0810000215

MIGUEL VELIDO RONDON

APLICAÇÕES DA GEOMETRIA DESCRITIVA NO DESENHO TÉCNICO

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho para obtenção do título de Mestre em Representação Gráfica.

BAURU
1994

BIBLIOTECA - UNESP - CAMPUS BAURU

MIGUEL VELIDO RONDON

APLICAÇÕES DA GEOMETRIA DESCRITIVA NO DESENHO TÉCNICO

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho para obtenção do título de Mestre em Representação Gráfica.

Área de Concentração:
Desenho Industrial
Subárea:
Representação Gráfica

Orientador:
Prof. Dr. Jayme de Toledo Piza e A. Neto

BAURU
1994

N.º 215
BIBLIOTECA - UNESP
CAMPUS DE BAURU

Rondon, Miguel Velido
Aplicações da Geometria Descritiva no Desenho Técnico. Bauru, 1994. (93p.)

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Campus de Bauru. Departamento de Representação Gráfica.

1. Representação Gráfica. 2. Metodologia do Ensino de Desenho. I. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Departamento de Representação Gráfica. II.t

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Prof. Dr. Jayme de Toledo Piza e Almeida Neto, pela dedicação na orientação, durante todo o decorrer da pesquisa.

Ao Bel. Roberto Tavares, desenhista do Departamento de Representação Gráfica, pela boa vontade e dedicação na execução dos desenhos.

Aos secretários do Departamento de Representação Gráfica Helder Gelonezi e Maria Lucia B. Nicholl, pela colaboração nos trabalhos de datilografia e digitação.

A todos os professores do Departamento de Representação Gráfica pela coloboração, direta ou indireta, por meio da experiência e conhecimento, sobre o assunto pesquisado.

Dedico a meus pais e avós, "In Memorian", pelos ensinamentos de berço recebidos e a minha esposa, filhos, demais familiares e amigos pela compreensão e incentivo demonstrados.

RESUMO

Os conceitos de Geometria Descritiva são fundamentais para o desenvolvimento do Desenho Técnico. Infelizmente, com a eliminação dessa disciplina da maioria dos currículos do 2º grau, vestibulares e até mesmo de cursos superiores, perdeu-se um valioso aspecto conceitual do ensino técnico, deixando o aluno à mercê de sua intuição para entender os complicados mecanismos das projeções, cortes, rotações, entre outros. Para a execução deste trabalho, após a realização de uma análise bibliográfica onde foram detectadas várias divisões para o Desenho Técnico e identificadas as dificuldades encontradas no aprendizado de cada etapa de ensino, foi feita uma seleção dos conhecimentos de Geometria Descritiva necessários, pretendendo-se que com a assimilação dos mesmos, esse aprendizado se torne mais eficiente. Partindo de uma proposta de classificação do Desenho Técnico, criou-se uma seqüência didática para o ensino do Desenho Técnico Básico, que permitisse ao professor desenvolvê-la em ordem lógica, desde os fundamentos do desenho até as suas aplicações. Com esse modelo de ensino, espera-se que os problemas que surgem durante o desenvolvimento do ensino do Desenho Técnico Básico, sejam esclarecidos satisfatoriamente, de forma que a base necessária para a continuidade do aprendizado das fases subseqüentes, fique assentada com clareza. Desta forma, este trabalho dentro de suas limitações, pretende que com os seus objetivos alcançados, torne-se um instrumento importante entre aqueles que visam o bem do ensino, em particular do Desenho Técnico.

ABSTRACT

The concepts on Descriptive Geometry are fundamental for the development of Technical Drawing. Unfortunately, because this subject has been eliminated from most of the 2nd degree, vestibular exam and even college curriculums, a valuable conceptual aspect of technical teaching has been lost out, leaving the student at his intuition mercy to understand complicated mechanisms such as projections, sections, rotations, and others. In order to carry this work out, after making a bibliographic analysis, detecting several divisions for the Technical Drawing, identifying as well the difficulties found out in learning each teaching stage, a selection of the necessary Descriptive Geometry knowledges was done intending that assimilating them, makes it all an efficient learning. Proposing a classification of Technical Drawing, a didatic sequence for teaching Basic Technical Drawing was created, allowing the teacher to build it up logically, from the bases of drawing up to its applications. With this teaching model, we hope the problems coming forth, while teaching Basic Technical Drawing may be solved efficiently, so that the necessary basis for going on through subsequent learning phases occurs clearly. This way, this work within its limitations intendes to reach its goals, becoming an important instrument among those aiming at teaching well especifically Technical Drawing.

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO:

1.1. Histórico. 1

1.2. Justificativa. 6

1.3. Objetivos. 7

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 8

3. DESENVOLVIMENTO:

3.1. Divisão do Desenho Técnico. 18

3.1.1. Considerações sobre a Computação Gráfica. 23

3.1.2. Síntese da Classificação do Desenho Técnico proposta 26

3.2. Seleção dos Conhecimentos de Geometria Descritiva Necessários em Desenho Técnico Básico e a Identificação das Dificuldades de Cada Etapa . 27

3.3. Formas de Transmissão dos Conhecimentos de Geometria Descritiva Selecionados 31

3.4. Elaboração de um Modelo de Ensino. 64

4. CONCLUSÕES. 85

5. ÍNDICE DE FIGURAS 88

6. BIBLIOGRAFIA. 92

1. INTRODUÇÃO

1.1. HISTÓRICO

Com as modificações havidas nos cursos de 1º e 2º graus e, principalmente aquelas ocorridas nos vestibulares, a Geometria Descritiva deixou, praticamente, de ser ministrada nessas etapas de ensino. Este fato é lamentável uma vez que a Geometria Descritiva é uma disciplina básica, em que o aluno recebe os fundamentos de Desenho Técnico.

Entretanto, na maioria dos cursos superiores, da área técnica, a disciplina Desenho Técnico é ministrada, com o objetivo de fornecer os subsídios necessários para a representação de objetos e execução de projetos.

As dificuldades existentes nessa área de conhecimento, são bastante antigas, conforme mostra o texto a seguir, de CUNHA (1989):

> "O principal problema que permaneceu durante muito tempo na execução dos Desenhos Técnicos, foi a dificuldade de representar com rigor objetos tridimensionais sobre superfícies planas. Somente no século XV, Leonardo Da Vinci trouxe algum progresso aos métodos de representação e no século XVIII, as técnicas de representação em Desenho viriam a sofrer novo e importante impulso, com GASPARD MONGE, que ao introduzir a Geometria Descritiva lançou simultâneamente as bases dos sistemas de representação que ainda hoje se utilizam".

A criação da Geometria Descritiva por Gaspard Monge, teve grande repercussão e interesse na época, encontrando por todos os lados, seguidores que muito bem souberam apli-

car e divulgar esses conceitos, que se consolidariam como sendo o marco inicial para a representação plana do tridimensional.

