

TÉCNICO EM ELETROMECCÂNICA



MÓDULO III
DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA

SOBRE A INSTITUIÇÃO

- Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente
- Missão
- Visão
- Valores

SOBRE O CURSO

- Perfil profissional de conclusão e suas habilidades
- Quesitos fundamentais para atuação
- Campo de atuação
- Sugestões para Especialização Técnica
- Sugestões para Cursos de Graduação

SOBRE O MATERIAL

- Divisão do Conteúdo
- Boxes

BASE TEÓRICA

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

- Tipos de Desenho Técnico
- Geometria descritiva
- Softwares Gratuitos para Desenho Técnico
- Intercambiabilidade de Peças
- Padronização na Produção
- A Função no Processo de Criação e Análise

NORMAS TÉCNICAS NO DESENHO TÉCNICO

- A ABNT e Suas Normas
 - ✓ Principais NBRs de Desenho Técnico
 - ✓ Objetivos das Normas de Desenho Técnico
- Características das Folhas de Desenho Técnico
 - ✓ Margem e Quadro
- A Aplicação das Normas de Desenho Técnico em Projetos

- **Tipos de Linhas no Desenho Técnico**
 - ✓ Linhas Contínuas Grossas
 - ✓ Linhas Tracejadas Finas
 - ✓ Linhas de Corte
 - ✓ Linhas de Centro
 - ✓ Linhas de Cota
 - ✓ Linhas de Hachura
 - ✓ Linhas de Visibilidade
- **Caligrafia Técnica**

FORMAS DE OBSERVAR UM OBJETO

- **Tipos de Vistas**
 - ✓ Vista Base
 - ✓ Vista Projetada
 - ✓ Vista Auxiliar
 - ✓ Vista de Corte
 - ✓ Vista de Detalhe
 - ✓ Vista Subjacente
 - ✓ Vista Explodida

PROJEÇÕES

- **Tipos de Projeção no Desenho Mecânico**
 - ✓ Projeções Ortogonais
- **Interpretação de Projeções Mecânicas**

REPRESENTAÇÃO EM CORTE E SEÇÕES

- **Cortes**
- **Seção**

NOÇÕES DE AUTOCAD

- **Conceitos importantes**
- **Comandos importantes**
 - ✓ Primeiros contatos com o CAD
 - ✓ Área Gráfica
 - ✓ UCS
 - ✓ Toolbar (Barra de Ferramentas)
 - ✓ Menu Pull-Down
 - ✓ Região de comandos
 - ✓ Região de informação
 - ✓ Cursor na tela
 - ✓ Barras de Rolagem
 - ✓ Shortcut Menu

- ✓ Unidades de Trabalho
- ✓ Comandos Iniciais
- ✓ Comando NEW
- ✓ Comando OPEN
- ✓ Comando Save
- ✓ Save
- ✓ Close
- ✓ Comando Ortho (Atalho: F8)
- ✓ Comando Regen (Atalho: RE)
- Coordenadas e organização
 - ✓ Coordenadas
 - ✓ UCSICON
 - ✓ UCS e WCS
 - ✓ Localização de pontos
 - ✓ Coordenadas Absolutas
 - ✓ Critérios de Seleção
 - ✓ Comando de visualização
 - ✓ Comando Line
 - ✓ Comando PLINE-Polilinha
 - ✓ Circle
 - ✓ Comando Rectangle
- Comando MText
- Comandos de modificação: organização e padronização
 - ✓ Comando Undo
 - ✓ Comando Redo
 - ✓ Comando Erase
 - ✓ Comando Trim
 - ✓ Comando Extend
 - ✓ Comando Move
 - ✓ Comando Copy
 - ✓ Comando Offset
 - ✓ Comando Fillet
 - ✓ Comando Chamfer
 - ✓ Comando Rotate
 - ✓ Comando Mirror
 - ✓ Comando Array

SESSÕES ESPECIAIS

MAPA DE ESTUDO

SÍNTESE DIRETA

MOMENTO QUIZ

GABARITO DO QUIZ

REFERÊNCIAS

Módulo III

DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometida com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA pertence ao Eixo Tecnológico de CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS.

Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA relacionados ao **perfil profissional de conclusão e suas**

habilidades, quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Planejar, controlar e executar a instalação, a manutenção e a entrega técnica de máquinas e equipamentos eletromecânicos industriais, considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.
- Elaborar projetos de produtos relacionados a máquinas e equipamentos eletromecânicos especificando materiais para construção mecânica e elétrica por meio de técnicas de usinagem e soldagem.
- Realizar inspeção visual, dimensional e testes em sistemas, instrumentos, equipamentos eletromecânicos, pneumáticos e hidráulicos de máquinas.
- Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados aos processos de planejamento, produção e manutenção de equipamentos eletromecânicos de modo a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários.
- Conhecimentos e saberes relacionados à sustentabilidade do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às normas técnicas, à liderança de equipes, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos.

Campo de atuação

- Indústrias com linhas de produção automatizadas, aeroespaciais, automobilística, metalmeccânica e plástico.
- Empresas de manutenção e reparos eletromecânicos, que atuam na instalação, manutenção, comercialização e utilização de equipamentos e sistemas eletromecânicos.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Programação e Operação de Máquinas CNC.
- Especialização Técnica em Usinagem.
- Especialização Técnica em Desenho Assistido por Computador (CAD).
- Especialização Técnica em Manufatura Assistida por Computador (CAM).
- Especialização Técnica em Eficiência Energética em Edificações.
- Especialização Técnica em Eficiência Energética Industrial.
- Especialização Técnica em Energia Solar Fotovoltaica.
- Especialização Técnica em Energia Eólica.
- Especialização Técnica em Implantação e Comissionamento de Parques Eólicos.
- Especialização Técnica em Instalação Elétrica Predial de Baixa Tensão.
- Especialização Técnica em Biocombustíveis.

- Especialização Técnica em Biogás e Biometano.
- Especialização Técnica em Aproveitamento Energético de Biogás.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrotécnica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica.
- Curso Superior de Tecnologia em Processos Metalúrgicos.
- Bacharelado em Engenharia Eletrônica.
- Bacharelado em Engenharia Elétrica.
- Bacharelado em Engenharia de Automação e Controle.
- Bacharelado em Engenharia Mecatrônica.
- Bacharelado em Engenharia Mecânica.
- Bacharelado em Engenharia de Produção.
- Bacharelado em Engenharia Metalúrgica.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, afim de proporcionar subsídios suficientes a todos, no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

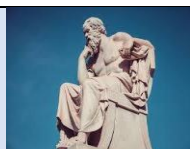
Os BOXES são:

- **Você Sabia?**



São informações complementares contextualizadas com a base teórica contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.

- **Pausa para refletir...**



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- **Se liga na Charada!**



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

O Desenho Técnico é uma linguagem de comunicação essencialmente gráfica, utilizada de forma ampla na engenharia, arquitetura, construção e em diversos setores industriais. Ele representa de forma clara e precisa as características físicas dos objetos a serem produzidos, como peças, máquinas, componentes e estruturas.

O objetivo principal do desenho técnico é garantir que todos os envolvidos no processo — como engenheiros, projetistas, construtores e operadores — possuam um entendimento uniforme sobre o projeto, assegurando a produção correta e sem erros.

Ao contrário da linguagem escrita, que tem suas limitações na descrição de formas e dimensões, o desenho técnico oferece uma representação visual fiel e precisa do objeto, que pode ser compreendida de maneira universal. Através de suas representações gráficas, ele permite a reconstituição espacial de formas tridimensionais, sendo, portanto, o meio mais eficiente e inequívoco para transmitir as características de um projeto.

AutoCAD é um software do tipo CAD — computer aided design ou desenho auxiliado por computador - criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982. É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o software vem disponibilizando, em suas versões mais recentes, vários recursos para visualização em diversos formatos. É amplamente utilizado em arquitetura, design de interiores, engenharia civil, engenharia mecânica, engenharia geográfica, engenharia elétrica e em vários outros ramos da indústria. O AutoCAD é atualmente disponibilizado em versões para o sistema operacional Microsoft Windows e Mac OS, embora já tenham sido comercializadas versões para UNIX.

A partir da versão R14 (publicada em 1997) potencializa a expansão de sua funcionalidade por meio da adição de módulos específicos para desenho arquitetônico, SIG, controle de materiais, etc. Outra característica marcante do AutoCAD é o uso de uma linguagem consolidada de scripts, conhecida como AutoLISP (derivado da linguagem LISP) ou uma variação do Visual Basic.

O computador ajudou o homem no sentido de possibilitar maior velocidade de desenho e melhor organização do trabalho. O software mais usado atualmente para compor peças de desenho técnico chama-se AutoCAD e será estudado neste guia. O AutoCAD, no caso do design de interiores, dá suporte para que o profissional elabore plantas, cortes, detalhamentos, ou seja, elementos necessários para a execução de um projeto.

Os desenhos originados no AutoCAD, muito embora sejam de rápido domínio pelos profissionais da área, não são tão assimilados por pessoas leigas, por exemplo: pelos clientes. Para isto, estes profissionais recorrem a outros softwares mais simples e elucidativos para expor sua ideia de maneira clara e objetiva a um cliente.

Os softwares mais usados para este fim são: Corel Draw, software ligado ao design gráfico, mas que permite humanizar os desenhos técnicos de forma a permitir maior legibilidade por parte de pessoas leigas, o Sketchup, software desenvolvido pela empresa Google, e que constituiu um rápido e importante software para elaboração de maquetes eletrônicas, permitindo ao cliente a leitura em 3D do projeto e sendo rapidamente assimilado por ele, bem como o PROMOB.

Tipos de Desenho Técnico

O desenho técnico pode ser dividido em dois grupos principais:

1. Desenho projetivo – Aqueles provenientes de projeções do objeto, em um ou mais planos. Este tipo de desenho é utilizado para representar a forma detalhadamente, sendo composto por vistas ortográficas (figuras de projeções ortogonais sobre planos) e perspectivas (figuras de projeção sobre um único plano, que permitem uma melhor visualização do objeto).
2. Desenho não-projetivo – Este tipo é derivado de cálculos algébricos e é representado por gráficos, diagramas, esquemas, organogramas, entre outros.

O desenho projetivo é amplamente utilizado em diversas modalidades da Engenharia. Devido à sua aplicabilidade em diferentes áreas, ele também é conhecido por diferentes nomes, como:

- ✓ Desenho Mecânico.
- ✓ Desenho de Máquinas.

- ✓ Desenho de Estruturas.
- ✓ Desenho Arquitetônico.
- ✓ Desenho Elétrico/Eletrônico.
- ✓ Desenho de Tubulações.
- ✓ Desenho Técnico de Moda, entre outros.

Apesar dessas variações de nomenclatura, todos esses tipos de desenho compartilham as mesmas bases de apresentação, garantindo que a comunicação seja eficaz e sem ambiguidades.

Geometria descritiva

A geometria descritiva é um método criado pelo monge Gaspard Monge no final do século XVI. A metodologia consiste em representar em um plano bidimensional qualquer objeto que exista no plano tridimensional.

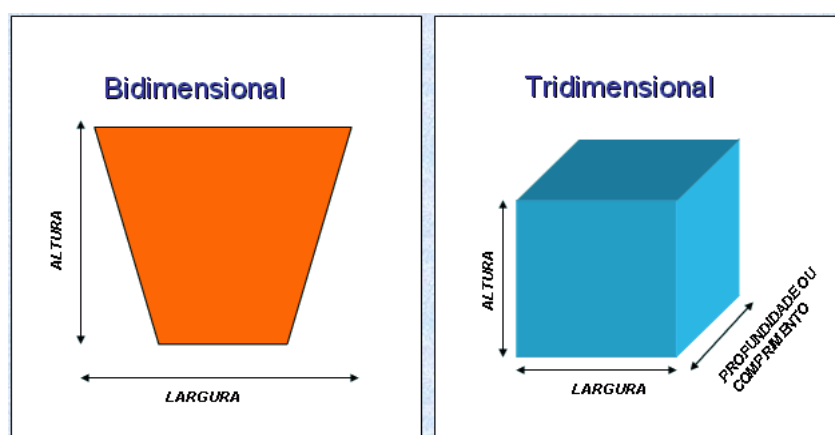


Figura 1: Representação bidimensional e tridimensional.

Falando de forma mais simples, é a representação de qualquer objeto em alguma superfície plana, podendo esta ser desde uma folha de papel até a tela de um computador.

A partir de projeções de um objeto, é possível determinar distâncias, ângulos, áreas e volumes em seus tamanhos reais.

Softwares Gratuitos para Desenho Técnico

Embora o AutoCAD seja um dos softwares de desenho técnico mais populares e amplamente utilizado por profissionais da área, existem outras opções gratuitas disponíveis.

A Autodesk, proprietária do AutoCAD, oferece downloads gratuitos para estudantes e professores. Além disso, alguns outros softwares gratuitos no mercado incluem:

- ✓ DraftSight Free.
- ✓ LibreCAD.
- ✓ QCAD.

Esses softwares são amplamente utilizados para a criação de desenhos técnicos no contexto de **desenho mecânico**.

Intercambiabilidade de Peças

Uma das maiores vantagens do desenho técnico é garantir a intercambiabilidade das peças, ou seja, permite que diferentes fornecedores ou fabricantes possam produzir a mesma peça com as mesmas especificações, mesmo sem uma comunicação verbal direta entre eles.

EXEMPLO:

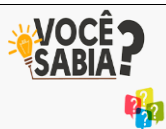
Em um projeto de um motor, as peças desenhadas tecnicamente garantem que, independentemente de onde sejam fabricadas, elas se encaixarão corretamente no conjunto. Isso assegura a continuidade da produção em larga escala e facilita a substituição de peças durante a manutenção.

Padronização na Produção

A padronização é uma das características fundamentais do desenho técnico. Através dele, todas as peças produzidas seguem um padrão de dimensões, formas e acabamentos, o que facilita tanto a produção em larga escala quanto a troca de peças entre diferentes fabricantes. Essa uniformidade reduz erros, otimiza processos e diminui o tempo necessário para ajustes adicionais nas peças, aumentando a eficiência da produção. A padronização também reduz o risco de falhas nas etapas de montagem e manutenção, pois todos os profissionais estão seguindo a mesma interpretação do desenho.

