



## MÉTODO PARA O ENSINO DE DESENHO TÉCNICO EM CAD NOS CURSOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Prof **Kléos M. L. César JR** – kleos@ufv.br  
UFV / Departamento de Engenharia Civil  
36570-000 – Viçosa - MG  
Acadêmico **Lucas A. F. Fioresi** – lucas.fioresi@ufv.br  
Bolsista Programa Jovens Talentos para a Ciência (PJTC/CAPES)

**Resumo:** *O desenho técnico é a forma de representação gráfica mais utilizada nos cursos de engenharia. Dentro do meio acadêmico, são comuns diferentes abordagens metodológicas para seu ensino, variando as preferências de cada escola e também por questões de regionalidade. O advento das plataformas CAD trouxe grandes impactos para essas propostas metodológicas na área das disciplinas gráficas, pois contribuíram significativamente na dinâmica de ensino. Objetivou-se com esse trabalho estabelecer e descrever uma rotina padrão, um guia para promover a elaboração de exercícios passo a passo para o apoio ao ensino das disciplinas de Desenho Técnico auxiliado por computador. Buscou-se contribuir e inovar propondo uma metodologia diferenciada das usuais, baseada no estudo intensivo de exercícios pré-elaborados em meio digital, aplicados a figuras de desenhos mecânicos, devidamente representados sob as normas do Desenho Técnico. A princípio, são selecionados desenhos mecânicos mais adequados para uso didático presentes nas bibliografias existentes, digitaliza-se o desenho selecionado no AutoCAD, determinando-se para aquele uma sequência de resolução passo-a-passo que seja simples e direta, com os recursos de layers presentes no software. Ainda pelo AutoCAD, exportam-se figuras no formato WMF para que sejam utilizadas na composição visual do exercício e inseridas no Word ou PowerPoint (Microsoft). Ao final do processo obtém-se uma apresentação de slides, que poderá ser executada para que seja acompanhada uma resolução passo-a-passo de desenho mecânico.*

**Palavras-chave:** CAD, Desenho técnico, Desenho mecânico

### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. A representação geométrica na engenharia

O desenho é um meio de manifestação e uma linguagem expressiva da humanidade desde os tempos pré-históricos, não possuindo um fim em si mesmo, podendo vir a assumir uma função ou caracterizar-se como mediação para outro fim. Entre as várias modalidades possíveis de desenho, incluem-se:

- Desenho geométrico – forma padronizada e normalizada do desenho em duas dimensões, voltada à representação plana de entes geométricos para a simples exibição ou resolução geométrica de problemas de Matemática.
- Desenho projetivo (ou desenho técnico) – forma padronizada e normalizada do desenho em duas dimensões, voltada à representação de objetos em três dimensões.
- Desenho arquitetônico - desenho técnico voltado especialmente ao projeto de arquitetura.
- Croquis ou esboço - um desenho rápido, normalmente feito à mão sem a ajuda dos demais instrumentos que não propriamente os de traçado em papel, feito com a intenção de discutir determinadas idéias gráficas ou de simplesmente registrá-las.

O desenho técnico, tal como é elaborado hoje foi desenvolvido pelo matemático francês Gaspar Monge (1746-1818). Os métodos de representação gráfica que existiam àquela época não possibilitavam transmitir a idéia dos produtos associados de forma completa, correta e precisa. Monge criou um método que permite representar, com precisão, objetos tridimensionais em superfícies planas, como a folha de papel. Esta forma de expressão constitui-se num meio conciso, exato e inequívoco para comunicar a forma dos objetos; daí a sua importância na tecnologia. O desenho técnico deve transmitir com exatidão todas as características do produto que representa.