HOELSCHER, et al (1978), afirmam:

> "Esta é a ciência da teoria da projeção ortogonal, base de todos os tipos de projeção".

Assim, a partir do final do Século XVIII, a Representação Gráfica, com o impulso dado pela Geometria Descritiva passou por uma transformação muito importante.

Segundo ALBIERO, et al (1982):

> "Com o desenvolvimento da matemática a partir de 1770, a Geometria tornou-se ciência independente. A partir desta época, iniciou-se o desenvolvimento tecnológico com a fabricação de máquinas, o que veio a exigir desenhos mais detalhados, em que todos os pormenores deveriam ser considerados".

O Desenho Técnico, com os novos conceitos surgidos, tornou-se mais eficaz nas representações de objetos, uma vez que os desenhos até então, eram bem mais próximos do Desenho Artístico, não recorrendo a representações convencionais e simbólicas, de forma completa e rigorosa.

De acordo com CRUZ, et al (1980):

> "Geometria Descritiva e Desenho Técnico têm os mesmos princípios básicos: A Geometria Descritiva é a ciência e o Desenho Técnico, a técnica. À Geometria Descritiva cabe resolver os problemas de difícil visualização, que depois de resolvidos são aplicados ao Desenho Técnico. Portanto a Geometria Descritiva é um instrumento usado para resolver os problemas de forma no espaço, e o Desenho Técnico, a fase subsequente de transformar o que foi idealizado em linguagem fácil de ser entendida".

Com esse Sistema de Representação, o Desenho Técnico, que passou por um longo e lento processo evolutivo, é o responsável até os dias de hoje, pelas formas de se representar, na engenharia ou em qualquer outra área onde o projeto seja necessário.

Durante esses anos, o desenvolvimento tecnológico crescente e os processos industriais de produção fizeram com que surgisse uma padronização nos sistemas de representação em Desenho Técnico, por intermédio de normas técnicas e respectivas simbologias.

Uma das primeiras propostas de normalização, foi para as roscas para parafuso WHITWORTH, por volta de 1839, feita por SIR JOSEPH WHITWORTH. A partir deste fato, muitas normas foram editadas para a área técnica, no mundo todo.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foi fundada em 1940, enquanto a fundação da International Organization For Standardization (ISO) se deu em 1947, após a Segunda Guerra Mundial.

Observa-se então que, desde o final do Século XVIII, excluindo-se os esforços para a criação das normas, nada surgiu de notável nessa área, até o início da década de 60. A partir daí, a Computação Gráfica aparece, utilizando-se de equipamentos e máquinas modernas, como uma nova e revolucionária maneira de representação.

Desde o seu surgimento até os nossos dias, verifica-se claramente que a Computação Gráfica tem evoluído bastan-

te, apesar das dificuldades evidentes, sofrendo por um lado a resistência dos métodos tradicionais e por outro as dificuldades inerentes à implantação de uma nova tecnologia, abrangendo problemas técnicos, científicos, éticos e didáticos, além do alto custo inicial para sua implantação.

Em face dessa evolução e da eficácia dos resultados obtidos no seu todo, pode-se afirmar com certeza, que a Computação Gráfica será a ferramenta essencial para o desenho, no futuro.

O quadro abaixo, sintetiza o histórico pesquisado:

Até o Século XIV		Dificuldades de representar com rigor objetos tridimensionais sobre superfícies planas Os homens da Idade da Pedra desenhavam na pedra bruta, animais e outros desenhos em baixo relevo Os Egípcios muito cedo desenvolveram a técnica da construção civil Os Gregos descobriram a perspectiva central; os Romanos absorveram a cultura grega e a desenvolveram Na Idade Média, os monges utilizavam em seus desenhos técnicos, vista frontal, projeção lateral e projeção em paralelo em ângulo diagonal
	1310	Consta existir duas elevações da fachada ocidental da Catedral de Orvieto, supostamente desenhada por Lorenzo Del Maitano de Siena
Século XV		No Renascimento houve algum progresso aos métodos de representação, graças a Leonardo da Vinci Na Alemanha, Durer desenvolve os desenhos geométricos que serviram de base para o desenho técnico
	1465	Data da página inicial do álbum de desenhos da Livraria do Vaticano, desenhado por Giuliano de Sangallo, que inclui os desenhos mais antigos encontrados usando planta e elevação

Século XVII		A necessidade de fabricações repetitivas provoca uma revolução dos desenhos no sentido de precisão
Século XVIII	1770	A Geometria torna-se ciência independente A partir dessa época inicia-se o desenvolvimento tecnológico com a fabricação de máquinas
	1794	As Técnicas de Representação sofrem um grande e importante impulso, através da Geometria Descritiva, criada por Gaspard Monge, que serviu de base aos sistemas de representação utilizados até os dias de hoje
Século XIX		O desenvolvimento tecnológico passa a exigir desenhos mais detalhados e pormenorizados, fazendo surgir a padronização através de normas e simbologias
	1839	Sir Joseph Whitworth estabelece a padronização das roscas para parafusos que têm o seu nome, usadas até hoje, e que podem ser consideradas o marco inicial da normalização em Desenho Técnico
Século XX	1940	Fundação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
	1947	Fundação da International Organization For Standardization (ISO)
	1960	A Computação Gráfica surge no início da década de 60, como uma revolucionária maneira de representação

1.2. JUSTIFICATIVA

Em função da bibliografia analisada e de estudos abrangendo as áreas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, pela pesquisa e docência, nota-se claramente que a relação entre essas duas áreas de estudos é realmente estreita e dependente entre si. Enquanto que a Geometria Descritiva, partindo dos conceitos de projeção, sem particularizar formas e posição, usando os elementos fundamentais, ponto, reta e plano no espaço tridimensional, estuda numa sequência crescente de dificuldades todas as propriedades advindas da combinação desses elementos, chegando até as formas geométricas fundamentais; o Desenho Técnico utilizando-se também dos conceitos fundamentais do Desenho Projetivo, representa objetos espaciais no plano, particularizando formas e posições.

As dificuldades encontradas, para que se obtenha um bom domínio do Desenho Técnico, são em grande parte devido à falta dos conceitos precisos da Geometria Descritiva, sem os quais os problemas mais complexos são evitados. Quando muito, os mesmos são abordados superficialmente, pois a ausência dos referidos conceitos não permite o seu tratamento rigoroso.

Em outras áreas de conhecimento, os livros didáticos têm procurado desenvolver, no início de cada capítulo, os conceitos fundamentais necessários, no entanto, isso não tem acontecido em Desenho Técnico.



Diante desse tipo de problema, e levando-se em consideração as principais causas e conseqüências mencionadas, decidiu-se pela realização do presente trabalho, que visa justamente preencher essa falha.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Detectar as dificuldades encontradas em cada etapa do aprendizado do Desenho Técnico.