A Função no Processo de Criação e Análise

O desenho técnico não se limita apenas à fase final do projeto. Durante a criação e análise de um projeto, o desenho técnico atua como uma ferramenta vital para entender e resolver problemas relacionados à geometria, movimento e estrutura dos objetos. Ele permite que os projetistas explorem diferentes soluções de forma mais eficiente e visual, otimizando o desenvolvimento do projeto e reduzindo riscos.



VOCÊ SABIA?

A Universalidade do Desenho Técnico

O desenho técnico é uma linguagem universal! Ele utiliza padrões e simbologias que transcendem barreiras linguísticas, permitindo que engenheiros de diferentes partes do mundo interpretem um projeto com a mesma precisão. Por exemplo, normas internacionais como ISO e ABNT garantem que um componente projetado no Brasil possa ser fabricado na Alemanha sem erros de interpretação.

NORMAS TÉCNICAS NO DESENHO TÉCNICO

A ABNT e Suas Normas

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é responsável pela padronização das normas de desenho técnico no Brasil. Essas normas visam garantir que todos os desenhos técnicos sejam feitos de maneira consistente, precisa e compreensível,

independentemente de quem os produza. A ABNT define uma série de requisitos que devem ser seguidos para assegurar a qualidade e a clareza dos desenhos.

Principais NBRs de Desenho Técnico

- ✓ **NBR 8196:** Trata da padronização das dimensões das folhas de desenho técnico.
- ✓ **NBR 8403:** Define os tipos de linhas e suas larguras, de acordo com o uso em diferentes representações gráficas.
- ✓ **NBR 10067:** Relacionada à apresentação de desenhos de engenharia, abordando escalas, símbolos e outros elementos gráficos.
- ✓ **NBR 10068:** Foca na normalização de legendas e identificações nos desenhos.
- ✓ **NBR 10126:** Regula a disposição de cotas e as dimensões em desenhos técnicos.
- ✓ **NBR 10582:** Determina a simbologia a ser utilizada em projetos de instalações elétricas.
- ✓ **NBR 13142:** Relacionada ao desenho técnico na área de engenharia mecânica e seus requisitos específicos.
- ✓ **NBR 12298:** Estabelece normas para o desenho técnico de produtos e equipamentos industriais.

Essas normas ajudam a uniformizar e garantir a eficácia dos desenhos, minimizando erros e garantindo que todos os profissionais envolvidos no projeto possam interpretá-lo de maneira consistente.

Objetivos das Normas de Desenho Técnico

As normas de desenho técnico, como as da ABNT, têm como objetivo:

- ✓ **Padronizar o formato e o layout das folhas de desenho:** Isso inclui definições claras sobre margens, a posição da legenda, a escala a ser utilizada e as marcas de centro.
- ✓ **Definir o uso correto de tipos de linhas e símbolos:** A ABNT estabelece qual linha deve ser usada para indicar contornos visíveis, ocultos ou de cortes, além de especificar as larguras dessas linhas.

- ✓ **Estabelecer regras para a leitura e a interpretação do desenho:** As normas incluem diretrizes para a legibilidade das cotas e das legendas, a disposição dos textos e a apresentação do número de registro do desenho.
- ✓ **Assegurar a clareza nas informações:** A padronização permite que qualquer pessoa que receba o desenho possa interpretá-lo da mesma maneira, sem ambiguidade.

Características das Folhas de Desenho Técnico

As folhas de desenho técnico devem obedecer a determinadas dimensões, conforme estabelecido pelas normas, para garantir a padronização.

EXEMPLO:

A NBR 8196, por exemplo, define o tamanho das folhas (A4, A3, A2, A1 e A0) e os espaços obrigatórios para a legenda e outras informações. Essas especificações visam facilitar a organização e arquivamento dos desenhos, bem como a sua reprodução.

Além disso, a norma determina que a posição da legenda deve ser no canto inferior direito da folha, o que facilita a localização das informações importantes. A legenda contém dados essenciais como o número de registro do desenho, o título do projeto, a origem do desenho, entre outros.

Margem e Quadro

A folha de desenho técnico é delimitada por margens e um quadro. A margem serve para definir o espaço disponível para o desenho e deve ser maior nas laterais esquerda e superior para permitir o arquivamento e a perfuração. O quadro é o contorno interno da folha que define a área onde o desenho será realizado, assegurando que todas as informações importantes se encaixem dentro do espaço determinado.

A Aplicação das Normas de Desenho Técnico em Projetos

As normas de desenho técnico não se limitam à criação dos desenhos em si, mas também têm um impacto significativo na implementação dos projetos. Por exemplo, em um projeto

de construção, o arquiteto ou engenheiro precisa seguir as normas para garantir que os desenhos sejam interpretados corretamente pelos construtores e demais profissionais envolvidos na obra.

A aplicação rigorosa dessas normas garante que todos os detalhes necessários sejam incluídos no desenho de maneira clara, desde as dimensões precisas das peças até as especificações sobre os materiais a serem utilizados, o tipo de acabamento e os métodos de montagem.

Tipos de Linhas no Desenho Técnico

Os diferentes tipos de linhas são essenciais para a clareza e a precisão dos desenhos técnicos, particularmente no desenho mecânico. Cada tipo de linha tem uma função específica e deve ser utilizado corretamente para representar os diversos elementos de uma peça ou montagem.

Os principais tipos de linha utilizados no desenho técnico são:

- Linhas Contínuas Grossas.
- Linhas Tracejadas Finas.
- Linhas de Corte.
- Linhas de Centro.
- Linhas de Cota.
- Linhas de Hachura.
- Linhas de Visibilidade.

Linhas Contínuas Grossas

As linhas contínuas grossas são utilizadas para representar os contornos visíveis da peça ou as bordas externas de um componente. Em um desenho de uma peça mecânica, esse tipo de linha ajuda a identificar as superfícies que podem ser observadas diretamente.

EXEMPLO:

Em um desenho de um **suporte de motor**, as linhas contínuas grossas são usadas para delinear as bordas

externas do componente. Isso inclui as faces que serão visíveis no produto final. As linhas grossas permitem que o projetista destaque a forma do suporte de maneira clara, com dimensões precisas para a fabricação.

Linhas Tracejadas Finas

As linhas tracejadas finas são usadas para representar as arestas ocultas ou elementos que não são visíveis a partir da vista atual. Esse tipo de linha é utilizado para indicar características internas ou partes que são vistas apenas em cortes ou vistas auxiliares.

EXEMPLO:

No desenho de uma **carcaça de motor**, as linhas tracejadas finas podem ser usadas para representar furos ou cavidades internas que não são visíveis na vista externa da peça. Por exemplo, um **furo de fixação interno** que passa por dentro do motor e não é visível a partir da vista principal seria indicado com linhas tracejadas. Isso ajuda o fabricante a entender a geometria interna do componente.

Linhas de Corte

As linhas de corte são utilizadas para indicar a seção de uma peça onde foi realizado um corte para mostrar o interior da peça. Elas são representadas por linhas contínuas grossas e frequentemente são acompanhadas de uma linha de hachura que indica o material cortado.

EXEMPLO:

Ao desenhar um **eixo com uma cavidade interna** que não pode ser observada por completo a partir de uma vista externa, uma linha de corte pode ser utilizada para representar a seção do eixo cortada ao meio. A linha de corte marca o local onde o corte foi feito, revelando a cavidade interna e outras características que não seriam visíveis sem essa seção.

Linhas de Centro

As linhas de centro são compostas por traços alternados entre contínuos e pontos. Elas são usadas para indicar eixos de simetria, centros de rotação ou centros de peças circulares.

EXEMPLO:

Em um desenho de uma **polia**, a linha de centro indica o ponto central da polia, que é o centro de rotação do componente. Além disso, ela pode ser utilizada para mostrar o eixo de simetria de peças cilíndricas, como **engrenagens** ou **discos de embreagem**, garantindo que as peças sejam fabricadas com precisão e simetria.

Linhas de Cota

As linhas de cota são usadas para indicar as dimensões de uma peça ou componente. Elas são acompanhadas de números que indicam o valor exato da medida e são fundamentais para a fabricação precisa do item.

EXEMPLO:

Em um desenho de um **parafuso**, as linhas de cota indicam o comprimento do parafuso, o diâmetro da rosca e a altura da cabeça. Essas cotas são essenciais para que o fabricante produza a peça com as medidas exatas, garantindo que o parafuso encaixe corretamente no conjunto.

Linhas de Hachura

As linhas de hachura são usadas para indicar a seção cortada de uma peça, mostrando o material que foi removido durante o processo de corte. Elas são representadas por linhas finas e paralelas e ajudam a distinguir as diferentes partes de uma peça em seção.

EXEMPLO:

No desenho de uma **peça fundida**, as linhas de hachura seriam usadas para representar o material removido no corte de uma vista transversal. A hachura mostra a textura do material (por exemplo, metal ou plástico) e a estrutura interna da peça, permitindo ao engenheiro verificar a integridade e o processo de fabricação.

Linhas de Visibilidade

Essas linhas são usadas para indicar os contornos visíveis de uma peça em vistas auxiliares. Elas são representadas de forma contínua e geralmente são usadas para complementar a visão principal de uma peça.

EXEMPLO:

Em um desenho de um **bloco de válvula**, as linhas de visibilidade seriam utilizadas para mostrar as superfícies externas do bloco que são visíveis a partir da vista frontal. Elas ajudam o técnico ou operador a entender as dimensões do componente e onde as conexões de entrada e saída serão feitas.

Caligrafia Técnica

A ABNT, por meio da NBR 8402, estabelece os padrões de caligrafia técnica para garantir que os desenhos sejam legíveis e consistentes. A caligrafia correta é crucial para que as informações sejam compreendidas sem ambiguidade, sendo uma parte fundamental da padronização no desenho técnico.

A seguir veremos os Padrões de Caligrafia Técnica (NBR 8402):

- ✓ **Forma das Letras e Números:** As letras devem ser escritas em caixa alta (maiúsculas), sem serifa, com uma inclinação de até 75° em relação à linha de base. Já os números devem seguir um formato simplificado e padronizado para garantir clareza.
- ✓ **Tamanho das Letras e Números:** O tamanho das letras deve ser no mínimo 2,5 mm, com tamanhos padrão como 3,5 mm, 5 mm e 7 mm, dependendo da escala do desenho.
- ✓ **Espaçamento:**
 - Entre caracteres: Aproximadamente 40% da largura da letra.

- Entre palavras: Igual à altura da letra.
 - Entre linhas: 50% da altura da letra.
- ✓ **Espessura do Traço:** A espessura do traço deve ser proporcional, cerca de 1/10 da altura da letra.
- ✓ **Estilos de escrita:** O desenho pode ser feito utilizando letras verticais ou inclinadas (até 75°), dependendo do estilo do projeto ou da preferência do desenhista.

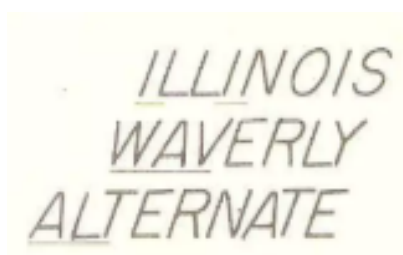


Figura 2: Caligrafia técnica.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Por que o tomate foi ao banco?

RESPOSTA:

Porque ele queria se transformar em extrato!

FORMAS DE OBSERVAR UM OBJETO

Em um desenho técnico mecânico, as vistas são representações projetadas do objeto, que ajudam a compreender suas dimensões, formas e características.

Para entender como essas vistas são organizadas, é importante conhecer três componentes principais:

- ✓ **O objeto:** A peça ou montagem que será representada no desenho. Esse objeto pode ser uma parte de uma máquina, um componente de uma estrutura ou qualquer outro item que precise ser fabricado ou analisado.
- ✓ **O observador:** A pessoa que analisa o objeto representado no desenho. O observador deve interpretar corretamente a projeção para entender a geometria e a funcionalidade do objeto.
- ✓ **O plano de projeção:** O plano onde a projeção do objeto será feita. No contexto de desenhos mecânicos, esse plano é geralmente uma folha de papel ou uma tela digital, onde as vistas são dispostas de maneira a fornecer a visão mais clara possível das características do objeto.

As vistas em um desenho técnico mecânico têm o objetivo de representar o objeto tridimensional de forma que todas as suas dimensões e características sejam claramente compreendidas. Cada vista reflete uma perspectiva diferente, e a interpretação correta dessas vistas é essencial para garantir a precisão na fabricação e montagem de peças.

Tipos de Vistas

Os tipos de vista que observamos no desenho mecânico, são:

- Vista Base.
- Vista Projetada.
- Vista Auxiliar.
- Vista de Corte.
- Vista de Detalhe.
- Vista Subjacente.
- Vista Explodida.

Vista Base

A vista base é a origem de todas as outras vistas em um desenho técnico. Ela serve como referência primária e define a orientação do objeto no espaço tridimensional. A partir da

vista base, outras vistas ortogonais (frontais, laterais, etc.) podem ser projetadas. Para que a interpretação seja precisa, é fundamental que a vista base esteja bem posicionada, pois todas as demais vistas serão geradas a partir dela. A escala da vista base também influencia a escala das vistas subsequentes.

A vista base é geralmente escolhida com base na posição mais característica do objeto, ou seja, aquela que revela os detalhes mais importantes.

EXEMPLO:

Ao desenhar uma peça com uma face retangular e uma face cilíndrica, a face retangular pode ser a vista base, pois ela é mais facilmente representada em uma projeção ortogonal.

Vista Projetada

A vista projetada é uma vista ortogonal ou isométrica gerada a partir da vista base ou de outra vista existente. Elas são projetadas a partir de linhas de projeção paralelas e são fundamentais para completar o entendimento da peça, principalmente quando um único ângulo não é suficiente para mostrar todos os detalhes.

EXEMPLO:

Se uma peça tem uma face lateral que não pode ser vista claramente na vista base, uma vista projetada dessa face lateral será criada.

Cada vista projetada deve estar perfeitamente alinhada com a vista base para garantir que as dimensões e características sejam representadas corretamente. As vistas projetadas podem ser feitas a partir de diferentes ângulos e posições, dependendo da complexidade da peça.

Vista Auxiliar

As vistas auxiliares são utilizadas para representar faces ou superfícies inclinadas que não podem ser visualizadas corretamente nas vistas principais (frontais, laterais ou superiores). Em um desenho técnico, algumas superfícies podem estar em ângulos não ortogonais, e para entender sua geometria é necessário projetá-las em vistas auxiliares. Estas vistas são

essenciais para uma representação precisa de peças que possuem formas complexas ou geometrias não retas.