## **1.2. A informática como instrumento de desenho**

Desde o início da década de 80, com o surgimento de computadores modulares de baixo custo vem ocorrendo uma grande disseminação de programas computacionais. *Softwares* destinados ao auxílio na elaboração de desenhos e modelos digitais se tornaram comuns com o advento das plataformas operacionais gráficas (como o MS Windows). Dentre os grupos de software disponíveis, surgiu o CAD (*Computer Aided Design* – Projeto Auxiliado por Computador).

Tais ferramentas são largamente utilizadas hoje. Os benefícios potenciais conhecidos por sua aplicação são a precisão final do projeto, a facilidade na edição de desenhos existentes, a inserção de elementos repetitivos, e o aumento significativo da produtividade. Os programas CAD tornaram obsoleto o uso de pranchetas e salas de desenhos nas empresas. Dentre os software de CAD que mais se destacam no mercado estão o AutoCAD (Autodesk, com uma estimativa de 85 a 90% dos usuários de CAD em todo o mundo); Microstation (Bentley Systems), e SketchUp (Google). A introdução de programas computacionais destinados à elaboração de desenhos digitais não pode excluir a necessidade do conhecimento de técnicas tradicionais de desenho manual.

## **1.3. O ensino do Desenho técnico no Brasil**

O rápido desenvolvimento tecnológico tem trazido reflexos no ensino, que se vê premido pelas exigências do mercado. De acordo com (MORAES, 2001), a maioria das escolas não se encontra adaptada ao ensino informatizado. Os laboratórios de CAD, quando existem, não estão suficientemente adequados para a implantação e uso de programas de computação gráfica adequados ao ensino e exercícios práticos da disciplina de desenho.

Nas disciplinas de desenho técnico o computador tem sido usado como instrumento de desenho e projeto, ou seja, como ferramenta de desenho substituindo muitas vezes o instrumental tradicional. Muitas vezes, observa GIUNTA (2004), o computador também é utilizado para transmissão de conceitos, auxiliando na aprendizagem dos mesmos.

#### 1.4. Material bibliográfico disponível

Há um número considerável de livros e materiais didáticos que abordam a sistemática de utilização de software de CAD. São materiais didáticos normalmente associados à uma versão específica de um programa. Com a política atual de *updates* com cada vez mais frequência, tais materiais se tornam obsoletos em até um ano.

No entanto, não há referência de algum livro ou material didático atual que aborde aspectos do desenho técnico mecânico no ambiente digital. Na direção contrária da abordagem daqueles, estes teriam o propósito primeiro de enfatizar o raciocínio da solução técnica para, então, mostrar como esta solução seria modelada em CAD. A “Figura 1a” mostra a situação em que, sem conhecimento prévio da solução geométrica do problema, o usuário de CAD não seria apto para desenhar o objeto proposto. Perguntas como “Onde está o ponto central do círculo de raio = 3,625” não possuem resposta, e muitas delas não precisam necessariamente ter. Da mesma forma, a “Figura 1b” não pode ser realizada sem a introdução de círculos auxiliares para a determinação de pontos de interseção. Em qualquer dos dois casos, apenas o conhecimento de CAD não será suficiente para a solução.

