá adquirir nova configuração, exibindo diferentes comandos.

Para criar objetos, iremos manter selecionada a *Ribbon Home*. As ferramentas de criação estão concentradas no painel *Draw*, conforme ilustra a figura a seguir:



Figura 1.15 - Painel de criação de objetos

Fonte: Elaborada pela autora.

Vamos analisar, separadamente, qual a função de cada comando e o modo de interação que ele apresenta:

1. *Line*: o comando *Line* é uma das formas básicas de criação de objeto. Por meio dele, é possível criar segmentos de reta. Cada segmento é uma entidade isolada.

Interação com o comando: após ativar o comando *Line*, o programa irá solicitar que você indique o primeiro ponto. Clique, sobre a Área de Trabalho, para informar o



ponto inicial e, em seguida, dê sequência à indicação dos pontos que irão formar o objeto. Ao finalizar, digite tecla *ENTER*.

2. *Polyline*: o comando *Polyline* é semelhante ao *Line*, porém o resultado obtido com esse comando são linhas que atuam como uma única entidade, ou seja, os segmentos de reta irão comportar-se como um único objeto.

Interação com o comando: após ativar o comando *Polyline*, o programa solicitará que você indique o primeiro ponto. O modo de interação com o *Polyline* é semelhante ao apresentado com o comando *Line*.

 Circle: o comando Circle permite a criação de círculos. Ele apresenta seis diferentes opções de comando: centro e raio; centro e diâmetro; dois pontos; três pontos; Tan, Tan e raio; Tan, Tan, Tan.

Interação com o comando: após selecionar uma das opções, o AutoCAD irá solicitar que você indique um ponto, que irá variar conforme a opção de comando escolhida. Leia sempre atentamente a mensagem que o programa irá exibir; é por meio dessa mensagem que você saberá qual ponto deve informar.

4. Arc: o comando Arc permite a criação de arcos. Ele apresenta onze diferentes opções de comando: três pontos; início, centro e fim; início, centro e ângulo; início, centro e comprimento; início, fim e ângulo; início, fim e direção; início, fim e raio; centro, início e fim; centro, início e ângulo; centro, início e comprimento; continuar arco.

Interação com o comando: após selecionar uma das opções, assim como ocorre com o comando *Circle*, o AutoCAD irá solicitar que você indique um ponto, de acordo com a opção selecionada.

 Rectangle/Polygon: neste ícone, é possível selecionar dois comandos, o Rectangle e o Polygon, bastando clicar sobre a seta localizada à direita do ícone para alternar entre as duas opções.

O comando *Rectangle* permite a criação de figuras com quatro lados, que serão formadas por quatro *Polylines*, ou seja, linhas que irão comportar-se como um único objeto.

Interação com o comando: após selecionar o comando *Rectangle*, clique, sobre a Área de Trabalho, para informar o ponto inicial do retângulo e, em seguida, clique em outro ponto para determinar o vértice oposto desta figura. Também é possível



criar retângulos modificados dentro desse mesmo comando. O AutoCAD apresenta a opção de criar retângulos com chanfros, com elevação (percebida em 3D), cantos arredondados e extrusão (percebida em 3D).

O comando *Polygon* permite a criação de polígonos regulares, ou seja, com todos seus lados iguais, de 3 a 1.024 lados.

Interação com o comando: após selecionar o comando *Polygon*, o AutoCAD perguntará quantos lados você deseja que seu polígono apresente. Digite o valor na Linha de Comandos e, em seguida, digite tecla *ENTER*. O próximo passo será informar o centro do polígono; clique, na Área de Trabalho, para selecionar um ponto. A partir dessa seleção, o programa irá apresentar duas opções de comando: *inscribed in circle* e *circumscribed in circle*. Tal informação irá definir a forma de criação do polígono, se ele será criado como se estivesse inscrito em um círculo (dentro do círculo) ou circunscrito ao círculo (o círculo está dentro do polígono).

Após selecionar uma das opções, digite o valor do raio do círculo e, em seguida, a tecla *ENTER*. Atenção: este comando gera apenas um polígono; ele não cria o círculo junto com o polígono. Trata-se, apenas, de uma figura de apoio à construção do objeto.

6. Ellipse: o comando Ellipse permite a criação de elipses e arcos elípticos. Diferente dos círculos, as elipses não apresentam raio, mas sim duas distâncias de eixo. O Ellipse apresenta três opções de comando: centro; ponto final do eixo; arco elíptico.

Interação com o comando: após a seleção de uma das opções, o AutoCAD irá solicitar que você indique pontos, de acordo com a opção selecionada.

 Hatch: o comando Hatch permite criar hachuras e gradientes associados aos objetos que formam limites. Na Unidade II, iremos retomar o conceito de hachuras e seu papel no desenho técnico.

Interação com o comando: após a seleção do comando *Hatch* ou *Gradient*, selecione o objeto ao qual você deseja aplicar a hachura ou gradiente. A seleção pode ser realizada por meio de um clique interno ao limite a ser hachurado ou, então, clicando sobre o objeto. O comando *Hatch*, quando ativo, apresenta uma *Ribbon* específica, conforme ilustra a figura a seguir:





Figura 1.16 - *Ribbon* de edição de hachura Fonte: Elaborada pela autora.

Cada um dos parâmetros apresentados nesta *Ribbon* permite que o usuário realize configurações, de modo a criar hachuras personalizadas. Vamos analisar cada um desses campos:

- A. Tipo de seleção: permite a escolha do tipo de seleção da área a ser hachurada, que pode ser feita por ponto interno ou por seleção de objeto.
- B. **Tipo de hachura:** permite a escolha do estilo de hachura desejado.
- C. Propriedades: permite modificações na propriedade da hachura.
- D. Ponto de origem: define o ponto de origem da hachura.
- E. **Associação:** define se uma hachura será um objeto associado ou não, ou seja, se ela será atualizada ou não, conforme os limites são modificados.
- F. **Anotação:** define se uma hachura será um objeto de anotação ou não, ou seja, se sua escala irá mudar ou não, de acordo com a configuração de anotação.
- G. Corresponder propriedades: copia as configurações de uma hachura existente.
- H. Fechar editor de hachura: fecha o editor de hachuras.


Estas são as principais ferramentas que o AutoCAD irá fornecer para a criação de objetos. Treine as interações com tais comandos e lembre-se, sempre, de analisar quais dados o programa está "pedindo" para que você informe. O AutoCAD é um software de uso intuitivo, porém, para a sua utilização correta, é necessário estar atento(a) às formas de interação usuário-comando.



# ATIVIDADE

- 3) O AutoCAD apresenta um comando exclusivo para a criação de hachuras no desenho. Sobre o comando *HATCH*, assinale a alternativa CORRETA.
  - a) A seleção da área a ser hachurada deve ser feita por meio de seleção de objetos.
  - b) O ponto de origem da hachura pode ser modificado pelo usuário.
  - c) A escala da hachura não pode ser modificada pelo usuário.
  - d) O comando *Hatch* está localizado no painel *Modify* da *Ribbon Home*.
  - e) Quando o objeto hachurado tem seu limite modificado, é necessário apagar a hachura e criar uma nova, para que ela se adeque à nova forma.



# 4. COMANDOS DE EDIÇÃO E MODIFICAÇÃO DO OBJETO

Ao criarmos formas no desenho auxiliado por computador 2D, na maioria das vezes, apenas o comando de criação não é o suficiente para obtermos o resultado final desejado. As ferramentas de edição e modificação do objeto auxiliam-nos a transformar as formas de maneira rápida e prática, para conseguirmos atingir nossos objetivos projetuais.

A seguir, iremos trabalhar diversos comandos de modificação do objeto. No processo projetual, eles não irão atuar de forma isolada, pois sempre estarão acompanhados de outras ferramentas. Em um primeiro momento, pode parecer um pouco complexa a forma de interação com tais comandos, por isso, crie um arquivo no programa AutoCAD e, a cada ferramenta apresentada, siga o passo a passo de comunicação com o software. Teste a ação dos comandos sobre as formas e verifique sua aplicabilidade. Com a prática, será cada vez mais fácil selecionar qual o comando indicado para cada situação.

#### 4.1 Seleção de Objetos

Antes de iniciarmos o estudo dos comandos de modificação, devemos compreender as opções de seleção de objetos. O AutoCAD apresenta mais de uma forma de selecionar as figuras presentes na Área de Trabalho e, praticamente, todos os comandos de modificação solicitarão que o usuário selecione o objeto que deseja aplicar na edição.

O AutoCAD possui diversas formas de seleção de objeto, porém iremos focar apenas nas maneiras mais usuais de seleção. Na prática de projeto, iremos trabalhar, constantemente, com o clique sobre o objeto e a seleção do tipo *box*.

A opção de clicar sobre a linha do objeto consiste em, por meio do cursor do mouse, dar um clique simples com o botão esquerdo sobre uma linha que forme o objeto que você deseja selecionar.

A segunda opção baseia-se em criar uma caixa de seleção com o cursor do mouse, por meio de um clique com o botão esquerdo sobre a Área de Trabalho, arrastar o cursor para formar a caixa de seleção e, depois, um segundo clique para finalizar. Esse é o modo mais prático e comum para a seleção dos objetos, porém o sentido que o usuário realiza na movimentação do mouse influenciará no que será selecionado. Por isso, é necessária muita atenção!

Ao selecionar os pontos da direita para a esquerda, a caixa formada será VERDE e esta selecionará os objetos que cruzam ou estão totalmente contidos na caixa. Observe o exemplo na figura a seguir:





Figura 1.17 - Caixa de seleção verde Fonte: Elaborada pela autora.

Ao selecionar os pontos da esquerda para a direita, a caixa formada será AZUL e os objetos selecionados serão apenas aqueles que estiverem integralmente contidos na caixa. Observe o exemplo na figura a seguir:



Figura 1.18 - Caixa de seleção azul Fonte: Elaborada pela autora.



Como você pode observar, o tipo de seleção realizada irá variar conforme o sentido adotado para a criação da caixa de seleção. Essa diferença irá influenciar no momento da representação do projeto; utilize cada uma das formas de seleção, conforme a necessidade de selecionar apenas alguns ou todos os elementos representados.

#### 4.2 Modificação de Objetos

Para a modificação e edição de objetos, utilizaremos as ferramentas localizadas no painel *Modify*, da *Ribbon Home*, conforme ilustra a figura a seguir:



Figura 1.19 - Ferramentas de modificação de objetos Fonte: Elaborada pela autora.

Vamos analisar individualmente cada um desses comandos:

1. *Move*: permite a movimentação de objetos selecionados.

Interação com o comando: após ativar o *Move*, o programa solicitará que o usuário selecione o(s) objeto(s) que deseja mover na Área de Trabalho. Utilize um dos métodos de seleção que abordamos anteriormente e, em seguida, digite tecla *ENTER*, para confirmar a seleção. O próximo passo será indicar, ao AutoCAD, qual o *base point*, ou seja, o ponto base para a movimentação do objeto. Clique sobre o ponto desejado e, em seguida, com o cursor do mouse, movimente o objeto até a sua nova localização.



2. Rotate: permite a rotação de objetos selecionados.

Interação com o comando: após ativar o *Rotate*, o programa solicitará que você informe o(s) objeto(s) que deseja rotacionar. Após finalizar a seleção, digite tecla *ENTER*, para confirmar e, em seguida, especifique o ponto base – será a partir desse ponto que o objeto irá rotacionar. A partir disso, é possível escolher a rotação do objeto tanto movimentando o cursor do mouse quanto digitando o valor do ângulo de rotação, seguido da tecla *ENTER*.

 Trim/Extend: o comando Trim permite aparar objetos, enquanto o comando Extend permite que segmentos de retas sejam estendidos até um limite. Para alternar entre essas duas opções de comando, basta clicar na seta localizada ao lado direito do ícone.

Interação com o comando *Trim*: após ativá-lo, o AutoCAD irá solicitar, ao usuário, que indique uma linha de corte; essa linha será o limite para aparar o objeto. Confirme a seleção com a tecla *ENTER* e, em seguida, selecione o trecho em que deseja aplicar o *Trim*. Observe o exemplo na figura a seguir:



Figura 1.20 - Exemplo de aplicação do *Trim* Fonte: Elaborada pela autora.



Interação com o comando *Extend*: após ativá-lo, o AutoCAD irá solicitar, ao usuário, que indique uma linha de limite de extensão; essa linha definirá até onde os objetos serão estendidos. Confirme a seleção com a tecla *ENTER* e, em seguida, selecione os objetos ou linhas que deseja que sejam estendidos.

4. *Erase*: permite apagar objetos.

Interação com o comando: após ativá-lo, basta selecionar o(s) objeto(s) que deseja apagar e, em seguida, confirmar a seleção, digitando tecla *ENTER*. O AutoCAD permite, também, que o usuário utilize a tecla *DELETE* como função "apagar". Para isso, selecione o objeto que deseja excluir e, em seguida, digite tecla *DELETE*.

5. Copy: permite criar cópia de objetos selecionados.

Interação com o comando: após ativá-lo, o usuário deverá selecionar o(s) objeto(s) que deseja copiar, digitando tecla *ENTER*, para confirmar essa seleção. Em seguida, o AutoCAD irá solicitar a indicação do ponto base; selecione um ponto para ser a base da cópia gerada. Na sequência, basta movimentar o cursor do mouse e clicar sobre a Área de Trabalho para criar cópia do objeto inicial. O comando *Copy* gera inúmeras cópias. A cada clique sobre a Área de Trabalho, será gerada uma cópia. Para finalizar o comando, digite tecla *ESC*.

6. *Mirror*: permite criar uma cópia espelhada dos objetos selecionados.

Interação com o comando: após ativá-lo, selecione o(s) objeto(s) que deseja espelhar e confirme a seleção digitando tecla *ENTER*. Em seguida, o AutoCAD irá solicitar que você indique o primeiro ponto da linha de espelhamento – esse ponto representa o ponto fixo ao qual o objeto será espelhado. Na sequência, informe o segundo ponto da linha de espelhamento, no qual será definido o local em que a cópia espelhada será gerada.

O programa irá exibir a seguinte mensagem: *Erase source objects?* Digite Y+tecla *ENTER* para apagar o objeto de origem ou N+tecla *ENTER* para manter o objeto de origem. Observe, na figura a seguir, um exemplo de cópia espelhada:





Figura 1.21 - A linha tracejada corresponde à linha de espelhamento Fonte: Elaborada pela autora.

 Fillet/Chamfer: o comando Fillet permite criar cantos arredondados entre duas linhas, e o comando Chamfer permite criar cantos chanfrados entre duas linhas. Para alternar entre esses dois comandos, basta clicar sobre a seta localizada ao lado do ícone.

Interação com o comando *Fillet*: após ativá-lo, digite R+tecla *ENTER* para determinar o valor do raio do canto arredondado que você deseja criar no objeto. Em seguida, digite o valor + tecla *ENTER*. O próximo passo é selecionar as duas linhas que irão receber essa modificação. Fique atento ao valor que você irá informar como raio, pois ele deve ser coerente com as dimensões dos segmentos de reta que você está trabalhando. Por exemplo, imagine a seguinte situação: você desenhou um quadrado com lado de um metro e resolve aplicar o comando *Fillet* com o raio de cinco metros. O AutoCAD não conseguirá concluir o comando e exibirá a seguinte mensagem: *\*Invalid\* Fillet Radius is too large*, informando que o valor aplicado é muito grande para o objeto selecionado.

Interação com o comando *Chamfer*: após ativá-lo, digite D+tecla *ENTER* para determinar o valor do chanfro que você deseja criar no objeto. Em seguida, digite o valor + tecla *ENTER* e selecione as duas linhas que irão receber essa modificação.



Assim como no comando *Fillet*, é necessário estar atento aos valores informados para que estes sejam aplicáveis aos objetos selecionados. Observe, na figura a seguir, um exemplo de aplicação do comando Chamfer:



Figura 1.22 - Exemplo de modificação do tipo chanfro em um objeto Fonte: Elaborada pela autora.

8. *Explode*: permite explodir objetos, ou seja, desmembrá-los, transformando objetos compostos em elementos primitivos.

Interação com o comando: após ativá-lo, selecione o objeto que deseja explodir e, em seguida, confirme a seleção digitando tecla *ENTER*. Após a "explosão", o objeto permanece em seu local de origem; a única alteração percebida será o desmembramento de seus elementos.

9. *Stretch*: permite aumentar ou reduzir um objeto em apenas um sentido, como se você estivesse "esticando" a forma.

Interação com o comando: após ativá-lo, selecione a região do objeto que você deseja "esticar", por meio da criação de uma caixa de seleção e, em seguida, confirme a seleção, digitando a tecla *ENTER*. Na sequência, selecione um ponto base no desenho – movimentando o cursor do mouse, você poderá aumentar ou reduzir a porção selecionada do desenho em um sentido. Observe o exemplo na figura a seguir:





Figura 1.23 - Exemplo de modificação do tipo *Stretch* Fonte: Elaborada pela autora.

10. Scale: permite aumentar e reduzir o tamanho real de objetos selecionados.

Interação com o comando: após ativá-lo, selecione o objeto que deseja modificar e confirme a seleção, digitando a tecla *ENTER*. O próximo passo é selecionar o ponto base a partir do qual a figura irá aumentar/diminuir. Em seguida, movimentando o cursor do mouse, você poderá alterar o tamanho do objeto, aumentando-o ou diminuindo-o. Outra opção é digitar um fator de escala; por exemplo, para dobrar o tamanho do objeto, digite 2+tecla *ENTER* ou, para transformá-lo na metade, digite 0.5+tecla *ENTER*.

11. Array: permite criar cópias ordenadas de um objeto. O Array apresenta três opções de comando: Rectangular Array, para a criação de cópias em linhas, colunas e níveis; Path Array, para a criação de cópias distribuídas em um caminho selecionado; Polar Array, para a criação de cópias a partir de uma forma circular.

Interação com o comando: após escolher uma das opções de comando e ativá-lo, o usuário deverá selecionar o objeto que deseja copiar e digitar a tecla *ENTER*. Na opção *Path Array*, ainda será necessário indicar o caminho pelo qual deseja-se distribuir as cópias. Em contrapartida, na opção *Polar Array*, o usuário também deverá informar o ponto central para a distribuição dos objetos.



Cada uma dessas opções de comando exibirá uma *Ribbon* de edição, na qual você poderá configurar a quantidade de linhas, colunas, níveis, objetos, dentre outros.

12. Offset: permite criar cópias paralelas de um objeto selecionado.

Interação com o comando: após ativá-lo, o AutoCAD irá solicitar que o usuário indique o valor da distância na qual a cópia deve ser criada. Informe o valor e confirme digitando tecla *ENTER*. Em seguida, selecione o objeto que deseja copiar e, com o cursor do mouse, clique, informando o lado no qual deseja que a cópia seja criada.

No processo de representação de projetos, as ferramentas de edição da forma irão atuar de modo conjunto aos comandos de criação de forma. Combinando esses dois tipos de recursos apresentados pelo AutoCAD, podemos representar as mais variadas formas que projetamos.



## ATIVIDADE

- 4) O AutoCAD apresenta diversos comandos de edição e modificação de objetos. Sobre as ferramentas de criação de cópias no programa, assinale a alternativa CORRETA.
  - a) O comando *Trim* é utilizado para gerar cópias paralelas de um objeto selecionado.
  - b) Por meio do comando *Mirror*, é possível criar cópias espelhadas de um objeto selecionado.
  - c) O comando Array Rectangular cria cópias sobre um caminho selecionado.
  - d) O comando *Copy* é utilizado para gerar cópias distribuídas a partir de uma forma circular.
  - e) A ferramenta *Copy* apresenta três opções de comando para criação de cópias: *Rectangular, Polar e Path.*



## INDICAÇÕES DE LEITURA

Nome do livro: AutoCAD 2013 - Utilizando Totalmente

Editora: Editora Érica Ltda.

Autor: Roquemar Baldam e Lourenço Costa

ISBN: 978-85-365-0404-9

Sugerimos, neste momento, a leitura do capítulo 11 - Modificação de objetos (p.146-172).

Na aula de hoje, discutimos os principais comandos de modificação de objeto, porém o AutoCAD apresenta outras ferramentas, as quais também podem ser aplicadas na criação de desenhos técnicos. No capítulo sugerido como leitura, os autores apresentam um passo a passo para a interação com diversos comandos de edição de formas.

Nome do livro: AutoCAD 2013 - Utilizando Totalmente

Editora: Editora Érica Ltda.

Autores: Roquemar Baldam e Lourenço Costa

ISBN: 978-85-365-0404-9

Sugerimos, neste momento, a leitura do capítulo **9** - **Criação de objetos gráficos** (p.104-135). Você conhecerá possibilidades de criação de objeto no AutoCAD, além daquelas que foram expostas na aula de hoje!

O AutoCAD apresenta opções para que o usuário crie as mais variadas formas. Com a prática, você irá perceber que, para criar um projeto, você fará o uso associado dos comandos; não é possível elaborar um projeto apenas com o comando *Line*, por exemplo. Para saber qual a ferramenta mais adequada para cada momento, é necessário conhecer as alternativas apresentadas por este software.



# INDICAÇÕES DE FILME

Nome do filme: Antoní Gaudí

Gênero: Documentário

Ano: 1984

Elenco principal: Isidro Puig Boada, Seiji Miyaguchi.

O filme que indicamos apresenta as principais obras de Antoni Gaudí, enfatizando as estruturas orgânicas dos edifícios. Gaudí foi um arquiteto precursor do Modernismo Catalão. Em suas obras, é possível notar que a forma é trabalhada de maneira renovada, porém sem romper com a tradição.

Nome do filme: My Architect

Gênero: Documentário

Ano: 2003

Elenco principal: Nathaniel Kahn

O filme-documentário indicado é escrito e dirigido por Nathaniel Kahn, que apresenta o legado arquitetônico de seu pai, Louis Kahn. A partir desse filme, você poderá conhecer um pouco mais sobre a vida e obra desse importante arquiteto.



UNIDADE II

# **Desenho Projetivo**

Thaís Kawamoto Amarães

Introdução

Seja bem-vindo(a)!

Nesta segunda unidade, da disciplina "Desenho Técnico e Expressão Gráfica", serão aprofundados os conhecimentos a respeito da representação gráfica nos desenhos projetivos.

Como já discutido anteriormente, durante todo o processo de concepção de um projeto, a criação de peças gráficas será sempre trabalhada. Seja para apresentar a ideia ao cliente, para submeter aos órgãos fiscalizadores ou ainda para a execução do projeto, os desenhos projetivos irão auxiliar na transmissão de informações.

Por isso, nesta unidade, continuaremos com o estudo das ferramentas que o software AutoCAD oferece para a criação de desenhos auxiliados por computador. Em um primeiro momento, serão discutidos conceitos de criação de biblioteca, assim como importação e exportação de arquivos. Essas tarefas e elementos irão facilitar a atividade projetual. Trabalharemos, ainda, a criação de pranchas nesse programa, desde a criação de *viewports* até a diagramação das pranchas.

Na sequência, ainda abordando o desenho auxiliado por computador 2D, será abordada a interação com os comandos de impressão e plotagem de arquivos. No desenho manual, é no traçado do objeto que as configurações, como tipo de linha e seu peso, já são definidas. Já no desenho auxiliado por computador, para que o projeto seja impresso sem erros e de forma legível, é necessário realizar a configuração de diversos elementos, como as camadas, o arquivo CTB e as *plotters*. Nesta unidade, iremos discutir todos esses conceitos.