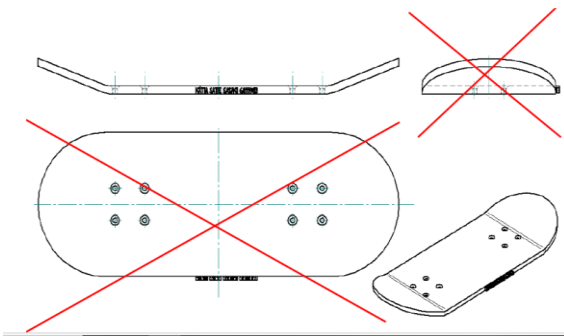


Figura 3: Maneira correta e incorreta de representar a vista auxiliar de um skate.

Uma vista auxiliar é perpendicular à linha ou aresta do objeto selecionada para visualização. Isso permite uma análise detalhada de faces inclinadas, como as de uma peça com rosca ou uma superfície esférica. A interpretação dessas vistas é crucial para entender como uma peça será fabricada ou montada, especialmente quando envolve ângulos não convencionais.

Vista de Corte

A vista de corte é uma das mais importantes na interpretação de desenhos mecânicos. Ela é utilizada para revelar a geometria interna de uma peça ou montagem, como se a peça fosse cortada por um plano imaginário. A linha de corte, que define onde o corte será feito, é representada no desenho com setas nas extremidades, indicando a direção do corte. A vista resultante mostra o interior da peça, destacando furos, cavidades, roscas e outras características internas que não seriam visíveis nas vistas tradicionais.

Uma das funções principais da vista de corte é permitir que o observador veja detalhes que são essenciais para a fabricação e montagem da peça, mas que de outra forma seriam ocultos.

EXEMPLO:

Um corte transversal de uma peça pode mostrar a espessura das paredes de um tubo ou a profundidade de um furo.

Vista de Detalhe

A vista de detalhe é uma ampliação de uma área específica de outra vista, destinada a mostrar com maior clareza uma parte da peça que exige mais atenção. Essas vistas são cruciais quando uma característica pequena ou complexa precisa ser representada em maior escala, como um furo pequeno ou uma rosca. A escala da vista de detalhe é frequentemente maior do que a da vista principal, para garantir que os detalhes sejam legíveis e compreensíveis.

Em muitos casos, a vista de detalhe é usada para mostrar pequenos elementos que, se representados em uma escala menor, poderiam ser difíceis de interpretar. A precisão na criação dessas vistas é vital para garantir a qualidade do produto final.

Vista Subjacente

A vista subjacente é uma vista adicional que mostra uma montagem ou um conjunto de peças em diferentes posições. Ela é útil para representar a interação de várias partes móveis ou a montagem de um mecanismo em funcionamento. Essa vista é frequentemente usada em desenhos de montagens complexas, onde é necessário ilustrar como as peças se movem ou se conectam entre si.

A vista subjacente é uma forma eficaz de mostrar a montagem de uma peça ou conjunto, sem a necessidade de representar cada parte em uma visão individual. Ela pode ser usada para mostrar como uma peça interage com outra em diferentes posições, o que é importante para a análise do comportamento do conjunto durante a operação.

Vista Explodida

A vista explodida é uma forma de representação gráfica que mostra as peças de um conjunto mecânico separadas, mas dispostas de modo que seja possível entender suas posições relativas e a forma de montagem.

Uma vista explodida permite visualizar todos os componentes de um conjunto, incluindo detalhes internos que seriam difíceis de ver em uma vista tradicional. Linhas de montagem, geralmente representadas por traços, indicam como as peças se conectam.

Este tipo de vista facilita a compreensão do processo de montagem e desmontagem e é extremamente útil em manuais técnicos e catálogos de peças. Além disso, facilita a identificação de peças ausentes ou falhas no encaixe.

OBSERVAÇÕES:

Dicas de Criação:

- 1) Utilizar **software CAD** para garantir precisão.
- 2) Manter **escala uniforme** para todas as peças.
- 3) Incluir uma **legenda detalhada** com informações sobre as peças, como números de identificação e materiais.

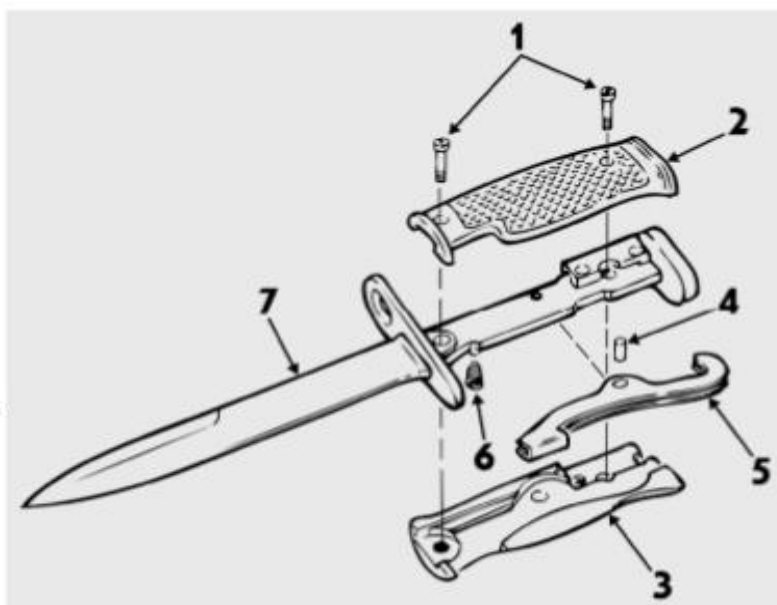


Figura 4: Vista explodida de uma faca.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Por que o fotógrafo foi expulso da festa?

RESPOSTA:

Porque ele só queria dar foco nos seus amigos!

PROJEÇÕES

As projeções são fundamentais para representar um objeto tridimensional de maneira bidimensional, algo essencial em desenhos técnicos mecânicos. Elas permitem que a geometria do objeto seja interpretada com precisão a partir de diversas vistas.

A projeção de um objeto tridimensional envolve quatro elementos principais:

1. **Observador:** É o ponto de vista a partir do qual a projeção é observada. No desenho mecânico, o observador é sempre posicionado de maneira que permita a visualização das características mais relevantes do objeto.
2. **Objeto:** O objeto a ser projetado é o componente mecânico, que pode ser uma peça isolada ou parte de um conjunto maior.
3. **Projetantes:** São os raios de visão que saem do ponto de observação e atingem os pontos do objeto. No desenho mecânico, esses raios são sempre considerados perpendiculares ao plano de projeção, garantindo que as dimensões do objeto sejam representadas com precisão.
4. **Plano de Projeção:** É a superfície onde o objeto é projetado. No desenho mecânico, esse plano é tipicamente representado pela folha de desenho, que possui uma escala determinada para que as proporções do objeto sejam corretamente reproduzidas.

Tipos de Projeção no Desenho Mecânico

As projeções no desenho técnico podem ser classificadas em duas grandes categorias:

1. **Projeções Cônicas (Perspectiva):** Embora a perspectiva seja útil para a representação visual e para facilitar a compreensão do formato de um objeto, ela **não é utilizada em desenhos mecânicos**. Isso ocorre porque as projeções cônicas alteram as dimensões reais do objeto, o que comprometeria a precisão das medições.
2. **Projeções Paralelas:** Essas projeções mantêm as dimensões reais do objeto e são as mais comumente utilizadas no desenho mecânico. Dentro dessa categoria, as **projeções ortogonais** se destacam como o método padrão. Elas consistem em vistas do objeto em diferentes ângulos (frontal, superior, lateral) em que as linhas de projeção são paralelas entre si e perpendiculares ao plano de projeção. As

projeções ortogonais são utilizadas para garantir uma representação precisa das dimensões do objeto, sem distorções.

Projeções Ortogonais

As projeções ortogonais são a forma principal de representação em desenhos técnicos mecânicos, uma vez que elas mantêm as proporções reais do objeto. Ao criar uma projeção ortogonal, o objetivo é representar todas as dimensões do objeto – altura, largura e profundidade – em vistas separadas, cada uma projetada em um plano perpendicular ao objeto.

Vistas Ortogonais

O objeto é projetado em três principais vistas ortogonais:

- ✓ **Vista Frontal (ou Principal):** Representa o objeto como visto de frente. Ela contém as características mais importantes para a identificação do componente, como contornos e furos principais.
- ✓ **Vista Superior:** Mostra o objeto a partir de cima, evidenciando características que não são visíveis na vista frontal.
- ✓ **Vista Lateral:** Apresenta o objeto de lado, proporcionando uma visão complementar das dimensões e dos detalhes que não são perceptíveis nas outras vistas.

Essas vistas devem ser dispostas de forma que permitam uma leitura clara e direta das dimensões do objeto. No desenho mecânico, essas projeções são utilizadas com rigor, e a relação entre as vistas é determinada pela geometria do objeto.

Interpretação de Projeções Mecânicas

Ao interpretar um desenho mecânico, o foco está na compreensão das relações espaciais entre as vistas e no entendimento de como as dimensões do objeto são representadas de forma precisa.

Para isso, é importante observar:

- ✓ **Alinhamento das Vistas:** Cada vista ortogonal deve estar alinhada corretamente, de forma que as linhas e os contornos correspondam entre si. A vista frontal, por exemplo, deve ser posicionada de forma que a vista lateral e a superior possam ser comparadas diretamente com ela.
- ✓ **Detalhamento e Seções:** Elementos como furos, recortes, e outros detalhes internos do objeto devem ser indicados nas vistas de corte ou nas vistas auxiliares. É comum a utilização de seções para mostrar detalhes internos que não seriam visíveis nas vistas ortogonais comuns.
- ✓ **Escala e Precisão:** A escala de cada vista deve ser observada com atenção, garantindo que as dimensões sejam interpretadas corretamente. O uso de uma escala adequada é fundamental para a precisão na fabricação e montagem das peças representadas.

A análise e interpretação das projeções em um desenho mecânico são essenciais para garantir que o projeto seja compreendido corretamente e que o objeto seja fabricado com precisão. As projeções ortogonais são a base para essa interpretação, pois oferecem uma maneira clara e precisa de representar as três dimensões do objeto em um formato bidimensional. A habilidade de ler e interpretar essas projeções é crucial para engenheiros e técnicos, garantindo a qualidade e a funcionalidade dos componentes mecânicos.

REPRESENTAÇÃO EM CORTE E SEÇÕES

Cortes

O desenho técnico frequentemente faz uso de representações em corte para mostrar detalhes internos de peças que não são visíveis em vistas externas. Essas representações são essenciais para a compreensão da estrutura interna de componentes complexos, como sistemas mecânicos e peças moldadas.

Os tipos de corte que observamos no desenho mecânico são:

- ✓ **Corte Total:** Passa por toda a peça, mostrando sua estrutura interna por completo.
- ✓ **Corte Parcial:** Mostra apenas uma seção da peça, com detalhes internos específicos.

- ✓ **Meio Corte:** Representa uma metade da peça cortada e a outra metade visível externamente, permitindo uma visualização detalhada de uma área da peça.

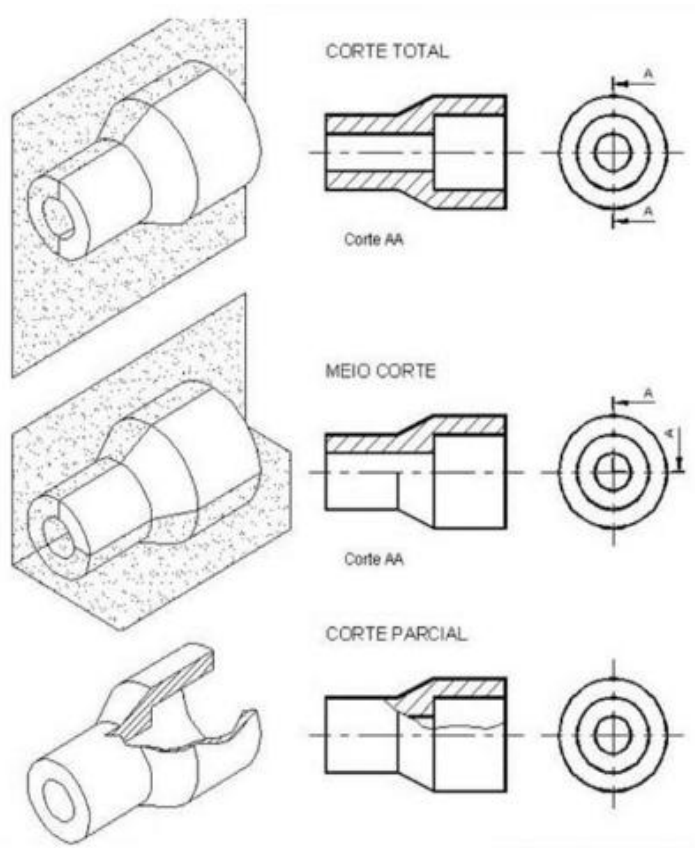


Figura 5: Exemplos de corte total, parcial e meio corte em uma peça.

Seção

Às vezes o corte não é o recurso adequado para mostrar a forma de partes internas da peça. Nestes casos devemos utilizar a representação em Seção. As seções são essenciais em desenhos mecânicos para detalhar as características internas de peças, especialmente quando estas possuem furos, canais, cavidades ou outras características internas difíceis de visualizar por meio de uma vista externa convencional. O objetivo das seções é fornecer uma representação clara, concisa e de fácil leitura da geometria interna da peça.

Os tipos de seções que observamos no desenho mecânico são:

- ✓ **Seções Traçadas Sobre a Própria Vista:** Utilizadas quando a geometria interna de uma peça pode ser representada diretamente na vista sem a necessidade de

interromper outras vistas. O contorno da peça na seção é representado com linha contínua estreita.

- ✓ **Seções Traçadas com Interrupção da Vista:** Em alguns casos, uma interrupção da vista é necessária para representar a seção. Isso acontece quando o corte da peça é feito em uma parte que não é visível em uma vista contínua. A linha de interrupção serve para destacar que aquela parte da peça foi "cortada" para revelar seu interior.

A normalização de seções segue a **NBR 10067/1987**, que estabelece as regras para a representação de cortes e seções em desenhos técnicos. Essa norma especifica, por exemplo, as convenções de linhas, como o uso de linhas contínuas e interrompidas para indicar o contorno e as áreas cortadas da peça.