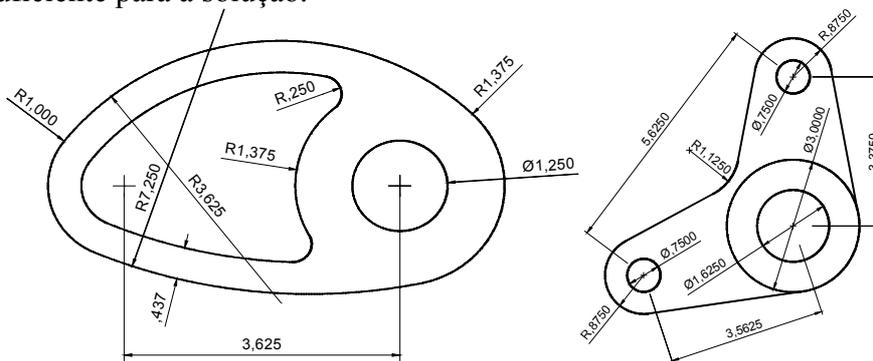


Figura 1 - (a) esquerda, e (b) direita. Peças mecânicas desenhadas em CAD

Os livros ou manuais de CAD mostram como utilizar o software, o acesso aos seus comandos, e, para isso, utilizam (poucos) exemplos, e estes, bastante simplificados. Não se tem conhecimento de algum material bibliográfico (de abordagem centrada em CAD) que sequer ilustre a utilização de comandos através de desenhos mecânicos de relativa complexidade. Os objetos contidos na “Figura 1”, bem como muitas outras adaptadas pelos autores, foram encontradas em livros de desenho técnico datados da era pré-CAD.

#### 1.5. Experiência profissional

O Departamento de Engenharia Civil (DEC) da UFV vem se destacando na área de ensino de CAD. A disciplina CIV 180 – Projeto Assistido por computador – foi proposta pelo autor para os alunos do terceiro período dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Agrimensura e Engenharia Ambiental. O DEC dispõe de um laboratório

equipado com vinte computadores PC. Por ano, aproximadamente cento e oitenta alunos dos três cursos se matriculam regularmente em CIV 180.

Não obstante o caráter essencialmente civil dos cursos envolvidos, optou-se por levar aos alunos conceitos tradicionais de desenho técnico mecânico. Este é mais complexo, exige raciocínio que se reporta ao desenho geométrico, geometria descritiva, etc. O desenho civil surge como consequência natural e mais simples do desenho mecânico.

## 2. METODOLOGIA

Em se tratando de um trabalho com fins didáticos, entende-se que os *softwares* escolhidos para a abordagem proposta devem ser condizentes com o conteúdo da disciplina CIV 180, fácil de usar e interoperável. Foram, portanto, necessários um *software* de CAD, uma para a produção de documentos impressos e um para produção de slides. Assim, os seguintes programas foram selecionados:

AutoCAD <i>Versão 2012</i>	CAD mais popular do mercado, desenvolvido e distribuído pela Autodesk.
Word <i>Versão 2003</i>	O mais popular para produção de textos, desenvolvido e distribuído pela Microsoft
PowerPoint <i>Versão 2003</i>	O mais popular para produção e exposição de slides, desenvolvido e distribuído pela Microsoft

Foram confeccionados arquivos contendo desenhos vetoriais no formato WMF, cada um com a exposição clara e didática da execução passo-a-passo de cada desenho.

O AutoCAD dispõe de uma série de recursos que permite ao usuário configurá-lo de forma particular para a criação de um padrão para futuros projetos cujos parâmetros básicos, no caso específico deste projeto, foram normalizados com o intuito de obedecerem a um critério comum a cada desenho. A “Tabela 1” contém algumas das configurações básicas do AutoCAD usadas neste trabalho.

Tabela 1 – Configuração do AutoCAD

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificativa</b>
Cor de fundo da área de trabalho	Branco	O fundo branco da área de trabalho assemelha-se à folha de papel, sobre a qual um desenho técnico é normalmente realizado. É mais confortável ao usuário.
<i>Show/Hide lineweight</i>	<i>On</i>	Normalmente o AutoCAD é apresentado com essa opção em <i>off</i> , tendo em vista sua influência na performance do computador. Entretanto, a utilização (e visualização em tela) de espessuras de penas beneficiará diretamente a compreensão do modo como os desenhos são realizados.
<i>Grid Display</i>	<i>Off</i>	Os grids não serão úteis à elaboração dos desenhos propostos neste trabalho.
<i>Snap Mode</i>	<i>Off</i>	Devido a variação nas dimensões das figuras propostas, não haverá necessidade da utilização deste recurso.
<i>Ortho Mode</i>	<i>Off</i>	Inicialmente o parâmetro deve ser <i>off</i> . No entanto, se necessário, poderá ser acionado para tarefa específicas através do botão na linha de status, ou através da tecla [F8].