Na terceira etapa desta unidade, a cotagem em desenhos técnicos será trabalhada. Embora o ato de inserir cotas possa parecer muito simples, deve seguir regras e normas para que seja realizado de forma coerente, de acordo com os objetivos de cada etapa de projeto. O processo de criação de cotas, tanto no desenho manual quanto no desenho auxiliado por computador, também será abordado.

Finalizando a segunda unidade, discutiremos a padronização do desenho técnico e as classificações que ele pode apresentar. Tais classificações servirão como orientação para os



estudos das Unidades III e IV, voltadas à criação de projeções, perspectivas e demais representações gráficas.

Bons estudos!



Fonte: panaceadoll / 123RF.

## 1. DESENHO PROJETIVO NO AUTOCAD: CRIAÇÃO DE BLOCOS E PRANCHAS

O desenho auxiliado pelo computador 2D apresenta diversas vantagens, como a maior agilidade no processo de desenho. Entre as diversas ferramentas que o AutoCAD apresenta, neste momento, o foco estará voltado àquelas de uso mais recorrente para a criação de desenhos projetivos.

A abordagem inicial será acerca da importação e exportação de arquivos, ou seja, a interação do AutoCAD com outros softwares. Em seguida, o processo de criação de blocos e o uso do *Design Center*, que irão permitir trabalhar com uma biblioteca de simbologias, para que não seja necessário desenhar do zero um símbolo ou indicação a cada projeto. Por fim, será apresentado como ocorre a criação de pranchas dentro do AutoCAD.

## 1.1 Importação e Exportação de Arquivos

O formato de arquivo usualmente trabalhado no AutoCAD é a extensão .dwg, porém o programa permite que os desenhos gerados sejam exportados para outros formatos. Para isso, basta acessar o menu *File > Save as > Other formats* e selecionar o novo formato no qual deseja salvar o documento. Nessa opção de comando, será possível salvar o arquivo nas extensões DWS, DWT,



DXF e o tradicional DWG. Para exportar em outros formatos, deve-se acessar o menu *File* > *Export*> *Other formats* e selecionar a opção desejada.

Para importar um arquivo em outro formato, é necessário acessar *File > Import* e selecionar o arquivo desejado. O AutoCAD permite a utilização de desenhos e imagens gerados em outros aplicativos, algumas das formas de conversão existentes são para os formatos DXF, DXB, GIF, PCX, TIFF, SAT, 3DS, WMF, entre outros (BALDAM; COSTA, 2008).

Ao se perguntar: por que trabalhar com formatos diferentes do DWG? Na prática projetual, poderá perceber que existem aplicativos e softwares específicos para determinadas tarefas. Essa compatibilidade entre formatos de arquivos é uma enorme vantagem para gerar um arquivo em outro programa e, em seguida, finalizar a edição e formatação dentro do AutoCAD. Por exemplo, para trabalhar a topografia e o georreferenciamento, dá para criar a base do desenho em um programa específico para esse tipo de projeto e depois exportá-lo, a fim de trabalhar com esse arquivo no AutoCAD, finalizando e criando pranchas de apresentação nesse software!

Já em relação aos arquivos gerados no AutoCAD, as diversas extensões apresentadas pelo programa possuem usos distintos. O DWG, por exemplo, é o formato que permite criação e edição de arquivo. O DXF também permite a edição e modificação de arquivos, todavia foi criado para garantir a interoperabilidade entre os diversos softwares da Autodesk. Isso significa que um arquivo DXF pode ser aberto e manipulado tanto no AutoCAD quanto em outros programas dessa mesma empresa. A extensão BAK é atribuída à recuperação de arquivos. Toda vez que um arquivo DWG é gerado, o AutoCAD automaticamente cria um arquivo BAK correspondente a ele.

#### 1.2 Biblioteca de Símbolos: Blocos

Durante o processo de criação de projetos, será perceptível que algumas formas irão se repetir. Por exemplo, imagine a seguinte situação: para projetar os sanitários de um shopping, será preciso representar diversas bacias sanitárias.

No desenho manual, é necessário desenhar cada uma dessas bacias à mão, já no AutoCAD é possível encontrar recursos que facilitam a criação desses desenhos. Uma das ferramentas disponíveis no programa é o comando *COPY*, que gera cópias de objetos selecionados. No entanto, para objetos complexos, como no caso do exemplo, no qual a bacia sanitária é formada por diversas linhas independentes, a criação de um bloco de desenho é o mais indicado.



Os blocos são conjuntos de objetos agrupados que se comportam como se fossem uma única entidade. Quando selecionamos um bloco, todos seus componentes são selecionados, sejam eles textos, linhas, arcos, polígonos, entre outros. O papel dos blocos no AutoCAD é garantir maior agilidade e praticidade no momento de elaboração de projetos.

O AutoCAD permite criar os próprios blocos conforme as necessidades projetuais. Outra opção disponível é fazer o download de blocos na internet. Algumas empresas, como de louças e acabamentos, disponibilizam arquivos .dwg de seus produtos para que os projetistas utilizem os blocos de produtos reais nos projetos.

Para criar o próprio bloco, o primeiro passo é desenhar, na área de trabalho, os objetos que deseja que façam parte dele. Uma vez desenhados, basta clicar em *Create*, localizado no painel *Block* da *Ribbon Home*, conforme ilustra a figura a seguir.



Figura 2.1 - Ferramenta de criação de blocos

Fonte: AutoCAD (2018).

Na sequência, o programa irá exibir uma caixa de criação de blocos na qual o usuário deverá informar diversos parâmetros para criá-los. Observe o exemplo a seguir.



Name:		
Base point	Objects	Behavior
Specify On-screen           Pick point           X:         0           Y:         0           Z:         0	Select objects Select objects Retain Convert to block Delete No objects selected	Annotative
Settings Block unit: Millimeters ~ Hyperink	Description	~

Figura 2.2 - Criação de blocos Fonte: AutoCAD (2018).

Neste local, é preciso informar aspectos como o nome do bloco, o *base point* (ponto base para inserção na área de trabalho), os objetos que irão compor o bloco, a unidade para qual o bloco será designado quando inserido no desenho, hiperlink e descrição do bloco. Ao finalizar essas configurações, deve-se clicar em OK para confirmar a criação do bloco.

Uma vez criado o bloco, para inseri-lo no desenho, é necessário clicar em *Insert*, no painel *Block* da *Ribbon Home*, conforme exibe a figura seguinte.





Figura 2.3 - Inserção de bloco Fonte: AutoCAD (2018).

O AutoCAD irá solicitar que o usuário indique qual bloco deseja inserir. Em seguida, caso não necessite modificar configurações de escala e ângulo de rotação do bloco, basta utilizar o cursor do mouse para indicar o local em que deseja inserir o desenho.

Mesmo após a criação do bloco, é possível editá-lo. Para isso, deve-se clicar duas vezes com o botão esquerdo sobre o bloco. O AutoCAD irá exibir a *Ribbon Block Editor* em um espaço semelhante ao *Model Space*. Nesse local, é possível editar configurações como o conteúdo que compõe o bloco (desenhos e textos) e também parâmetros avançados de bloco dinâmico, ou seja, aqueles que permitem a edição de uma referência sem precisar abrir o editor de blocos a cada modificação. Após finalizar as modificações, só clicar em *Close Block Editor*.





Figura 2.4 - Editor de blocos Fonte: AutoCAD (2018).

Outra opção disponibilizada pelo programa é o *WRITE BLOCK*, localizado na *ribbon INSERT*, na paleta *BLOCK DEFINITION*. O usuário também pode ativar esse comando por meio do atalho de teclado *WBLOCK* + tecla ENTER.

Essa ferramenta é utilizada para salvar objetos selecionados como bloco ou, ainda, salvar o arquivo completo como um bloco. Uma vez acionado o comando, o AutoCAD irá exibir uma janela de diálogo padrão para que o usuário possa determinar nome do arquivo, ponto de inserção, objetos contidos no bloco, entre outros.

Mediante o processo de criação e edição de blocos no AutoCAD, dá para tornar os projetos mais padronizados, além de reduzir o tempo despendido na modelagem de desenhos. É importante tentar adquirir a prática de operar a construção de projetos utilizando esse recurso.

#### FIQUE POR DENTRO

Sites especializados também disponibilizam blocos de AutoCAD para que o usuário faça o download do arquivo.

É possível encontrar opções desde mobiliários até mesmo símbolos e hachuras neste site, disponível em: <a href="http://www.cadblocos.arq.br/>br/>http://www.cadblocos.arq.br/>br/>http://www.cadblocos.arq.br/>br/>http://www.cadblocos.arq.br/>http://w



#### **1.3 Design Center**

Além dos desenhos como louças sanitários, mobiliários e esquadrias, as simbologias são elementos que, muitas vezes, irão se repetir no projeto. Dentro dessa categoria de símbolos, encontramos as representações de cortes, vistas, níveis, títulos do desenho, entre outros elementos. Uma opção é criar blocos para tais simbologias e copiá-las de um arquivo ao outro. O que nem todos os usuários do AutoCAD sabem é que é possível copiar tais objetos de outros arquivos sem necessariamente abri-los.

Para trabalhar com uma biblioteca de símbolos, é possível utilizar o *Design Center*. Para isso, basta clicar sobre seu respectivo ícone, localizado no painel *Palettes* da *Ribbon View*, assim como mostra a figura seguinte.



Figura 2.5 - *Design Center* Fonte: AutoCAD (2018).

O *Design Center* apresenta uma interface dividida em quatro principais setores: o painel superior, no qual é possível navegar entre as pastas salvas no computador; a coluna esquerda, na qual são exibidas as pastas existentes (*folder list*); à direita, os elementos do arquivo selecionado; e logo abaixo, a pré-visualização do elemento selecionado.





Figura 2.6 - Interface do *Design Center* Fonte: AutoCAD (2018).

O *Design Center* permite que o usuário consiga "desmembrar" as informações de um arquivo .dwg. Dessa forma, há como escolher entre copiar configurações de um arquivo, como, estilos de *layers*, estilos de cotas, ou então objetos, como blocos e símbolos. Conforme seleciona um tipo de informação, o AutoCAD irá exibir um comportamento distinto. Por exemplo, caso selecionar um bloco, o programa irá exibir a janela Insert de inserção de blocos.

#### 1.4 Elaboração de Pranchas para Apresentação

O AutoCAD possui dois principais ambientes: o *Model Space*, que é um ambiente 3D, indicado para modelagem de objetos, e o *Paper Space*, também denominado *Layout*, que consiste em um ambiente 2D para a criação de pranchas e visualização de plotagem.

Ao alternar para o *Paper Space* clicando sobre a aba *Layout1*, o AutoCAD irá exibir uma nova *Ribbon* denominada *Layout*, em que será possível criar e editar *layouts* e *viewports*. As *viewports* são janelas de visualização nas quais é possível exibir objetos modelados no *Model Space*.

O AutoCAD apresenta três opções de comando para a criação de *viewports*: retangular, poligonal ou converter um objeto fechado em *viewport*. Para criar uma janela de seleção, basta escolher entre uma dessas três opções, que estão localizadas no painel *Layout Viewports*, da *Ribbon Layout*, tal como exibe a figura que segue.





Figura 2.7 - Criação de viewports

Fonte: AutoCAD (2018).

Ao clicar duas vezes com o botão esquerdo do mouse sobre uma região interna à *viewport*, ela irá se tornar ativa. O contorno da janela ficará representado por uma linha mais grossa e será possível movimentar o desenho e modificar a escala de visualização dos objetos contidos no *Model Space*.

Para alterar essa escala, após deixar a *viewport* ativa, deve-se digitar Z+tecla enter e, em seguida, 1000/escalaXP e tecla ENTER. Esse atalho irá acionar o comando de zoom, aplicando a escala desejada. O valor 1000/escalaXP é válido apenas para desenhos criados em metros; para projetos criados em centímetros, por exemplo, é necessário digitar 10/escalaXP e assim sucessivamente.

Por exemplo, caro(a) aluno(a), vamos imaginar que você criou um projeto em metros e deseja que ele seja impresso na escala 1:50. Após ativar a *viewport*, você deverá localizar o desenho que quer enquadrar e, em seguida, digitar Z+tecla ENTER. Depois, 1000/50XP e tecla ENTER. Com o botão *scroll* do mouse pressionado, dá para movimentar o desenho de modo a melhor enquadrá-lo na *viewport*, sem modificar a sua escala. Uma vez finalizada essa alteração, basta clicar com o botão esquerdo do mouse duas vezes, fora dos limites da *viewport*.



#### FIQUE POR DENTRO

A *viewport* é uma janela que relaciona dois ambientes distintos, o *Model Space* e o *Paper Space*. Para "entrar" e "sair" da *viewport*, faz-se necessário realizar duplo clique dentro e fora de seus limites, respectivamente. Uma situação comum é o usuário ficar "preso" dentro da *viewport*, quando seus limites estão fora da área de visualização da tela do computador.

Para conseguir "sair" da *viewport*, nesses casos, é necessário digitar na linha de comandos do AutoCAD: PS+tecla enter. Dessa forma, será possível sair automaticamente da *viewport* e aplicar o comando de zoom normalmente no ambiente *Paper Space*.

Para saber mais sobre esse recurso no AutoCAD, acesse: <a href="https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/AutoCAD-Core/files/GUID-2B5D404A-DCAB-4AF6-A5C1-51593B38F519-htm.html">https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/AutoCAD-Core/files/GUID-2B5D404A-DCAB-4AF6-A5C1-51593B38F519-htm.html</a>. Acesso em: 25 jan. 2019.

No *Paper Space*, cada unidade representa um milímetro. Isso significa que, se desejar criar uma prancha no formato A3, com 29,7 cm e 42 cm, será preciso desenhar um retângulo com 297 unidades por 420 unidades. Nesse ambiente, há a possibilidade de utilizar comandos de criação e modificação de objetos, assim como no *Model Space*. Deve-se aplicar os comandos de *polyline*, *rectangle* e criação de texto para desenhar a prancha, a margem e o carimbo, tal como apresenta a figura seguinte.





Figura 2.8 - Exemplo de prancha criada no Paper Space Fonte: AutoCAD (2018).

Com a prancha configurada, basta utilizar o comando *Move* para mover as *viewports* geradas e posicioná-las da melhor forma, no interior da prancha. Vale lembrar que a diagramação deve ser feita de modo a garantir a clara leitura do projeto, o ideal é manter os desenhos alinhados. Cuide também com a quantidade de desenhos em cada prancha. Evite criar pranchas muito "carregadas", com excesso de desenhos e, por outro lado, também é necessário evitar pranchas muito vazias, nas quais sua área é subutilizada.

#### REFLITA

A prancha de um projeto é o local em que as ideias irão se encontrar materializadas, prontas para serem direcionadas à sua execução, análise por órgãos fiscalizadores ou ainda pelos clientes. A partir disso, como você acha que a diagramação das pranchas pode influenciar no processo de execução ou análise? Você acredita que existe um modo mais adequado para posicionar e distribuir os desenhos nas pranchas?



# ATIVIDADE

- As *viewports* são janelas de visualização que podem ser criadas por meio de retângulos, polígonos ou da transformação de objetos desenhados. Sobre a sua utilização, assinale a alternativa correta.
  - a) As viewports podem ser criadas tanto no Model Space quanto no Paper Space.
  - b) As *viewports* são criadas com o objetivo de exibir o conteúdo criado no *Model Space*, em escala no *Paper Space*.
  - c) O AutoCAD permite que seja criada uma única *viewport* por *Layout*, por isso, para a representação de vários desenhos, é necessário criar mais de um *Layout* por arquivo.
  - d) As *viewports* devem ser criadas no *Model Space* para garantir a visualização dos objetos desenhados no *Paper Space*.
  - e) A viewport deve ser criada em seu destino final, pois uma vez gerada não é possível movimentá-la.



## 2. PLOTAGEM E IMPRESSÃO NO AUTOCAD

O AutoCAD é um software de criação e edição de desenhos, que apresenta diversas vantagens para o processo de elaboração de projetos. Porém, apesar da grande praticidade oferecida por esse programa, ele não é o meio mais adequado para a apresentação de projetos.

Um arquivo .dwg (extensão de arquivo padrão do AutoCAD), na maioria das vezes, não poderá ser manipulado pelos clientes, pois nem todos possuem o AutoCAD instalado nos computadores. Um arquivo digital também não é o mais indicado a ser encaminhado para a obra, a fim de executar o projeto.

O ideal é que os projetos gerados no AutoCAD sejam exportados para outros formatos, como o PDF, ou então impressos em papel, como ocorre no desenho à mão. Diferente dos programas do pacote *Office*, por exemplo, que possuem comando de impressão muito intuitivo, o AutoCAD irá requerer atenção especial para o momento de plotagem.

Desde o momento de criação dos desenhos, é preciso se preocupar com as camadas nas quais cada um dos elementos é representado. São essas camadas que, durante as configurações de plotagem, irão definir se uma linha é mais grossa que a outra, a cor da impressão, entre diversos outros fatores.

#### 2.1 Camadas dos Objetos

Antes de abordar a plotagem e impressão no AutoCAD, faz-se necessário compreender como é feita a criação dos objetos na área de trabalho. Cada elemento criado no AutoCAD está obrigatoriamente associado a um *layer*. Os *layers* são camadas superpostas, que agrupam as informações contidas no desenho (BALDAM; COSTA, 2008). Fazendo uma analogia, é como desenhar à mão, em várias folhas de papel vegetal, e colocar uma sobre a outra, para criar o desenho final.

Quando um novo arquivo inicia-se, o AutoCAD irá exibir como padrão apenas o *Layer* 0, porém o programa permite que o usuário crie novas camadas conforme a sua necessidade. Para gerenciar as camadas existentes e criar novos *layers*, basta clicar sobre o ícone *Layer Properties*, localizado no painel *Layers*, da *Ribbon Home*, conforme a figura, a seguir, demonstra.





Figura 2.9 - Em destaque, *Layer Properties* Fonte: AutoCAD (2018).

O AutoCAD irá exibir uma caixa de diálogo que permite criar novo *layer*, excluir um *layer*, tornar um *layer* corrente ou ainda editar as configurações da camada. É possível analisar cada uma dessas propriedades, observando a figura seguinte.

			Autode	sk AutoC/	AD 2018 - S	TUDENT VE	RSION Drav	ing1.dwg	► Typ	e a keyword or phrase	<i>3</i> 4, Q	Sian In	· \= & ·	<b>9</b> -
File Edit View Insert	Fo	rmat T	ools Drav	v Dim	ension	Modify	Parametric	Window	Help Express		juu y	-	0.0 0 0	
Current layer: 0														
6 C C		<b>9 9</b> :	<b>3 3</b>											
Filters								Linetype	Lineweight	Transparency	Plot Style			Description
a <sup>⊕</sup> All						ы́.	white	Continuous	Default				г,	
🖬 All Used Layers		-	Layer1		*	L. L	red	Continuous	Default	0	Color_1	÷	<b>F</b> _	
							yellow	Continuous						
											_			
								Displays layers	and layer filters a	nd their properties and				
Invert filter		<						descriptions.						

Figura 2.10 - Painel de edição de *layers* Fonte: AutoCAD (2018).



Cada um dos campos representados indica um parâmetro que pode ser configurado pelo usuário. As relações entre as funções de cada uma dessas opções são:

- Status: indica se o *layer* está ativo ou não.
- Name: indica o nome do *layer*.
- **On**: indica se o *layer* está ligado (aparente), quando a lâmpada está acesa, ou não, quando o desenho da lâmpada está apagado.
- **Freeze**: "congela" o *layer*. Quando a camada estiver congelada, ela não irá aparecer no desenho e também não irá responder aos comandos.
- Lock: "tranca" o *layer*. Quando a camada estiver trancada, ela continuará visível no desenho, porém não será possível manipulá-la.
- Color: cor do *layer*. Além de influenciar a visualização na área de trabalho, a cor do *layer* irá refletir diretamente na hora da configuração de plotagem, pois o arquivo CTB, com configurações de impressão, é baseado no esquema de cores, e não de nome.
- **Linetype**: tipo de linha.
- Lineweight: peso (espessura) de linha.
- **Transparency**: transparência da camada; quanto maior o valor, maior a transparência.
- **Plot Style:** estilo de plotagem.
- Plot: controla se a camada será visível na plotagem ou não.
- New VP Freeze: "congela" a camada em novas Viewports de Layout.
- **Description**: campo para descrição do *layer*.

Após finalizar as modificações das camadas, basta clicar no X, localizado no canto superior esquerdo do painel, para fechar o painel de edição. Ao criar objetos na área de trabalho, dá para alterar o *layer* vigente, para que o objeto seja desenhado na camada correta. Para isso, é preciso acessar a lista de *layers* do painel *Layers*, localizado na *Ribbon Home* e, depois, clicar sobre o *layer* desejado.





Figura 2.11 - Lista de *layers* Fonte: AutoCAD (2018).

Outra opção disponível no AutoCAD é "copiar" as configurações de um objeto e aplicá-las a outros desenhos selecionados. Por exemplo, você está criando um desenho e deseja que as peças sanitárias sejam representadas no mesmo *layer* que o mobiliário. Para não precisar clicar sobre o mobiliário a fim de descobrir em qual *layer* estão representadas e, em seguida, selecionar as peças sanitárias e depois modificar seu *layer*, você pode utilizar o *Match Properties*.

Ao operar com blocos, esteja atento(a)! A camada original do bloco, ou seja, aquela na qual ele foi modelado, tem prioridade sobre aquela em que o bloco está inserido. Isso significa que, para modificar o *layer* de um bloco, é necessário entrar no modo de edição e realizar a troca para a camada desejada.

Essa ferramenta localiza-se no *Painel Properties*, na *Ribbon Home*. Para aplicá-la, é preciso clicar sobre seu ícone. Em seguida, selecionar o objeto base (aquele que apresenta o *layer* que será copiado). Por fim, selecionar o(s) objeto(s) destino, ou seja, aquele que receberá essa nova configuração.

#### 2.2 Comandos de Plotagem

Os comandos de plotagem estão localizados na *Ribbon Output*. Após finalizar a elaboração dos desenhos e pranchas, basta clicar em *Plot*.





Figura 2.12 - Em destaque, comando de impressão Fonte: AutoCAD (2018).

O AutoCAD irá mostrar uma caixa de diálogo na qual será possível modificar as configurações para impressão e plotagem. Caso já existir um arquivo de pré-configuração realizada no *Layout*, é possível selecioná-lo na aba *Name*, tal como apresentado na figura a seguir. Se não houver essa pré-configuração de *Layout*, é possível, também, editar cada uma das propriedades diretamente nessa caixa de diálogo.



Page setup		Plot style table (pen assignmen	ts)
Name: <none></none>	✓ Add	arq.ctb	~
Printer/plotter		Shaded viewport options	
Name: PLT DesignJet 650C C2859B.pc3	Properties	Shade plot As displayed	$\vee$
Plotter: DesignJet 650C C2859B - HPGL/2 - by Autod	esk 🛌	Quality Normal	$\sim$
Where: File	← 975	DPI 150	
		Plot options	
✓ Plot to file		Plot in background	
Paper size	Number of copies	Plot object lineweights	
Previous paper size (497.00 x 975.00 mm)	1	Plot transparency	
The field paper size (197105 x 575105 filling	- <b>T</b>	Plot with plot styles	
Plot area	Plot scale	Plot paperspace last	
What to plot:	Fit to paper	Hide paperspace objects	
Window V Window <	Scale: 1:1 V	Plot stamp on	
		Save changes to layout	
Plot offset (origin set to printable area)	1 mm ~ =	Drawing orientation	
X: -0.08 mm Center the plot	1 units	OPortrait	
Y: 0.00 mm	Scale lineweights	Landscape	A
		Plot upside-down	

Figura 2.13 - Configurações de impressão Fonte: AutoCAD (2018).