PAUSA PARA REFLETIR...

"O céu estrelado acima de mim e a lei moral dentro de mim."

Immanuel Kant.

NOÇÕES DE AUTOCAD

O AutoCAD é um software voltado para o design, produtividade e compartilhamento de informações. Para isso ele usa o ambiente Windows e a partir de 2010 também nos Macs. A sigla CAD significa Computer Aided Design: Desenho auxiliado por computador. O objetivo desta apostila é ensinar de forma simples, os recursos do AUTOCAD para projetar em duas dimensões. Sendo o AUTOCAD um programa com grande número de comandos e opções, este material procura simplificar trazendo ao essencial para o uso da projeção em ambientes interiores.

Conceitos importantes

Alguns conceitos importantes:

- ✓ **CAD** - A sigla CAD vem do inglês "Computer Aided Design" que significa Desenho Assistido por Computador. Na verdade, são programas (softwares) para computador específico para geração de desenhos e projetos.
- ✓ **AUTOCAD** - O AUTOCAD é um programa (software), que se enquadra no conceito de tecnologia CAD é utilizado mundialmente para a criação de projetos em computador. Na verdade, AUTOCAD é o nome de um produto, assim como Windows, Office (Word, Excel, ...), etc. Existem outros softwares de CAD como MicroStation, VectorWorks, IntelligentCad; para modelamento tridimensional, etc.
- ✓ **Autodesk** - Autodesk é o nome da empresa que desenvolve e comercializa o AUTOCAD.

Comandos importantes

Primeiros contatos com o CAD

Ao iniciar um desenho abrindo o programa, uma tela será apresentada (geralmente uma tela preta, veja figura acima), formada de diversos ícones e partes segmentadas.

Para ativar um comando, o AutoCAD faz de três formas:

- 1) Através da Barra de Ferramentas (toolbar);
- 2) Através da Região de Comandos (comandos são digitados no teclado) e;
- 3) Menu Pull-down (menu tradicional geralmente na região superior do programa).

Área Gráfica

Área de trabalho onde o desenho será feito (tela preta). Nesta parte fica a chamada UCS, do lado esquerdo da tela.

UCS

Significa User Coordinate System. O CAD trabalha com sistema de coordenadas em X e Y, a UCS será o que vai orientar os eixos do desenho para realização de atividades geométricas.

Toolbar (Barra de Ferramentas)

São as barras de ferramentas que contêm ícones que clicando sobre eles, fará com que o comando seja executado. Alguns destes ícones possuem um triângulo preto (indicando que abaixo deste botão existem mais ícones com funções semelhantes).

Partes de uma toolbar

Ao ver uma barra de ferramentas você vai perceber sua aparência plana e quando passamos com o mouse sobre os ícones, uma borda 3D indicará o botão ativo.

- ✓ Separadores: São algumas barras que estão localizadas dentro da toolbar para separar grupos de comandos com funções semelhantes.
- ✓ Barras de Agarrar: São usadas para deslocar as toolbars para a posição desejada com maior facilidade.

As Toolbars podem ser flutuantes ou fixas, as toolbars flutuantes estão soltas na área gráfica e podem ser deslocadas para qualquer lugar, as toolbars fixas estão presas a algum dos cantos da tela. Para fazer com que uma barra flutuante vire uma barra fixa, basta manter pressionado o botão esquerdo do mouse sobre a tarja azul e arrastar para o canto desejado. Para fazer o contrário, basta manter pressionado o botão esquerdo do mouse sobre a barra de agarrar e arrastar para dentro da área gráfica.

Por padrão, o AutoCAD não mostra todas as toolbars, porém para ativa-las basta clicar com o botão direito sobre qualquer toolbar e escolher a toolbar desejada.

Menu Pull-Down

Por meio destes menus, você poderá ativar praticamente todos os comandos do CAD. Para acionar um comando desejado, basta clicar com o botão esquerdo do mouse em cima do grupo de comandos desejado e assim será exibido um Menu-Down com os comandos correspondentes a palavra desejada. (File, Edit, View, Insert, etc).

Região de comandos

A região de comandos é o lugar que, além de mostrar o que se digita pelo teclado, também exibe prompts que o AutoCad usa para se comunicar com você. Geralmente ele grava os últimos 400 comandos, caso você deseje ver algum comando executado anteriormente, basta pressionar a tecla F2 que irá aparecer uma janela chamada AutoCadTextWindow.

Região de informação

A região de informação exibe a posição absoluta do cursor a cada instante, em coordenadas cartesianas ou polares. Também nesta região poderemos ativar ou desativar alguns parâmetros de trabalho que será melhor exemplificado adiante.

Cursor na tela

Geralmente se mostra na forma de uma cruz revelando os eixos de trabalho, X e Y.

Barras de Rolagem

Este recurso é similar aos demais programas do Windows, permite deslocar o desenho na tela.

Shortcut Menu

Essencialmente, toda área da tela do AutoCad possui um Shortcut menu associada. Como o AutoCAD foi totalmente direcionado ao aumento de produtividade durante a execução de um comando, em vez de digitar a opção desejada, pode valer a pena selecioná-lo pelo shortcut menu associado.

Para isso basta clicar no botão direito do mouse durante uma solicitação de opção e o shortcut menu será apresentado. Cada comando terá seu próprio Shortcutmenu.

Unidades de Trabalho

Quando, por exemplo, tivermos a distância entre dois pontos de 10 unidades, o AUTOCAD interpreta esta unidade como adimensional, ou seja, o que você trabalha considerando a leitura real que você irá desenvolver seu projeto; se fizer uma linha de 10 unidades podem ser 10 mm, 10 cm, 10m, 10 km, etc. Se começar um desenho trabalhando, por exemplo, que o passo de 1 seja 1m todo desenho você deve considerar como trabalhando em metros; 0,5m, 1m, 10m e assim vai.

Quem trabalha na mecânica trabalha com milímetros assim 50 mm equivalem a andar 50 unidades na tela do AUTOCAD. Neste momento podemos achar um pouco estranho, falar sobre tamanho real, mas sempre será melhor criar seus desenhos adotando medidas reais. No caso do paisagismo geralmente trabalhamos em metros e em tamanhos reais, quando queremos a distância de 01 metro, simplesmente digitamos "1".

Comandos Iniciais

Antes de aprendermos a usar alguns comandos é importante aprendermos a usar algumas teclas e o mouse:

- ✓ **ESC** - Cancela o comando ativo.
- ✓ **ENTER** - Confirma a maioria dos comandos e ativa o último comando realizado.
- ✓ **Botões do Mouse** - O botão à esquerda é o botão de seleção ou um ponto de introdução.

O botão à direita aciona o menu flutuante (Shortcut Menus). Clicar e arrastar - deixar pressionado o botão esquerdo do mouse e movimentar.

Comando NEW

Comando para abertura de um novo desenho. Pelo Teclado: CTRL + N.

Quando abrir um novo desenho você poderá usar a opção "Star from Scratch" para iniciar o desenho através de uma seleção de configurações default do AutoCAD para o sistema métrico.

Você também poderá usar um “template” para abrir um novo desenho, ou seja, iniciar um desenho a partir de um arquivo já criado. Ou você poderá também utilizar o comando Wizard e selecionar um assistente de configurações para abrir o desenho (menos usado).

Comando OPEN

Comando para abertura de um arquivo existente. Pelo Teclado: Ctrl + O.

Também pode ser acessado pelo Menu Pull Down: File/Opens ou diretamente pela Toolbars Standard.

OBSERVAÇÕES:

O AutoCAD possui habilidade para, a partir do Windows Explorer, abrir um desenho dentro do AutoCAD. Para isso basta selecionar o arquivo no Explorer e arrasta-lo com o mouse para a região de comandos.

Se você desloca-lo para o interior de algum desenho já aberto, ele será inserido na forma de bloco (estrutura fechada, agrupada) no outro desenho.

Comando Save

Salvar um desenho Teclado: Ctrl + S. Também pode ser acessado através do Menu Pull Down: File/Save ou através da Toolbars: Standard.

Semelhante ao comando de salvamento do Windows. Se for a primeira vez que for salvar o arquivo, ele vai aparecer como Save Drawing As.

Save

As Criando Cópia corrente. Teclado: Saveas, ou Menu Pull Down: File/Save As.

Close

Fechando arquivos abertos. Teclado: Closeou Menu Pull Down: File/Close, ou clique no X na parte superior direita da janela do documento.

Comando Ortho (Atalho: F8)

Trava o cursor no eixo ortogonal, permitindo realizar linhas perfeitamente retas ou execução de comandos de edição mantendo-se no alinhamento. Pode ser acionado na Região de Informações.

Comando Regen (Atalho: RE)

Provoca uma regeneração do desenho, isto é, regenerar significa recalcular todas as entidades matemáticas contidas no desenho.

Coordenadas e organização

Coordenadas

Todos os objetos criados no AutoCAD são caracterizados por um endereço que informa sua posição na área gráfica.

UCSICON

Ícone da UCS. (Usando a opção “Properties”, aparecerá um bloco de diálogo que permite controle sobre a aparência de UCS que você deseja utilizar). Geralmente fica no canto inferior esquerdo da área gráfica.

UCS e WCS

O Sistema de coordenadas padrão utilizado pelo AutoCAD é o WCS (World Coordinate System) ou Sistema de Coordenadas Global. O WCS indica um sistema de coordenadas nos eixos X, Y e Z. Você também pode definir um sistema de coordenadas do usuário, ou UCS (USER Coordinate System)].

Localização de pontos

Para desenhar com dimensões exatas, conta-se com o auxílio de coordenadas absolutas, relativas ou polares. Essas coordenadas ajudam a especificar com exatidão a posição e a dimensão do desenho. No dia-a-dia da projeção usam-se geralmente as coordenadas relativas, algumas vezes as absolutas e raramente as polares.

Coordenadas Absolutas

Utilizam-se coordenadas absolutas quando se sabe com exatidão a localização dos pontos desejado sem função da origem XY do desenho. O ponto a ser localizado se relaciona diretamente com a origem do sistema. Então para inserir algum ponto utilizando a coordenada absoluta, especifica-se o valor do ponto no eixo x e y, em relação a origem.

Critérios de Seleção

Quando se executa um determinado comando, e precisamos selecionar um objeto podemos selecionar de três formas diferentes:

- 1) **Default** - O cursor troca para forma de um quadradinho (Pick Box), e a expressão 'Select Objects.' é exibida na Barra de Comando. Neste momento podemos selecionar entidades uma a uma os objetos a serem trabalhados.
- 2) **Windows Crossing** - Captura entidades que estão contidas dentro da janela (clique e arrastar mouse para criar janela) ou que cruzarem a linha tracejada de uma janela (da direita para a esquerda).
- 3) **Windows** - Captura entidades que estão contidas inteiramente dentro de uma janela (da esquerda para direita).

Comando de visualização

Na sequência da figura acima:

- ✓ **Pan Realtime** - Permite modificar mover a visualização da figura em todas as direções no eixo XY. Clicar na ferramenta – clicar e arrastar na área de trabalho. (Ou clique no scroll e arraste).
- ✓ **Zoom Realtime** - Permite modificar a magnitude, aumentando ou diminuindo dinamicamente a visualização em tempo real com o auxílio do mouse. Clicar na ferramenta – clicar e arrastar na área de trabalho, para baixo e para cima. (Ou use o scroll para ampliar o retroceder).
- ✓ **Zoom Window** – Escolha a diagonal de retângulo onde desenha ampliar. Clicar na ferramenta – clicar e arrastar na diagonal.
- ✓ **Zoom Previous** - Retorna a imagem anterior do último comando Zoom. Clicar na ferramenta – clicar no primeiro canto – clicar no segundo canto.

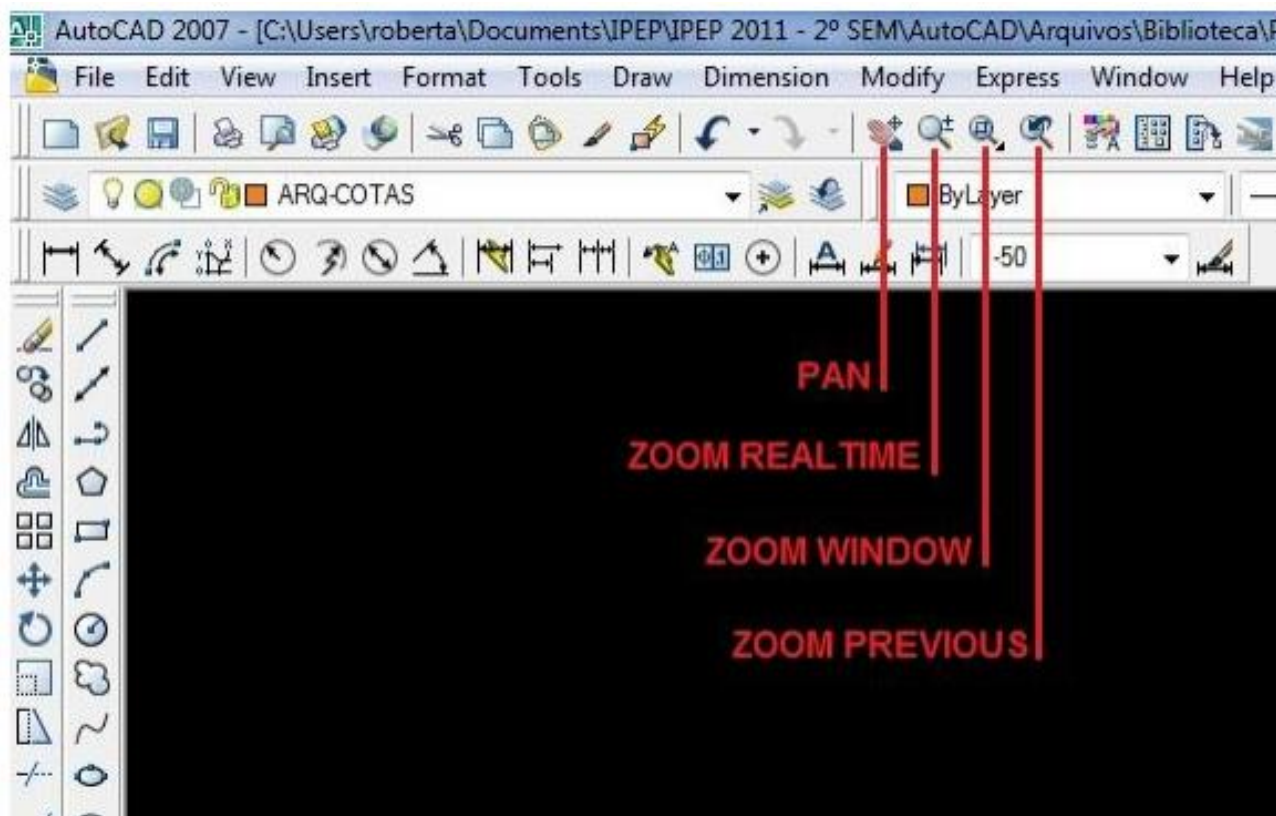


Figura 6: Comando de visualização.