Apesar de não essencial no caso específico deste trabalho (quando a configuração utilização de *layers* não é alvo direto), o uso deste recurso se faz necessário à organização do desenho. O critério para organização em *layers* compreende a identificação das etapas que compõe cada desenho. Trata-se de uma forma com efeito didático significativo.

Esse tipo de organização facilita a geração de imagens *metafile* na sequência de aproveitamento para a composição de *slides*. A sequência de *layers* determina a sequência do desenvolvimento do desenho. A nomeação de *layers*, portanto, segue o padrão mostrado na “Tabela 2”:

Tabela 2 – Conteúdo de *layers* padronizadas.

<i>Nome da layer</i>	<i>Conteúdo</i>
<i>Final</i>	Contém o desenho completo na sua forma final não cotada.
<i>Cotas</i>	Contém apenas os elementos de cotas do desenho.
<i>Base</i>	Possui o mesmo conteúdo da <i>layer Final</i> e <i>layer Cotas</i> e <i>layer Auxiliar</i> . Porém, todo o seu conteúdo será disposto na cor 254. Esta tem por objetivo lançar na área de trabalho o desenho final de forma sombreada, servindo de base para a elaboração sobreposta do desenho passo-a-passo.
<i>Auxiliar</i>	Contém elementos de auxílio ao desenho. Serão tratadas como elementos gráficos de suporte, normalmente expostos na cor vermelha e do tipo traço-ponto ( <i>dashdot</i> ), e com espessura de pena 0,05mm.
<i>nn [(xx, yy, ...)]</i> <i>[descrição]</i>	Sequência numérica de dois dígitos correspondentes a cada passo para a realização do desenho, iniciando com 01. Se uma dada <i>layer nn</i> quando visível depender da invisibilidade de outra, as <i>layers</i> que deverão estar desligadas devem ser listadas (entre parênteses) em ordem crescente, separados por vírgula: “-(xx, yy, ...)”. Da mesma forma, a sequência com sinal + denota <i>layers</i> a serem ligadas conjuntamente à <i>layer</i> em questão. À sequência numérica poderá ser adicionada uma <i>descrição</i> livre (sem formato específico senão aquelas restrições do AutoCAD) para melhor elucidar o conteúdo da <i>layer</i> . O número de <i>layers</i> numeradas vai depender da complexidade do desenho. Cria-se quantas <i>layers</i> desse tipo for necessárias. Exemplo: 12 -(07,08) +(15) fillet no circulo central Onde, 12 <i>Layer</i> corrente, hospedando entidades relativas ao 12º passo da elaboração do desenho. -(07,08) As <i>layers</i> 07 e 08 devem ser congeladas para a visualização desta etapa. +(15) A <i>layer</i> 15 deverá ser descongeladas para a visualização desta etapa. Fillet circulo... Comentário que esclarece o conteúdo da <i>layer</i> 12.
<i>Observações</i>	Contém qualquer tipo de informação (textual e/ou gráfica) que poderá ser útil à memória da elaboração do desenho.

A exceção das *layers* Base (cor 254), Auxiliar e Observações (cor 2 – red), todas as demais terão cor *default* preta (cor 7 – white). Todas as entidades serão, portanto, desenhadas com a cor default da *layer* que os hospeda. A “Figura 2” ilustra a configuração básica de *layers* adotadas neste trabalho.