1.3.2. Identificar os conhecimentos de Geometria Descritiva necessários, visando sanar as dificuldades encontradas, para o bom domínio do Desenho Técnico.

1.3.3. Elaborar um modelo de ensino em função dos dados levantados, procurando de uma maneira objetiva, solucionar os problemas existentes e facilitar o aprendizado na área da Representação Gráfica.

1.3.4. Propor o conjunto de conhecimentos iniciais de Geometria Decritiva necessários, que devem acompanhar cada capítulo de Desenho Técnico, pretendendo-se com isso facilitar e aprofundar o seu aprendizado.



2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Revendo a bibliografia relativas à Geometria Descritiva e Desenho Técnico, verifica-se que muito pouco existe de específico a respeito das aplicações práticas entre essas duas áreas de conhecimentos.

No geral, são citadas as grandes dificuldades encontradas para a representação de objetos do espaço no plano, que permaneceram até o final do Século XVIII, quando surgiu a Geometria Descritiva; citando-se ainda que por intermédio de Leonardo da Vinci, no Século XV, houve um pequeno progresso nos métodos de representação.

Com a criação da Geometria Descritiva por Gaspard Monge nessa época, a partir daí, houve uma grande transformação da representação gráfica, utilizando-se desse Sistema de Representação criado.

Iniciou-se então, com o desenvolvimento tecnológico uma nova fase da representação gráfica, pois os desenhos necessários passaram a exigir maiores informações na linguagem de representação, em detalhes e pormenorizadas dos objetos.

O Desenho Técnico passou então a representar objetos com rigor e precisão, da forma que o faz até os dias de hoje, pois durante todo esse tempo, a evolução dessa área foi pequena e lenta, talvez por ter sido esse sistema de representação eficiente e ter resolvido os problemas da área satisfatoriamente.

Outras referências encontradas a partir desse período na bibliografia consultada, mencionam a respeito da criação de normas e simbologias, que foram necessárias para uma padronização na representação, em virtude do crescente desenvolvimento industrial ocorrido

Sobre a Computação Gráfica que surgiu a partir do início da década de 1960, muito pouco é encontrado como citações em livros de Desenho Técnico, limitando-se os autores de obras mais recentes apenas a mencioná-la como grande inovação na área de represntação gráfica, que será a grande ferramenta para o desenho no futuro.

Da bibliografia geral consultada, várias citações são inseridas nos textos dos diversos capítulos deste trabalho, no momento em que elas são oportunas, sendo ainda apresentado a seguir, uma análise sobre alguns dos títulos mencionados.

2.1. CAVALLIN, J.; Lições de geometria descritiva. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1968.

Trata-se de uma obra que aborda a Geometria Descritiva desde seus princípios fundamentais, por meio do Sistema de Projeções Ortogonais de Monge (Capítulo I) e Sistema de Projeções Cotadas (Capítulo VII).

Nas duas formas de representação, o estudo é efetuado com muitas esplanações teóricas e pormenorizadas em todos os seus capítulos.

Ele procura não deixar dúvidas quanto aos problemas que surgem durante as resoluções, explicitando em detalhes as operações desenvolvidas, com muita clareza.

Do autor, cita-se desta obra os seguintes parágrafos pertinentes:

> "A Geometria Descritiva propõe-se principalmente a traduzir e resolver no plano, as considerações e os problemas relativos às figuras espaciais.
> Duas exigências se apresentam especialmente para os sistemas representativos na Geometria Descritiva: a de manter no desenho as dimensões mais importantes da figura objetiva e a de conservar, na representação plana, a mesma impressão visual fornecida pelo objeto.
> A primeira exigência se apresenta principalmente nos desenhos de caráter técnico: para estes se presta o sistema de projeções ortogonais de Monge; e a segunda exigência se considera especialmente nos desenhos de natureza artística e é satisfeita nos sistemas representativos de axonometria cônica.
> A axonometria cilíndrica satisfaz parcialmente às duas exigências e propõe-se quanto possível, a conciliar em si as vantagens apresentadas pelos dois sistemas de representação referidos".

2.2. RODRIGUES, A.J.; Geometria descritiva. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1961.

De uma maneira geral, o livro segue a mesma linha de outros autores, mostrando desde os fundamentos iniciais da Geometria Descritiva, até a representação de sólidos, com problemas específicos que os envolvem, utilizando-se do Método de Monge.

No capítulo II, "Métodos Descritivos", encontra-se um material de bom nível a respeito de rebatimentos, mudança de

planos e rotação. A teoria sobre o assunto é mostrada de forma clara e exemplificada com desenhos objetivos e pormenorizados nos detalhes.

Os métodos descritivos são importantes na Geometria Descritiva, pois é por meio deles que, entre outras aplicações, se torna possível a obtenção da verdadeira grandeza de segmentos e de superfícies planas em geral. Esses conceitos são muito utilizados na resolução de vários tipos de problemas de Geometria Descritiva e de Desenho Técnico, como por exemplo, desenvolvimento de superfícies e representação de vistas auxiliares.

O livro mostra também o estudo das Projeções Cotadas e das Projeções Centrais, com todos os principais conceitos e aplicações dessas áreas de conhecimento.

Da presente obra, são citados os seguintes parágrafos e trechos, que se julga oportuno:

> "Nas escolas secundárias e profissionais Norte-americanas e Alemãs, a Geometria Descritiva é estudada como se fosse uma ciência experimental, aproveitando-se a curiosidade do adolescente no desenvolvimento de sua reflexão pessoal e faculdades criadoras.
> Nas escolas Norte-americanas o método de ensino consiste em fazer o aluno desenhar exclusivamente, segundo modelos industriais, reais ou simplificados por uma ficção pedagógica imposta pela gradação das dificuldades de ordem técnica ou geométrica. Em lugar das abstrações tradicionais das primeiras aulas, o professor ensina o desenho projetivo começando pelos sólidos colocados à vista do aluno.
> As escolas secundárias e profissionais alemãs tiram todo partido educativo dessa ciência, reduzindo ao mínimo o trabalho do aluno, na grande abstração dos seus processos puramente matemáticos, ministrando o ensino por meio do método pe-

> dagógico alemão conhecido pelo nome de Museu de Geometria Descritiva. O Museu, torna o estudo mais concreto, sem sair da gradação científica da matéria. Partindo dos elementos fundamentais, ponto, reta e plano, cada exemplar do Museu apresenta uma épura desenhada e colada em duas pranchetas unidas por dobradiças na representação da linha de terra, de sorte que as projeções verticais fiquem em uma delas e as horizontais, na outra; a primeira parte do exemplar assim constituido representa o plano vertical superior de projeção, formando um diedro reto com a segunda, que representa a parte anterior do plano horizontal de projeção. O objeto é colocado no exemplar de maneira que se possam observar suas projeções, a visibilidade no plano horizontal (contorno aparente horizontal) e no plano vertical (contorno aparente vertical); compreendido pelo aluno o problema no espaço, retira-se o objeto e executa-se a primeira operação de rebatimento, as dobradiças giram, e a épura bem entendida, se apresenta ao aluno sem esforço de abstração".