No momento de impressão, cada campo de ajuste influencia em alguns aspectos. São eles:

- Page Setup: exibe lista de configurações salvas.
- Plot Style Table: estilo de plotagem. Seleciona arquivo CTB para configuração de penas.
- **Printer/plotter**: seleciona a impressora que será utilizada.
- **Paper size**: seleciona o tamanho de papel para impressão. Ao escolher como impressora um gerador de PDF, deve-se verificar se a opção ISO FULL BLEED está selecionada. Dessa forma, a escala do desenho será mantida.
- Number of copies: indica o número de cópias.
- Plot Area: indica a região do desenho que será impressa.
- Plot Scale: indica a escala de impressão dos objetos. Como a prancha foi elaborada na escala 1:1, é preciso deixar esse campo preenchido como 1mm=1 unit. A opção FIT TO PAPPER, localizada acima do campo de escala, normalmente não é selecionada. Ao clicar sobre essa opção, o usuário está determinando que a área de impressão seja ajustada ao tamanho do papel e, consequentemente, saia da escala pré-determinada.



- Plot Offset: indica o afastamento das bordas do papel para o início da impressão.
- Shaded Viewport options: seleciona opções de qualidade de impressão.
- **Drawing orientation**: indica se o desenho será impresso na vertical (retrato) ou horizontal (paisagem).
- Preview: permite que o usuário realize uma pré-visualização antes da impressão.

Após finalizar a configuração, deve-se clicar sobre *Apply to Layout*, para salvá-la, neste *layout*. Em seguida, clicar em OK para confirmar a impressão. Ao realizar a impressão diretamente no ambiente MODEL, percebe-se que alguns parâmetros de plotagem serão alterados, como a escala em PLOT SCALE. Vale lembrar: no MODEL, os objetos estão modelados na escala 1:1, portanto, para plotá-los na escala desejada, é necessário alterar os valores dos campos de PLOT SCALE.

#### 2.3 Arquivos CTB

Você já ouviu falar em CTB? Esse formato de arquivo é conhecido como arquivo de penas, nele estão as configurações de impressão para cada *layer*. Por meio desse tipo de arquivo, é possível imprimir o projeto sem precisar editar espessuras, cores e estilos de linha a cada plotagem.

Como mencionado anteriormente, o CTB irá configurar os *layers* a partir de um esquema de cor. Então, será possível determinar características para os *layers* na Cor 01, Cor 02, Cor 03, e assim por diante, e não pelo nome do *layer*. Por isso, na hora de configurar as camadas do projeto, é importante lembrar desse ponto, para que *layers* com funções diferentes e, consequentemente, exibições diferentes, não sejam criados na mesma cor.

Por exemplo, um elemento estrutural como a laje não pode ser criado com um *layer* da mesma cor que o mobiliário do projeto, pois no momento da plotagem eles deverão apresentar pesos de linhas distintos.

Muitos escritórios possuem seus próprios arquivos CTB, os quais permitem seguir uma padronização na criação de projetos. Caso não tenha nenhum CTB disponível, é possível criar um pelo AutoCAD. Para isso, basta ativar o comando *Plot*, como visto anteriormente, e no campo *Plot Style Table* selecionar a opção *New*.

O programa irá exibir uma caixa de diálogo questionando se o usuário deseja começar do zero ou a partir de um arquivo existente. Após selecionar uma das opções, deve-se clicar em Avançar.



O próximo passo é dar um nome ao CTB criado. Para configurar as propriedades desse CTB, fazse necessário clicar no ícone Edit, ao lado da lista *Plot Style Table*. Dessa maneira, o programa fará surgir um painel chamado *Plot Style Table Editor*. Nesse local, será possível configurar informações como cor da impressão do *layer*, o tipo de linha (contínua, tracejada, traço ponto, entre outros), espessura da linha, preenchimento de áreas sólidas, entre outras informações. Após finalizar, basta clicar em *Save & Close* para salvar as modificações realizadas. Observe o exemplo a seguir.



Figura 2.14 - Editor de arquivo CTB Fonte: AutoCAD (2018).

Embora o processo de criação e elaboração de um arquivo CTB demande um tempo considerável, por meio dele, há a possibilidade de realizar plotagens e impressões com configurações adequadas. Não é preciso se preocupar em criar um arquivo "perfeito" logo em um primeiro momento, com a prática, o usuário será capaz de aprimorar o CTB, realizando as edições e ajustes necessários.



### 2.4 Configurações de Plotter

O AutoCAD, assim que instalado, já apresenta algumas opções de impressoras configuradas. Para criar um arquivo PDF, por exemplo, no campo *printer/plotter*, basta selecionar a opção DWG *to* PDF ou PDF *creator*. Apesar dessas pré-configurações, o mais interessante é configurar a própria impressora ou *plotter* de modo personalizado.

Para criar uma impressora no AutoCAD, basta clicar em *Plotter Manager*, localizado no painel *Plot* da *Ribbon Output*, conforme ilustra a figura seguinte.



Figura 2.15 - Gerenciador de *plotters* Fonte: AutoCAD (2018).

O AutoCAD irá mostrar uma pasta de arquivos, semelhante às pastas de documentos. Nesse local, todas as *plotters* configuradas estarão salvas. Deve-se clicar sobre a opção *Add-A-Plotter Wizard* para adicionar uma nova *plotter*. Automaticamente, o programa irá abrir uma janela de diálogo na qual o usuário deverá seguir um passo a passo para a configuração da nova *plotter*. É necessário informar, ao AutoCAD, a marca e o modelo da impressora/*plotter*.

Uma das etapas de configuração merece atenção especial. Quando o programa exibir a janela *Add Plotters-Ports*, será necessário indicar a saída da plotagem. Se desejar que o arquivo gerado seja encaminhado diretamente para a porta da impressora, a opção *Plot to a port* deve ser selecionada. Para gerar um arquivo PLT, a partir do comando de impressão, a opção *Plot to a file* deve ser


selecionada. Por fim, para processamento de impressão em rede, a opção *Auto Spool* deve ser selecionada. Observe o exemplo na figura a seguir.

Início Plotadora de rede Impressora do sistema <b>Modelo de plotadora</b>	Plotar para uma porta						
Importar Pop ou Po2	Porta	Descrição	Impressora	~			
Portas	WSD-3e0c3c	Porta local	Brother HI -5350				
Nome da plotadora	WSD-5f1b74	Porta local	Brother HL -5350				
Final	pdfcmon	Porta local	PDFCreator				
	SHRFAX	Porta local	Fax				
	COM1	Porta local					
	COMD	Porta lacal		Ŷ			
	Configurar porta O que é 'Spool automátic						
	🗌 Mostrar todas as p	oortas do sistem	a e desativar a validação d	e porta I/O			

Figura 2.16 - Configuração de saída de impressão Fonte: AutoCAD (2018).

# FIQUE POR DENTRO

O .plt é uma extensão de arquivo destinado a *plotters*. Não é possível fazer a edição e modificação de arquivos salvos nesse formato. Graças a essa característica, os arquivos.plt podem ser configurados e, em seguida, encaminhados para impressão, que será realizada de modo integral e preciso, sem sofrer alterações por falta de compatibilidade entre as versões de AutoCAD.

Para saber mais sobre essa extensão de arquivo e sua aplicabilidade no processo de projeto, acesse: <a href="https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/AutoCAD-Core/files/GUID-6405BB6F-4350-4F0A-AC09-3E237F20FBD6-htm.html">https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/AutoCAD-Core/files/GUID-6405BB6F-4350-4F0A-AC09-3E237F20FBD6-htm.html</a>>. Acesso em: 28 jan. 2019.



# ATIVIDADE

- 2) No momento de plotagem de pranchas, o usuário deverá informar diversos parâmetros para que a impressão seja realizada de modo correto. Um dos campos de ajuste é o *Plot Style Table*, no qual é necessário indicar:
  - a) Um arquivo de formato DWG, que indica qual desenho será plotado.
  - b) Um arquivo de formato CTB, que indica as propriedades dos *layers*.
  - c) Um arquivo de formato PLT, que indica os estilos dos *layers*.
  - d) Um arquivo de formato DXF, que indica o número de cópias.
  - e) Um arquivo de formato JPG, que indica a região a ser plotada.



# 3. COTAGEM E SUA NORMA TÉCNICA

Na criação de projetos, muitas vezes, apenas a realização do desenho não é o suficiente para transmitir todas as informações necessárias. Para complementar as peças gráficas, será indispensável incorporar anotações como cotas, textos indicativos e tabelas.

Esses elementos auxiliam no processo de leitura do projeto. Em uma planta baixa, sem cotas, mas de escala conhecida, por exemplo, podemos identificar a dimensão de cada um dos ambientes. Porém, para isso, uma ferramenta será necessária, como uma régua ou escalímetro, além de aferir tais medidas em cada um dos ambientes. Já com as cotas esse processo é dispensável, basta analisar o valor informado em cada uma delas.

## **3.1 O que São as Cotas?**

Você já viu uma cota de desenho técnico? Você saberia definir o que é uma cota? As cotas, em um desenho, são um tipo de representação gráfica, com valores numéricos, a fim de informar dimensões do objeto em unidades, conforme o real. Isso significa que, caso desenhar uma parede que represente cinco metros, mas, no papel, ela apresente dez centímetros (pois está em escala), a cota dessa parede deve informar cinco metros, e não dez centímetros.

As cotas de um desenho técnico apresentam os seguintes elementos componentes:

- Linha de cota: linha na qual é representado o valor da dimensão cotada.
- Linha de extensão: também conhecida como linha auxiliar, perpendicular à linha de cota, indica o início e o final do segmento a ser cotado.
- Valor da cota: valor numérico do dimensionamento.
- Finalização da linha: o encontro das linhas de cota e extensão apresenta uma finalização, que pode ser um ponto, flecha, traço inclinado a 45°, entre outros.

Por meio da figura seguinte, é possível notar cada um desses elementos que compõem uma cota, assim como os exemplos de estilos de dimensionamento.





Figura 2.17 - Composição da cota Fonte: Elaborada pela autora.

Essa análise e a verificação de cada elemento que compõe a cota são necessárias para poder executá-la de modo adequado. A partir desse reconhecimento, será possível criar cotas tanto de forma manual quanto por meio do projeto auxiliado por computador 2D, sempre respeitando as normas técnicas.

## 3.2 Criação de Cotas no Desenho à Mão

Para a criação de cotas no desenho à mão, será necessária a utilização de escalímetro, régua paralela e esquadros. As linhas de cota devem ser mais finas do que as linhas do desenho, dessa forma, cria-se uma hierarquia das informações e evita-se a poluição visual. Para o desenho à mão, recomenda-se o uso de lapiseira grafite 0.5 mm, no traçado de linhas auxiliares e cotas.

A linha de cota deve estar distanciada do desenho cotado entre 7 mm e 10 mm, ser paralela ao objeto cotado, contínua e uniforme. Já a linha de extensão deve "ligar" a linha de cota ao desenho, porém não pode tocá-lo. É necessário manter uma distância de 1 mm entre o final da linha de extensão e o objeto cotado.

O valor numérico deve ser aferido mediante o escalímetro e informada acima a linha de cota, mas sem tocá-la. O ideal é que os algarismos tenham altura entre 3 mm e 5 mm. Por fim, as linhas



limites de encontro de linha de cota e linha de extensão, representadas em seta ou traço a  $45^{\circ}$ , devem exibir tamanho proporcional com o restante da cota.

## 3.3 Criação de Cotas no AutoCAD

Para trabalhar com indicadores de dimensão do AutoCAD, serão utilizadas as ferramentas, localizadas na *Ribbon Annotate*.



Figura 2.18 - *Ribbon Annotate* Fonte: AutoCAD (2018).

O programa permite que o usuário selecione o tipo de cota que deseja criar, por exemplo, dimensionamentos lineares, angulares, de raio e diâmetros de circunferências. Para escolher entre essas opções de comando, deve-se clicar sobre o respectivo ícone, tal como demonstra a figura seguinte.





Figura 2.19 - Tipos de cota disponíveis no AutoCAD Fonte: AutoCAD (2018).

Após selecionar o tipo de cota que deseja criar, o AutoCAD irá solicitar que o usuário informe o primeiro e o último ponto do que queira cotar. Em seguida, será necessário arrastar a cota gerada com o cursor do mouse e clicar na área de trabalho, o local em que a cota deve ser gerada.

Para criar cotas de forma contínua, é possível clicar sobre o ícone **Continue**, localizado no painel *Dimensions* da *Ribbon Annotate*. Essa ferramenta apresenta duas opções: *Continue* e *Baseline*. Clicando em *Continue*, o programa irá criar cotas contínuas partindo do último ponto da cota criada anteriormente. Já na opção *Baseline*, as cotas serão geradas de forma contínua, mas partindo do ponto de início da cota criada anteriormente.

No desenho à mão livre, como abordado anteriormente, faz-se necessário estar sempre atento(a) às distâncias de criação das linhas de cotas e o peso delas. Já no AutoCAD, é possível criar estilos de dimensionamento, portanto, não é preciso editar cada uma das cotas assim que elas são criadas.

Por meio da figura seguinte, percebe-se que, para gerar um novo estilo de dimensionamento, devese clicar sobre *Manage Dimension Styles*, na barra de seleção de estilos.





Figura 2.20 - Criação de novo estilo de cota Fonte: AutoCAD (2018).

A partir dessa seleção, o AutoCAD irá exibir uma caixa de diálogo, a fim de permitir a edição de um estilo de cota existente ou, então, a criação de um novo estilo. Tanto na opção de criar quanto na opção de editar estilos, o programa fará surgir uma caixa de diálogo com diversas propriedades as quais podem ser editadas para a configuração do estilo de cota. Observe o exemplo na figura que segue.



Color:       ByBlock         Linetype:       ByBlock         Lineweight:       ByBlock         Extend beyond ticks:       0         Baseline spacing:       3.75         Suppress:       Dm line 1         Color:       ByBlock         Linetype ext line 1:       Linetype ext line 1         Extend beyond dm lines:       1         Linetype ext line 1:       Linetype ext line 1	Lines Symbols and Arrows Text Fit Primary Unit	ts Alternate Units Tolerances	
Extension lines       DyBlock       Extend beyond dim lines:       1.25 ÷         Unetype ext line 1:       ByBlock       Offset from origin:       0.625 ÷         Uneweight:       ByBlock       Fixed length extension lines       1.1 ÷         Suppress:       Ext line 1       Ext line 2       Linetypic	Dimension lines       Color:       Inetype:       ByBlock       Lineweight:       ByBlock       Extend beyond ticks:       Baseline spacing:       Suppress:       Dm line 1       Dm line 2	ST S	
	Extension lines Color: Detype ext line 1: Detype ext line 2: Detype ex	Extend beyond dim lines: 1.25 • Offset from origin: 0.625 • Fixed length extension lines Length: 1 •	

Figura 2.21 - Caixa de diálogo para criação e edição de estilo de cota Fonte: AutoCAD (2018).

Alternando entre as abas superiores, o usuário pode escolher entre configurar parâmetros de linha de extensão, símbolos de encontro de linhas, texto, posicionamento de elementos, unidades principais e alternativas, e tolerância. Após finalizar as modificações desejadas, basta clicar no botão OK para confirmar a ação.

## 3.4 Norma Técnica

A Norma Técnica, que traz disposições sobre a cotagem em projetos, é a NBR 10126/1986 -Cotagem em desenho técnico. De acordo com essa norma, as linhas auxiliares e de cota não devem cruzar com outras linhas do desenho, assim como a linha de cota também não pode ser interrompida, mesmo que seja necessário interromper o elemento cotado (como ocorre em objetos de grandes dimensões). Segundo a norma, os valores numéricos podem apresentar as seguintes disposições:

- Cotas localizadas acima e paralelamente às suas linhas de cotas, centralizadas em si.
- Cotas localizadas, inscritas nas linhas de cotas, que devem ser interrompidas para a inscrição do valor numérico.





Figura 2.22 - Exemplo de disposição do valor numérico Fonte: Elaborada pela autora.

A NBR 10126/1986 também classifica a cotagem de acordo com a disposição das cotas no desenho. Os principais tipos a serem utilizados no desenho técnico são a cotagem em cadeia e a cotagem por elementos de referência. As cotas em cadeia são aquelas produzidas em série, ou seja, o início de uma cota está ligado ao final da outra.

Já na cotagem por elementos de referência, uma das faces é estabelecida como base e a partir dela são criadas as cotas. Observe, na imagem a seguir, o exemplo de cada um desses estilos.





Figura 2.23 - Exemplos de disposição da cota no desenho Fonte: Elaborada pela autora.

Para a cotagem de elementos, como quadrados e circunferências, a norma admite o uso de simbologias para facilitar o entendimento do desenho. Veja, na figura a seguir, quais símbolos podem ser utilizados nas cotas antes do valor numérico.



Figura 2.24 - Símbolos utilizados para indicar dimensões Fonte: Elaborada pela autora.



Ao cotar raios de figuras, quando o centro estiver fora dos limites do espaço do desenho, a linha de cota de raio deve ser quebrada. Já para a representação das cotas normais de elementos, como cordas, arcos, ângulos e raios, a norma indica que eles sejam representados conforme exibe a figura seguinte.



Figura 2.25 - Tipos de raio de distância linear, comprimento de arco e ângulo de arco Fonte: Elaborada pela autora.

Embora os desenhos que não se enquadrem como desenhos técnicos não apresentem essa obrigatoriedade de seguir uma norma, é importante estar atento(a) à forma de representação das cotas. A sua indicação deve ser sempre legível, independente do tipo de desenho a ser trabalhado.

## 3.5 Princípios Gerais

Além das determinações apresentadas pela NBR 10126/1986 - Cotagem em desenho técnico, é necessário, também, seguir alguns princípios para a correta representação e uso de cotas. A seguir, são listados alguns pontos importantes a serem lembrados no momento de criação dessas informações.

- As medidas expressas nas cotas prevalecem sobre as medidas calculadas com base no desenho.
- As cotas devem estar localizadas na vista ou corte que melhor represente o elemento.



- Deve-se evitar a repetição de cotas.
- Deve-se cotar somente o necessário para descrever o objeto.
- Deve-se cotar de modo que não seja necessário calcular medidas no momento de análise ou execução do projeto.
- Sempre que possível, inserir cotas parciais e totais dos objetos.
- As linhas de cota devem ser espaçadas igualmente.
- Eixos e linhas de desenho não devem ser usados como linha de cota.
- Ângulos devem ser medidos em graus no projeto, com exceção para os ângulos representados em coberturas e rampas, que devem ser indicados em porcentagem.
- As cotas de um mesmo desenho devem sempre ser expressas em uma mesma unidade.
   Por exemplo, todas as cotas em metro ou todas as cotas em centímetros, nunca misturar mais de uma unidade na mesma peça gráfica.

#### REFLITA

As cotas, enquanto indicadores de dimensão, trazem, assim como textos e tabelas, informações complementares aos desenhos. Como foi apontado anteriormente, desenhos com escalas definidas permitem que o leitor identifique as medidas dos objetos sem o uso de cotas. Diante dessas informações, quais vantagens você acha que as cotas oferecem para a prática projetual, a análise de projetos e execução de obras? Você acredita que esse elemento gráfico pode ser dispensado em projetos executivos e projetos legais?

Etapas preliminares do projeto, como as fases de estudos, admitem o uso de cotas internas. Essas cotas não apresentam linha de cota e linha de extensão e são representadas apenas pelo seu valor numérico.





Figura 2.26 - Exemplo de aplicação de cotas internas no projeto Fonte: Elaborada pela autora.

Como visto na figura, as cotas internas têm como objetivo informar dimensões gerais dos ambientes.



# ATIVIDADE

- Textos, tabelas e cotas são elementos utilizados em projetos, de forma a complementar as informações presentes nos desenhos. Sobre a cotagem no desenho técnico, assinale a alternativa correta.
  - a) O AutoCAD não permite que sejam criados estilos de cotas.
  - b) A NBR 10126/1986 divide a cotagem conforme a disposição das cotas no desenho, sendo admitidas cotas em cadeia ou por elementos de referência. No AutoCAD, essas cotas podem ser geradas, respectivamente, a partir do comando *Continue* e *Baseline*.
  - c) As cotas devem ser representadas mediante linhas com espessura superior a do desenho, para que essa informação fique em evidência.
  - d) A cota é formada por valor numérico, linha de cota, linha de extensão e linha auxiliar.
  - e) No AutoCAD, a ferramenta, representada pelo símbolo , é utilizada para criar cotas lineares.



# 4. PADRONIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO DESENHO TÉCNICO

Para a representação gráfica correta dos objetos, é preciso estar sempre atento(a) aos diversos aspectos envolvidos. Um dos pontos a ser abordado é a padronização dos desenhos, a qual faz com que as peças gráficas se tornem mais legíveis.

Outro aspecto importante é compreender a classificação dos desenhos técnicos. "Mas por que conhecer essas classificações?". A partir do momento em que você identifica o tipo de desenho técnico que precisa criar, é possível estabelecer, de forma sistêmica, quais elementos devem ser retratados no desenho e quais elementos não são relevantes. Nas Unidades III e IV, será discutido como criar os desenhos projetivos dentro desses estilos.

## 4.1 Padronização de Desenhos Técnicos

Ao realizar um projeto, na maioria das vezes, não será produzida apenas uma única peça gráfica, mas, sim, diversos desenhos que, em conjunto, irão transmitir a ideia a ser passada. Pense em um projeto composto por várias plantas baixas, cortes e elevações. Agora, imagine que, nesse projeto, cada tipo de desenho use uma fonte em seus textos, tipos de cotas diferentes e estilos de linhas distintos.

Além de gerar um impacto negativo esteticamente, trabalhar com diferentes estilos e fontes em um mesmo projeto proporciona uma poluição visual que dificulta a legibilidade dos desenhos. Por isso, trabalhar com desenhos padronizados, além de facilitar o processo de projeto, torna as representações mais claras e objetivas para quem irá recebê-las.

No entanto não basta adotar um único estilo para os desenhos. É necessário, também, prestar atenção às Normas Técnicas de Representação. Embora algumas etapas não exijam que normas sejam seguidas, é interessante sempre trabalhar de acordo com suas determinações, assim, não será preciso despender tempo ajustando os desenhos para as próximas etapas.

Por exemplo, em um estudo preliminar, haverá maior liberdade de representação, será possível utilizar fontes e estilos mais atrativos para encantar o cliente. Todavia deve-se procurar não fugir muito dos padrões das Normas Técnicas, pois ao submeter esse mesmo projeto para um órgão fiscalizador, como a prefeitura, será necessário readequar todo o estilo adotado.

Um dos primeiros pontos a se aprofundar é a relação com o papel para a criação de pranchas. De acordo com a NBR 10068/1987 - Folha de desenho - Leiaute e dimensões, os desenhos técnicos devem preferencialmente ser apresentados em pranchas com folha recortada, de acordo com a série "A". A série "A" é um dos padrões de dimensionamento determinado pela ISO 216, de



1975. Nesse padrão, quando dividimos sua maior dimensão pela menor, o resultado é a raiz quadrada de dois, ou seja, 1,4142.