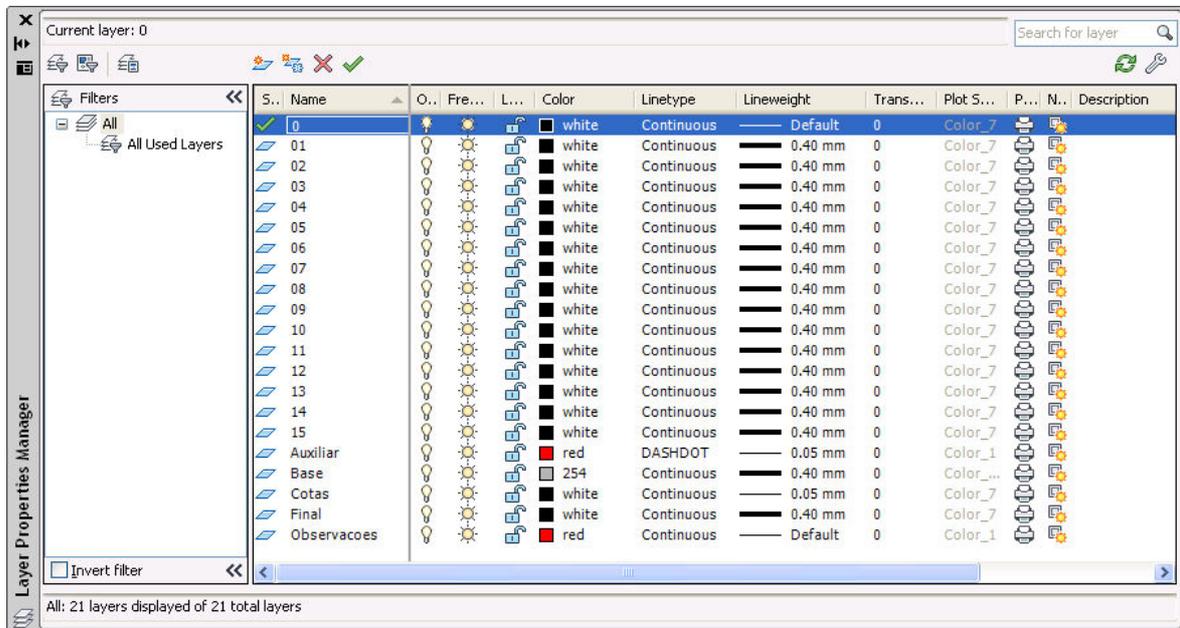


Figura 2 – Configurações básicas das layers.

Alguns símbolos são convencionados para dar suporte à compreensão de cada passo na elaboração das figuras.

O círculo verde (tamanho 0,3cm) será usado para indicar pontos a serem determinados pelo usuário numa determinada etapa. Da mesma forma, o círculo branco (tamanho 0,3cm) será usado para indicar pontos intermediários ou de referência (“Figura 3”).

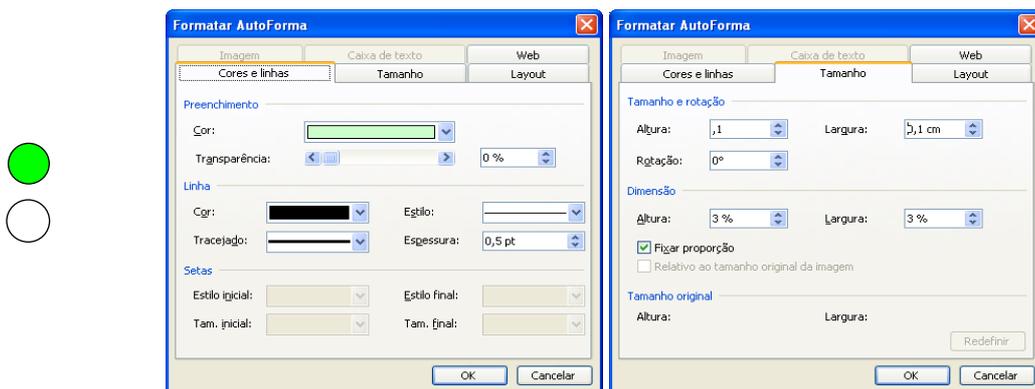


Figura 3 – Símbolos para pontos a serem determinados.