2.3. CASTRUCCI, B.; Lições de geometria elementar. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1971.

Trata-se de uma obra importante, onde o autor com o objetivo de habilitar os candidatos a concursos de ingresso em escolas superiores, desenvolve de uma maneira simples, todo o conteúdo relativo à geometria plana.

Iniciando com os entes geométricos, ponto, reta e plano, como sendo os conceitos primitivos, ele expõe por meio de demonstrações, vários postulados e teoremas sobre o assunto, assim como mostra a resolução de problemas que surgem entre os mesmos, como paralelismo, perpendicularismo, intersecções e ângulos.

Da mesma forma, é abordado a respeito de superfícies

poliédricas, dos poliedros e corpos redondos, com os problemas de áreas e volumes.

Faz demonstracões de algumas relações métricas, como o Teorema de Stewart, de Euler e de Ptolomeu, finalizando com o capítulo sobre transformação de figuras.

Com explicacões bem detalhadas e muitos exercícios de aplicação no seu todo, esse livro torna-se de fácil compreensão, apesar da complexidade de muitos dos assuntos nele tratados.

2.4. PEREIRA, A.; Desenho técnico básico. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, Editora S.A., 1976.

Segundo o próprio autor, na apresentação inicial, este livro foi preparado com a proposição de atender ao ensino profissionalizante no 2º grau e ao ensino superior nas áreas de engenharia, arquitetura e desenho industrial.

Sua iniciativa deveu-se à sua experiência no ensino nessas áreas, principalmente no 2º grau onde a precariedade de material didático era evidente.

Todo o conteúdo é desenvolvido de maneira muito clara e explícita, com desenhos ilustrativos que concorrem para que o aprendizado seja mais eficiente.

Percebe-se claramente a preocupação do autor, em esclarecer nos mínimos detalhes tudo que é estudado, com a finalidade de facilitar ao máximo o aprendizado. Isto se veri-

fica principalmente nos três primeiros capítulos, onde trata dos equipamentos para desenho, seus usos e conservação, formatos de papel, tipos de linhas usadas, caligrafia técnica e cotagem de desenhos.

No quarto e quinto capítulos, são estudadas as vistas ortográficas e perspectivas de objetos, também de maneira bastante acessível, com muitos exemplos e exercícios de aplicação, exigindo vários tipos de construções geométricas elementares.

Trata-se de um livro, que transmite os fundamentos para o Desenho Técnico, procurando com a teoria e os exercícios práticos, tornar o aprendizado eficaz, de forma a dar as condições básicas necessárias para a continuidade dos estudos nessa área de conhecimento.

2.5. PRíNCIPE JúNIOR, A.R. Noções de geometria descritiva. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 1977.

O autor nessa obra, procurando transmitir os conceitos básicos da Geometria descritiva, desenvolve de maneira simples e objetiva, toda a teoria a respeito, reforçando o aprendizado com muitos exercícios de aplicação e questionários no final de cada tópico, como recapitulação do assunto tratado.

Dividido em dois volumes, o primeiro inicia com as noções fundamentais de projeção e sua classificação, mencionando as convenções a serem adotadas para a representação

dos entes geométricos no espaço e suas respectivas projeções.

Os quatro capítulos iniciais tratam da forma tradicional, do ponto, da reta e do plano; e na sequência os problemas que os envolvem, como pertinências, intersecções, paralelismo e perpendicularismo.

O último capítulo (cap. V), é dedicado apenas a exercícios, onde uma série deles é resolvida e outra é proposta para resoluçao, abrangendo todo o assunto estudado, no intuito de consolidar o aprendizado.

No volume II, seguindo a mesma linha de trabalho, o livro é dividido em três capítulos.

Com o estudo dos métodos descritivos no primeiro capítulo; mudanças de planos de projeção, rebatimento de planos, e rotação; e com as suas aplicações em projeções de figuras planas, ele resolve vários tipos de problemas existentes sobre o assunto. Em seguida, desenvolve os problemas sobre distâncias e ângulos, culminando com a representação de poliedros e seção plana dos mesmos.

Trata-se de uma importante obra da área de geometria descritiva, pela simplicidade dos enfoques adotados pelo autor, que procura desde o início, esclarecer toda a teoria, mostrando exemplos objetivos de aplicação, com desenhos de figuras no espaço e suas respectivas projeções, objetivando desta forma, dar melhores condições para o aprendizado na sequência do seu desenvolvimento.

2.6. MAGUIRE, D.E.; SIMONS, C.H.; Desenho técnico. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 1982.

Sendo esse livro uma tradução, do original "Technical Drawing", publicado em inglês por Hodder and Stoughton em 1981, o mesmo é escrito de acordo com a Norma Britânica BS 308.

Na sua introdução o autor cita:

> "A Norma Britânica atual é a BS308, de 1972, com uma edição resumida, PD 308, de 1980, para uso em escolas e faculdades. Este livro é escrito em conformidade com estas normas. Quando necessário faz-se referência às Normas Brasileiras que, através da NB-8 (aprovada em 1950 e revista em 1964 e 1969) da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), fixam condições gerais que devem ser observadas na execução dos desenhos técnicos".

Iniciando pelo 1º capítulo com os equipamentos de Desenho Técnico, mostra os principais instrumentos, sua utilização e os cuidados que se devem tomar com os mesmos para a sua boa manutenção. As normas gerais sobre tipos de linhas, letras, algarismos e formatos de papel, são especificadas também nesse capítulo, quando são mencionadas e exemplificadas em diversas aplicações.

O 2º capítulo, segundo o autor:

> "Estuda a Geometria Plana necessária para o desenhista"

Trata-se de um estudo que abrange os principais conceitos dessa área. O assunto é desenvolvido com clareza, com a resolução de exercícios de construções dos problemas e demonstrações de teoremas e propriedades existentes nas figuras planas em geral.

As vistas ortográficas (principais e auxiliares), e as perspectivas isométricas e oblíquas são estudadas nos capítulos 3º, 4º e 5º, respectivamente, onde se encontra uma teoria bem desenvolvida sobre esses temas, e uma série de exercícios de aplicações que torna o aprendizado eficaz, em face do interesse que a prática provoca durante o seu desenvolvimento.

Em seguida, no capítulo 6, referenciam-se as intersecções e desenvolvimento de sólidos, onde a teoria relativa ao assunto é exposta de forma satisfatória, sendo que na parte prática, os exemplos de aplicação são poucos, limitando-se àqueles envolvidos como demonstração junto com a teoria.

No 7º capítulo, são estudadas as uniões mecânicas, seções transversais, cotagem e Desenho de Montagem.