Outra característica desse formato de papel é que, ao dobrar uma folha A0, por exemplo, em seu menor sentido, o resultado serão duas folhas A1. O A4 é o formato mais comum e, provavelmente, você deve estar familiarizado(a) a esse tamanho de papel, utilizado amplamente em impressoras. Os formatos mais utilizados da série "A" em projetos apresentam as dimensões apontadas no quadro a seguir.

FORMATO	DIMENSÕES (em mm)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210

Quadro 2.1 - Formatos da série A

Fonte: NBR 10068/1987 - Folha de desenho - Leiaute e dimensões.

Segundo essa mesma Norma Técnica, em casos especiais, é possível adotar outros formatos de prancha, porém é sempre recomendado seguir a proporção da série "A" ao determinar esses novos formatos, mantendo a relação entre altura e largura do papel.

As pranchas devem, ainda, contar com margens em todos os lados, sendo adotada margem de 10 mm, com exceção para o lado esquerdo, que deve apresentar margem de 25 mm. Essa diferença ocorre para permitir que sejam feitas perfurações e encadernações nesse lado, facilitando o arquivamento dos projetos.

Para garantir esse arquivamento e o fácil manuseio, as pranchas com formato maior que o A4 devem ser dobradas. Essa dobragem não pode ser feita de modo aleatório, visto que as dobras são realizadas primeiramente no sentido horizontal e, em seguida, na vertical (criando uma dobra para trás). Ao final, o resultado deve ser uma folha com o tamanho do A4, exibindo o carimbo na parte da frente.



Todas as pranchas devem apresentar carimbo no canto inferior direito. O carimbo, ou selo, como ele também é conhecido, deve conter toda a identificação do desenho. Algumas empresas e órgãos possuem seu próprio modelo de carimbo, por isso, antes de elaborar a sua prancha, lembre-se de verificar se é necessário seguir algum padrão preestabelecido.

A altura do carimbo pode ser variável, de acordo com a quantidade de informações que se pretende registrar, desde que não ultrapasse a altura de uma folha A4 (297 mm com margem). Já sua largura deve ser de 178 mm para formatos A4, A3 e A2, e 175 mm para os formatos A1 e A0. Dessa maneira, ao dobrar a prancha, o carimbo ficará completamente visível.

O carimbo deve conter os principais dados do projeto, como nome do proprietário, nome do autor do projeto, título do desenho, escala, data e número da prancha e do total de pranchas que compõem o conjunto. Cada órgão fiscalizador, como Prefeitura Municipal, Corpo de Bombeiros, Vigilância Sanitária, entre outros, irá apresentar um modelo próprio para a criação de pranchas e carimbos.

Observe, a seguir, um exemplo de carimbo para aprovação de projeto junto à prefeitura.

	DE UMA EDIF	ICAÇÃO A	CESSÓRIA	COMER	CIAL (GARAGE)	1) EM A	LVENARIA E E	TRUTUR	A METÁLI
CONSTRUE	CÃO DE LIM AL	IMANTO F				AL COM	12 PAVIMENTO		ENARIA
				-					
Proprietário				en e i e		_	CPE/CNP1 .		- /
	NOM	IE DO F	ROPR	LIA	10			IR. CPI	-/CNP
000000	20na hiscal: 000	00adra:	Uata/L	ote: C	implemento:	COMF	PLEMENTO	)	
Endereço:			RU	A/AV	'ENIDA, Nº				
Bairro/Global/U	_oteamento:	000			Condominio:		000000		
Observações:							000000		
Áreas:				Respo	nsävel técnico j	pelo Pro	ojeto:		
EXISTENTE		4	103,66 m2 83,28 m2	CILLA,	CHU.				
Construção: *Habi	ΤΑÇÃO 2 ΡΑνίΜ	ENTOS							
LAMP *ETLA	LIAÇADI (CESSÓRIA COM	IERCIAL 4	34,96 m2 6,74 m2						
L.M. P	RUÇÃO		80,80 m2	Assinatura Digital					
TOTAL DA CONST				Respo CREA	nsável técnico j /CAU:	pela Exo	ecução da Obra	5	
TOTAL DA CONST Situação esque	matica:								
TOTAL DA CONST Situação esque	matica:								
TOTAL DA CONST Situação esque	matica:								
TOTAL DA CONST	matica:								

Figura 2.27 - Exemplo de carimbo para Projeto Legal Fonte: Elaborada pela autora.

Outro assunto que merece atenção é a criação de hachuras no desenho técnico. Caro(a) aluno(a), você se recorda que, na Unidade I, discutimos um comando do AutoCAD capaz de criar hachuras? Agora, iremos compreender como e onde aplicar tais hachuras.



No desenho técnico, as hachuras devem ser empregadas para representar o material que compõe um objeto em corte. A NBR 12298/1992 - Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico apresenta uma lista com o padrão de hachuras a ser adotado para cada tipo de material. Observe os exemplos na figura a seguir.



Figura 2.28 - Padrões de hachura segundo NBR 12298/1992 Fonte: Elaborada pela autora.

Ainda de acordo com essa norma, o traçado deve ser feito por meio de linhas estreitas. Nos casos de figuras que apresentam seções muito finas, as hachuras podem ser omitidas e substituídas por preenchimento em cor sólida.

As hachuras também são utilizadas em representações além do desenho técnico. Esse tipo de preenchimento pode ser aplicado para diferenciar regiões no projeto, criando setorizações, paginações de pisos, efeitos de sombreamento, entre outros. Nesse caso, o registro não precisa necessariamente seguir as Normas Técnicas.

Segundo Ching (2011), as hachuras podem ser utilizadas para representar tonalidades e texturas nos desenhos. Por meio desse recurso, é possível descrever como a luz revela a forma dos objetos, evidenciar os arranjos espaciais e representar a cor e a textura das superfícies. Para essas finalidades, o autor indica a utilização de quatro principais técnicas de hachuras: hachuras paralelas, hachuras cruzadas, hachuras com movimentos circulares e pontilhados.



## 4.2 Classificação do Desenho Técnico

O desenho técnico pode ser classificado de diversas formas, a primeira categoria a ser analisada é em relação à forma de projeção. Um desenho pode ser projetivo ou não.

O desenho não projetivo é aquele que não é resultante de uma projeção de um objeto. Nesse grupo, dá para encontrar gráficos, fluxogramas, organogramas, entre outros.

Já o desenho projetivo é o resultado da projeção de um objeto sobre um ou mais planos. Como visto na Unidade I, a projeção nada mais é do que a representação gráfica de um corpo sólido sobre uma superfície plana. Os desenhos projetivos, que serão trabalhados, estão concentrados na categoria de projeção paralela.

De acordo com Ching (2011), as projeções podem ser classificadas em:

- **Perspectivas cônicas**: perspectivas com um ou mais pontos de fuga. As linhas projetadas convergem a esse ponto de fuga.
- **Projeções ortogonais**: a principal face de cada vista é paralela ao plano de desenho. As linhas projetadas são paralelas entre si e perpendiculares ao plano de desenho.
- **Projeções oblíquas**: as linhas projetadas são paralelas entre si, mas oblíquas ao plano de desenho.
- **Projeções axonométricas**: também conhecidas como perspectivas paralelas, as figuras representadas são estabelecidas em um sistema com três eixos, altura, largura e profundidade.

Nas Unidades III e IV, cada uma das categorias presentes dos desenhos projetivos será analisada. Veja, na figura a seguir, a representação de uma mesma figura em diversos tipos de projeção.





Figura 2.29 - A representação de um cubo em diferentes tipos de projeção Fonte: Elaborada pela autora.

Outro tipo de classificação que pode ser encontrada nos desenhos técnicos é em relação à técnica de representação, que poder ser digital ou não. A prática de desenho à mão vem gradativamente caindo em desuso, uma vez que o desenho auxiliado por computador 2D apresenta um processo de representação mais rápido, que pode ser facilmente modificado. Apesar dessas vantagens, o desenho à mão é essencial ao processo de aprendizagem de desenho técnico.

Ao trabalhar na tela do computador, não temos a mesma clareza de visualização de pesos e estilos de linha, assim como ocorre no desenho à mão. O mesmo vale para o entendimento de escalas, no desenho à mão, todos esses fatores são pensados durante o processo de construção de desenho, enquanto no projeto auxiliado por computador, tais parâmetros são definidos e configurados apenas no momento de impressão do projeto. Por isso, apesar de as diversas vantagens do desenho feito a partir de softwares, o desenho à mão ainda é significativo no processo projetual.

Vale ressaltar que muitos projetistas acreditam que trabalhar no computador inibe a etapa de criação. Muitos profissionais preferem trabalhar croquis e perspectivas à mão livre, para depois transferir essas ideias para um software como o AutoCAD. O desenho auxiliado por computador apresenta uma rigidez que pode prejudicar o desenvolvimento criativo, contudo isso varia de pessoa para pessoa. Lembre-se de avaliar as opções para conseguir determinar o melhor método para criar projetos.



Em relação ao grau de elaboração do desenho, é possível classificá-lo em: esboço, desenho preliminar e desenho definitivo. O esboço compreende os desenhos de menor grau de elaboração, feitos em nível de estudo. Como exemplo, podemos apontar os croquis e desenhos esquemáticos.

Os desenhos preliminares, por sua vez, são aqueles com grau de elaboração superior aos esboços, mas ainda sujeitos a modificações. Já os desenhos definitivos, como o próprio nome sugere, são os desenhos finais de um projeto, que apresentam as soluções definitivas. Esse tipo de representação apresenta um maior grau de elaboração, deve seguir as Normas Técnicas e se encontrar pronto para ser submetido aos órgãos fiscalizadores ou encaminhado à obra.

Segundo Montenegro (2001), os desenhos técnicos também podem ser classificados de acordo com a etapa na qual se encontram. Nesse caso, as classificações são: estudos preliminares, anteprojeto, projeto, detalhes.

De acordo com o autor, os estudos preliminares são aqueles desenhos elaborados no momento inicial de concepção do projeto. Estão aqui reunidos croquis, perspectivas e fluxogramas que o projetista cria para tentar conciliar os desejos do cliente com a melhor solução para o projeto.

Já o anteprojeto seria como uma versão do estudo preliminar "passado a limpo". Os desenhos elaborados nesta etapa são submetidos ao cliente, por isso, é interessante que tais peças gráficas apresentem valor estético, além das funções técnicas por elas desempenhadas. Perspectivas coloridas, plantas humanizadas e desenhos à mão livre são tipos de desenhos que podem transformar a apresentação do projeto em uma experiência estimulante ao cliente.

A etapa de projeto, assim como a etapa de detalhes, por sua vez, consiste nos desenhos técnicos elaborados para a execução e aprovação em órgãos fiscalizadores. Nessas etapas, é necessário seguir as Normas Técnicas de Representação.



# ATIVIDADE

- A NBR 10068/1987- Folha de desenho-leiaute e dimensões traz determinações a respeito das pranchas para desenhos técnicos. Sobre as disposições dessa norma, assinale a alternativa correta.
  - a) O selo, ou carimbo, deve estar localizado na porção inferior esquerda da prancha de projeto.
  - b) O selo, ou carimbo, deve apresentar largura de 178 mm ou 175 mm, conforme o formato da prancha.
  - c) As margens laterais, superior e inferior da prancha devem apresentar distância de 10 mm da linha de corte dela.
  - d) O formato tradicional das pranchas de projeto deve seguir o tamanho padrão da família
     A. A folha tamanho A4 apresenta as dimensões 420 mm por 297 mm.
  - e) As pranchas de grandes dimensões devem ser dobradas no tamanho A3 para garantir o seu melhor manuseio e arquivamento.



# INDICAÇÕES DE LEITURA

Nome do livro: Técnicas de Construção Ilustrada

Editora: Bookman

Autor: Francis D.K. Ching

ISBN: 978-85-7780-708-6

Como leitura, sugere-se o livro como um todo. Nessa obra, Ching apresenta formas de representação dos mais variados elementos de projeto, desde o local em que a edificação será implantada até os seus acabamentos. Essa leitura tem como objetivo auxiliar o estudante na compreensão de como representar graficamente os mais diversos elementos.

Nome do livro: Desenho Técnico para Construção

Editora: Bookman

Autor: Alexandre Salvaterra

ISBN: 0071549862/9780071549868

Como leitura, sugere-se o capítulo **2-Desenhos técnicos e executivos: uma linguagem universal** (páginas 11-34). No trecho sugerido, o autor aborda questões como os tipos de desenhos executivos, pranchas de projeto e as diferenças entre o desenho auxiliado por computador e o desenho à mão. A leitura deste capítulo visa complementar o conteúdo abordado nesta segunda unidade da disciplina.

## **INDICAÇÕES DE FILME**

Nome do filme: A Ponte do Rio Kwai

Gênero: guerra, drama

Ano: 1957

Elenco principal: Alec Guinness, William Holden, Jack Hawkins

O filme retrata a construção da ponte sobre o Rio Kwai durante a Segunda Guerra Mundial. Apesar de os intensos bombardeios sofridos, a ponte se mantém firme até os dias atuais. Embora



o enredo traga uma versão romantizada dos fatos, é uma ótima oportunidade para conhecer um pouco mais sobre esse momento histórico na construção civil.

Nome do filme: A Origem

Gênero: ficção científica, suspense

**Ano**: 2010

Elenco principal: Leonardo DiCaprio, Marion Cotillard, Ellen Page

Durante o filme, os cenários são construídos a partir da criatividade da mente. O real e o sonho, muitas vezes, se misturam na trama, deixando o espectador em dúvida sobre o que é real ou não. O filme indicado irá trabalhar esse conceito dos limites da imaginação e representação do real, por meio dos cenários arquitetados nos sonhos.



UNIDADE III

# Representação Gráfica e Formatação

Thaís Kawamoto Amarães

Introdução

Olá, seja bem-vindo(a)!

Nesta terceira Unidade da disciplina Expressão Gráfica, iremos aprofundar nossos conhecimentos sobre a representação gráfica dentro da Geometria Descritiva.

A Geometria consiste em um dos campos de estudo da matemática. Em sua análise, podemos calcular as mais variadas dimensões e propriedades dos modelos representados. Em nossa disciplina, o objetivo não será voltar nosso olhar para essa questão analítica, mas sim ao aspecto de representação das formas.

Imagine a seguinte situação: após realizar a modelagem em 3D de uma residência, você precisa representar todos os elementos dessa construção de forma bidimensional, para criar um projeto executivo e encaminhá-lo à obra. Alguns elementos construtivos são muito elementares e fáceis de representar, por exemplo, as paredes e demais superfícies planas. Porém, como representar, de forma bidimensional, o telhado inclinado de uma residência? Você já parou para pensar a respeito disso? De maneira geral, as superfícies inclinadas são aquelas que geram maior dificuldade no momento de representação.

O nosso olhar não é treinado para imaginar, de modo automático, a planificação dos objetos, por isso, é importante adquirir esse hábito, para que o processo de representação das formas fique cada vez mais simples e intuitivo a você!

Iniciamos esta Unidade discutindo algumas noções básicas da Geometria e da Geometria Descritiva. Nesse primeiro momento, é essencial que você familiarize-se com os termos e definições que, no decorrer da Unidade, serão trabalhados.

Na sequência, compreenderemos o método mongeano para a projeção das figuras, bem como discutiremos sobre as vistas ortográficas e a norma brasileira que orienta em relação a esse tipo de representação gráfica.



Após levantarmos esses princípios básicos, concentrarem-nos no estudo dos elementos primitivos da Geometria e sua relação na Geometria Descritiva. Analisaremos o comportamento de ponto, reta e plano quando representados segundo o método mongeano.

Finalizando a nossa terceira Unidade, conheceremos os métodos descritivos. Esses métodos nos auxiliarão a criar projeções de elementos, sejam eles ponto, reta ou plano. Por meio deles, será possível simplificar situações complexas, como quando um objeto não se encontra disposto de modo paralelo ao plano de projeção.

O conteúdo que debateremos nesta Unidade tem, como propósito, apresentar os principais conceitos envolvidos no método de projeção da Geometria Descritiva. Analise, com atenção, cada um dos elementos que iremos abordar, conforme eles vão sendo exibidos, para que você consiga acompanhar o processo de representação das formas dos modelos.

Bons estudos!



Fonte: Designua / 123RF.



## 1. NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA DESCRITIVA

Em nossa disciplina, iremos focar no estudo de desenhos projetivos, dessa forma, objetos com três dimensões serão registrados de forma bidimensional. Para compreendermos o modo de execução de tais representações, precisamos, primeiramente, conhecer e analisar quais elementos irão compor nossos desenhos! Os elementos básicos que iremos abordar na aula de hoje serão essenciais para que possamos construir as representações de modo correto.

#### 1.1 Elementos Fundamentais Da Geometria

A Geometria, assim como o Cálculo e a Álgebra, é um dos campos de estudos da matemática. Se analisarmos a etimologia da palavra, veremos que a Geometria significa, de modo literal, medir a terra. Carvalho (2001) aponta que a área de atuação da Geometria é a investigação das formas e dimensões dos elementos matemáticos. Isso significa que, nessa esfera, são abordados sistemas matemáticos que resultam nas representações em forma de figuras geométricas.

A Geometria apresenta diversos axiomas que traduzem conceitos matemáticos para a construção de teoremas. Esse campo de estudo pode ser dividido em dois principais grupos: a geometria métrica e a de posição.

A geometria métrica, como o próprio nome sugere, é um campo de estudo que analisa as medidas das figuras geométricas. Nela, são trabalhadas informações como as dimensões gerais das formas, a área de uma superfície, seu perímetro, o volume de um sólido geométrico e a distância entre pontos. É por meio da geometria métrica que conseguimos relacionar um objeto a suas dimensões.

Já a geometria de posição busca analisar a posição que um ponto, uma reta ou um plano ocupa no espaço. Por meio desse campo de estudo, é possível determinar a posição relativa entre duas retas, entre um ponto e uma reta, entre um ponto e um plano, dentre outros.

Os conceitos de geometria podem ser amplamente utilizados em nosso dia a dia. Para analisar a melhor rota para uma viagem, por exemplo, iremos verificar quais são os caminhos existententes entre a partida (ponto inicial) e o destino (ponto final), além de avaliar qual apresenta uma menor distância.

A representação das formas é um meio de comunicação que irá auxiliar na transmissão de ideias e na correta execução de projetos. Por meio da Geometria, é possível retratar um objeto de modo que este seja interpretado precisamente pelos envolvidos no processo de execução.



## 1.2 O que é a Geometria Descritiva?

Você já ouviu falar no termo "Geometria Descritiva"? Esse campo da Geometria foi desenvolvido por um matemático francês, chamado Gaspard Monge, como uma forma de padronizar a confecção de projetos, no processo industrial, dentro do cenário francês, em meados do século XVIII (CARVALHO, 2001).

A Geometria Descritiva, a qual trataremos como GD, também é conhecida como sistema mongeano ou método diédrico. Esse sistema tem, como objetivo, representar figuras do espaço para estudar sua forma, dimensão e posição por meio desse registro.

Gaspard Monge foi o responsável por sistematizar processos construtivos para trabalhar elementos tridimensionais de forma bidimensional. A partir disso, é possível resolver problemas em que são consideradas as três dimensões do objeto, porém, por meio da geometria plana, o que torna a sua análise mais clara e descomplicada.

Imagine que você está projetando uma cadeira. Após a concepção da ideia, você precisa registrar o que imaginou, para que ela possa ser executada, não é mesmo? Embora um desenho tridimensional permita que o executor tenha uma visão global de como a cadeira deve ficar depois de pronta, essa representação não é a mais adequada para inserirmos indicações, cotas e demais elementos, os quais permitirão a sua construção.

A GD, por meio da geometria plana, como o seu próprio nome indica, é composta por métodos que irão descrever o objeto. Nessas representações, o objetivo não é explicar ou investigar a natureza do objeto, mas sim retratar de modo estritamente descritivo. No exemplo apresentado, para registrar uma cadeira, seria necessária a construção de vistas ortogonais a cada face do objeto, para a sua apresentação, de forma a permitir sua execução.

## 1.3 Ponto, Reta e Plano

A Geometria faz uso de entes primitivos para a representação dos objetos. Iniciando pelo elemento mais simples, o ponto é adimensional e sem forma, por isso, não apresenta largura ou altura. Por não possuir tamanho e forma, o ponto é responsável por determinar o lugar exato no espaço. Sua representação gráfica é feita como um "pingo" e sua designação é dada por letras maiúsculas, por exemplo, (A), (B), (C).

A reta, por sua vez, é formada por um conjunto de pontos que se mantém em uma mesma direção, ou seja, não faz curva. A representação gráfica da reta é feita como um traçado e sua designação é dada por letras minúsculas, por exemplo, r, s, t.



O plano é formado pelo enfileiramento de retas. Sua representação gráfica é feita pelo desenho de uma superfície e sua designação é dada por letras gregas, por exemplo,  $\alpha$ ,  $\beta$ .

#### 1.4 Linha de Terra, Linha de Chamada e Diedros

A Geometria Descritiva, por sua vez, compreenderá, além dos entes primitivos apresentados, elementos característicos para a representação das formas. Ao trabalharmos com a GD, iremos deparar-nos com a Linha de Terra, Linha de Chamada e os Diedros. Para compreendermos, melhor, o papel de cada um desses itens, vamos, primeiramente, conceituá-los!

Na GD, os objetos serão representados em planos de projeção perpendiculares entre si. A Linha de Terra ou LT corresponde à reta que representa a interseção entre tais planos de projeção (CARVALHO, 2001). A Linha de Chamada é a representação da projeção das projetantes, feita de modo perpendicular à LT.

Os Diedros são os espaços formados entre os dois planos de projeção (CARVALHO, 2001). O plano horizontal, representado como  $\pi$ ', e o plano vertical, representado como  $\pi$ '', estruturam o Diedro.

Considerando o método mongeano, o plano vertical e o plano horizontal podem dividir o espaço em quatro Diedros. A denominação de tais Diedros é feita conforme o sentido trigonométrico, ou seja, seguindo o sentido anti-horário, considerando o 1° Diedro o superior à direita.



Figura 3.1 - Diedros no método mongeano Fonte: Elaborada pela autora.



Cada um desses Diedros fornece um tipo de projeção diferente. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas orienta que a representação de desenhos técnicos seja feita no 1° Diedro. Já em países como Estados Unidos e Canadá, o mais usual é a representação no 3° Diedro. Quando trabalhamos com no 1° Diedro, o modelo a ser representado está localizado entre o observador e o plano de projeção. Em uma representação no 3° Diedro, o plano de projeção está situado entre o modelo e o observador. Observe, no exemplo a seguir, a diferença de representação de um mesmo modelo.



Figura 3.2 - Objeto representado no 1º Diedro e no 3º Diedro Fonte: Elaborada pela autora.

Para indicar em qual Diedro o objeto está sendo representado, é necessário apontar seu respectivo símbolo, no canto inferior direito da prancha, dentro da legenda. Observe, na figura a seguir, como representar nas duas situações mais usuais.





Figura 3.3 - Indicação de representação em 1° e 3° Diedros Fonte: Elaborada pela autora.