Quando for necessária a seleção de múltiplas entidades (métodos de seleção do tipo *Crossing*, *Window*, e derivados), há que se formar uma área retangular. Nesses casos, tal área será representada em PowerPoint conforme a “Figura 4” (arestas vermelhas e tracejadas).

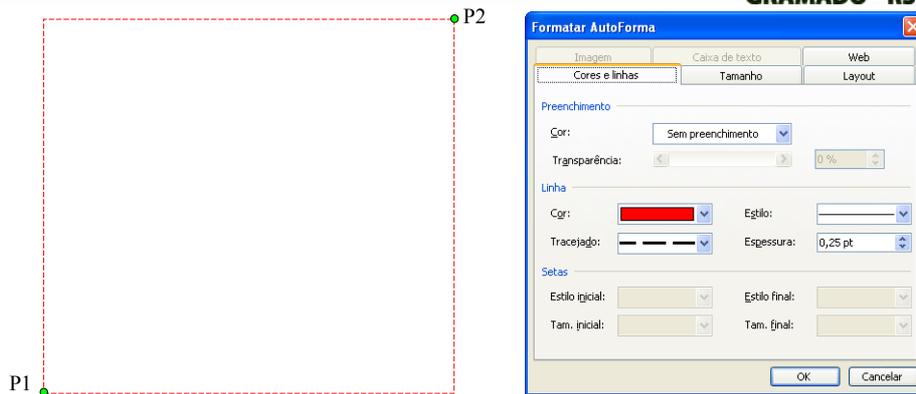


Figura 4 – Representação de modos de seleção de objetos

As figuras, montadas em sequência de sua realização passo-a-passo, são acompanhadas por textos padronizados para a fácil compreensão do usuário. A “Figura 5” ilustra o exemplo de um passo, e uma legenda explanando como o passo será realizado. A “Tabela 3” contém detalhes sobre cada uma das linhas da convenção adotada.