Como nos demais assuntos tratados, esse também é explicado por meio de uma teoria precisa e clara. Neste item, os exemplos ilustrativos são objetivos e em quantidade razoável, como exercícios de aplicação.

No último capítulo denominado "Problemas Gerais de Desenho", são formulados vários exercícios de aplicação geral do que foi estudado, com as soluções sendo apresentadas no final, o que não deixa de ser interessante, pois serve para uma autoverificação do aprendizado a seus usuários.

Trata-se de uma obra recomendável, que atende com os conceitos e fundamentos expostos, os requisitos iniciais para o aprendizado do Desenho Técnico Básico.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. DIVISÃO DO DESENHO TÉCNICO

Inicialmente pode-se dizer que o Desenho Técnico divide-se em três grandes áreas: mecânico, civil e elétrico.

Dentro de cada uma dessas áreas, surgem as subdivisões mais específicas e variadas, conforme o campo em que ele deverá ser aplicado, procurando atender as peculiaridades de cada tipo de projeto ou simplesmente as fases de um determinado projeto.

Revendo a literatura a respeito, encontra-se uma diversidade de classificação, em conformidade com as áreas e o enfoque que cada um dos autores dá ao assunto.

CUNHA (1989), dizendo que:

> "Os princípios de representação em Desenho Técnico tendem cada vez mais a uniformizar-se nos vários países, criando-se assim uma verdadeira linguagem internacional", classifica o Desenho Técnico Mecânico como:
>
> "a) Desenhos de Concepção - aqueles que exprimem de um modo mais ou menos completo, a forma preconizada para resolver determinados problemas;
> b) Desenhos de Definição - aqueles que estabelecem as exigências funcionais a que deve satisfazer o objeto desenhado;
> c) Desenhos de Execução ou de Fabricação - aqueles que contém todas as indicações necessárias para executar ou fabricar o objeto desenhado de acordo com as técnicas construtivas escolhidas.
> Os Desenhos de Construção Civil, são classificados como:

a) Desenho Arquitetônico, que é subdividido em:

-Desenho de Localização - não pretendem propriamente fornecer indicações sobre o edifício, mas apenas definir o local e a posição em que o edifício se deve construir;

-Desenho de Conjunto - aqueles que definem a forma e as dimensões dos principais elementos das construções;

-Desenho de Pormenores - são complementares dos desenhos de conjunto e pretendem esclarecer certos aspectos que não são susceptíveis de representação à escala a que aqueles desenhos se executam;

b) Desenho de Estruturas: Designam-se por estrutura de uma construção a parte dessa construção cuja função é assegurar, ao longo do tempo de vida da obra, o seu comportamento em eficientes condições resistentes e que satisfaçam as exigidas condições de segurança e de conservação da construção. Como exemplo de estruturas conhecidas, citamos: pilares, paredes, vigas, arcos, lajes, abóbadas, coberturas empenadas, fundações; que podem ser metálicas, concreto armado, alvenaria e madeira.

Dos projetos de construção civil devem fazer parte ainda os desenhos relativos à instalação elétrica dos edifícios, nos quais se assinala o traçado das redes e se referenciam os aparelhos elétricos instalados.

c) Desenho de Instalações: são aqueles que fornecem todos os elementos relativos às instalações de água, gás, aquecimento, eletricidade etc...

d) Desenho de perspectivas: forma de representação que procura identificar-se com a imagem que a observação visual do objeto fornece".

HOELSCHER et al (1978), sumarizam:

"Como resultado da especialização profissional, temos as seguintes alternativas para o desenho no campo da engenharia:

a) Os Desenhos Projetivos que são baseados na teoria fundamental da projeção geométrica: Desenho de Máquinas, Desenho de Plantas, Desenho de Estruturas, Desenho de Soldas, Desenho Arquitetônico, Desenho de Tubulações e Desenho de Peças Eletrônicas;

b) Os Desenhos Não Projetivos, que são aqueles que têm sua base fundamental nos cálculos algébricos: Desenho de Gráficos e Diagramas, Ábacos, Matemática gráfica e Equações Empíricas".

MARMO (1964), classifica o Desenho da seguinte maneira:

> "a) Desenho de Expressão ou Desenho Artístico: é aquele cuja finalidade é exprimir sentimentos através de formas, cores e da disposição relativa dessas formas e cores.
> b) Desenho de Representação ou Desenho Técnico: é aquele cuja finalidade é representar coisas; procura o executante transmitir aos outros a forma, as dimensões e a posição relativa das coisas representadas, bem como o aspecto e o material de que são feitas.
> Conforme a natureza, o Desenho Técnico subdivide-se em: Desenho de Máquinas; Desenho Arquitetônico; Desenho de Estruturas; Desenho Naval; Desenho Aeronáutico; Desenho Topográfico; Desenho Cartográfico; Desenho de Gráficos e Diagramas; Desenho Esquemático e Desenho de Propaganda.
> c) Desenho de Resolução ou de Precisão: é aquele cuja finalidade é resolver problemas; o executante procura através de desenhos, obter respostas tão precisas quanto possível.
> Conforme a natureza dos problemas a serem resolvidos, os Desenhos de Resolução subdividem-se em vários tipos, dos quais só nos interessa os seguintes: Desenho Geométrico, que estuda problemas de geometria plana elementar; Geometria Descritiva, que estuda problemas de geometria espacial elementar e Perspectiva, que estuda problemas relacionados ao aspecto das figuras".

Ainda em relação a classificação do Desenho Técnico, deve-se citar FRENCH et al (1985):

> "A representação de sistemas elétricos ou eletrônicos é executada predominantemente pelo uso de descrições ortográficas combinadas a diagramas simbólicos, através de Desenhos de Circuitos Impressos e Desenhos de Diagramas de Instalação".

No II Congresso Nacional de Desenho, realizado em Florianópolis-SC, em 1981, o Professor Manuel Caetano Queiroz de Andrade, da Universidade Federal de Pernambuco, apre-

sentou numa palestra, o trabalho intitulado "A importância da Geometria Projetiva na Didática e na Prática do Desenho Operativo". Nesse estudo realizado, o Professor Andrade sugere uma divisão do Desenho, onde o Desenho Técnico é classificado como "Desenho Operativo".

A classificação do desenho segundo ANDRADE, (1981), na qual pretende globalizar uma infindável lista de modalidade de desenhos existentes, em sua íntegra, é a seguinte:

> "Desenho Emocional: a pintura, a escultura, o desenho infantil, o baixo e alto relevo, o desenho artístico de uma maneira geral.
> Desenho Visual: os logotipos, os pictogramas, as marcas publicitárias ou promocionais, as sinalizações.
> Desenho Operativo: O desenho técnico, as épuras descritivas, as representações cartográficas e as representações radioplásticas (aplicadas na semeiologia para a diagnose patológica)"

Como se pode observar pelas citações da bibliografia consultada, e como já foi mencionado no início deste capítulo, o Desenho Técnico é classificado de várias maneiras, de acordo com a caracterização que cada autor dá à sua aplicação e à forma com que elas são abordadas.