Além dos planos de projeção, existem, ainda, os planos bissetores. Uma superfície é considerada um plano bissetor quando contém a LT e divide, de modo simétrico, um Diedro, formando um ângulo de 45° com os planos de projeção. Existem dois planos bissetores, o primeiro deles, denominado Bissetor Ímpar, divide o primeiro e terceiro Diedros; o segundo, chamado Bissetor Par, divide o segundo e o quarto Diedros. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 3.4 - Planos bissetores Fonte: Elaborada pela autora.



## REFLITA

Na Geometria Descritiva, trabalhamos com o rebatimento do modelo no plano de projeção. Embora, em português, a palavra "rebatimento" esteja relacionada a repelir, jogar para longe, devemos compreender essa expressão como uma derivação do termo francês *"rabattemant"*, que vem do verbo *"rabattre"*, que significa baixar, fazer cair (MONTENEGRO, 1991).

## REFLITA

A projeção ortogonal é um modo de representação diferente de nossa visão, que é feita de forma tridimensional e com perspectiva. Logo, o sistema da Geometria Descritiva não é um método intuitivo de registro de objetos. Para alcançarmos o domínio dessa técnica, é necessária muita prática do raciocínio e expressão da forma que a visão espacial envolve!



# ATIVIDADE

- 1) Sobre a definição de elementos básicos da Geometria Descritiva, assinale a alternativa correta.
  - a) Os diedros são espaços caracterizados por um plano horizontal e uma Linha de Terra.
  - b) O método mongeano é formado por um sistema com quatro diedros.
  - c) A Linha de Terra corresponde ao encontro do plano horizontal e o modelo a ser representado.
  - d) No Brasil, a Norma Técnica determina que as representações sejam feitas no 3° Diedro.
  - e) Os Diedros são numerados no sentido horário, sendo que o primeiro deles encontra-se localizado na parte superior esquerda do sistema.



# 2. MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO

A representação das figuras, segundo o método mongeano, pode ser realizada tanto em meio digital, por meio de softwares, como o AutoCAD, quanto manualmente, por meio de ferramentas, como o esquadro e a régua paralela.

Independente do meio de representação escolhido, para a criação dessas formas, seja através do uso de comandos de criação de linhas no AutoCAD ou do manejo de esquadros, será necessária a criação das Linhas de Chamadas.

Essas linhas, representadas de forma paralela entre si e perpendiculares aos planos de projeção, servirão de guia para a criação das projeções e, na representação final, tais linhas serão suprimidas do desenho. Na sequência, vamos analisar quais elementos e fatores são essenciais para a representação de modelos dentro da geometria descritiva.

A Geometria Descritiva surgiu entre 1766 e 1784, porém só veio a ser amplamente divulgada em 1794, quando Gaspard Monge ensinou a técnica aos seus alunos da Escola Politécnica da França. Apesar da divulgação científica e do desenvolvimento teórico terem sido realizados apenas a partir do século XVIII, a utilização da técnica de rebatimento para representação das formas foi utilizada de modo empírico durante milênios, desde o princípio das civilizações (MONTENEGRO, 1991).

## 2.1 Planos e semi-planos de Projeção

Quando posicionamos o modelo que desejamos reproduzir em um dos Diedros, iremos trabalhar com a projeção do objeto sobre os planos. Como vimos anteriormente, os planos de projeção são divididos em planos horizontal e vertical, os quais criam uma intersecção denominada Linha de Terra. Esses planos são subdivididos, formando quatro semi-planos. Na horizontal, teremos o Semi-Plano Horizontal Posterior (SPHP ou PH) e o Semi-Plano Horizontal Anterior (SPHA ou AH). Já na vertical, serão encontrados o Semi-Plano Vertical Superior (SPVS ou SV) e o Semi-Plano Vertical Inferior (SPVI ou IV) (CARVALHO, 2001). Observe, na figura a seguir, cada um desses semi-planos.





Figura 3.5 - Semi-planos de projeção Fonte: Elaborada pela autora.

Os Diedros configuram-se, então, como espaços tridimensionais, nos quais iremos posicionar um ponto, uma reta, uma face ou, até mesmo, um volume. Uma vez que o elemento estiver posicionado no espaço em um dos Diedros, conseguimos determinar a sua projeção sobre os planos.

#### 2.2 Projeção Sobre Os Semi-planos

Para que o modelo seja representado em duas dimensões, devemos transformar os Diedros, que são tridimensionais, em uma estrutura plana. Imagine que os planos vertical e horizontal são como folhas móveis que rotacionam e têm, como eixo de rotação, a Linha de Terra. Para tornar os Diedros bidimensionais, realizaremos um movimento de giro do plano horizontal no sentido horário, de modo que ele coincida com a posição do plano vertical. Como resultado, iremos obter a épura, a planificação do Diedro. Observe o exemplo na figura a seguir.





Figura 3.6 - As projeções são representadas na épura Fonte: Elaborada pela autora.

Cada ponto representado no método mongeano terá, então, ao menos duas projeções nesta épura, uma sobre o Plano Horizontal e outra sobre o Plano Vertical. Apesar de o método utilizar dois planos de projeção, ambas as figuras geradas são representadas em uma mesma folha de desenho. Essa forma de representação utiliza a projeção ortogonal, na qual os raios projetantes ou Linhas de Chamadas são perpendiculares ao plano. A projeção ortogonal de um ponto será o pé da perpendicular entre o ponto e o plano de projeção (RICCA, 2011). Observe o exemplo na figura a seguir.






Fonte: Elaborada pela autora.

Imagine a seguinte situação: com uma lanterna apontada para um objeto, você irá criar sua sombra sobre uma parede. A sombra gerada é uma figura plana, sem profundidade e que nem sempre mantém a forma da figura original. Por exemplo, caso existam, no objeto, superfícies inclinadas em relação ao plano de projeção, no caso, a parede, elas não serão representadas de forma fiel ao real.

A projeção ortogonal que iremos realizar para a representação do modelo funciona como se fosse uma sombra, porém com raios projetantes paralelos. No exemplo da lanterna, temos apenas um centro de projeção que emite os raios projetantes. Para a projeção ortogonal, teremos os raios sendo emitidos de forma paralela, o que assegurará que as dimensões registradas sejam iguais as do modelo, sem distorções, sempre que a face representada estiver paralela ao plano de projeção. Observe, no exemplo a seguir, a diferença entre uma projeção cônica, com um centro de projeção, e uma projeção cilíndrica, com raios projetantes paralelos entre si.





Figura 3.8 - Relação projeção cônica e projeção cilíndrica Fonte: Elaborada pela autora.

Devemos estar atentos ao tipo de projeção com a qual estamos trabalhando. Um mesmo objeto pode ser representado de diversas formas, variando conforme o método de projeção que escolhemos. Para definir qual projeção é a mais adequada, precisamos compreender qual é o objetivo de nosso desenho: representar o objeto de forma técnica para a sua execução?; ilustrar o máximo de faces do objeto?; conhecer a finalidade do desenho e orientar a nossa escolha?

#### 2.3 Vistas Ortográficas

Em nossa atividade projetual, iremos trabalhar com a reprodução de vistas ortográficas. Seja em um projeto arquitetônico para a criação de uma edificação, um detalhamento de um móvel ou de um ambiente ou, ainda, para elaboração de um projeto mecânico, com detalhamento e especificações de peças, sempre incluiremos as vistas ortográficas no projeto.

Quando estamos desenhando uma fachada de um prédio, por exemplo, estamos trabalhando com vistas ortográficas; é como se o observador estivesse disposto de modo frontal à edificação. As linhas que "puxamos" do corte e planta baixa do projeto para a criação da fachada correspondem às Linhas de Chamada na Geometria Descritiva. Essas linhas servem de base para a criação do desenho de fachada, assim como as Linhas de Chamada ou Raios Projetantes são as guias para a criação das formas em GD.



Como já apontamos anteriormente, são essas vistas que permitirão a correta leitura e identificação do projeto como um todo, seja para sua análise, criação de orçamento ou execução. Na Geometria Descritiva, utilizamos duas projeções para a representação do modelo, no plano vertical e no plano horizontal, registradas na épura. No desenho técnico, iremos perceber que, na maioria das vezes, apenas duas projeções não são o suficiente para o registro e interpretação do objeto. Nesses casos, o mais usual é utilizarmos ao menos três projeções, a vertical, a horizontal e a de perfil, que darão a noção de profundidade do modelo representado.

Em situações mais complexas, como no registro de peças mecânicas, por exemplo, é comum trabalharmos com mais vistas, como se estivéssemos inserindo o objeto registrado no interior de um paralelepípedo, resultando, então, em um total de seis vistas. As faces do objeto são projetadas em cada uma das faces desse cubo imaginário; quando "abrimos" essa figura, os resultados serão as vistas ortogonais.

A organização do desenho é feita a partir da vista principal. Quando a representação for realizada no 1° Diedro, em relação à projeção da vista frontal (VF), iremos encontrar: vista superior (VS) abaixo, vista inferior (VI) acima, vista lateral esquerda (VLE) à direita, vista lateral direita (VLD) à esquerda e vista posterior (VP) ao lado da VLE ou da VLD, conforme a conveniência. Observe o exemplo na figura a seguir.





Fonte: Elaborada pela autora.



No Desenho Técnico, as faces principais do objeto a ser retratado devem estar posicionadas de forma paralela ao plano de projeção, para que as dimensões sejam representadas de acordo com a sua verdadeira grandeza (VG). Em casos que existam faces inclinadas nos objetos, é indicado criar planos de projeções auxiliares para seus registros.

Outra particularidade a qual devemos estar atentos no Desenho Técnico é que, usualmente, não se representa a LT, assim como o traço do plano de projeção em perfil. Apesar disso, é necessário manter as distâncias e regras de posicionamento da Geometria Descritiva, resultado da dupla projeção ortogonal e o rebatimento dos planos.

A representação de contornos e arestas visíveis na face projetada deve ser realizada com linha de traçado contínuo, enquanto contornos e arestas não visíveis por estarem ocultos por uma das faces devem ser realizados em linha tracejada.

#### 2.4 Norma Técnica

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT apresenta determinações para a realização de Desenho Técnico por meio da NBR 10067/1995 - Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico.

De acordo com tal Norma, a vista mais importante de uma peça deve ser utilizada como vista frontal. Na maioria das vezes, tal vista corresponde à representação da peça em sua posição de utilização. A vista frontal irá ilustrar a forma mais característica do objeto, preferencialmente, ilustrando-o em sua maior dimensão. Por exemplo, para desenharmos um sofá, a vista frontal será aquela que corresponde à visão que o usuário tem quando vai sentar-se nele, registrando seu assento e encosto.





Figura 3.10 - A vista frontal é a principal e deve caracterizar o objeto retratado Fonte: Tatyana Miroshnichenko / 123RF.

A Norma também orienta que, ao representar um objeto, é necessário evitar a repetição de detalhes, assim como linhas de projeção desnecessárias. Esse excesso de informações pode prejudicar a legibilidade do projeto. Também devemos estar atentos para que todas as informações necessárias estejam contidas nos desenhos criados, pois tanto o excesso quanto a escassez de vistas podem ser prejudiciais.

O número de vistas representadas irá variar conforme a necessidade de cada caso, devendo ser utilizado o menor número possível de vistas. Elementos repetitivos podem ser simplificados e peças que apresentam simetria podem ser representadas apenas por uma parte do todo. Para isso, devemos criar uma linha de simetria, na qual, em suas extremidades, haverá a representação de dois traços curtos e paralelos para indicar essa condição de simetria.





Figura 3.11 - Exemplo de representação de peça simétrica Fonte: Elaborada pela autora.

Para realizarmos a leitura das vistas ortográficas, devemos analisar todas as projeções de um modelo de forma conjunta, e não cada projeção de forma isolada. O Diedro no qual o objeto está representado também deve ser verificado para a correta leitura do desenho.

As projeções de um mesmo elemento do modelo estarão sempre sobre o mesmo alinhamento, ou seja, sobre a mesma Linha de Chamada. Isso significa que dois pontos, quando retratados em vista frontal, vista superior e vista lateral, por exemplo, irão manter o mesmo alinhamento em todas elas.





Figura 3.12 - Exemplo de alinhamento dos pontos Fonte: Elaborada pela autora.

Outro ponto importante para a leitura das formas é lembrarmos que uma linha que separa duas áreas vizinhas em uma vista indica que tais áreas não estão no mesmo plano, isto é, existe um desnível entre elas. Por fim, também devemos estar atentos para as propriedades de projeção de reta e faces, assunto que iremos abordar de modo mais detalhado nas próximas aulas.

Uma face, quando projetada, será representada como aresta, se estiver perpendicular ao plano de projeção, ou como face, quando estiver paralela ou inclinada ao plano de projeção. Já a reta será representada como ponto, quando estiver perpendicular ao plano de projeção, ou como aresta, se estiver paralela ou inclinada ao plano de projeção.

## FIQUE POR DENTRO

O desenho técnico é um instrumento utilizado pelo projetista para comunicar-se com os demais sujeitos de um projeto. É por meio das peças gráficas que uma ideia é representada e pode ser comunicada ao cliente, ao executor e aos fornecedores. Apesar desse papel significativo, alguns projetistas encontram dificuldade no processo de representar o desenho técnico. Para aprimorar esses atributos, confira: <<u>https://www.archdaily.com.br/br/889405/20-dicas-de-desenho-tecnico-para-arquitetura</u>>. Acesso em: 22 fev. 2019.



Você encontrará, no link, 20 dicas que podem te ajudar na elaboração de desenhos mais claros e com qualidade estética!

## REFLITA

Enquanto a projeção cilíndrica considera raios projetantes paralelos, a projeção cônica leva em consideração raios projetantes que partem de uma única fonte. Essa diferença gerará resultados distintos, quando trabalhamos com a projeção de um mesmo objeto, sobre uma mesma superfície. Diante disso, você acredita que existe um modo de representação melhor ou pior para o registro de projetos? Você acha que o tipo de projeção adotada pode influenciar na leitura e entendimento do projeto?



# ATIVIDADE

- 2) A épura consiste na planificação dos diedros e é por meio dela que podemos registrar objetos tridimensionais de modo bidimensional. Sobre a épura, assinale a alternativa correta.
  - a) Na épura, o Semi-Plano Horizontal Posterior é rebatido sobre o Semi-Plano Horizontal Anterior.
  - b) A projeção vertical de um objeto, no terceiro diedro, será representada abaixo da Linha de Terra.
  - c) A épura é representada por projeções nos planos verticais, enquanto as projeções nos planos horizontais são representadas em planos bissetores.
  - d) Quando em épura, a Linha de Terra passa a ser representada no sentido vertical.
  - e) A projeção de um objeto, no quarto diedro, será representada acima da Linha de Terra, quando em épura.



## **3. ESTUDO DO PONTO E DA RETA**

Uma vez compreendidos os fundamentos básicos para a representação de objetos de acordo com a Geometria Descritiva, iremos, agora, analisar a relação dos elementos geométricos nesse tipo de representação. Iniciamos o nosso estudo pelo elemento mais básico, que é o ponto, e iremos, gradativamente, aumentando o nível de complexidade das formas.

### 3.1 Estudo Do Ponto

O estudo do ponto irá concentrar-se na posição em que ele é encontrado no espaço e como isso influenciará em sua projeção sobre os planos. Um ponto pode apresentar as seguintes posições, em relação aos planos ortogonais de projeção:

- No espaço;
- Em um espaço equidistante de  $\pi$ ' e  $\pi$ ", ou seja, sobre o plano bissetor;
- Sobre  $\pi$ ';
- Sobre  $\pi$ ";
- Sobre a Linha de Terra.

Para assegurar que o sistema possua precisão na representação das formas, cada ponto do modelo apresentado irá dispor de coordenadas que o fixam no espaço. A partir dessas coordenadas, conseguimos determinar, de forma exata, qual a localização dos pontos retratados.

Os pontos que não estiverem locados sobre a Linha de Terra ou sobre um dos planos de projeção estarão localizados em um dos quatro Diedros e apresentarão projeções horizontais e verticais, que ocorrem quando o raio projetante, que passa pelo ponto, intercepta o plano de projeção.

As distâncias do ponto ao plano de projeção horizontal denominam-se Cota. As cotas podem apresentar valor positivo (+) ou negativo (-), dependendo de sua localização no espaço. Quando o ponto estiver acima do plano de projeção horizontal, ou seja, no 1° ou 2° Diedro, o valor da cota será positivo. Caso o ponto esteja abaixo do plano de projeção horizontal, seja no 3° ou 4° Diedro, o valor da cota será negativo.

As distâncias do ponto ao plano de projeção vertical denominam-se Afastamento. Os afastamentos também são representados por valores positivos (+) ou negativos (-), variando conforme a sua localização. Quando o ponto estiver a direita do plano de projeção vertical, no 1°



ou 4° Diedro, o valor do afastamento será positivo. Caso o ponto esteja a esquerda do plano de projeção vertical, no 2° ou 3° Diedro, o valor do afastamento será negativo.

Essas duas coordenadas, Cota e Afastamento, ajudam a localizar o ponto no espaço, porém, como estamos trabalhando com elementos tridimensionais, é necessário, ainda, determinar a distância do ponto em relação seu sentido longitudinal. Com essas três coordenadas, é possível fixar, totalmente, o ponto no espaço.

Para determinarmos a distância do ponto em seu sentido longitudinal, será necessária a criação de mais um plano, além dos planos horizontais e verticais existentes. Esse novo plano, denominado Plano de Perfil, deve ser perpendicular aos planos de projeção, bem como determinará a coordenada das Abscissas. Quando um ponto estiver à direita do Plano de Perfil, o valor da abscissa será positivo, enquanto que, se o ponto estiver à esquerda do Plano de Perfil, o valor da abscissa será negativo.

A representação de tais coordenadas deve ser feita seguindo a ordem: **abscissa**, **afastamento** e **cota**. Por exemplo, se dissermos que (A) (2,3,4), significa que um ponto (A) tem abscissa 2, afastamento 3 e cota 4, todos os valores de forma positiva. Com isso, podemos concluir que o ponto está localizado no 1° Diedro, pois tanto afastamento quanto cota são positivos. Observe a representação desse ponto na figura a seguir.



Figura 3.13 - Representação de um ponto no 1° Diedro Fonte: Elaborada pela autora.



Fique atento à representação da épura de um ponto! Você se lembra que a épura consiste no rebatimento do plano de projeção horizontal sobre o plano de projeção vertical? Em decorrência disso, devemos tomar cuidado na leitura dessas coordenadas. O Afastamento é medido positivamente, quando abaixo da Linha de Terra, e negativamente, quando acima dessa mesma linha. Isso ocorre, pois, com o rebatimento dos planos de projeção, o Semi-Plano Horizontal Posterior (PH), localizado à esquerda do plano de projeção vertical (-), é rebatido para a região acima da Linha de Terra, enquanto o Semi-Plano Horizontal Anterior (AH), localizado à direita do plano de projeção vertical (+), é rebatido para a região abaixo da Linha de Terra.

Como na formação, na épura, o plano de projeção vertical não muda, os valores de cota são os mesmos, quando representados nos Diedros, além de as distâncias acima da Linha de Terra serem positivas, enquanto as distâncias abaixo da Linha de Terra são negativas. Com relação às abscissas em épura, devemos considerar que as medidas positivas estarão à direita da Origem das Abscissas, enquanto as medidas negativas estarão à esquerda de tal origem.

Os pontos pertencentes ao plano de projeção horizontal apresentarão cota nula e afastamento positivo, caso estejam no semi-plano horizontal anterior, ou afastamento negativo, se estiverem no semi-plano horizontal posterior. Já os pontos pertencentes ao plano de projeção vertical irão possuir afastamento nulo. Sua cota será positiva, caso estejam localizados no semi-plano vertical superior, ou negativa, caso estejam no semi-plano vertical inferior.



Figura 3.14 - Representação de pontos localizados sobre os planos de projeção em épura Fonte: Elaborada pela autora.



Os pontos pertencentes aos bissectores apresentam valor absoluto igual para cota e afastamento. Isso significa que suas projeções apresentam simetria em relação à Linha de Terra. Embora o valor absoluto seja igual para as duas coordenadas, estas podem apresentar sinal contrário. Quando o ponto está localizado sobre o bissetor ímpar, cota e afastamento serão iguais em valor e em sinais, sendo os dois positivos ou negativos.

Já quando o ponto está localizado sobre o bissetor par, cota e afastamento serão iguais em valor, porém com sinais opostos; uma das coordenadas será positiva, enquanto a outra será negativa. Isso irá resultar em pontos de projeção coincidentes em épura.



Figura 3.15 - O ponto (A) está situado em um plano bissetor ímpar, enquanto o ponto (B) está localizado em um plano bissetor par Fonte: Elaborada pela autora.

A partir do estudo do comportamento de um ponto em épura, podemos desenvolver o mesmo raciocínio para situações mais complexas, como a reta, um plano e um volume. Por esse motivo, é necessário que o conceito de épura e diedros esteja claro, uma vez que são essas definições que irão guiar-nos no estudo da representação no desenho técnico.



### 3.2 Estudo Da Reta

A reta configura-se como um ente primitivo, de maior complexidade que o ponto, porém mais simples do que um plano. A projeção ortogonal de uma linha sobre um plano de projeção corresponde à projeção ortogonal de todos os pontos que a compõem sobre tal plano. Isso significa que o modo de projeção de uma linha é semelhante ao que discutimos no estudo do ponto.

Se a linha considerada for uma reta, na maioria das vezes, a sua projeção sobre o plano também será uma reta. Perceba que não estamos afirmando que **todas** as projeções serão retas! Não podemos declarar tal fato, pois, quando a linha encontra-se de modo perpendicular ao plano, a projeção de seus diferentes pontos estarão coincidindo em um único ponto.



Figura 3.16 - Representação de uma reta em épura Fonte: Elaborada pela autora.

O comprimento total da projeção da reta sobre o plano também irá variar em função de sua inclinação, em relação ao plano de projeção. O menor comprimento apresentado pela projeção de uma reta é quando esta está disposta de modo perpendicular ao plano, resultando, assim, em um ponto. Já o maior comprimento apresentado por sua projeção é quando a reta está ordenada de modo paralelo ao plano e é representada em Verdadeira Grandeza, refletindo o tamanho real da reta.

Quando trabalhamos com um segmento de reta, com início e fim, para realizarmos a sua representação, devemos marcar a projeção de seu ponto inicial e de seu ponto final e, em seguida, uni-los com um traçado. A representação do segmento de reta, assim como ocorre na



representação de pontos, é feita no plano de projeção horizontal e no vertical, que são rebatidos para gerar a épura.

Uma reta pode, ainda, atravessar um dos planos de projeção. O ponto da reta que toca um desses planos recebe o nome de Traço de Reta. Quando o ponto pertence a uma reta que atravessa o plano de projeção horizontal, ele é denominado Traço Horizontal da Reta e tal ponto terá a Cota nula. Já quando o ponto faz parte de uma reta que atravessa o plano de projeção vertical é denominado Traço Vertical da Reta e conta com Afastamento nulo. Para determinarmos o Traço da Reta em épura, devemos prolongar as projeções da reta até a Linha de Terra.

Para o Traço Vertical da Reta, o ponto em que a projeção horizontal encontra a Linha de Terra será a projeção horizontal do Traço Vertical (V'). Para definir a projeção vertical do Traço Vertical (V''), basta traçarmos uma linha de chamada perpendicular à Linha de Terra a partir de V' e prolongar a projeção vertical da reta. O local de encontro entre estas duas retas será a V''.



Figura 3.17 - Método para definir o Traço Vertical da Reta Fonte: Elaborada pela autora.