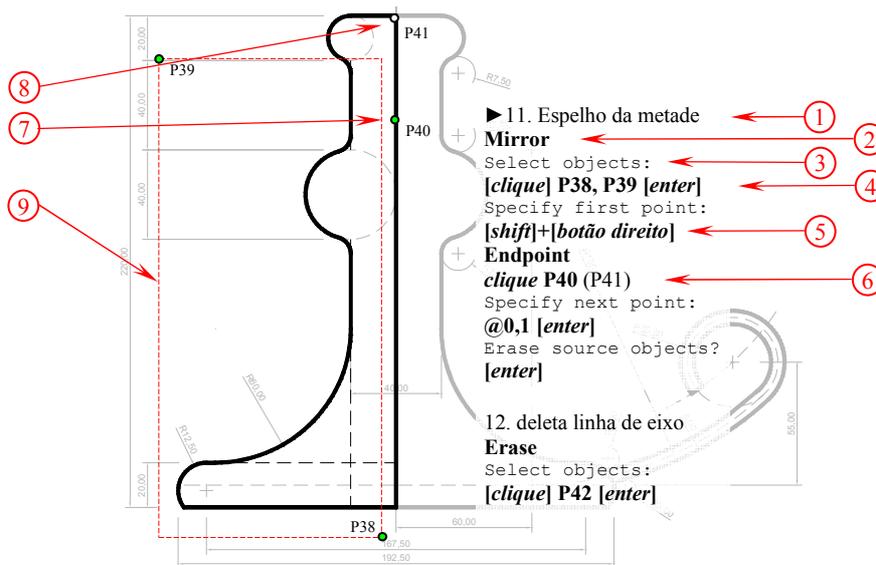


Figura 5 - Convenção adotada do texto para um passo na elaboração de uma figura



Tabela 3 – Configuração do AutoCAD

Obs	Exemplo	Justificativa
1	► 11. Espelho da metade	A primeira linha do quadro que contem o texto do roteiro possui a numeração do passo a ser executado e uma breve descrição do seu conteúdo. Se o quadro representa o primeiro passo a ser seguido da figura, deve iniciar com um ►.
2	Mirror	Comandos a serem lançados (nome do comando, não necessariamente a forma como deve ser digitada na linha de comando ou encontrada nos meus), dados a serem digitados e opções do filtro <i>osnap</i> serão sempre representados em negrito.
3	Select objects:	Textos que aparecem na linha de comando do AutoCAD serão representados em Courier. Tem o objetivo de instruir o usuário sobre os dados a serem fornecidos. Nem todo o texto é exibido, apenas o que for relevante.
4	[clique] P38, P39 [enter]	O texto que aparece entre colchetes indicam teclas a serem pressionadas. “Botão direito” representa o botão direito do mouse. Pontos são indicados pelo nome correspondente e sempre separados por vírgula.
5	[shift]+[botão direito]	Modo natural de invocar os filtros <i>osnap</i> . Pressiona-se a tecla <i>Shift</i> e, mantendo-a pressionada, pressiona-se o botão direito do mouse. O menu <i>pop-up</i> para escolha do filtro <i>osnap</i> irá aparecer.
6	clique P40 (P41)	Textos entre parêntesis representam comentários. Quando conter um ponto de referência, este será o ponto obtido através da aplicação do filtro <i>osnap</i> sobre o ponto precedente.
7	• P40	Representa ponto a ser explicitamente definido pelo usuário através do clique do mouse ou digitado.
8	◦ P41	Representa ponto que será implicitamente definido pelo AutoCAD através de comandos ou filtro <i>osnap</i> .
9		Representa a área de seleção tipo <i>Window</i> , caracterizadas pelos pontos P38 e P39

### 3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

As imagens a seguir (“Figura 6”) demonstram a aplicação do método numa figura simples, submetida aos alunos de CIV 180. Foram dados 10 minutos para a solução do problema.