Diante disso, uma comparação entre as diversas classificações encontradas, se tornaria inconclusiva, uma vez que as mesmas são bastante divergentes e com enfoques diferenciados, em função dos objetivos a que se propõem.

Conclui-se que das divisões do Desenho Técnico analisadas, a maioria fundamenta-se no Desenho Técnico para Cons-

truções Mecânicas, Construções Civis, Construções Elétricas e Eletrônicas. Dentro dessas áreas, é que o Desenho Técnico se subdivide em um número infindável de modalidades, como se expressa o Professor Andrade, conforme já citado anteriormente.

Levando-se em consideração as várias classificações descritas, no presente trabalho sugere-se o seguinte modelo para a divisão do Desenho Técnico:

a) DESENHO TÉCNICO BÁSICO:

Introdução de todos os fundamentos elementares necessários, independente da área de aplicação, como pré-requisito para o bom domínio no aprendizado das fases subsequentes.

b) DESENHO TÉCNICO ESPECÍFICO:

-Desenho Técnico Mecânico: desenhos relativos a construções mecânicas;

-Desenho Técnico Arquitetônico: desenhos relativos a construções civis;

-Desenho Técnico Elétrico e Eletrônico: desenhos relativos a construções elétricas e eletrônicas;

-Desenho Técnico Topográfico: desenhos relativos à topografia, movimento de terra e outras afinidades.

c) DESENHOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES:

Estariam classificados neste item, todos os demais tipos de desenhos técnicos necessários para projetos e cons-

truções, em qualquer que seja a área de atividades, como exemplificamos abaixo:

-Desenho de Elementos de Máquinas
-Desenho de Tubulações
-Desenho de Construção Naval
-Desenho de Estruturas
-Desenho de Coberturas
-Desenho de Instalações Hidráulicas
-Desenho de Concreto Armado
-Desenho de Instalações Elétricas Prediais
-Desenho de Instalações Elétricas Industriais
-Desenho de Circuitos Impressos
-Desenho de Diagramas
-Desenho de Cartografia
-Desenho de Marcenaria
-Desenho de Móveis

3.1.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Na classificação do Desenho Técnico proposta, não foi citada em nenhum momento a Computação Gráfica, uma vez que a mesma é entendida como um "recurso" para ser utilizado no desenvolvimento do Desenho Técnico em geral.

A Computação Gráfica é a ferramenta mais importante e atualizada para a representação em Desenho Técnico. Por intermédio dela executam-se as construções geométricas planas, representam-se objetos pelas suas projeções e em perspectiva, bem como os modifica, com transformações determinadas por rotações, mudança de posição do observador, de dimensões, de escalas, de cor, e etc...

Enfim, trata-se realmente de uma revolucionária inovação, que muitos benefícios tem apresentado à área de representação gráfica, e que reserva ainda para o futuro muitos outros, com o aperfeiçoamento de sua utilização, pelo domínio crescente por parte do homem sobre a máquina, e consequentemente um aproveitamento maior e melhor das vantagens oferecidas pela Computação Gráfica.

Entretanto, a área de Representação Gráfica exige uma série de conhecimentos por parte dos profissionais que nela militam, inerentes aos programas específicos existentes para os computadores.

Assim, por exemplo, pode-se citar a aplicação de determinadas normas existentes para os desenhos, que variam até de cidades para cidades, como é o caso de projetos arquitetônicos. A representação de objetos pelo computador é feita com muitas facilidades, em posições variadas, em função da localização do observador; no entanto, é necessário que as vistas mais convenientes sejam escolhidas, o que exigirá conhecimento específico sobre o assunto.



Como esses exemplos, muitos outros poderiam ser citados, mostrando a necessidade dos conhecimentos de desenho para o melhor desempenho junto à Computação Gráfica.

Por intermédio da Computação Gráfica portanto, os problemas da Representação Gráfica são resolvidos independentes da área que pertençam, de maneira prática, utilizando-se de vários programas existentes.

Aos profissionais ligados à Representação Gráfica, cabe aplicar os seus conhecimentos, aproveitando-se da Computação Gráfica, como equipamento sofisticado de trabalho que é, para desenvolver suas atividades com mais eficácia, beneficiando-se das vantagens por ela proporcionadas.

3.1.2. SÍNTESE DA CLASSIFICAÇÃO DO DESENHO TÉCNICO

PROPOSTA

- CLASSIFICAÇÃO DO DESENHO TÉCNICO
  - DESENHO TÉCNICO BÁSICO
  - DESENHO TÉCNICO ESPECÍFICO
    - MECÂNICO
    - ARQUITETÔNICO
    - ELÉTRICO E ELETRÔNICO
    - TOPOGRÁFICO
  - DESENHO TÉCNICO COMPLEMENTAR
    - DESENHO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS
    - DESENHO DE TUBULAÇÕES
    - DESENHO DE COBERTURAS
    - DESENHO DE ESTRUTURAS
    - DESENHO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
    - DESENHO DE CONCRETO ARMADO
    - DESENHO DE CIRCUITOS IMPRESSOS
    - DESENHO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PREDIAIS
    - DESENHO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS INDUSTRIAIS
    - DESENHO DE DIAGRAMAS
    - DESENHO DE CARTOGRAFIA
    - DESENHO DE CONSTRUÇÃO NAVAL
    - DESENHO DE MARCENARIA
    - DESENHO DE MÓVEIS

3.2. SELEÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE GEOMETRIA DESCRITIVA NECESSÁRIOS EM DESENHO TÉCNICO BÁSICO E A IDENTIFICAÇÃO DAS DIFICULDADES DE CADA ETAPA

No que diz respeito às dificuldades encontradas na representação plana de objetos do espaço, ao analisar a bibliografia sobre essa área de ensino, verifica-se que as mesmas são bastante antigas.

CUNHA (1989), menciona:

> "Data de muitos séculos as primeiras tentativas de representação de desenhos técnicos...,Assim, chegaram até os nossos dias testemunhos de desenhos de projetos, executados pelos Egípcios, pelos povos da Mesopotânia e pelos Romanos".

Por outro lado, os autores são unânimes em afirmar que a Geometria Descritiva criada por Monge foi o marco inicial para a solução desse tipo de problema.

De acordo com SILVA (1984):

> "Utilizando o sistema cilíndrico ortogonal, o matemático francês Gaspard Monge, nascido em 1746, criou a Geometria Descritiva, que acompanhando o desenvolvimento industrial, serviu de base ao Desenho Técnico".

Sendo assim, este trabalho que visa mostrar as aplicações da Geometria Descritiva no Desenho Técnico, considerando as observações relatadas, pretende mostrar os principais conceitos e fundamentos da Geometria Descritiva, que são necessários para o melhor entendimento de problemas de Desenho Técnico.