Para o Traço Horizontal da Reta, o ponto em que a projeção vertical encontra a Linha de Terra será a projeção vertical do Traço Horizontal (H'). Para definir a projeção horizontal do Traço Horizontal (H''), basta traçarmos uma linha de chamada perpendicular à Linha de Terra a partir de H' e prolongar a projeção horizontal da reta. O local de encontro entre estas duas retas será a H''.





Figura 3.18 - Método para definir o Traço Horizontal da reta Fonte: Elaborado pela autora.

No estudo de representação das retas, notaremos que suas posições particulares irão influenciar em suas projeções. Segundo Ricca (2011), as retas podem adotar as seguintes posições:

- Reta horizontal: também denominada como reta de nível, caracteriza-se por ser uma reta paralela ao plano de projeção horizontal. Todos os pontos da reta horizontal apresentam a mesma cota, e a projeção horizontal possui representação em Verdadeira Grandeza. A Reta de Topo é um tipo de reta horizontal que também é perpendicular ao plano de projeção vertical;
- Reta frontal: também denominada como reta de frente, é caracterizada por ser paralela ao plano de projeção vertical. Todos os pontos da reta frontal apresentam o mesmo afastamento e a projeção vertical possui representação em Verdadeira Grandeza. A Reta Vertical é um tipo de reta frontal que também é perpendicular ao plano de projeção horizontal;
- **Reta horizontal de frente:** é a reta paralela tanto ao plano de projeção vertical quanto o de projeção horizontal;
- Reta de perfil: é a reta perpendicular à Linha de Terra situada em um plano de perfil. Todos os pontos da reta de perfil apresentam as mesmas abscissas e suas projeções são perpendiculares à Linha de Terra;



• **Reta oblíqua:** é a reta oblíqua aos planos de projeção e não ortogonal à Linha de Terra.

Outra análise que devemos realizar, no estudo das retas, é a posição relativa em situações em que há mais de uma reta. De acordo com Ricca (2011), duas retas no espaço podem ser coplanares, se estiverem situadas em um mesmo plano ou, então, não coplanares, quando não estiverem contidas em um mesmo plano. As retas coplanares podem ser paralelas ou concorrentes, enquanto as não coplanares serão reversas. Vamos analisar cada uma dessas situações.

- **Retas paralelas:** as retas serão paralelas se não existir um ponto em comum a elas. A projeção de retas paralelas resulta em linhas também paralelas uma à outra. Nos casos em que as duas retas paralelas forem retas de perfil, o paralelismo só será percebido na projeção das retas em um plano de perfil;
- **Retas concorrentes:** as retas serão concorrentes quando existir um ponto comum a elas. Esse ponto em comum deverá ser representado na projeção das duas retas. Tal intersecção das duas retas, quando representada em épura, irá apresentar uma mesma linha de chamada tanto na projeção vertical quanto na projeção horizontal ou, ainda, uma das projeções de uma das retas reduz-se a um ponto situado sobre a projeção de mesmo nome da outra reta.



Figura 3.19 - Exemplo de retas concorrentes Fonte: Elaborada pela autora.



• **Retas enviesadas**: ocorre quando os pontos de intersecção das projeções de mesma natureza de duas retas não estão sobre a mesma Linha de Chamada. Outra denominação dada a esse tipo de reta é retas reversas.



Figura 3.20 - Exemplo de retas enviesadas Fonte: Elaborada pela autora.



# ATIVIDADE

### 3) Sobre o estudo de ponto e de reta, na Geometria Descritiva, assinale a alternativa correta.

- a) Quando um ponto está localizado sobre um plano bissetor par, cota e afastamento são iguais em sinal e em módulo.
- b) Reta frontal e reta horizontal são tipos de retas que estão respectivamente paralelas ao plano de projeção vertical e plano de projeção horizontal.
- c) O traço de uma reta é o local em que ela cruza um plano bissetor.
- d) Retas coplanares, quando paralelas, apresentam um ponto de intersecção.
- e) Quando uma reta é oblíqua ao plano de projeção, é representada em sua Verdadeira Grandeza.



# 4. REPRESENTAÇÃO DO PLANO E MÉTODOS DESCRITIVOS

Dando continuidade ao estudo da Geometria Descritiva, iremos abordar a representação do plano segundo o método mongeano e conheceremos os métodos descritivos. Para representarmos um plano, será necessário resgatar as definições e o método de projeção que realizamos em pontos e em retas.

Já os métodos descritivos, como você pode imaginar, não são métodos restritos à projeção. Iremos perceber que estes tratam da movimentação de elementos para a representação das formas, seja por meio da movimentação do modelo retratado ou dos planos de projeção.

## 4.1 Estudo Do Plano

Para representarmos a projeção de um plano na Geometria Descritiva, devemos retratar a projeção dos elementos que o determinam, ou seja, os pontos e retas que delimitam tal plano. Quando trabalhamos com a Geometria Descritiva, o plano comumente é representado por meio de seus traços. O Traço da Reta será o ponto onde esta "fura" o plano de projeção vertical ou o plano de projeção horizontal, como vimos na aula anterior.

No estudo do plano, perceberemos que o Traço do Plano age de modo similar. A reta interseção de dois planos irá ser denominada como o Traço do Plano. Quando tal encontro se der com um dos planos de projeção, ela passa a ser denominada Traço Horizontal do Plano e Traço Vertical do Plano, de acordo com o plano de projeção em que ela intersectar.

O Traço Horizontal do Plano é uma reta horizontal de cota nula, enquanto o Traço Vertical do Plano é uma reta vertical de afastamento nulo. O traço de um plano tem sua projeção de nome contrário na Linha de Terra, ou seja, o Traço Horizontal do Plano terá a projeção vertical na Linha de Terra. Outra característica do Traço do Plano é que, em épura, eles serão paralelos à Linha de Terra ou concorrentes a ela.

Para verificarmos se uma reta ou um ponto são pertencentes a um plano, devemos considerar os seguintes aspectos:

- Uma reta pertence a um plano quando dois de seus pontos estiverem contidos em tal plano, ou seja, quando os seus traços estiverem sobre os traços desse plano;
- Um ponto pertence a um plano quando ele pertencer a uma reta desse plano.

Dentre as retas pertencentes a um plano, aquelas que se encontram localizadas de modo paralelo aos planos de projeção são chamadas de Retas Principais do plano. Tais retas irão corresponder a



duas direções distintas, uma referente ao plano de projeção horizontal e outra ao plano de projeção vertical. Segundo a Geometria Elementar, as retas de um plano podem, ainda, ser classificadas como Reta de Máximo Declive (RMD) e Reta de Máxima Inclinação (RMI).

As **Retas de Máximo Declive** são retas do plano que são perpendiculares à intersecção do plano dado com o plano de projeção **horizontal**. A projeção horizontal da RMD é perpendicular ao Traço Horizontal do Plano e a RMD é perpendicular a toda horizontal do plano.

As Retas de Máxima Inclinação são retas do plano que são perpendiculares à interseção do plano dado com o plano de projeção vertical. A projeção vertical da RMI é perpendicular ao Traço Vertical do Plano e a RMI é perpendicular a toda vertical do plano.



Figura 3.21 - Exemplo de Reta de Máximo Declive e Reta de Máxima Inclinação Fonte: Elaborada pela autora.

Assim como as retas, os planos ocupam uma região no espaço. A maneira como eles são dispostos irá influenciar na forma de suas projeções. Vamos analisar as posições particulares que o plano pode adotar:

- Plano Horizontal ou de Nível: é o plano paralelo ao plano de projeção horizontal. No plano vertical de projeção, será representado como uma única reta, paralela à Linha de Terra, enquanto, na projeção horizontal, será representado em Verdadeira Grandeza;
- Plano Frontal ou de Frente: é o plano paralelo ao plano de projeção vertical. No



plano horizontal de projeção, será representado como uma única reta, paralela à Linha de Terra, enquanto, na projeção vertical, será representado em Verdadeira Grandeza;

 Plano de Perfil: é o plano perpendicular aos planos de projeção. Os dois traços do plano são perpendiculares à Linha de Terra, logo, sua representação é feita como duas retas;



Figura 3.22 - Exemplo de Plano horizontal, plano frontal e plano de perfil Fonte: Elaborado pela autora.

- Plano de Topo: é o plano perpendicular ao plano de projeção vertical e oblíquo ao plano de projeção horizontal. No plano vertical de projeção, será representado como uma única reta inclinada em relação à Linha de Terra;
- Plano Vertical: é o plano perpendicular ao plano de projeção horizontal e oblíquo ao plano de projeção vertical. No plano horizontal de projeção, será representado como uma única reta inclinada em relação à Linha de Terra;





Figura 3.23 - Exemplo de plano de topo e plano vertical Fonte: Elaborada pela autora.

- Plano paralelo à Linha de Terra: também denominado como plano de rampa, é um plano não projetante, oblíquo aos planos de projeção e paralelo à linha de terra;
- Plano que passa pela Linha de Terra: é um plano não projetante, oblíquo aos planos de projeção e que passa pela Linha de Terra;
- Plano qualquer: é um plano não projetante, oblíquo aos planos de projeção e também oblíquo à Linha de Terra.





Figura 3.24 - Exemplo de plano paralelo à LT, plano que passa pela LT e plano qualquer Fonte: Elaborada pela autora.

Os planos podem apresentar os mais diversos posicionamentos no diedro, e as situações indicadas são os principais casos com os quais iremos deparar-nos. É importante conseguirmos identificar qual a posição do plano, para orientar a nossa compreensão de como será a sua representação em épura.

## 4.2 Métodos Descritivos

Ao trabalharmos com a Geometria Descritiva, iremos deparar-nos com situações complexas, que podem ser simplificadas quando alteramos as posições particulares de seus elementos. Um exemplo de aplicação dessa modificação de posição é quando queremos descobrir a Verdadeira Grandeza de uma das faces do objeto, porém ela encontra-se posicionada de modo não paralelo ao plano de projeção.

Essa modificação da posição não pode ser feita de maneira arbitrária; é necessário seguirmos métodos para que a mudança mantenha as relações espaciais estabelecidas pelo modelo e suas projeções. Iremos conhecer três métodos descritivos que irão nos auxiliar nesse processo: método de rotação, rebatimento e mudança de plano de projeção. A escolha de um dos métodos deve ser feita a partir do objetivo pretendido. Devemos optar por seguir a opção que irá simplificar os problemas, utilizando do menor número de traçados.



O método de rotação consiste em rotacionar sobre um eixo fixo o objeto, uma face, uma aresta ou, ainda, um vértice do objeto. O eixo fixo de rotação sempre é uma reta perpendicular a um dos planos de projeção, podendo ser uma reta vertical ou uma reta de topo. Nesse tipo de modificação de posição, os planos de projeção continuam fixos em seu posicionamento original.

Quando rotacionamos um ponto ou uma reta, tendo, como eixo, uma reta vertical, o deslocamento será percebido no plano de projeção horizontal, enquanto que, quando assumimos, como eixo, uma reta de topo, o deslocamento será dado no plano de projeção vertical.

O método de rebatimento pode ser considerado um caso particular do método de rotação. Nessa situação, o plano é rotacionado ao redor de uma de suas retas, até que ele coincida com um dos planos de projeção ou a um plano paralelo a estes.

O método de mudança de plano baseia-se em manter a figura imóvel e alterar o plano de projeção, seja ele o vertical ou o horizontal. Nesse método, o modelo irá manter-se estático, enquanto o sistema de representação será modificado. Observe na figura a seguir.



Figura 3.25 - Mudança de plano de projeção Fonte: Elaborada pela autora.

Quando realizamos a **mudança no plano de projeção vertical** (**MPV**), ele é substituído por um plano qualquer na vertical e perpendicular ao plano de projeção horizontal. Nesse caso, quando representamos um ponto, a sua projeção horizontal continua a mesma, pois não houve modificação nesse plano de projeção.



Para determinarmos a projeção com a mudança no plano de projeção vertical, devemos representar a nova Linha de Terra estabelecida entre os planos horizontal e vertical e, em seguida, traçar uma Linha de Chamada a partir da projeção horizontal, de modo perpendicular a nova Linha de Terra. Nessa Linha de Chamada, podemos marcar a nova projeção vertical, que terá o mesmo módulo e sinal do sistema inicial.



Figura 3.26 - Estudo do ponto na mudança no plano de projeção vertical Fonte: Elaborada pela autora.

Quando realizamos a **mudança no plano de projeção horizontal** (**MPH**), ele é substituído por um plano qualquer na horizontal e perpendicular ao plano de projeção vertical. Nesse caso, quando representamos um ponto, a sua projeção vertical continua a mesma, pois não houve modificação nesse plano de projeção.

Para determinarmos a projeção com a mudança no plano de projeção horizontal, deveremos proceder de forma semelhante ao que realizamos anteriormente com o plano vertical, porém, nesse caso, a Linha de Chamada deverá ser traçada a partir do ponto de projeção vertical.





Figura 3.27 - Estudo do ponto na mudança de projeção horizontal Fonte: Elaborada pela autora.

O estudo de retas com mudança no plano de projeção deve seguir o mesmo princípio para a criação de projeções de pontos. Para determinar a projeção de uma reta com mudança no plano de projeção, iremos definir dois pontos dessa reta, realizar a sua projeção, conforme apresentado anteriormente, e, em seguida, unir a projeção dos dois pontos por meio de uma reta. Lembre-se, sempre, de estar atento se a alteração de plano será MPH ou MPV, pois isso irá determinar o modo de aplicação do método.





Figura 3.28 - Estudo da reta na mudança de plano de projeção Fonte: Elaborada pela autora.

Para realizarmos o estudo de planos com mudança no plano de projeção, devemos decompor o plano a ser projetado em seus elementos primitivos, para tornar mais simples a sua representação.

Quando o plano é definido por duas retas, iremos utilizar uma reta do plano (Reta Principal do plano) e um ponto do plano, desde que ele não pertença a essa reta. Realizamos a projeção desses elementos de forma tradicional e, em seguida, utilizamos o método de mudança no plano de projeção, para encontrar a projeção final de tais elementos. Para traçar as novas projeções, devemos lembrar que o módulo e o sinal (positivo e negativo) desses distanciamentos devem ser mantidos.

Quando o plano é definido por seus traços, iremos trabalhar com um ponto qualquer, localizado no traço vertical, para mudança de plano de projeção vertical, e um ponto localizado no traço horizontal, para a mudança de plano de projeção horizontal.

Em um caso de **MPV**, a nova Linha de Terra determinada deverá passar pela **projeção horizontal** de tal ponto. Em seguida, iremos transportar a cota do ponto de modo perpendicular à nova Linha de Terra, sempre mantendo seu módulo e sinal. Para finalizar a projeção, devemos criar um segmento de reta que passe por essa nova projeção vertical do ponto e o local de interseção entre a projeção horizontal e a nova Linha de Terra. Para realizarmos uma **MPH**, o processo é o mesmo, apenas devemos inverter os planos trabalhados.





Figura 3.29 - Estudo do plano na mudança de plano de projeção Fonte: Elaborada pela autora.

A partir dos métodos apresentados, conseguimos resolver problemas de maior complexidade, sobretudo, aqueles nos quais não conhecemos a real dimensão de algum dos elementos representados. Lembre-se que os métodos que analisamos têm, como objetivo, simplificar o estudo das formas, e não torná-los mais complexas! Grande parte das situações com as quais iremos deparar-nos no desenho técnico não irá demandar a aplicação de um método descritivo.



# ATIVIDADE

- 4) Os métodos descritivos são aplicados para simplificar situações complexas. Sobre os métodos estudados, assinale a alternativa correta.
  - a) O método de rotação consiste em rotacionar o plano de projeção, de modo que este fique paralelo ao objeto.
  - b) Por meio dos métodos descritivos, é possível descobrir a Verdadeira Grandeza de planos e retas.
  - c) O método de rotação é um tipo específico de método de rebatimento.
  - A mudança de plano de projeção horizontal consiste na criação de um novo plano, oblíquo ao plano de projeção vertical.
  - e) É possível realizar, de forma simultânea, a mudança de plano na vertical e na horizontal.



## INDICAÇÕES DE LEITURA

Nome do livro: Noções e Fundamentos de Geometria Descritiva

Editora: LTC

Autora: Helena Lacourt

ISBN: 978-85-277-0340-6

A obra indicada trabalha a representação de pontos, retas e planos em épura. A partir da leitura desse material, você poderá compreender, de forma detalhada, o passo a passo para a representação dos mais variados elementos em seus diversos posicionamentos possíveis.

Nome do livro: Geometria Descritiva

Editora: Edgard Blücher LTDA.

Autor: Gildo A. Montenegro

ISBN: 978-85-212-0192-2

Na leitura sugerida, o autor aborda diversas questões relativas à Geometria Descritiva. Nesta obra, você irá encontrar não apenas conceitos sobre os métodos de representação, mas também sobre o exercício de visualização, que é necessário para a maior compreensão no momento de representação das formas e estudo do espaço.

## INDICAÇÕES DE FILME

Nome do filme: Cruzada

Gênero: Histórico, Ação.

Ano: 2005.

Elenco principal: Orlando Bloom, Liam Neeson, David Thewlis.



Comentário: o filme traz a história de Balian, que herda terras e um título de nobreza. Além de fazer um retrato histórico do período do surgimento das cruzadas religiosas, o filme indicado também demonstra como o sistema de coordenadas, ainda que de modo rudimentar, era utilizado para questões bélicas, permitindo maior precisão e otimização dos recursos disponíveis.

Nome do filme: Moebius

Gênero: Ficção científica

Ano: 1996

Elenco principal: Guillermo Angelelli, Roberto Carnaghi, Anabella Levy, Jorge Petraglia

O filme indicado explora o paradoxo espacial da fita de Möbius, na qual as propriedades de orientação são abolidas. Não existe lado de dentro e não existe lado de fora. A trama se passa na rede de metrôs de Buenos Aires, quando um dos trens desaparece de modo inesperado. Por meio desse filme, você é convidado a refletir sobre as figuras paradoxais na Geometria.



UNIDADE IV

# Projeções de Sólidos e Perspectiva

Thaís Kawamoto Amarães



### Introdução

Olá, seja bem-vindo(a)!

Nesta quarta e última Unidade da disciplina Expressão Gráfica, iremos trabalhar com os diferentes tipos de projeção que podemos aplicar dentro do desenho técnico. Os sistemas sobre os quais iremos conversar já foram previamente apresentados no decorrer da disciplina, porém de uma forma superficial. Neste momento, iremos aprofundar nossos conhecimentos, com o objetivo de compreendermos as particularidades de cada um desses sistemas e o produto obtido em cada uma das formas de representação.

Quando falamos sobre sistemas de projeções, como isométrica, dimétrica, cavaleira, dentre outras, você pode até imaginar que esse tema é complexo. Porém, no decorrer desta Unidade, você irá perceber que a criação dos desenhos dentro desses sistemas é muito simples e, em alguns casos, até mesmo intuitivo. Para conseguir identificar corretamente cada tipo de projeção, lembrese, sempre, dos elementos que compõem cada sistema estudado, assim como suas relações.

Iniciamos esta Unidade retomando o conceito de projeções e discutindo as principais diferenças entre projeções cônicas e projeções cilíndricas. Na sequência, iremos abordar as projeções cilíndricas ortogonais, focando no método de construção das figuras.

Após essa exposição, trabalharemos as projeções cilíndricas oblíquas e o método de construção das figuras nesses sistemas. Para finalizarmos esta quarta Unidade, apresentaremos a representação de poliedros.

O conteúdo que iremos debater tem, como objetivo, reunir os diversos conceitos que foram apresentados até aqui e apresentar com eles estão relacionados e irão impactar na produção e representação de projetos.

Bons estudos!





Fonte: Tanokm / 123RF.

## 1. PROJEÇÕES CÔNICAS E CILÍNDRICAS

Para a representação de objetos e situações que estamos projetando, iremos fazer uso do desenho projetivo para transmitir nossas ideias e permitir a sua execução. O desenho técnico é um tipo de desenho operativo, o que significa que, após a sua confecção, será dada uma operação de fabricação, execução e montagem do projeto. As projeções são classificadas em diversas categorias, porém todos os tipos de projeção têm, como objetivo geral, representar um objeto tridimensional de forma bidimensional sobre um plano. Dessa forma, é possível resolvermos problemas sobre qualquer tipo de poliedro e simplificamos o seu processo de compreensão e leitura.

Imagine os seguintes exemplos: um projeto executivo de uma residência e um projeto executivo de uma peça mecânica. Os dois projetos encontram-se na mesma etapa e devem conter todas as informações necessárias à execução do produto final, seja em um canteiro de obras ou em uma indústria. Apesar de estarmos tratando de dois projetos de nível executivo, isso não significa que eles deverão conter os mesmos tipos de peças gráficas.

O projeto executivo da residência, por exemplo, será composto por planta baixa, cortes, elevações e desenhos executados a partir de vistas ortográficas. Já para a produção de uma peça, além das vistas ortográficas, certamente, será necessária uma visualização por meio de axonométricas, para registrar sua tridimensionalidade. Para cada tipo de problema, iremos avaliar que tipo de projeção consegue solucioná-lo da forma mais adequada.



## 1.1 Compreendendo Os Tipos De Projeções

A projeção consiste na representação gráfica, em um plano, de uma figura localizada no espaço (MICELI; FERREIRA, 2010). Quando trabalhamos com projeções, o objeto representado não precisa, necessariamente, ser uma forma tridimensional. Como vimos anteriormente, no estudo do Método Mongeano, planos e pontos também podem ser reproduzidos por meio das projeções.

Um sistema de projeção é composto, basicamente, por um plano de projeção (ou conjunto de planos de projeção), o objeto a ser representado, os raios projetantes e o centro de projeção. Vamos relembrar o que significa cada um deles!

O plano de projeção pode ser comparado a uma folha de papel. Essa superfície plana é a área na qual o modelo será registrado. Os raios projetantes, provenientes de um centro de projeção, irão passar pelo objeto e, em seguida, tocar no plano de projeção como se fossem raios visuais que tocam no modelo a ser representado. Independente do tipo de objeto que você está retratando, se ele estiver disposto no espaço, será possível representar a sua projeção sobre um plano.

Ao fazermos uma analogia, o centro de projeção seria o correspondente ao observador. Um ponto irá ser projetado quando a reta projetante (aquela referente ao raio projetante, que passa por um ponto do objeto) intersectar o plano de projeção. Observe no exemplo a seguir.



Figura 4.1 - Elementos de uma projeção Fonte: Elaborada pela autora.


Analisando os componentes necessários para a representação de projeções, iremos notar que um deles será determinante para o tipo de registro gerado: o centro de projeção. Iremos classificar os sistemas de projeções de acordo com a posição ocupada pelo centro de projeção, determinando dois sistemas, o sistema de projeções cônicas e o sistema de projeções cilíndricas.

### 1.2 Projeções Cônicas

As projeções cônicas são caracterizadas por apresentar o centro de projeção finito, sendo conhecida, também, como projeção central. Nesta situação, os raios projetantes partem de um único ponto, dando origem a um cone de projeção, que é perpendicular ao plano de projeção.

Nesse sistema, as formas desenhadas apresentam deformações e medidas diferentes do modelo real. Devido a essas alterações, as projeções cônicas não retratam faces e arestas em Verdadeira Grandeza, o que as torna inadequadas como sistema de projeção para criação de projetos executivos.