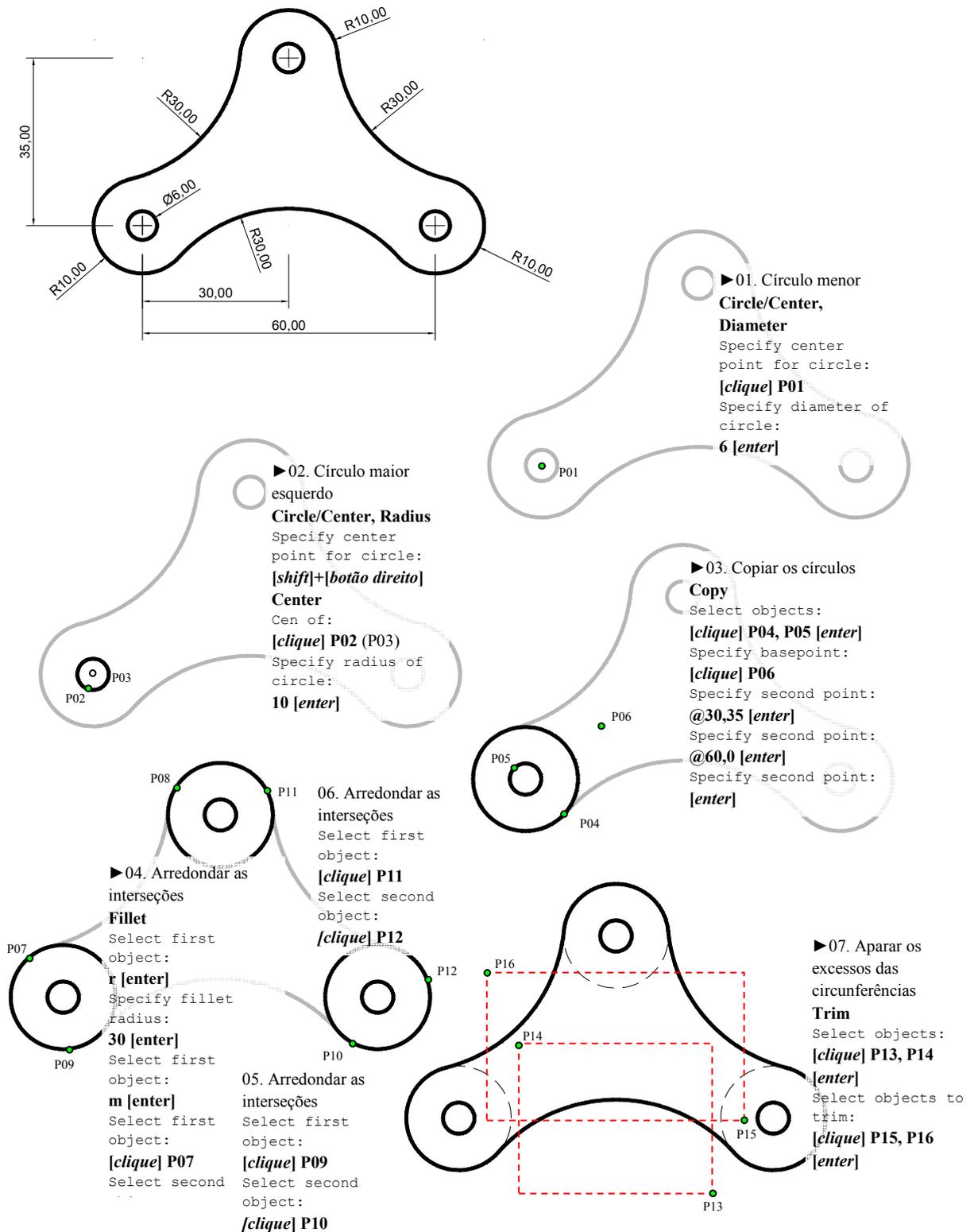


Figura 6 - Uma solução adotada para a solução proposta

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método proposto vem sendo adotado no desenvolvimento da disciplina CIV 180 com bastante sucesso. Após o desenvolvimento de vários exercícios, o estudante se acostuma à linguagem adotada e, com isso, atinge resultados melhores e em um tempo significativamente menor.

Este método vem sendo sistematizado para a aplicação de cursos à distância para a preparação e atualização para desenhistas. Até o presente momento, cerca de 30 desenhos de diversos graus de complexidade já foram sistematizados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIUNTA, M.A.B. Ambiente para o ensino do desenho adequado às inovações tecnológicas e as propostas metodológicas. 2004. 184p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MORAES, A.B. A expressão gráfica em cursos de engenharia: Estado da arte e principais tendências. 2001. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

#### METHOD FOR TEACHING CAD-BASED TECHNICAL DRAWING IN ENGINEERING AND ARCHITECTURE

***Abstract:** The technical drawing is a form of graphical representation used in most engineering courses. Within academia, are common different methodological approaches to teaching, which preferences varies from each school and also issues of regionality. The advent of CAD platforms brought great impacts to these methodological proposals in the area of graphic disciplines, contributing significantly in the dynamics of teaching. The objective of this work was to establish and describe a standard routine, a guide to promote the development of exercises step-by-step to support the teaching of Computer Aided based on Technical Drawing. We sought to contribute and innovate by proposing a methodology different from the usual, based on intensive study of pre-prepared exercises in digital figures applied to mechanical drawings, duly represented in the standards of Technical Drawing. At first, mechanical drawings are selected more suitable for use in teaching present existing bibliographies, scanned the selected drawing in AutoCAD, determining a sequence for that resolution step-by-step that is simple and straightforward, with the resources like layers present in the software. Figures in the WMF format are exported to be used in the visual composition and inserted into Word or PowerPoint (Microsoft). At the end of the process we obtain a slideshow that can be performed to be accompanied by a resolution step-by-step mechanical drawing.*

***Key-words:** CAD, Technical drawing, Mechanical drawing*