Comando Line

No Teclado: “L”. Ou no Menu Pull Down: Draw/line, ou na Toolbars: Draw.

As Linhas são compostas de um segmento ou conjunto de segmentos de retas. Você pode especificar coordenadas 2D como pontos iniciais e finais das retas.

Por exemplo, ative o comando line(L+Enter), na região de comando aparece a seguinte pergunta:

Specify first point: Ou seja, determine o primeiro ponto, vamos começar como usando uma coordenada absoluta, digite então 50,50 e pressione Enter.

Uma nova mensagem é apresentada: Specify next point or [UNDO]: Especifique então o próximo ponto: “30,0”. Perceba que a linha foi criada em função da origem do sistema.

Agora vamos usar uma coordenada relativa, acione novamente o comando line e digite 50,50, quando aparecer digite então: Specify next point or [Undo], digite @-200,0 e pressione Enter para finalizar o comando. Neste caso, o segundo ponto da linha foi marcado a partir do ponto anterior e não mais a partir da origem do sistema. Na prática quando se aciona o comando, clicamos em algum ponto preciso no desenho onde queremos iniciar a linha e caso já esteja na direção desejada (ângulo), digitamos apenas o valor real da linha.

Opções de comando da linha (Obs.: Opções de comando são os recursos disponíveis em cada comando e que aparecem na região de comandos quando eu aciono algum comando):

- ✓ **Continue:** quando você pressiona Enter a partir de Specify next point ele inicia a linha a partir do final do último segmento recém-desenhado.
- ✓ **Undo:** Desfaz o último segmento de reta desenhado.
- ✓ **Close:** Fecha o polígono, ligando o último ponto ao primeiro.

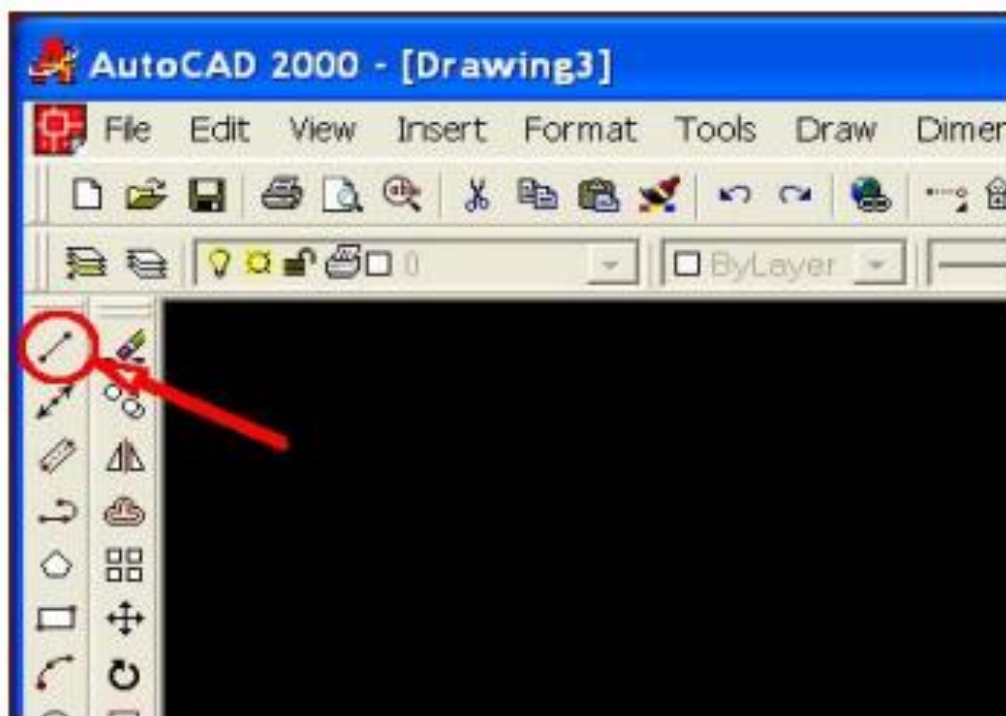


Figura 7: Comando de line.

Comando PLINE-Polilinha

No Teclado: pl, ou no Menu Pull Down: Draw/Polyline, ou na Toolbars:Draw.

Este comando é muito parecido com o comando line, a diferença é definida por uma série de segmentos que resulta em uma única entidade (agrupada).

O que não ocorre com o comando Line, onde cada segmento é uma entidade separada. A forma de criação de objetos com o comando Polilinha segue a mesma do comando Line.

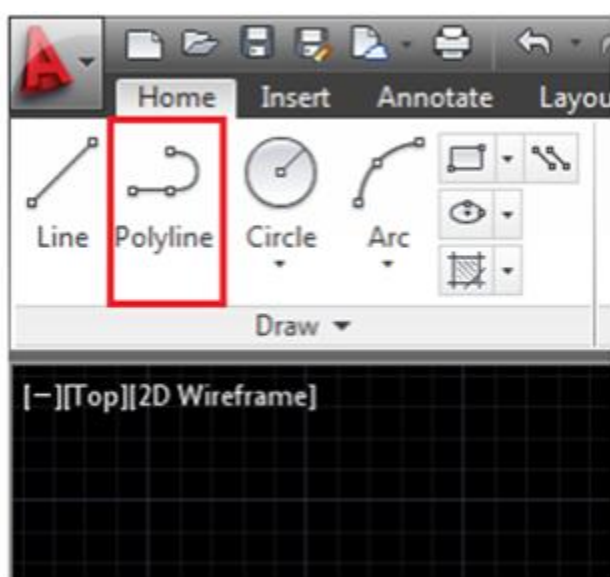


Figura 8: Comando PLINE-Polilinha.

Circle

Desenha círculos.

No Teclado: “C”, ou no Menu Pull Down: Draw/Circle, ou na Toolbars: Draw.

Pode ser realizado das seguintes maneiras:

Ative o comando círculo na região de comando o prompt (texto de diálogo) pede: Circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: Digite um ponto para ser o

centro do círculo. Você poderá digitar através de coordenadas absolutas ou relativas, ou simplesmente clicar na tela gráfica para definir o ponto P1 (centro da circunferência).

Nova mensagem é apresentada na região de comando. Specify radius of circle or [Diameter]: Você poderá clicar em um segundo ponto da tela gráfica e definir seu círculo por dois pontos.

Quando a mensagem Specify radius of circle or [Diameter] aparece, você tem a opção também de digitar o valor desejado para o raio da circunferência.

Ou, caso preferir, você poderá ainda logo após a mensagem Specify radius of circle or [Diameter], digitar a letra “D”, ativando a opções de comando Diameter, e especificar o diâmetro da circunferência.

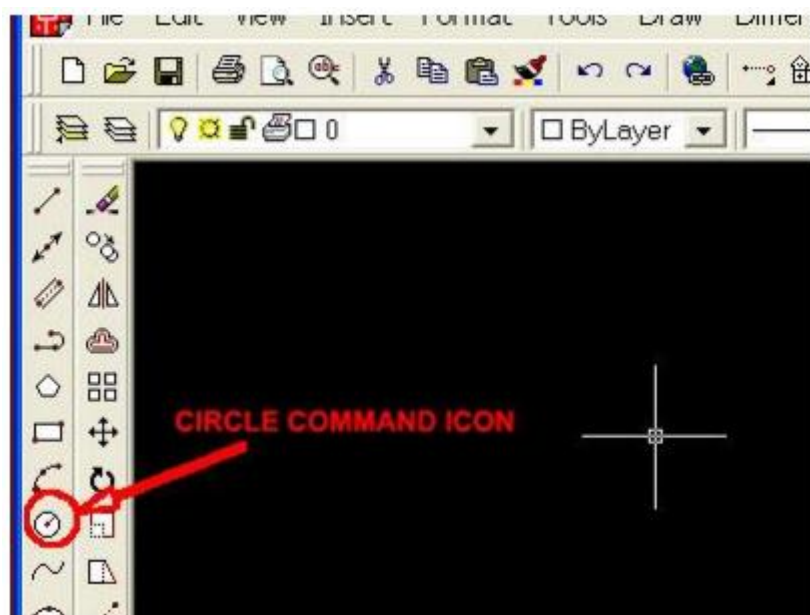


Figura 9: Comando circle.

Comando Rectangle

Faz retângulo.

No Teclado: “Rec”, ou no Menu Pull Down: Draw/Rectangle, ou na Toolbars: Draw.

Para fazer um retângulo: Primeiro acione o comando, a parecerá a seguinte mensagem: Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: Entre com o primeiro canto do retângulo P1 Este ponto pode ser clicando em qualquer lugar da tela (ou em coordenadas).

Nova mensagem é apresentada na região de comandos: Specify other corner point or [Dimensions] especifique o outro canto P2. (numa diagonal).

Você pode então arrastar o mouse e clicar em qualquer lugar ou digitar uma coordenada, como por exemplo, @100,100, neste caso o CAD irá fazer um retângulo de 100x100 unidades.

Comando MText

Usado para criar textos. No Teclado: “MT”, ou no Menu Pull Down: Draw/text, ou na Toolbars: Draw. O comando Mtext permite a geração de blocos de texto, como nos editores de textos convencionais. O texto de múltiplas linhas ou parágrafos é definido dentro de uma janela de texto definida dentro do desenho.

Acione o comando, clique em um ponto e abra uma janela – clique em outro canto e feche a janela – escreva o texto – configure o texto.

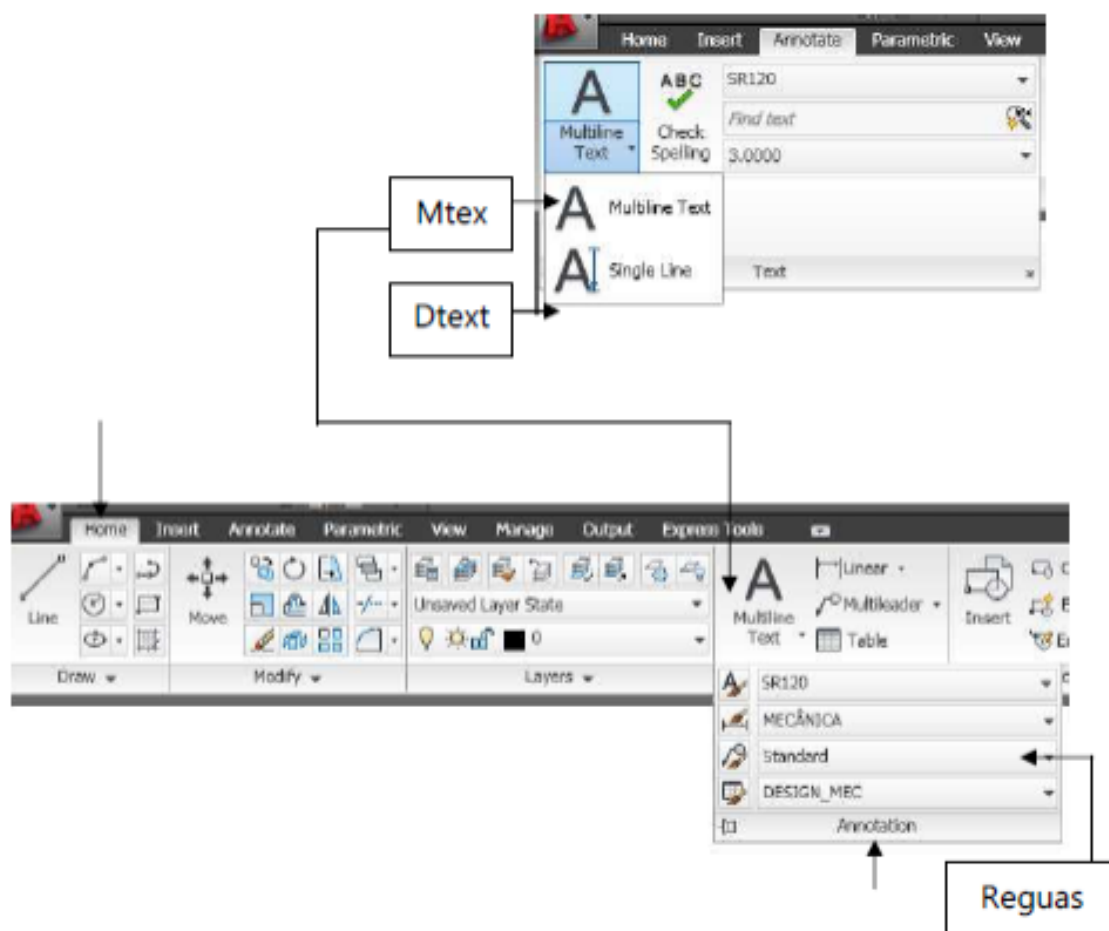


Figura 10: Comando MText.

Comandos de modificação: organização e padronização

Comando Undo

Desfaz um comando. No teclado U, ou no Menu Edit/Undo. Digitando a letra U em seguida Enter, aciona o comando e automaticamente já desfaz o último comando. Teclando mais uma vez em Enter, o CAD vai desfazendo os comandos anteriores.

Comando Redo

Anula o efeito do Undo. No teclado Redo, ou no Menu Edit/Redo. Digitando a palavra Redo seguida de enter, o comando automaticamente já desfaz o ultimo UNDO. O comando só funciona uma vez após cada Undo.

Comando Erase

Exclui determinados objetos. Para ser acionado basta clicar na ferramenta Erase – selecionar os objetos e depois Enter. Obs.: Outro método para apagar um objeto é clicar sobre o objeto e teclar DELETE.

Comando Trim

O Trim uma das ferramentas muito utilizada no AUTOCAD e onde recortamos e aparamos os objetos. No Teclado pode ser acionado por “TR”, ou através do Menu Modify.