Você pode estar se perguntando, mas, então, por que utilizar o sistema de projeção cônica? Qual a função desse tipo de representação? Embora, em um primeiro momento, possa parecer que as projeções cônicas sejam dispensáveis para a prática projetual, elas são essenciais para a compreensão global do projeto.

As perspectivas geradas a partir de projeções cônicas dão ideia de profundidade e realismo para os desenhos. Tal fator ocorre, pois o princípio dessa representação é o mesmo utilizado pela nossa visão. Por exemplo, quando observamos uma paisagem com diversos prédios, podemos notar que, à medida que estes distanciam-se de nosso olhar, "ficam" menores. Sabemos que o tamanho das edificações não se altera, mas sim o modo como os enxergamos! Quanto mais próximo, maior o objeto, assim como quanto mais distante, menor ele parecerá. É importante lembrarmos que esse aumento e diminuição não ocorrem de modo aleatório, mas sim seguindo proporções.





Figura 4.2 - Edificações em perspectiva Fonte: Scanrail / 123RF.

Para a representação do objeto por meio do sistema de projeção cônica, são necessários dois elementos essenciais: a Linha do Horizonte e o Ponto de Fuga. A Linha do Horizonte (LH) é um elemento de construção representado por uma linha paralela à linha de terra. A LH deve ser uma reta indicada na altura dos olhos do observador em relação à cena. Nessa linha, estará localizado o Ponto de Fuga, um ente do plano de visão para o qual convergem as linhas paralelas do desenho, quando este está representado em perspectiva.

Isso significa que não serão todas as linhas que irão convergir para um ponto de fuga! As linhas verticais do objeto, por exemplo, serão mantidas na vertical, enquanto as linhas horizontais do modelo, paralelas à linha de terra, serão representadas como feixes de linhas que irão convergir para o ponto indicado sobre a LH. Observe o exemplo na figura a seguir.





Figura 4.3 - Exemplo de perspectiva com um Ponto de Fuga Fonte: Elaborada pela autora.

Embora, em nosso exemplo, exista um único Ponto de Fuga, é possível, também, criar perspectivas de projeção cônica com dois ou três Pontos de Fuga. A perspectiva com um Ponto de Fuga também é conhecida como perspectiva paralela, pois, nessa representação, a face frontal do objeto encontra-se disposta de forma paralela ao observador.

A perspectiva com dois Pontos de Fuga é comumente utilizada para representação externa de edificações. Nesse tipo de desenho, os dois Pontos de Fuga estão dispostos sobre a LH. Observe o exemplo na figura a seguir.





Figura 4.4 - Exemplo de perspectiva com dois Pontos de Fuga Fonte: Elaborada pela autora.

A perspectiva com três Pontos de Fuga, também conhecida como vista aérea, é utilizada quando deseja-se evidenciar a sensação de altura e profundidade da cena, por exemplo, ao representar prédios com altura acentuada. Nesse tipo de desenho, o observador está localizado muito acima ou muito abaixo da LH, dessa forma, dois dos Pontos de Fuga são representados sobre a LH e um deles é indicado fora da LH. O terceiro Ponto de Fuga estará, então, localizado sobre uma linha vertical, que é gerada a partir da convergência dos outros dois Pontos de Fuga. Observe o exemplo na figura a seguir.





Figura 4.5 - Exemplo de perspectiva com três Pontos de Fuga Fonte: Elaborada pela autora.

Cada um desses tipos de perspectivas com ponto de fuga irá atender a uma finalidade. Para identificar qual a melhor opção ao seu desenho, se um, dois ou três pontos de fuga, é preciso considerar o que você deseja evidenciar, bem como o que não é primordial no desenho.

### 1.3 Projeções Cilíndricas

As projeções cilíndricas são caracterizadas por apresentar o centro de projeção infinito, sendo conhecidas, também, como projeções paralelas. Nesse caso, os raios projetantes partem de uma distância infinita em relação ao objeto e são representados de forma paralela entre si. Nesse tipo de projeção, iremos notar que o feixe de projetantes tem aspecto de um cilindro, e não de um cone, como ocorria na situação que analisamos anteriormente.

Esse sistema de projeção pode, ainda, ser dividido em duas categorias: projeção cilíndrica ortogonal e projeção cilíndrica oblíqua. A projeção ortogonal ocorre quando as projetantes partem do infinito e incidem de forma ortogonal em relação ao plano de projeção, enquanto a projeção oblíqua ocorre quando as projetantes partem do infinito e incidem de forma oblíqua em relação ao plano de projeção, ou seja, formando um ângulo diferente de 90° com o plano.

Em decorrência dessa diferença de ângulo de incidência dos raios projetantes, existirá, também, uma diferença na representação das formas dentro de cada um desses sistemas. No sistema de



projeção cilíndrico ortogonal, encontraremos as vistas ortográficas e as axonométricas. A categoria das vistas ortográficas é formada pelas representações em Diedros, por meio do método mongeano, que discutimos na Unidade anterior. Já no grupo das axonométricas, estão as projeções isométrica, dimétrica e trimétrica, as quais abordaremos de modo mais detalhado na próxima aula!

## REFLITA

Axonometria é um vocábulo formado pelos termos *axon* e *metreo*, que, em grego, significam, respectivamente, eixo e medida. Segundo o Dicionário Online Michaelis (2018), a axonometria é um processo da geometria em que das coordenadas de um objeto obtém-se sua projeção paralela sobre um plano. Nesse tipo de projeção, é utilizado um sistema ortogonal, com três eixos e que geram um triedro.

No sistema de projeção cilíndrico oblíquo, encontraremos a perspectiva cavaleira e perspectiva militar, que também terão seu modo de execução analisado passo a passo em nossas próximas aulas. Observe, na figura a seguir, a sistematização dos tipos de projeção.



Figura 4.6 - Tipos de projeção Fonte: Elaborada pela autora.



Nesta aula, você teve a oportunidade de conhecer as diferentes formas de projeções que serão utilizadas para a representação de objetos. O desenho técnico nada mais é do que a linguagem gráfica utilizada na indústria, seja ela da construção civil ou de outros setores, como as fábricas de montagem de peças.

## REFLITA

Você acredita que existem sistemas de projeções que sejam mais adequados para um tipo ou outro de especificação? Ou você acha que o desenho operativo, utilizado para a confecção de peças gráficas, não influencia no resultado final de execução do projeto?



## ATIVIDADE

- 1) Para a representação de formas no desenho projetivo, encontramos dois principais sistemas: projeções cônicas e cilíndricas. Sobre as projeções cônicas, assinale a alternativa correta.
  - a) O objeto é representado em Verdadeira Grandeza.
  - b) O Ponto de Fuga é um lugar geométrico para o qual convergem linhas paralelas do objeto.
  - c) Quanto mais perto do observador, menor será o objeto.
  - d) São exemplos de projeções cônicas as perspectivas militar e cavaleira.
  - e) A Linha do Horizonte deve ser traçada na altura do objeto a ser desenhado.



# 2. PROJEÇÕES CILÍNDRICAS ORTOGONAIS

As projeções cilíndricas ortogonais são amplamente utilizadas para representações de projetos. As vistas ortográficas, como já discutimos anteriormente, são peças gráficas fundamentais para a elaboração de projetos e indicações de cotas e especificações técnicas no desenho. Por meio de tais representações, conseguimos ter uma ideia geral de cada uma das faces do modelo a ser construído.

Porém, muitas vezes, apenas esse registro de vistas do objeto não é o suficiente para o entendimento do projeto, o que faz com que as projeções axonométricas sejam grandes aliadas para complementar o projeto. Esse tipo de projeção também é conhecido como perspectiva axonométrica ou axonométria.

### 2.1 Vistas Ortográficas

As vistas ortográficas, as quais estudamos de modo detalhado na unidade anterior, são vistas criadas a partir do método mongeano. Segundo a Geometria Descritiva, os planos de projeção são perpendiculares entre si e são sobre esses planos que são realizadas as projeções dos objetos, seus planos, retas e pontos.

Para a representação das vistas ortográficas de um objeto, a situação mais usual é desenharmos suas três vistas principais: a projeção no plano vertical, que corresponde à vista frontal; a projeção no plano horizontal, que corresponde à vista superior; a projeção no plano de perfil, que corresponde à vista lateral esquerda (MICELI; FERREIRA, 2010). Lembre-se, ainda, que, para situações mais complexas, será necessária a criação de mais vistas para a representação correta do objeto, podendo aumentar o número de vistas para seis.

Para detalhar um projeto de interiores de um banheiro, por exemplo, você acredita que apenas três vistas são suficientes? Se o projeto a ser detalhado for um projeto executivo, provavelmente, você irá precisar de mais do que três imagens para conseguir registrar toda a sua ideia. Nessa situação, o ideal seria registrar as quatro paredes, o piso e o teto, ou seja, as seis faces do poliedro que esse ambiente forma.

Por outro lado, imagine que você está fazendo o detalhamento do projeto do armário desse banheiro, para que seja encaminhado a execução na marcenaria. Na maioria das vezes, esse tipo de projeto demandará apenas uma vista frontal, vista lateral e vista superior, não havendo necessidade de especificar o fundo do móvel, a outra vista lateral e a vista inferior. Lembre-se



que o ideal é registrar apenas os desenhos necessários ao entendimento do projeto, pois devemos evitar representações desnecessárias.

Quando um objeto tiver formas simples e poucos detalhes, podemos, também, reduzir sua representação de três para apenas duas vistas. Tal supressão de vista deve obedecer aos seguintes critérios:

- A vista frontal não pode ser suprimida, uma vez que é a mais importante do objeto;
- A vista suprimida não poderá conter detalhes importantes para o entendimento do objeto, como raio de circunferência, chanfro e ângulos.

Outro ponto importante a ser relembrado é o posicionamento das vistas, que não pode ser arbitrário. Observe, na figura a seguir, o posicionamento das vistas ortográficas, quando representadas no  $1^{\circ}$  e no  $3^{\circ}$  Diedros.



Figura 4.7 - Vistas ortográficas no 1° e no 3° Diedros Fonte: Elaborada pela autora.

Enquanto, na Geometria Descritiva, as figuras são construídas por meio de coordenadas de abscissa, afastamento e cota, no Desenho Técnico, iremos utilizar as próprias dimensões do objeto tomadas paralelamente aos eixos de projeção.



Para a leitura das vistas ortográficas, devemos lembrar de três regras gerais. A primeira delas é a regra do alinhamento, em que a projeção de um mesmo ponto em vistas adjacentes deve estar sobre o mesmo alinhamento. A segunda regra é a das figuras contíguas, na qual figuras adjacentes representadas em uma mesma vista não estarão em um mesmo plano, ou seja, estão em níveis distintos. Por fim, a última regra é a da configuração, em que uma face plana do objeto projeta-se com a sua configuração ou como um segmento de reta e isso irá variar conforme a posição dessa face em relação ao plano de projeção.

### 2.2 Projeções Axonométricas Ortogonais

As projeções axonométricas apresentam execução simplificada e rápida, o que as torna um método prático para a representação de modelos. Sua aplicação mais usual é na perspectiva de peças mecânicas e instalações hidráulicas, porém também pode ser empregada para detalhamentos construtivos e estudos volumétricos das edificações.

Imagine que você está apresentando um projeto para um cliente e, no meio da apresentação, surge uma nova ideia! Em uma situação real, você não iria interromper a apresentação, iniciar um programa de modelagem 3D e criar a nova volumetria para que seu cliente avalie. A representação gráfica manual, embora venha caindo em desuso, é muito prática para essas situações.

Com um lápis e um papel, é possível, enquanto você conversa com o seu cliente, construir uma perspectiva por meio das projeções axonométricas. Para a elaboração de croquis, não será necessário empregar os ângulos e proporções exatos. Apenas com o conhecimento do processo de construção já será possível desenvolver um desenho proporcional, o qual ilustre sua proposta de maneira adequada.





Figura 4.8 - Exemplo de desenho construído a partir de perspectiva isométrica Fonte: Yuniardi Wibowo / 123RF.

Diferente do que ocorre nas projeções cônicas, as projeções axonométricas não apresentam uma redução gradual do tamanho do objeto conforme aumenta a distância em relação ao observador. Outro ponto de divergência com a projeção cônica é o fato de as retas paralelas do objeto, quando representadas na axonometria, não convergirem para um Ponto de Fuga, mas, sim, serem mantidas de forma paralela.

Embora não exista essa relação com um Ponto de Fuga, nas projeções axonométricas, existe a percepção de profundidade do objeto, o qual é possível representar reproduzindo suas três dimensões. Esse sistema de representação rigoroso é baseado na reprodução de três eixos em um mesmo plano. Para a construção dos desenhos, iremos trabalhar com o comprimento, a altura e a largura do objeto. Observe o exemplo na figura a seguir.





Figura 4.9 - Eixos axonométricos Fonte: Elaborada pela autora.

Na categoria de projeções axonométricas ortogonais, encontraremos a perspectiva isométrica, a perspectiva dimétrica e a perspectiva trimétrica. O princípio de representação em cada um desses sistemas é semelhante e segue a mesma base; o que irá variar em cada um deles é a inclinação dos eixos x, y e z. Vamos, agora, analisar cada um desses casos!

A perspectiva isométrica é a mais usual e caracteriza-se por apresentar os três eixos axonométricos com a mesma inclinação, sendo que cada um deles irá corresponder a uma das dimensões do objeto.

Na perspectiva isométrica, as medidas são representadas em Verdadeira Grandeza e o coeficiente de redução de escala é igual nos três eixos. Nessa representação, os eixos apresentam inclinação de 120° entre si. Observe o exemplo na figura a seguir.





Figura 4.10 - Eixos para perspectiva isométrica Fonte: Elaborada pela autora.

Para a construção das perspectivas, iremos trabalhar com o prolongamento dos eixos x e y, que irão formar ângulos de 30° em relação a uma linha horizontal. Já o eixo z permanece inalterado. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 4.11 - Prolongamento dos eixos x e y Fonte: Elaborada pela autora.



Uma vez desenhados os eixos isométricos, o próximo passo é marcar as dimensões gerais do objeto sobre os mesmos. Como o coeficiente de redução de escala é proporcional nos três eixos, não há a necessidade de reduzir ou ampliar as dimensões de altura, largura e profundidade do objeto; podemos utilizar a Verdadeira Grandeza para realizar essas marcações nos eixos.

Em seguida, devemos traçar retas paralelas aos eixos, unindo os pontos marcados para fechar o volume do objeto. Após ligar todos os vértices por meio das linhas guia, basta reforçar o contorno do volume final e eliminar as linhas de apoio. Observe o exemplo na figura a seguir, que ilustra a sequência de passos.



Figura 4.12 - Construção de perspectiva isométrica Fonte: Elaborada pela autora.

Na perspectiva dimétrica, apenas dois eixos formam ângulos iguais. Nessa situação, as medidas de dois dos eixos serão marcadas em Verdadeira Grandeza e, no terceiro eixo, será aplicada uma escala de redução para determinar o valor adotado. Segundo a Norma ISO 5456-3, que determina os princípios para a representação axonométrica, na perspectiva dimétrica, recomenda-se adotar os ângulos de 7° e 42° e aplicar a proporção 0,5/1/1 entre os coeficientes de redução para x, y e z, respectivamente.

Imagine o seguinte exemplo: vamos representar, na perspectiva dimétrica, um cubo com altura, largura e profundidade de mesmas dimensões, 5 cm cada. O primeiro passo é desenharmos os eixos. Em nosso exemplo, iremos adotar a inclinação de 7° para o eixo y e 42° para o eixo x. Em



seguida, devemos marcar os valores nos eixos x, y e z, que corresponderão a 2,5 cm, 5 cm e 5 cm, respectivamente.

Após realizada a marcação de pontos, o processo é semelhante ao da construção da perspectiva isométrica. Por meio de linhas guia, traçaremos retas paralelas aos eixos, até concluir o fechamento do volume. Quando todas as arestas estiverem unidas, basta reforçarmos o traçado do objeto final e eliminarmos as linhas de apoio. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 4.13 - Construção de perspectiva dimétrica Fonte: Elaborada pela autora.

Na perspectiva trimétrica, os três eixos irão formar ângulos diferentes com o plano de projeção. Nesse caso, as medidas dos três eixos serão representadas em grandezas diferentes; em decorrência deste fator, a perspectiva trimétrica não é muito utilizada. Para a construção da perspectiva, iremos representar a altura em Verdadeira Grandeza e aplicar coeficientes de redução para determinar a largura e profundidade do objeto.

Utilizando o mesmo exemplo anterior, para construirmos um cubo na perspectiva trimétrica, iremos, primeiramente, traçar os eixos. Para cada inclinação de eixo, será atribuído um valor de escala de redução para as dimensões marcadas. Como esse tipo de perspectiva é pouco usual, não entraremos em detalhes em relação a essa escala de redução, porém é importante que você compreenda que as medidas marcadas nos eixos x e y não são arbitrárias.



Após marcar os valores em x, y e z, sendo que apenas o eixo z é em Verdadeira Grandeza, basta criarmos linhas guias, paralelas aos eixos, partindo dos pontos estabelecidos. Em seguida, com a volumetria já fechada, iremos reforçar o volume final e eliminar as linhas de apoio. Observe o exemplo, na figura a seguir, que ilustra a sequência de etapas.



Figura 4.14 - Construção de perspectiva trimétrica Fonte: Elaborada pela autora.

Observe os três exemplos que criamos nesta aula, representando um mesmo objeto em perspectiva isométrica, dimétrica e trimétrica. Você notou que, apesar de todos os desenhos terem sido construídos por meio de projeções cilíndricas ortogonais, cada uma delas teve um efeito diferente?

Em alguns desenhos, o modelo sofre maiores distorções do que em outros, chegando, até mesmo, a perder o seu aspecto de cubo. Esse fator deve ser considerado no momento que você escolher qual tipo de perspectiva criará. Como mencionamos, a perspectiva trimétrica é pouco aplicada no dia a dia, mas, entre a isométrica e dimétrica, você precisará avaliar o que é mais relevante ao desenho que você irá construir!



## FIQUE POR DENTRO

A perspectiva isométrica, além de ser muito utilizada para a representação de projetos, também pode ser encontrada na indústria de games. É provável que você esteja familiarizado com o aspecto que a representação isométrica dá aos objetos e cenas. Grande parte dos games de décadas anteriores fazia uso de composições de cenários por meio da perspectiva isométrica, que não exige grandes recursos e permite que o usuário tenha um amplo campo de visão no jogo. Se, por um lado, a representação isométrica foi deixada de lado nos games tradicionais, ela vem tornando-se uma tendência para os jogos disponíveis em smartphone, graças ao minimalismo desse tipo de representação. Para saber mais sobre essa tendência digital. acesse: <<u>https://medium.com/tend%C3%AAncias-digitais/a-perspectiva-isom%C3%A9trica-no-</u> mundo-digital-b9f83225ede>. Acesso em: 22 fev. 2019.

### REFLITA

Nesta aula, você teve a oportunidade de conhecer mais sobre as projeções cilíndricas ortogonais e suas formas de representação. Além do mais, viu que o modo como se relaciona o modelo a ser representado e os planos de projeção, assim como a relação estabelecida entre os próprios planos, irão influenciar no resultado final do desenho.

A partir do que discutimos até o momento, qual tipo de representação gráfica você acredita que será mais utilizada em sua vida acadêmica e futura vida profissional? A quais motivos você atribui a predominância desse sistema de representação?



# ATIVIDADE

2) Assinale a alternativa que apresenta corretamente uma perspectiva isométrica.





# 3. PROJEÇÕES CILÍNDRICAS OBLÍQUAS

Os raios projetantes nas projeções cilíndrica oblíquas, ao contrário da situação que ocorre nas projeções cilíndricas ortogonais, não formam um ângulo de 90° sobre o plano de projeção. É importante destacar que, independe do valor que este ângulo de incidência de raios assuma, eles sempre serão paralelos entre si.

Muitas vezes, é comum os estudantes confundirem projeções cônicas e projeções cilíndricas oblíquas, pois, nos dois casos, os feixes projetantes incidem de forma não perpendicular ao plano. Para não ter dúvidas, lembre-se, sempre, da relação:

- Projeções cônicas = feixe de projetantes com formato de cone = raios não paralelos entre si;
- Projeções cilíndricas (ortogonais ou oblíquas) = feixe de projetantes com formato de cilindro = raios paralelos entre si.

Para a construção das perspectivas oblíquas, assim como na elaboração de perspectivas ortogonais, você pode operar manualmente ou por meio de recursos digitais. Como o processo de visualização e compreensão de perspectivas é um feito gradual, nesse primeiro momento, recomendamos que você trabalhe de forma manual, utilizando régua paralela e esquadros.

Dessa maneira, será mais fácil compreender o passo a passo dessa construção por meio da criação de linhas guia, funcionando como uma espécie de "esqueleto", para dar forma ao objeto representado.

A partir do momento em que você tiver o domínio do método de construção dessas perspectivas, você poderá, então, passar para a produção em meios digitais. O desenho auxiliado por computador 2D, através do software AutoCAD, é um meio largamente utilizado para produzir desenhos técnicos em perspectiva, graças ao nível de precisão desse programa, que permite que o usuário determine o comprimento e o ângulo exato que deseja criar seus segmentos de reta.

## **3.1 Perspectiva Cavaleira**

A perspectiva cavaleira é obtida por meio da projeção cilíndrica oblíqua, isso significa que o feixe de projetantes, que apresenta o formato cilíndrico, incide sobre o plano de projeção, formando um ângulo diferente de 90°.

A origem do nome dessa perspectiva não é certa. Enquanto alguns autores defendem que o termo cavaleira deriva de *cavalier*, um tipo de fortificação militar utilizada no século XVI, outros



afirmam que o nome apresenta relação com o matemático italiano Francesco Bonaventura Cavalieri. É muito provável que você já tenha deparado-se com a imagem de uma perspectiva cavaleira. A construção desse tipo de perspectiva é rápida, o que a tornou muito popular e faz com que fosse largamente utilizada, inclusive para criação de desenhos esquemáticos à mão livre.

Na construção desse tipo de perspectiva, uma das faces do modelo é representada frontalmente, conservando sua forma e dimensões de altura e largura, enquanto o comprimento do objeto é marcado em uma única direção, representando a profundidade. Como na perspectiva cavaleira uma das faces do objeto aparece em vista, esse tipo de desenho facilita a representação de círculos e curvas, o que faz com ele seja muito empregado para o registro de peças mecânicas.

Para representar uma peça com um furo, por exemplo, por meio da perspectiva cavaleira, é possível registrar a face com o furo em vista frontal. Dessa forma, conseguimos indicar, na perspectiva, o raio ou o diâmetro da abertura, pois ela estará representada em Verdadeira Grandeza.

Todas as faces do objeto dispostas paralelas ao plano de projeção irão permanecer em Verdadeira Grandeza, enquanto as arestas perpendiculares a esse plano serão projetadas inclinadas, sofrendo deformação. A redução do comprimento dessas retas é feita de modo proporcional, conforme o ângulo de inclinação, que determina a profundidade do desenho.

As retas perpendiculares ao plano são denominadas Fugitivas e o ângulo que estas formam com a direção horizontal quando em perspectiva é chamado Ângulo das Fugitivas. Os ângulos mais adotados para a criação da perspectiva cavaleira são 30°, 45° e 60°. A redução da dimensão das Fugitivas é feita proporcionalmente a tal ângulo, pois, quanto maior a inclinação, menor será o segmento de reta. A razão entre o comprimento do segmento em perspectiva e seu comprimento real no modelo é denominada Coeficiente de Alteração ou Fator de Conversão (K). Para os Ângulos das Fugitivas mencionados, iremos adotar os seguintes Fatores de Conversão:

- 1. Cavaleira 30°
  - Largura: 1;
  - Altura: 1;
  - Profundidade: 2/3.