Por mais variadas que sejam as classificações encontradas para o Desenho Técnico, fica evidente a existência de duas classes distintas: O Desenho Técnico Projetivo e o Não Projetivo.

Desta maneira, todos os tipos de Desenhos Técnicos Projetivos, quer na área de civil, mecânica ou elétrica, exigem conhecimentos de Geometria Descritiva para que se obtenha um bom domínio do mesmo, não só na representação pelas projeções, como também na interpretação delas para a visualização dos objetos espaciais que representam.

Pode-se então dizer que as dificuldades encontradas em Desenho Técnico, em função da falta desses conhecimentos, independentes da área, surgem já a partir da representação de objetos pelas vistas ortográficas principais.

Sem as noções fundamentais do Desenho Projetivo e na tentativa de suprir essas falhas, as vistas ortográficas, são muitas vezes ensinadas apenas de maneira prática, como o próprio nome sugere, "vistas", e não como "projeções" em determinados planos.

O conceito de "vistas", leva o aluno que não tem conhecimentos de pelo menos projeções ortogonais, a representar o objeto da maneira que ele o enxerga, o que nem sempre satisfaz as condições necessárias, como por exemplo, de paralelismo e perpendicularismo, nas projeções resultantes,

levando-se em conta a posição do plano que contém a face considerada do objeto, em relação aos planos de projeção.

Nessa etapa do ensino de Desenho Técnico, além da teoria sobre vistas ortográficas, é necessário transmitir todos os conceitos iniciais do Desenho Projetivo, iniciando-se pelos sistemas de projeções e as propriedades que relacionam o objeto e suas projeções. A seguir deve-se introduzir os conceitos de diedro formado pelos planos horizontal e vertical de projeção; do método Mongeano de Projeção e da representação, leitura e interpretação de uma épura.

A partir destes conceitos, que facilitarão bastante o início do aprendizado, cabe inserir nas explicações sobre as determinações das vistas ortográficas, a representação em épura das principais arestas e superfícies contidas nas faces consideradas como vista do objeto; e também a identificação dos planos que contêm essas superfícies, de acordo com a sua posição em relação aos planos de projeção.

Assim, as projeções de um objeto qualquer, serão determinadas com maior clareza e exatidão, pois as suas faces não paralelas aos planos de projeção, deixarão de ser enxergadas de forma distorcidas pelo observador, em função dos conhecimentos por ele adquiridos para tanto.

Se analisado por área, verifica-se que o Desenho Téc-

nico Mecânico está entre aqueles que mais exigem os conhecimentos de Geometria Descritiva, em função da diversidade de formas e posições dos objetos, de que o mesmo se utiliza.

A verdadeira grandeza de faces ou de formas, muito utilizadas na representação de peças ou componentes mecânicos e em desenvolvimento de superfícies, são obtidas pelos processos (entendendo-os como parte dos métodos descritivos): rebatimento, rotação e mudança de plano.

As vistas auxiliares, muito se utilizam também desses processos e são aplicadas com freqüência nos Desenhos Técnicos Mecânicos.

As vistas seccionais que são obtidas pela "Secção Plana de Sólidos", encontram aplicações constantes nas áreas de Desenho Arquitetônico e Mecânico.

Enfim, conclui-se que os Desenhos Técnicos Projetivos exigem conceitos de Geometria Descritiva bem claros, sem os quais, o desempenho no aprendizado do Desenho Técnico torna-se realmente prejudicado.

Desta forma, para maior segurança na seleção dos conhecimentos de Geometria Descritiva necessários, elegeu-se o texto de MAGUIRE & SIMMONS, (1981), que na revisão bibliográfica mostrou ser o mais adequado para a identificação dos referidos conhecimentos de Geometria Descritiva, que consolidam o aprendizado de Desenho Técnico Básico.

Assim, os itens selecionados foram:

- Introdução do conceito de projeção;
- Conceituação do Método de Monge;
- Os conceitos mongeanos existentes na representação em vistas de um prisma reto-retângulo;
- Introdução dos conceitos de vistas ortográficas, sua classificação e utilizações;
- Desenvolvimento de superfícies;
- Intersecções de sólidos.

3.3. FORMAS DE TRANSMISSÃO DOS CONHECIMENTOS DE GEOMETRIA DESCRITIVA SELECIONADOS

Tendo em vista o conjunto de conceitos necessários para a correta utilização do Desenho Técnico Básico selecionados, elaborou-se uma proposta para a introdução dos referidos conceitos, com o rigor necessário que a Geometria Descritiva dá aos mesmos.

Para que esses conceitos sejam introduzidos de forma satisfatória, tanto a transmissão oral, como a escrita, como a gráfica (por meio da imagem), precisam ser cuidadosamente analisadas em seus mecanismos de percepção, que devem se incorporar no conhecimento intuitivo do aluno.

3.3.1. INTRODUÇÃO DO CONCEITO DE PROJEÇÃO

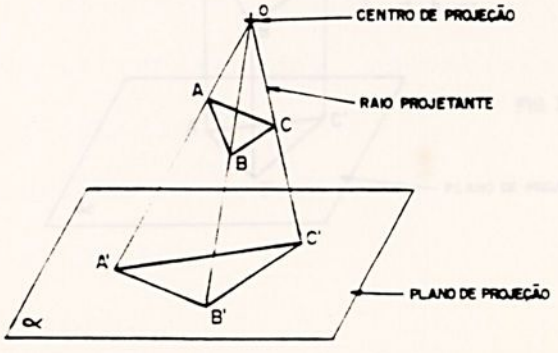
Como já foi comentado, antes de iniciar-se o ensino sobre a representação de objetos pelas vistas ortográficas em Desenho Técnico, deve-se transmitir os conceitos iniciais de projeção, mostrando os tipos de projeções existentes e suas principais utilizações.

A projeção de um objeto é a sua representação gráfica num plano. Como os objetos têm três dimensões, a sua representação num plano bidimensional, se dá em conformidade com artifícios técnicos.

Para tanto, são considerados os elementos básicos da projeção: a posição do observador, o objeto e o plano de projeção.

Os Sistemas de Projeção, conforme a posição ocupada pelo centro de projeção (finita ou infinita), se classifica em:

a) **Sistema Cônico, Central ou Perspectiva**: o centro de projeção tem posição finita. é utilizado em perspectiva exata. (Fig. 1).



△(A'B'C') É A PROJEÇÃO DO △(ABC) NO PLANO ∝

FIG. 1

b) Sistema Cilíndrico de Projeção: o centro de projeção está no infinito, com os raios projetantes paralelos, com uma direção "d" em relação ao plano de projeção.

Conforme essa direção ele pode ser:

1º) Oblíquo: quando a direção "d" for oblíqua ao plano de projeção. Este sistema encontra aplicação em perspectiva cavaleira e nos estudos de insolação. (Fig. 2)

△(A'B'C') É A PROJEÇÃO DO △(ABC) NO PLANO ∝. SE A FIGURA FOR PARALELA A ∝, SUA PROJEÇÃO SERÁ EM VERDADEIRA GRANDEZA.