Quando se aciona o comando, é pedido para selecionar o objeto a ser usado como linha de corte ou limite, que no qual obrigatoriamente ter uma intersecção ou estar cruzando o que irá ser cortado – depois de dar Enter, selecionamos o que queremos cortar. Você pode ainda não especificar a entidade usada como parâmetro de corte e apenas apertar Enter duas vezes, neste caso você poderá cortar objetos até a próxima intersecção desta entidade.

Comando Extend

Serve para estender determinadas entidades, prolongando-as até certo ponto. No Teclado pode ser acionado por “EX”, ou através do Menu Modify. Ao acionar o comando, inicialmente é pedido para selecionar o objeto (parâmetro) a ser usado como linha limite ou de referência. Isto significa que as entidades que serão “esticadas”, não passarão desta entidade parâmetro. Após selecionar esta entidade e apertar o Enter, você poderá selecionar os objetos que quer estender e verá que serão estendidos até a entidade parâmetro.

Comando Move

Serve para mover objetos. No Teclado pode ser acionado por “M”, ou através do Menu Modify. Podemos selecionar o objeto que queremos mover antes de acionar o comando. Após selecionarmos, acionamos o Move e clicamos em algum ponto de referência por onde esta entidade será movida. Imaginemos um livro real. Quando queremos pegar em um livro podemos escolher pegar pela borda inferior, pela superior, pelo centro, etc. Assim funciona o comando Move, com a diferença de que este ponto de referência pode situar-se inclusive fora da figura a ser movida. O segundo ponto a ser clicado na tela será onde eu

devo locar este ponto inicial de referência que foi escolhido. Assim se desejo mover um círculo de modo a situar seu centro em um determinado ponto P2, devo clicar no círculo, acionar o comando Move, clicar a primeira vez no centro do círculo (usando o OSNAP) e em seguida clicar neste ponto P2.



Figura 11: Comando move.

Comando Copy

Serve para copiar objetos. No Teclado pode ser acionado por “CO”, ou através do Menu Modify. Este comando segue o mesmo princípio do comando Move. Podemos primeiro selecionar a entidade a ser copiada, depois acionar o comando, clicar em um ponto de referência e depois clicar em um ponto de fixação, criando uma cópia idêntica.

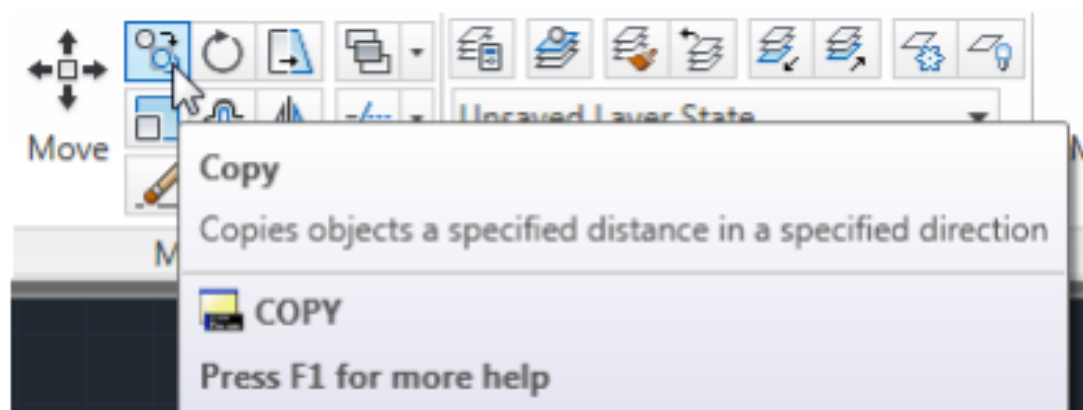


Figura 12: Comando copy.

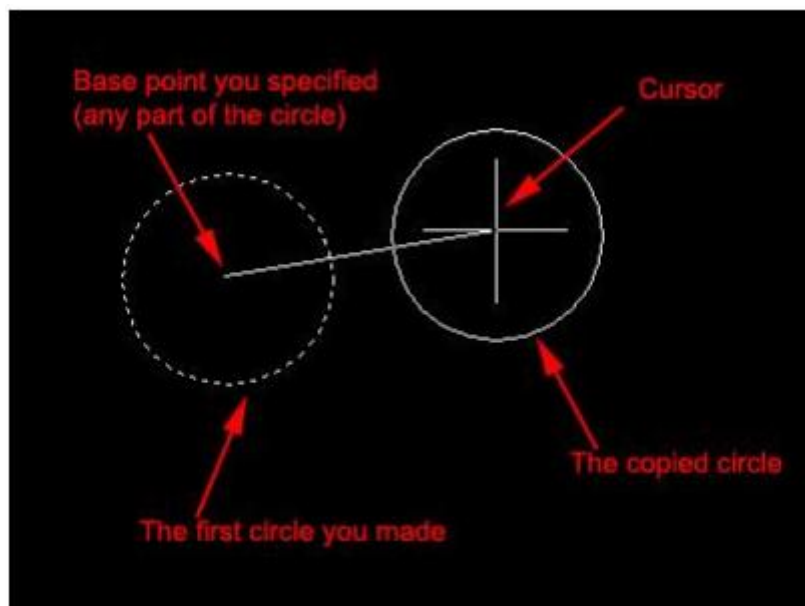


Figura 13: Usando o comando copy.

Comando Offset

Serve para duplicar uma forma através de uma distância pré-estabelecida. No Teclado pode ser acionado por “O”, ou através do Menu Modify.

O Offset é outro importante instrumento na projeção em Paisagismo. Ele funciona da seguinte maneira. Digite a letra “O” na Região de Comandos. Posteriormente, digite a distância definida que você deseja fazer a cópia da entidade. Logo após digite Enter e clique na entidade a ser duplicada. Você poderá clicar depois em qual lado deve ser feita a cópia.

No caso de um quadrado você poderá clicar para fora ou para dentro, etc. Se for um retângulo feito pela opção REC, perceba que ele vai criar uma borda. A distância entre uma linha e outra é aquela estabelecida por você.

Ao realizar o offset em uma linha perceba ainda que a cópia é exatamente paralela a que você escolheu como entidade a ser duplicada.

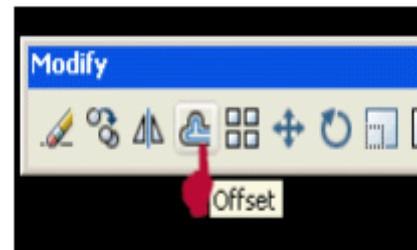
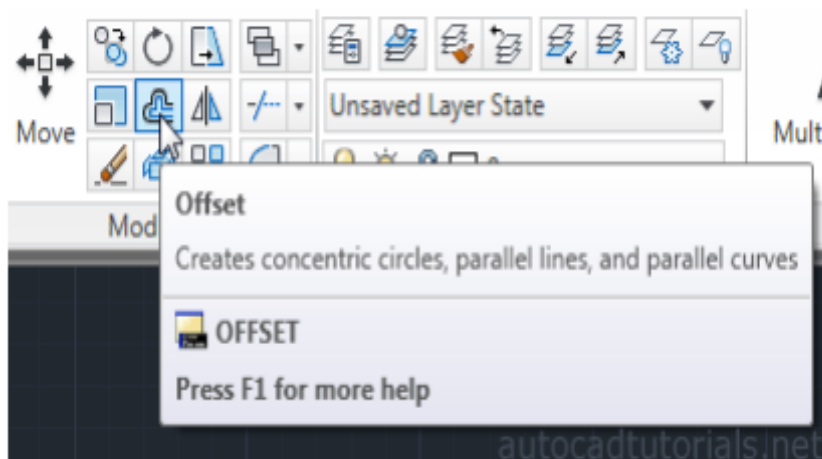


Figura 14: Comando offset.

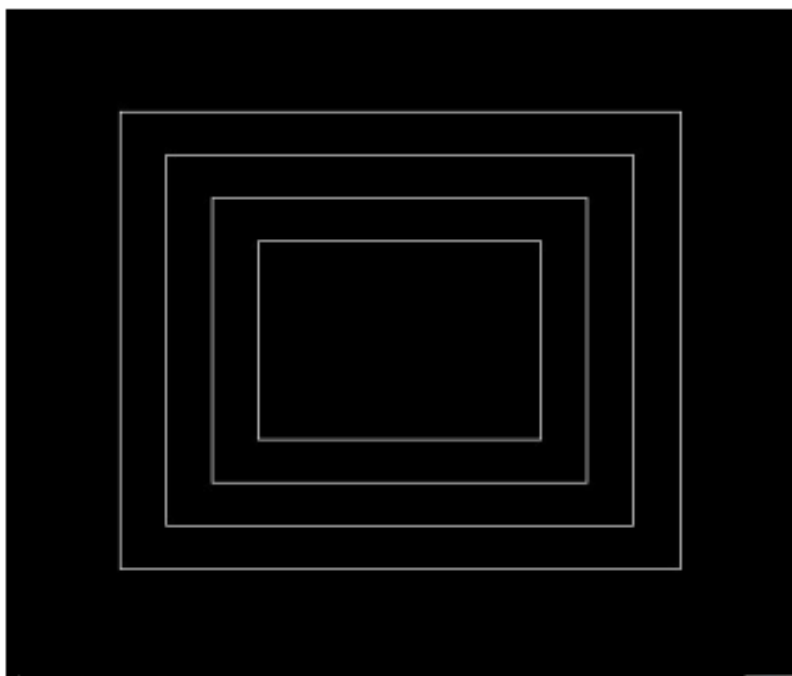


Figura 15: Usando o comando offset.

Comando Fillet

Serve para unir pontas de duas retas, estendendo-as até se encontrarem. No Teclado pode ser acionado por “F”, ou através do Menu Modify. Para usar o Fillet, inicialmente acione o comando. Depois clique nas pontas das duas retas que você deseja unir. O comando não pode ser usado em retas paralelas.

O Fillet serve ainda para criar cantos arredondados, ou boleados. Para isto ao acionar o comando, digite logo após a letra “R” (ou seja, você terá que dar o Raio da circunferência usada para arredondar as duas retas).

Digite o valor do raio (lembramos que ele deve ser compatível com a distância entre as duas retas). Logo após clique nas duas pontas que deseja arredondar.



Figura 16: Comando fillet.

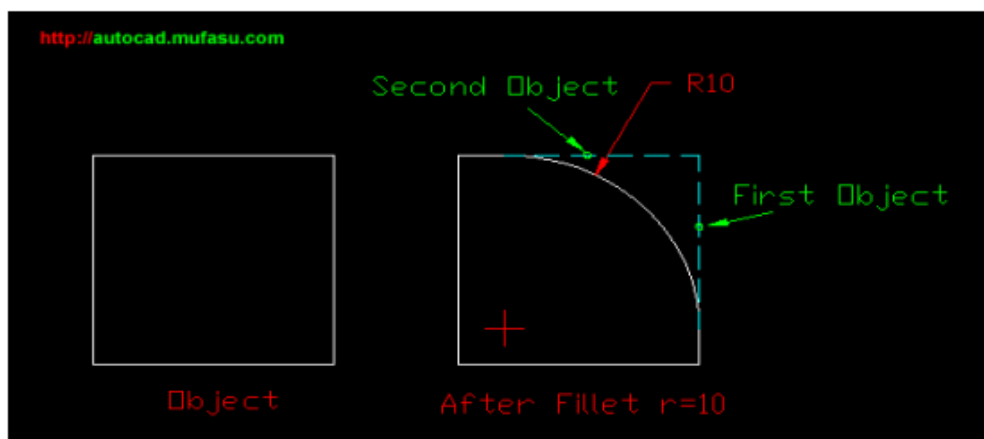
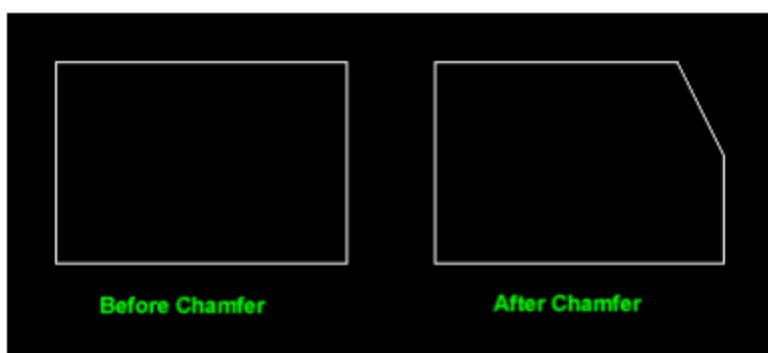


Figura 17: Usando o comando fillet.

Comando Chamfer

Serve para Chanfrar duas retas. No Teclado pode ser acionado por “CHA”, ou através do Menu Modify.

O uso do comando se dá da seguinte maneira. Acione o comando, em seguida acione “D” para digitar a primeira distancia a ser usada no chanfro. Em seguida ele irá pedir a segunda distância. Digite a segunda distância a ser usada no chanfro. Em seguida ele pedirá para que você selecione a primeira linha a ser chanfrada, lembre-se de que esta primeira linha será chanfrada na primeira distância que você digitou. Em seguida ele pedirá para você selecionar a segunda linha, que consequentemente receberá a segunda distancia que você digitou.



Antes e depois do Chamfer, respectivamente.

Figura 18: Usando o comando chamfer.

Comando Rotate

Serve para rotacionar objetos. No Teclado pode ser acionado por “RO”, ou através do Menu Modify.

Assim como no comando MOVE, podemos selecionar o objeto a ser rotacionado antes de acionar o comando. Após acionarmos o comando, o AutoCAD pedirá para você especificar o eixo de rotação (ponto base – que pode estar dentro da entidade a ser rotacionada ou não) daquela peça, você poderá clicar em qualquer ponto da tela gráfica e em seguida efetuar a rotação, perceba que o ponto escolhido é exatamente o eixo de rotação da entidade rotacionada. Você poderá não especificar este segundo ponto, digitando o ângulo que deseja rotacionar a figura e em seguida Enter.

Um recurso bastante utilizado é a opção de comando: Reference, acionando o comando Rotate, escolhendo um ponto do objeto, e em seguida digitando a letra “R”, você poderá rotacionar uma entidade para a mesma inclinação referencial de outra.