- 2. Cavaleira 45°
  - Largura: 1;
  - Altura: 1;
  - Profundidade: <sup>1</sup>/<sub>2</sub>.
- 3. Cavaleira 60°
  - Largura: 1;
  - Altura: 1;
  - Profundidade: 1/3.

Para que você consiga compreender melhor esse tipo de perspectiva, vamos construir um exemplo com um passo a passo! Imagine que dispomos de um cubo com altura, largura e profundidade equivalente a 6 cm cada. Iremos, agora, representá-lo em perspectivas cavaleira de 30°, 45° e 60°. O primeiro passo é a construção dos eixos. Lembre-se que os eixos da altura e largura serão mantidos de forma ortogonal. Observe na figura a seguir.



Figura 4.15 - Eixos para representação de perspectiva cavaleira Fonte: Elaborada pela autora.

Na sequência, devemos desenhar a vista principal de nosso objeto. Como, em nosso exemplo, estamos trabalhando com um cubo, todas as suas faces serão idênticas. A vista representada deve



ser desenhada em Verdadeira Grandeza, ou seja, iremos desenhá-la com 6 cm de altura e 6 cm de largura. Observe na figura a seguir.



Figura 4.16 - A vista frontal é representada em Verdadeira Grandeza Fonte: Elaborada pela autora.

O próximo passo é determinar a profundidade do objeto. É nesse momento que iremos aplicar o Fator de Conversão. A profundidade de nosso objeto é equivalente a 6 cm. Convertendo esse valor, de acordo com os Ângulos das Fugitivas, iremos obter, para a cavaleira 30°, profundidade igual a 4 cm, para a cavaleira 45°, profundidade igual a 3 cm e, para a cavaleira 60°, profundidade igual a 2 cm. Observe a figura a seguir.





Figura 4.17 - Indicando a profundidade do objeto Fonte: Elaborada pela autora.

Para finalizar a construção do objeto, basta fecharmos o volume, traçando as linhas, partindo de todos os vértices do modelo, lembrando, sempre, de manter a angulação das Fugitivas, assim como sua dimensão. Observe, na figura a seguir, a construção dessas perspectivas.



Figura 4.18 - Fechando o volume Fonte: Elaborada pela autora.



Em seguida, o próximo passo consiste em reforçar as linhas que compõem o desenho final e eliminar as linhas guias, assim como os eixos tridimensionais. Observe o resultado final na figura a seguir.





Ao compararmos cada uma das perspectivas, teremos a impressão de que o modelo representado encontra-se mais ou menos voltado para o observador. A determinação do ângulo da perspectiva deve levar em conta qual a intenção projetual, se o ponto de destaque da representação é a face frontal ou as relações estabelecidas pelas faces do objeto como um todo.

## 3.2 Perspectiva Militar

A perspectiva militar é uma variação da perspectiva cavaleira. Ela também é configurada como resultado de uma projeção cilíndrica oblíqua, porém, enquanto na cavaleira o plano de projeção é disposto de forma vertical, na militar, esse plano está localizado na horizontal. Isso significa que, nesse tipo de perspectiva, o topo e a base do objeto são vistos como o modelo, enquanto sua altura sofre deformações.

Devido a essa configuração, a perspectiva militar também é conhecida como perspectiva aérea ou vôo de pássaro. Nesse tipo de desenho, o observador encontra-se muito acima da linha do horizonte, como se sobrevoasse o objeto projetado. Acredita-se que o nome "perspectiva militar" seja em decorrência da popularização de seu uso para a criação de estratégias militares de guerra.



Na construção dessa perspectiva, os eixos x e y devem formar, entre si, um ângulo de 90°. É possível adotar qualquer inclinação para esses eixos, respeitando esse valor de 90°, mas as mais adotadas são de 45° e 45° com o plano horizontal ou, ainda, 60° e 30° com o plano horizontal. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 4.20 - Eixos para representação da perspectiva militar Fonte: Elaborada pela autora.

As medidas nos eixos x e y serão representadas em Verdadeira Grandeza, enquanto as medidas do eixo z, ou seja, a altura, será reduzida em 2/3. Para que você consiga compreender melhor esse tipo de perspectiva, vamos construir um exemplo em passo a passo, utilizando o mesmo modelo que aplicamos no exemplo da perspectiva cavaleira.

Primeiramente, devemos construir os eixos. Iremos adotar as inclinações de  $60^{\circ}$  e  $30^{\circ}$  para os eixos x e y. Em seguida, devemos desenhar a base do objeto em Verdadeira Grandeza. Em nosso exemplo, a base é representada como um quadrado de dimensão 6 cm. Observe na figura a seguir.





Figura 4.21 - A base do objeto é representada em Verdadeira Grandeza Fonte: Elaborada pela autora.

O próximo passo é determinar a altura do objeto. Nosso modelo apresenta altura equivalente a 6 cm, porém é necessário aplicar a escala de redução de 2/3. Isso significa que, na perspectiva, a altura do cubo será equivalente a 4 cm. Observe na figura a seguir.



Figura 4.22 - Determinando a altura do objeto Fonte: Elaborada pela autora.



Para finalizarmos a construção da nossa perspectiva, iremos traçar linhas guias, a partir de cada vértice do objeto, lembrando-nos, sempre, de manter as inclinações, bem como respeitando a escala de redução para os segmentos na vertical. Por fim, basta reforçarmos as linhas do volume e eliminarmos as linhas auxiliares. Observe a sequência na figura a seguir.



Figura 4.23 - Fechando o volume e perspectiva militar finalizada Fonte: Elaborada pela autora.

Observe que, no resultado final, a impressão que temos é de que estamos observando o objeto como se estivéssemos acima dele, enquanto que, na perspectiva cavaleira, o objeto está disposto a nossa frente. Esse fator irá te ajudar a determinar qual tipo de perspectiva utilizar, cavaleira ou militar, em seus desenhos.

Devemos aplicar a perspectiva cavaleira quando desejamos evidenciar a vista frontal do objeto ou ambiente. Como discutimos anteriormente, para representar uma peça mecânica, por exemplo, a região que merece destaque não é a vista superior da peça, mas, sim, sua vista frontal.

Porém, para criar a perspectiva rápida de um ambiente a partir, apenas, de sua planta baixa, a perspectiva militar é mais conveniente. Como nesse tipo de desenho a base e o topo são mantidos em Verdadeira Grandeza, não é necessário aplicar escala de redução aos elementos da planta baixa do projeto.



Nesse caso, basta reproduzirmos a planta baixa em sua Verdadeira Grandeza, nos eixos x e y, e, em seguida, "erguermos as paredes" no eixo z, aplicando a escala de redução adequada ao ângulo de inclinação dos eixos.



## ATIVIDADE

- Tanto a perspectiva cavaleira quanto a perspectiva militar são projeções do tipo cilíndrico. Sobre a diferença entre essas duas formas de representação, assinale a alternativa correta.
  - a) A perspectiva militar é uma projeção cilíndrica ortogonal, enquanto a perspectiva cavaleira é uma projeção cilíndrica oblíqua.
  - b) Na perspectiva cavaleira, a profundidade do objeto recebe uma escala de redução, enquanto que, na perspectiva militar, essa escala é aplicada para determinar a altura do objeto.
  - Na perspectiva militar, a altura do objeto permanece em Verdadeira Grandeza, enquanto, na perspectiva cavaleira, ela é reduzida a sua metade.
  - d) Na perspectiva militar, são adotados ângulos de inclinação de eixo de largura do objeto 30°, 45° e 60°, enquanto, na perspectiva cavaleira, eixos de largura e profundidade do objeto são mantidos formando um ângulo de 30° com a horizontal.
  - e) Na perspectiva militar, o observador está localizado muito abaixo da linha do horizonte, enquanto, na perspectiva cavaleira, o observador está localizado muito acima dela.



## 4. REPRESENTAÇÃO DE POLIEDROS

Para finalizarmos nossa disciplina, discutiremos, agora, a representação de poliedros. Mas, antes de iniciarmos esse estudo, precisamos compreender os elementos que os compõem e suas possíveis classificações.

Para começarmos, você sabe o que é um poliedro? Esta palavra é composta por dois termos gregos, *poli*, que significa muitos, e *hedra*, que significa faces. O poliedro é uma figura volumétrica, isto é, um sólido geométrico formado por polígonos planos. Nesta aula, iremos investigar como realizar a representação de tais volumes sobre os planos bidimensionais.

Com a finalidade de facilitar a compreensão e tornar mais didático o processo de aprendizagem, iremos representar poliedros simples, ou seja, sólidos geométricos pouco trabalhados. Entretanto, em uma situação real, muitas vezes, iremos deparar-nos com objetos mais complexos. Nesses casos, antes de iniciar a representação, devemos fazer uma leitura do modelo. Muitas vezes, basta decompô-lo em volumes para encontrarmos uma solução simples de registro da forma.



Figura 4.24 - No cenário profissional, iremos deparar-nos com objetos de estrutura complexa; o seu processo de representação é semelhante ao dos poliedros simples. Fonte: Uladzimir Nikifarau / 123RF.



Alguns objetos podem ser compreendidos como a soma de formas volumétricas simples, enquanto outros configuram-se como volumes obtidos a partir da subtração da forma. O ideal é que, antes de iniciar a representação, façamos esta reflexão para compreender como melhor construir o modelo.

### 4.1 Elementos Do Poliedro

Os poliedros, independente de sua classificação, apresentam elementos em comum em sua formação. Todos os poliedros são compostos pelos seguintes elementos geométricos primitivos: vértice, aresta e face.

O vértice é um ponto resultante do encontro de duas ou mais arestas do poliedro que, por sua vez, são segmentos de retas geradas a partir do encontro de duas faces no objeto. As faces de um poliedro consistem nos polígonos que delimitam a volumetria, sendo o equivalente aos "lados" do poliedro. Tais elementos podem ser identificados mais facilmente analisando diretamente no modelo. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 4.25 - Indicação de vértice, aresta e face no poliedro Fonte: Elaborada pela autora.



No exemplo apresentado, o cubo é formado por um total de oito vértices, doze arestas e seis faces.

### 4.2 Classificação Do Poliedro

Os poliedros podem ser classificados de acordo com duas principais categorias. A primeira diz respeito aos polígonos que formam o sólido, enquanto a segunda classificação analisa a convexidade do poliedro.

Dentro da primeira classificação, podemos dizer que um poliedro é regular ou irregular. Os poliedros regulares são aqueles que suas faces são polígonos regulares e idênticos entre si. Como exemplo de poliedro regular, iremos encontrar o tetraedro, formado por quatro faces triangulares; o hexaedro, formado por seis faces quadrangulares; o octaedro, formado por oito faces triangulares e, assim, por diante.



Figura 4.26 - Exemplos de poliedros regulares Fonte: Peter Hermes Furian / 123RF.

Já os poliedros irregulares são aqueles formados por polígonos regulares e irregulares. Nessa situação, ao menos uma das faces não é idêntica às demais. Os poliedros irregulares mais conhecidos são a pirâmide e o prisma. A pirâmide configura-se como um sólido geométrico, com uma base poligonal e um vértice, que irá unir as demais faces de formato triangular. O prisma, por sua vez, irá apresentar base e face superior planas e congruentes e as laterais deste sólido geométrico são compostas por quadriláteros. Observe o exemplo nas figuras a seguir.





Figura 4.27 - Exemplo de prisma Fonte: Attaphong / 123RF.



Figura 4.28 - Exemplo de pirâmide Fonte: Attaphong / 123RF.



No segundo tipo de classificação, iremos determinar se o poliedro é côncavo ou convexo. Para realizar essa análise, imagine a seguinte situação: selecionamos dois pontos em diferentes faces do poliedro e traçamos um segmento de reta que une tais pontos. Caso algum trecho desse segmento fique do lado "de fora" do poliedro, ele será côncavo, enquanto que, se todo o segmento estiver contido no poliedro, será convexo. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 4.29 - Exemplo de poliedro convexo e poliedro côncavo Fonte: Elaborada pela autora.

As classificações apresentadas irão ajudar na compreensão das formas. Cada tipo de poliedro irá possuir suas características de representação e de relações matemáticas, como área, volume, dentre outros.

### 4.3 Representação Do Poliedro

Para a representação dos poliedros de forma bidimensional, iremos fazer uso do método mongeano, que discutimos na Unidade anterior. As projeções estarão concentradas em dois planos, o plano vertical e o plano horizontal, nos quais as faces, arestas e vértices dos poliedros serão registrados. Consideraremos as projeções sempre no 1° Diedro e, em decorrência disso, os planos de projeção serão representados de modo simplificado nas figuras que ilustram cada caso.

O primeiro aspecto que devemos analisar é em relação à visibilidade do poliedro. As projeções horizontal e vertical irão mostrar vistas diferentes do objeto, algumas faces, vértices e arestas



estarão visíveis em uma projeção e podem estar ocultas em outras. Os poliedros são considerados sempre opacos, dessa forma, as arestas que estiverem ocultas por estarem atrás de uma face serão representadas em projeção.

Quando um raio projetante atinge um elemento sem antes ter atravessado um objeto, esse elemento será visível na projeção. Tanto na projeção horizontal quanto na projeção vertical sempre haverá um conjunto de arestas e vértices visíveis, os quais são denominados Contorno Aparente da Projeção.

Existem diversas possibilidades de posição do poliedro em relação aos planos de projeção. Iremos, a seguir, analisar duas das principais situações.

### A. Representação de objetos apoiados em plano horizontal ou de nível

A primeira etapa consiste em determinar a projeção da base do poliedro, que será representada em Verdadeira Grandeza, já que o poliedro está localizado apoiado sobre o plano horizontal ou de nível.

Em seguida, após a construção da projeção horizontal, iremos realizar as marcações no plano de projeção vertical. A base do poliedro será visualizada como uma reta paralela ou sobre a Linha de Terra, enquanto as arestas laterais serão retas perpendiculares ao plano horizontal.

A altura do poliedro pode ser marcada em Verdadeira Grandeza sobre uma das arestas laterais. Assim como a base do poliedro, o topo dele também é representado como uma reta. Observe o exemplo na figura a seguir.




Figura 4.30 - Exemplo de representação de poliedro apoiado sobre plano de nível Fonte: Rahy e Romero (2001, p. 54).

#### B. Representação de objetos apoiados em plano frontal

Para objetos apoiados no plano frontal, a sua representação terá características semelhantes a dos objetos apoiados em plano de nível, porém de forma paralela ao plano de projeção vertical. Observe o exemplo na figura a seguir.



Figura 4.31 - Exemplo de poliedro apoiado em plano frontal Fonte: Rahy e Romero (2001, p. 55).



O diâmetro da figura é representado em Verdadeira Grandeza, tanto em projeção vertical quanto em projeção horizontal. A projeção horizontal da base do poliedro é representada como uma reta paralela à Linha de Terra. O contorno do sólido é determinado pelas geratrizes (AC) e (BD) e pelas semi-circunferências que retratam as circunferências de base e de topo.

Para situações nas quais o poliedro não estiver apoiado no plano horizontal, de nível ou frontal, ou seja, não esteja paralelo a um plano de projeção, será necessário utilizar um dos métodos descritivos que analisamos na Unidade anterior. Para cada caso, é importante analisar qual a melhor solução adotada, se será a rotação do objeto, o rebatimento de planos ou, ainda, a mudança de plano de projeção. Para cada tipo de problema, um método descritivo será mais adequado que o outro.



### ATIVIDADE

 Observe os poliedros a seguir e assinale a alternativa que relacione corretamente as classificações dos sólidos indicados.



Fonte: Elaborada pela autora.

- a) 1: poliedro regular e côncavo.
  - 2: poliedro irregular e convexo.
  - 3: poliedro regular e convexo.
- b) 1: poliedro irregular e côncavo.
  - 2: poliedro irregular e convexo.
  - 3: poliedro irregular e convexo.
- c) 1: poliedro irregular e côncavo.2: poliedro regular e convexo.
  - 3: poliedro regular e côncavo.
- d) 1: poliedro irregular e convexo.
  - 2: poliedro irregular e convexo.
  - 3: poliedro regular e côncavo.
- e) 1: poliedro irregular e convexo.
  - 2: poliedro regular e côncavo.
  - 3: poliedro irregular e convexo.



### INDICAÇÕES DE LEITURA

Nome do livro: A perspectiva dos profissionais - Sombras, Insolação, Axonometria

Editora: Blucher

Autor: Gildo Montenegro

#### ISBN: 9788521205425

Na leitura sugerida, você irá encontrar, de forma detalhada, as técnicas de perspectiva. Nesta obra, o autor foca na representação gráfica, contando com textos de apoio apenas para explicações adicionais. Por meio dessa leitura, seu conhecimento sobre o desenho projetivo será ampliado e será possível, também, relacionar a criação de perspectivas com seu futuro cenário profissional.

Nome do livro: Manual básico de desenho técnico

Editora: Editora UFSC

Autor: Henderson José Speck e Virgílio Vieira Peixoto

ISBN: 978.85.328.0650-5

Na leitura indicada, você terá a oportunidade de analisar a representação de poliedros mais complexos do que aqueles que analisamos nesta disciplina! Embora o método de projeção seja empregado seguindo os mesmos princípios, para representar poliedros complexos, é necessária uma maior atenção e familiaridade com esse tipo de exibição das formas.

## INDICAÇÕES DE FILME

Nome do filme: Mestre dos mares - o lado mais distante do mundo

Gênero: Histórico, Guerra

Ano: 2004

Elenco principal: Russell Crowe, Paul Bettany, Billy Boyd

O filme sugerido traz a história de um capitão da marinha britânica durante o período em que o país esteve em conflito com a França de Napoleão. Por meio da reconstrução desse período



histórico, você poderá compreender melhor o cenário no qual foram desenvolvidas e aprimoradas técnicas de representação de perspectivas, sobretudo, com finalidades bélicas.

# INDICAÇÕES DE FILME

Nome do filme: The infinite happiness

Gênero: Documentário

Ano: 2015

Elenco principal: Ila Bêka e Louise Lemoine

No filme sugerido, Ila Bêka e Louise Lemoine contam sobre a experiência de morar durante um mês na vila vertical "8 house", projetada pelo escritório BIG. Através deste documentário, você poderá perceber como as composições volumétricas, por meio de poliedros, fazem-se presentes na prática projetual. Deixamos, também, a seguinte reflexão: até que ponto a forma pode impactar na usabilidade do projeto? No final, qual fator tem maior peso, forma ou função?



#### CONCLUSÃO

Olá, chegamos ao final da disciplina Expressão Gráfica!

Ao longo de quatro Unidades, discutimos as diversas maneiras utilizadas para representarmos, de modo gráfico, nossas ideias e projetos. Certamente, você notou que um mesmo objeto irá apresentar formas e tamanhos distintos, conforme o tipo de sistema de representação utilizado. Algumas irão apresentar maior distorção, outras expressam o objeto de modo mais global, havendo, ainda, aquelas que registram apenas uma das faces do objeto.

Como saber qual sistema utilizar em cada tipo de projeto? Para determinar qual desenho projetivo é o ideal para cada caso, devemos seguir as normas que analisamos nesta disciplina, além de compreendermos o que cada forma de representação tem como vantagem e como desvantagem. Por meio dessa análise, será, cada vez mais claro, identificar o tipo de desenho que cada etapa de projeto solicita.

As normas aqui trabalhadas não se limitam apenas à determinação de qual tipo de desenho utilizar em cada caso. Elas também orientam sobre como fazer corretamente essa representação, além de indicar quais as etapas de um projeto, bem como o conteúdo que deve ser apresentado em cada um desses estágios.

Em nossa disciplina, abordamos a expressão gráfica também em meios digitais, com o desenho auxiliado por computador 2D, por meio do software AutoCAD. Em nossas aulas, aprendemos sobre as ferramentas desse programa, como a criação e edição de formas, as quais permitem que desenhemos, de forma rápida, na área de trabalho do AutoCAD. Além desses comandos básicos, aprendemos sobre a inserção de blocos e cotagem dentro desse software, assim como a elaboração de prancha e plotagem, etapa essencial para que os desenhos projetados possam ser materializados e encaminhados ao seu destino final!

Na segunda metade da disciplina, nosso foco foi voltado às formas projetivas de desenho. Como formas projetivas, devemos entender as representações que trabalham com a formação de imagens por meio de raios projetantes e superfícies de projeção. Esses sistemas são classificados segundo os feixes projetantes, dividindo-se em projeções cônicas e projeções cilíndricas.

Foram exploradas tanto as projeções centrais, aquelas nas quais os feixes de projetante possuem formato de cone, quanto às projeções paralelas, aquelas em que os feixes de projetante assumem



formato de cilindro. Trabalhamos os métodos envolvidos para a representação da forma e construção das figuras, explorando, ainda, o estudo de ponto, reta e plano em projeção.

Espero que todo conteúdo trabalhado te ajude a compreender a dinâmica da representação gráfica para projetos. Tanto na vida acadêmica quanto no cenário profissional, ter uma boa ideia, porém não conseguir expressá-la, é uma situação indesejável. Como comunicar a solução elaborada, se você não consegue transmitir o que pensou? Agora, a partir de tudo que exploramos nesta disciplina, acredito que essa tarefa seja muito mais fácil.

Muito obrigada e até uma próxima oportunidade!



## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12298: representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1992.

. NBR 10068: folha de desenho - Leiaute e dimensões. Rio de Janeiro, 1987.

AXONOMETRIA. In: Michaelis Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa, 2019. Disponível em: <a href="https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/axonometria/">https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/axonometria/</a>. Acesso em: 25 jan. 2019.

BALDAM, R.; COSTA, L. Autocad 2008: utilizando totalmente. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.

CARVALHO, A. P. A. Geometrias e Geometria Descritiva. In: FONSECA, A. A. S.; CARVALHO, A. P. A.; PEDROSO, G. M. (Orgs.). **Geometria descritiva**: noções básicas. 4. ed. Salvador: Quarteto Editora/UFBA, 2001.

CHING, F. K. Representação gráfica em arquitetura. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

GOMBRICH, H. A história da Arte. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

JANSON, H. W. JANSON, A. F. Iniciação à História da Arte. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

LACOURT, H. Noções e fundamentos básicos da geometria descritiva. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

MICELI, M. T; FERREIRA, P. **Desenho técnico básico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, 2010.

MONTENEGRO, G. A. Desenho Arquitetônico. 4. ed. São Paulo: Blüncher, 2001.

\_\_\_\_\_. Geometria Descritiva. 1. ed. São Paulo: Blüncher, 1991.

PROJEÇÃO. In: Michaelis Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa, 2019. Disponível em <a href="https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/proje%C3%A7%C3%A30/">https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/proje%C3%A7%C3%A30/</a>. Acesso em: 25 jan. 2019.



RAHY, I.; ROMERO, M. Representação de poliedros, cones e cilindros pelo método mongeano. In: FONSECA, A. A. S.; CARVALHO, A. P. A.; PEDROSO, G. M. (Orgs.). **Geometria descritiva**: noções básicas. 4. ed. Salvador: Quarteto Editora/UFBA, 2001.

RICCA, G. Geometria Descritiva: Método de Monge. 5. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011.!