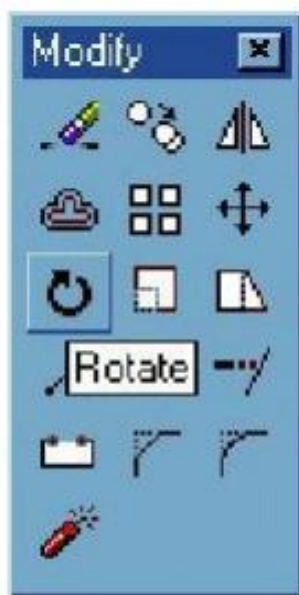


Figura 1 – Toolbar Modify.

Figura 19: Comando rotate.

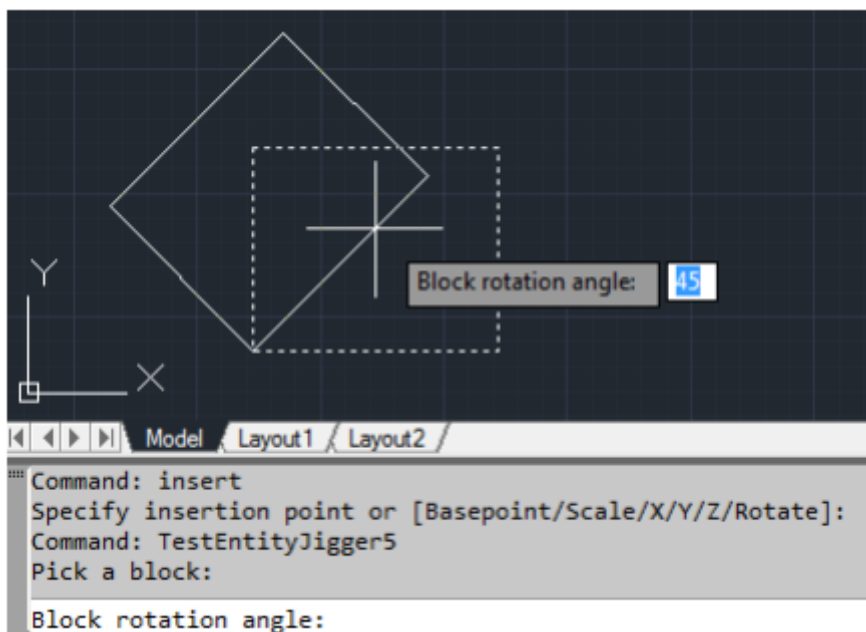


Figura 20: Usando o comando rotate.

Comando Mirror

Serve para espelhar objetos. No Teclado pode ser acionado por “MI”, ou através do Menu Modify.

Para usar o comando Mirror, inicialmente temos que selecionar o objeto a ser espelhado, depois acionamos o comando – Enter. Agora é solicitado um ponto que será a mediana do nosso espelho. Mais uma vez, este ponto pode estar dentro ou fora da figura que se deseja espelhar. Pede-se o segundo ponto que poderá ser um ponto determinado ou um ponto qualquer desde que esteja ligado o Ortho [F8], que vai garantir a ortogonalidade do espelhamento da figura. A partir do segundo clique, é perguntado se queremos deletar o objeto de origem e manter somente o seu espelho, você poderá digitar para apagar, ou para manter o objeto de origem.

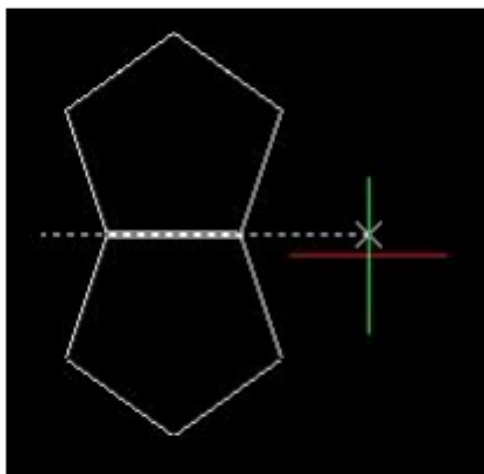


Figura 21: Usando o comando mirror.

Comando Array

O Comando Array serve para criar sucessivas repetições de uma entidade. No Teclado pode ser acionado por “AR”, ou através do Menu Modify. Ao acionar o Array, abrirá uma caixa de diálogo. Você poderá usar o Rectangle Array ou Polar Array. No Rectangle Array, você terá uma sequência de cópias sucessivas nos eixos ortogonais X e Y.

Na caixa de diálogos você poderá clicar em selecionar Objetos, você então retornará a tela gráfica e selecionará apertando depois o Enter. Depois, você especificará o número de colunas (Columns) e o número de linhas (Rows) que deseja. Logo abaixo você colocará um valor de offset entre as colunas e um valor de offset entre as linhas (ou seja, distância entre elas). Você poderá colocar em Preview para visualizar como está ficando seu Array.

Você também poderá escolher a opção Polar Array (Array em círculo) na caixa de diálogo automaticamente veremos que a caixa de diálogo se altera de retangular para uma caixa array polar-clicamos no botão superior à direita-Select Objects-para selecionar o objeto que iremos criar a nossa matriz – enter - para voltar para nossa caixa de diálogo.

Clicamos depois no botão Center Point para definirmos o ponto central de nosso Array polar, logo que selecionamos o nosso centro, as medidas X e Y se alteram, correspondendo a nova referência. Definimos logo depois o número de itens que iremos copiar em volta do centro. Podemos manter ainda o valor de 360 que corresponde a volta completa ou alterar para um ângulo de varredura menor.

Ao aceitar o Array você perceberá que a figura foi copiada de maneira radial a partir do centro escolhido.

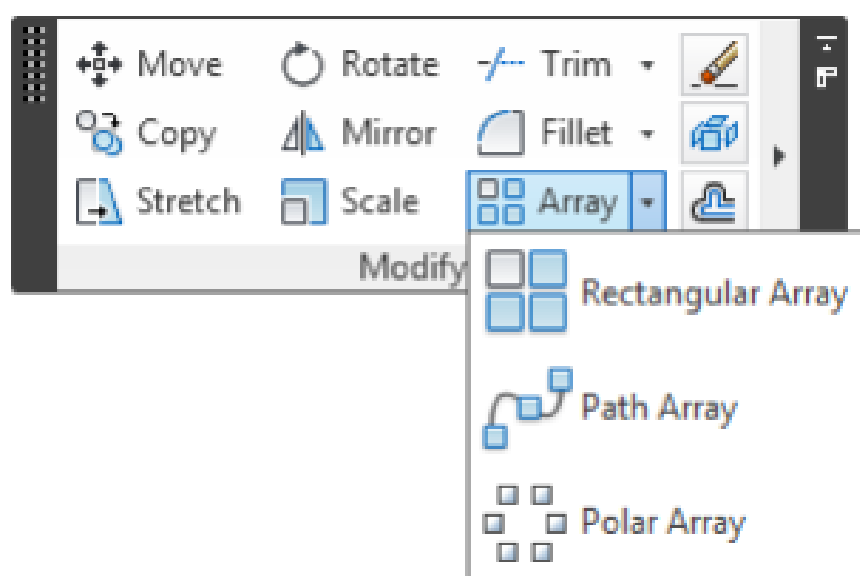
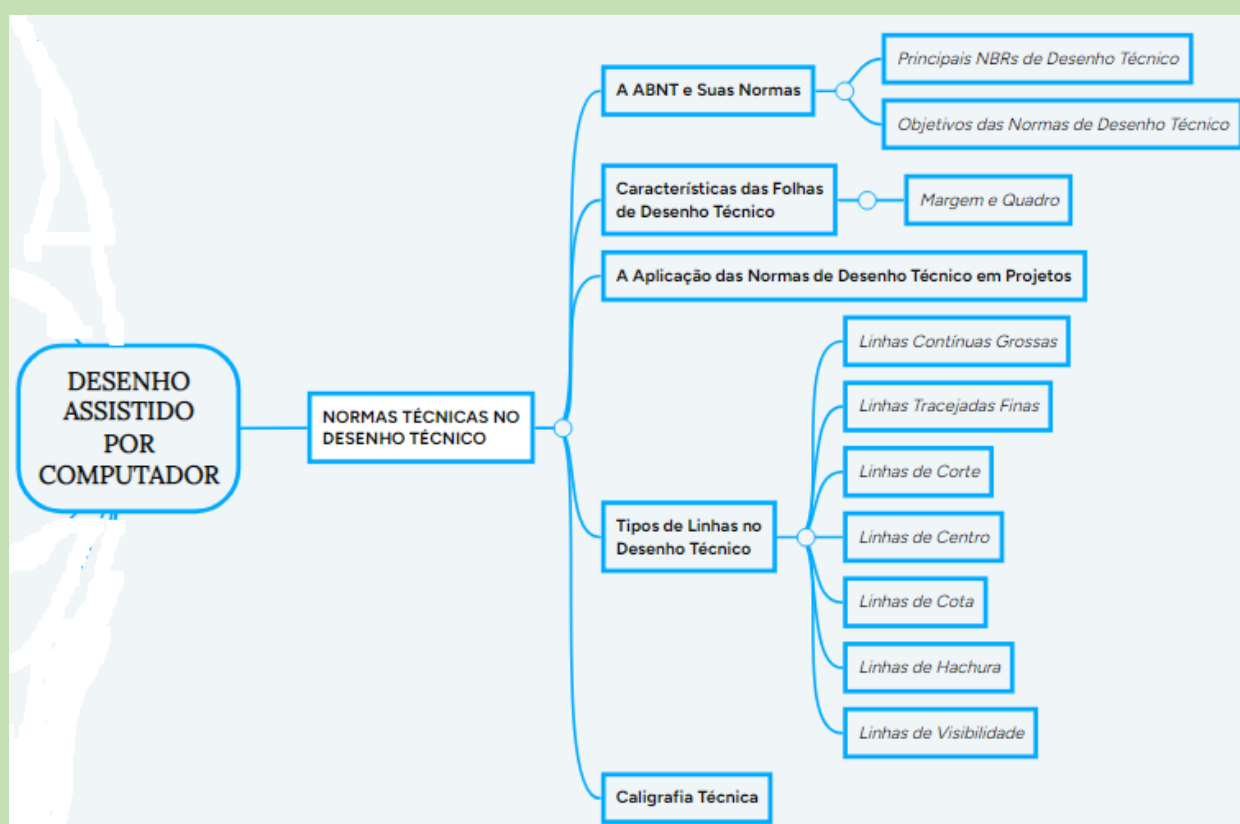
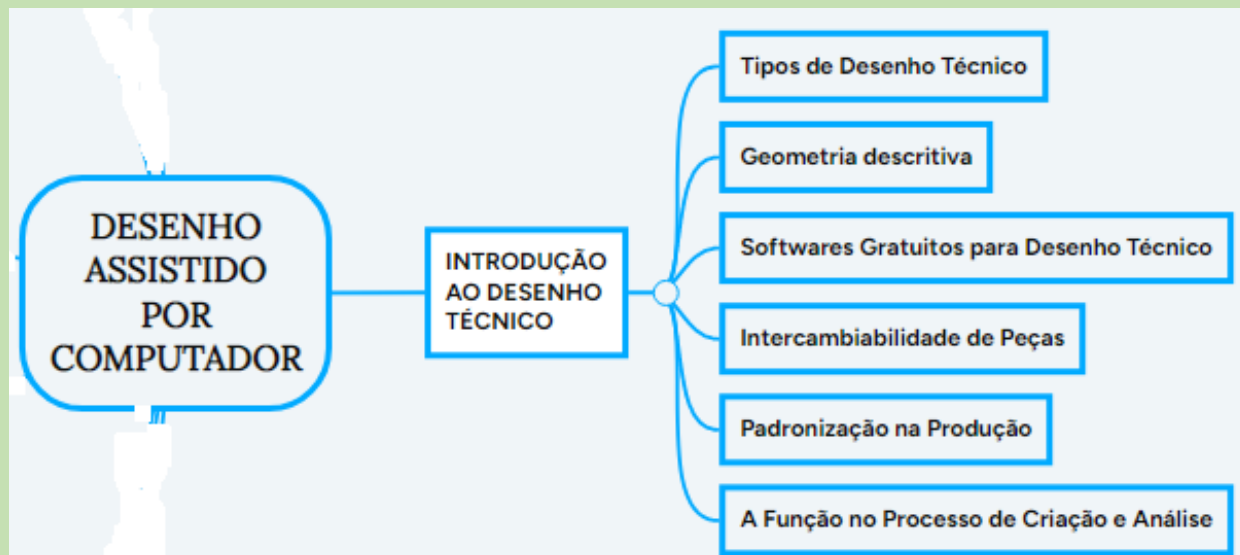
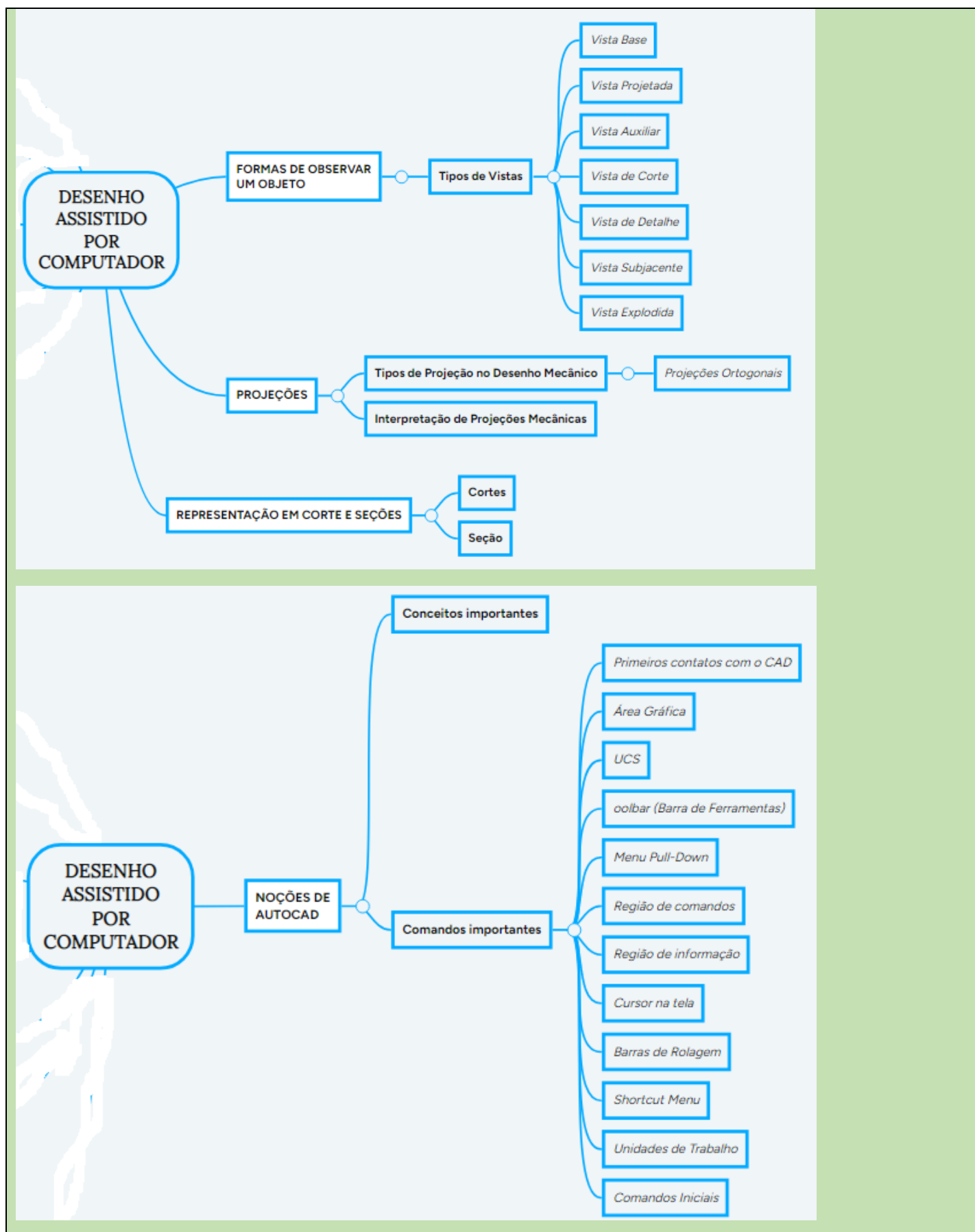


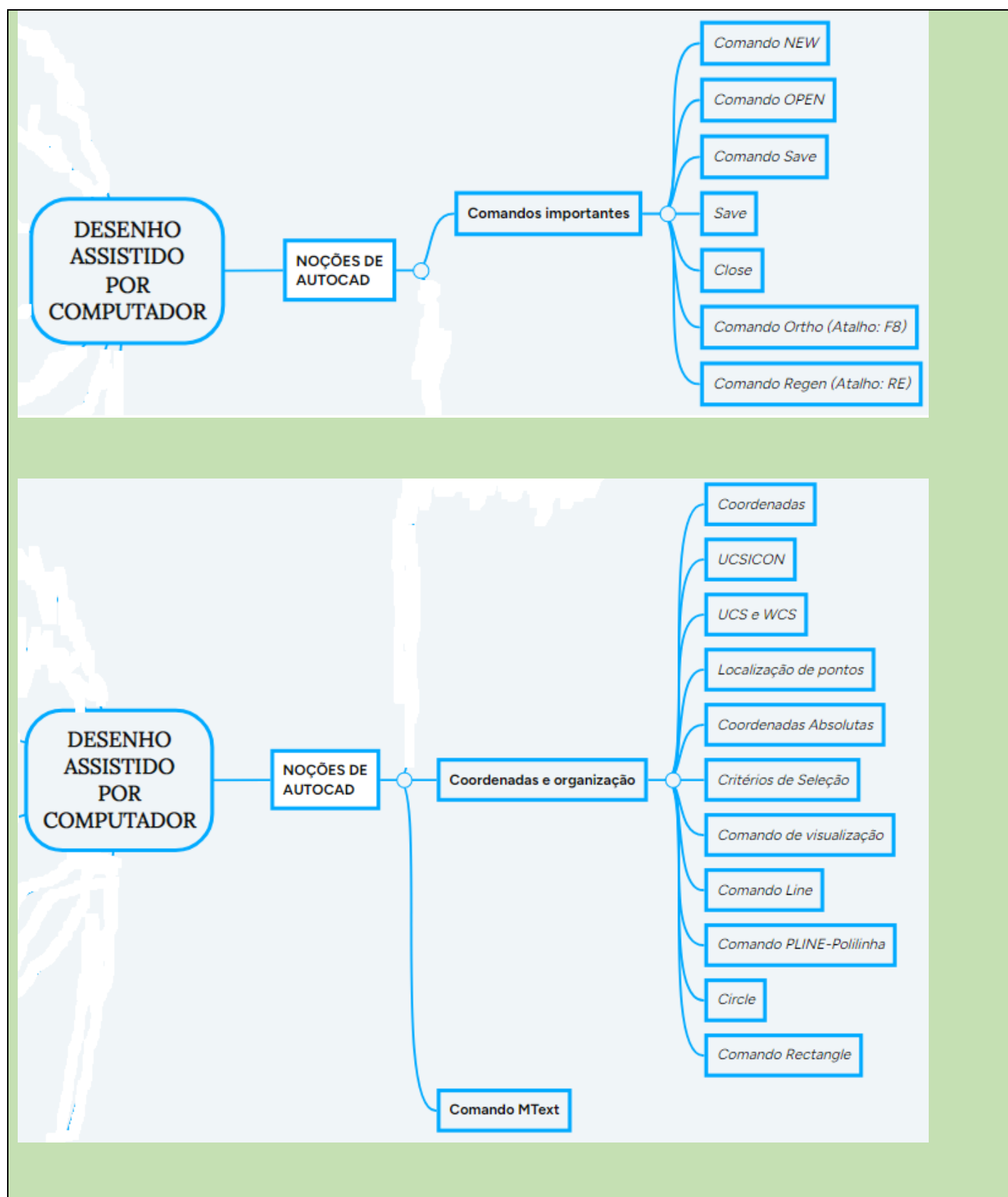
Figura 22: Comando array.

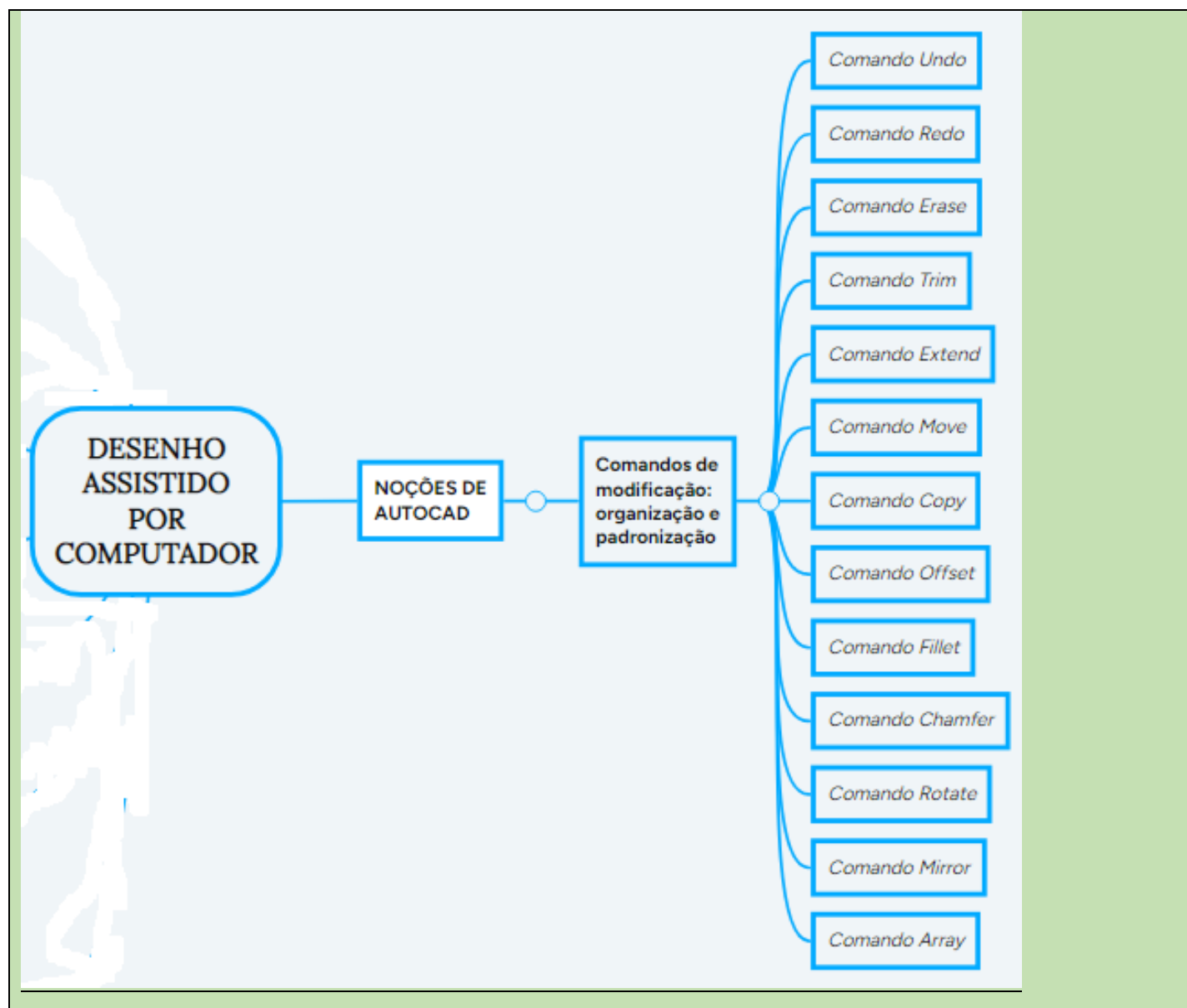
SESSÕES ESPECIAIS

MAPA DE ESTUDO









SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

- Linguagem gráfica universal usada em engenharia, arquitetura e indústrias.
- Representa características físicas de objetos (peças, máquinas, estruturas).
- Facilita a comunicação entre projetistas, engenheiros e operadores.

2. TIPOS DE DESENHO TÉCNICO

- **Projetivo**
 - ✓ Representação detalhada através de vistas ortográficas e perspectivas.
- **Não-projetivo**
 - ✓ Gráficos, diagramas e esquemas baseados em cálculos algébricos.

3. GEOMETRIA DESCRITIVA

- Método criado por Gaspard Monge para representar objetos tridimensionais em um plano bidimensional.
- Permite calcular distâncias, ângulos e volumes reais.

4. FERRAMENTAS E SOFTWARES

- AutoCAD, DraftSight, LibreCAD, QCAD (softwares gratuitos e comerciais).

5. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

- **Linhas**
 - ✓ Contínuas grossas (contornos visíveis), tracejadas finas (elementos ocultos), linhas de corte e centro.
- **Vistas**
 - ✓ Base, projetada, auxiliar, de corte, de detalhe, subjacente, explodida.
- **Projeções**
 - ✓ Ortogonais (frontal, superior, lateral) e paralelas.

6. CORTES E SEÇÕES

- **Tipos**

✓ Total, parcial, meio corte.

- Seções detalham geometrias internas com hachuras representando materiais.

7. NOÇÕES DE AUTOCAD

- Conceitos e comandos importantes
- Comando MText.
- Comandos de modificação: organização e padronização.
- Coordenadas e organização.

MOMENTO QUIZ

- 1. Um técnico está analisando um desenho técnico com três vistas ortogonais: frontal, superior e lateral esquerda. Ele precisa identificar uma peça circular que aparece como um retângulo na vista frontal e como um círculo na vista superior. Qual peça ele está observando?**
 - a) Um parafuso sextavado.
 - b) Um cilindro maciço.
 - c) Um tubo com paredes finas.
 - d) Um eixo com flanges.
- 2. De acordo com a NBR 8196, qual é a dimensão mínima recomendada para a margem esquerda em uma folha de desenho técnico tamanho A4?**
 - a) 5 mm.
 - b) 10 mm.
 - c) 20 mm.
 - d) 25 mm.

3. Em um desenho técnico, um projetista precisa mostrar o interior de uma peça com um eixo oco e paredes finas. Qual tipo de corte é mais apropriado para representar claramente essa característica?

- a) Meio corte.
- b) Corte parcial.
- c) Corte total.
- d) Corte inclinado.

4. Uma peça cilíndrica possui as seguintes especificações de tolerância dimensional: $\varnothing 50 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$. Qual será o diâmetro mínimo permitido para a fabricação dessa peça?

- a) 49,50 mm.
- b) 49,95 mm.
- c) 50,00 mm.
- d) 50,05 mm.

5. Um engenheiro especificou um símbolo de acabamento superficial com a seguinte indicação: Ra 3,2. O que essa especificação significa?

- a) A peça deve ter uma rugosidade máxima de 3,2 μm , sem remoção de material.
- b) A peça deve ter uma rugosidade média de 3,2 μm , com remoção de material.
- c) A peça deve ser fabricada com rugosidade de 3,2 μm , sem remoção de material.
- d) A peça deve ser acabada com rugosidade de 3,2 μm , com polimento adicional.

GABARITO QUIZ

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	B
2	C
3	C
4	B
5	B

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 28 dez. 2024.

FRENCH, Tomás E.; VIERCK, Charles J. Desenho técnico e tecnologia gráfica. São Paulo: Globo, 1995.

MIRSHAWKA, José. Desenho técnico básico. São Paulo: Editora Érica, 2000.

SANTOS, João Gomes dos. Desenho técnico moderno. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

SCHRÖDER, W. F. Desenho técnico industrial. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

AGOSTINHO, Oswaldo Luiz; DOS SANTOS, Antonio Carlos; LIRANI, João. Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de dimensões. 7. ed. São Paulo: Blücher, 2001.

FRENCH, Tomás E.; VIERCK, Charles J. Desenho técnico e tecnologia gráfica. 5. ed. São Paulo: Globo, 1995.

MIRSHAWKA, José. Desenho técnico básico. São Paulo: Editora Érica, 2000.

PROVENZA, F. P. PROTEC – Desenhista de máquinas. 4. ed. São Paulo: Escola PROTEC, 1991.

PROVENZA, F. P. PROTEC – Projetista de máquinas. 4. ed. São Paulo: Escola PROTEC, 1996.

SENAI-ES. Leitura e interpretação de desenho técnico mecânico. Vitória: SENAI-ES, 1996.

Comunidades de AutoCAD na Internet.

Dominando o AutoCAD 2000 - Omura, George. Ed. Sybex. 1999.

AutoCAD 2002 (Barros, José Maurício de. Ouro Preto -MG –2002)



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.