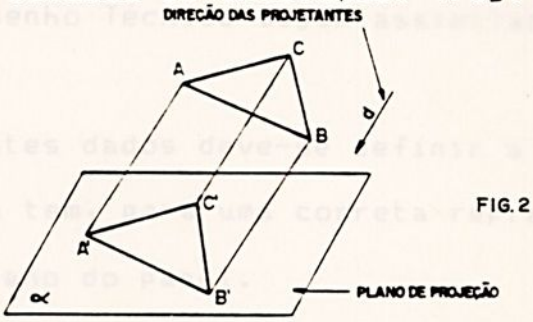


FIG. 2

2º) Ortogonal: quando a direção "d" é perpendicular ao plano de projeção. Este sistema foi adotado por Gaspard Monge, criador da Geometria Descritiva.

As vistas ortográficas (que se utilizam de dois ou mais planos de projeção) e a perspectiva axonométrica (dimétrica, trimétrica e isométrica) que se utilizam de um só plano de projeção, são aplicações do Sistema de Projeção Ortogonal. (Fig. 3)

△(A'B'C') É A PROJEÇÃO DO △(ABC) NO PLANO ∝ SE A FIGURA FOR PARALELA A ∝, SUA PROJEÇÃO SERÁ EM VERDADEIRA GRANDEZA

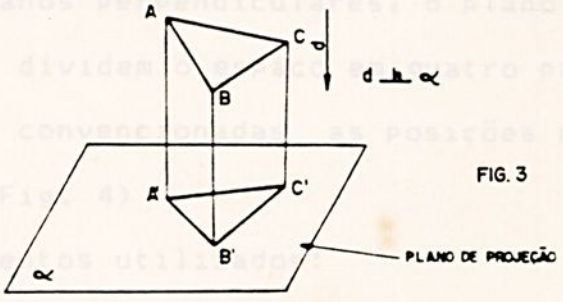


FIG. 3

3.3.2. CONCEITUAÇÃO DO MÉTODO DE MONGE

Deve ser conceituado o Método Mongeano de projeção, mostrando os elementos que serão utilizados, como os planos de projeção, diedros, linha de terra, cota e afastamento; e citando uma convenção de notação para a representação do ponto, da reta e do plano, para que as citações feitas durante o ensino do Desenho Técnico sejam assimiladas com clareza e objetividade.

A partir destes dados deve-se definir a épura, e a importância que a mesma tem, para uma correta representação do tridimensional no plano do papel.

Método Mongeano de Projeção

Criado pelo francês GASPARD MONGE, nascido em 1746, no final do século XVIII, esse método utiliza-se do Sistema Ortogonal de Projeções, sobre dois planos perpendiculares entre si.

Os dois planos perpendiculares, o plano horizontal e o plano vertical, dividem o espaço em quatro partes, formando os diedros, sendo convencionadas as posições para o 1º, 2º, 3º e 4º diedros. (Fig. 4)

Outros elementos utilizados:

PH = Plano horizontal de projeção;

PV = Plano vertical de projeção;

LT = Linha de terra; é a reta intersecção entre o PH e o PV

Cota: é a distância de um ponto ao PH; que em projeção é representada pela distância de sua projeção vertical até a LT.

Afastamento: é a distância de um ponto ao PV; que em projeção é representada pela distância de sua projeção horizontal até a LT.

Convenções para notações:

Letras maiúsculas para os pontos (A, B, C...,);

Letras minúsculas para as retas (a, b, c...,)

Letras gregas para os planos (α, β, π, ...,).

Para simplificação da representação e maior facilidade na interpretação dos desenhos, os semiplanos serão considerados como planos.

PONTO A ∈ 1º DIEDRO
A_1 - PROJEÇÃO DE "A" NO PH
A_2 - PROJEÇÃO DE "A" NO PV
COTA DE "A" EM PROJEÇÃO = $\overline{A_2 A_0}$
AFASTAMENTO DE "A" EM PROJEÇÃO = $\overline{A_1 A_0}$

PONTO B ∈ 3º DIEDRO
B_1 - PROJEÇÃO DE "B" NO PH
B_2 - PROJEÇÃO DE "B" NO PV
COTA DE "B" EM PROJEÇÃO = $\overline{B_2 B_0}$
AFASTAMENTO DE "B" EM PROJEÇÃO = $\overline{B_1 B_0}$

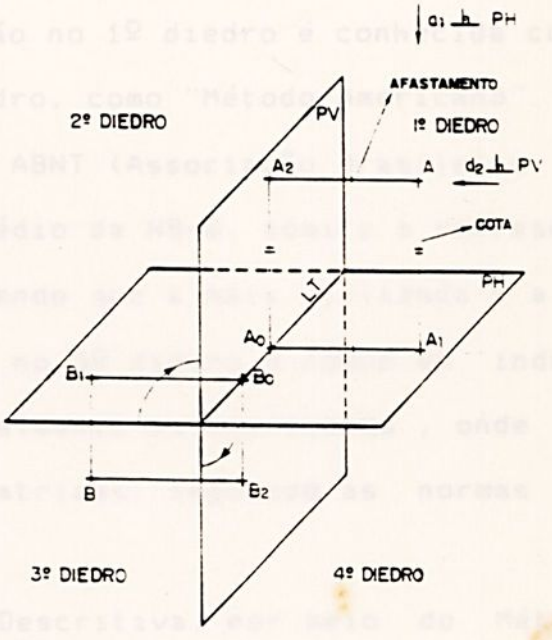


FIG.4

épura

Para a representação de uma figura do espaço no plano bidimensional, desenha-se a épura, que é a planificação do diedro, obtida com o rebatimento de 90°, do PH no sentido horário.

Um objeto pode estar localizado em qualquer diedro, e terá as suas projeções vertical e horizontal. A Geometria Descritiva estuda essas projeções, nos quatro diedros.

Em Desenho Técnico o 2º e 4º diedros não são utilizados, uma vez que as épuras se tornam difíceis de interpretação, devido à superposição de projeções após o rebatimento.

A representação no 1º diedro é conhecida como "Método Alemão" e a do 3º diedro, como "Método Americano".

No Brasil, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), por intermédio da NB-8, admite a representação em ambos os diedros, sendo que a mais utilizada é a do 1º diedro. A representação no 3º diedro é comum em indústrias estrangeiras, principalmente as americanas , onde os desenhos procedem de suas matrizes, seguindo as normas lá utilizadas.

A Geometria Descritiva, por meio do Método Mongeano, representa os pontos do espaço, $A \in$ 1º e $B \in$ 3º diedros, da Fig. 4, pelas épuras das Figs. 5 e 6.

ÉPURA

APÓS O REBATIMENTO, O PH e PV SE TORNAM COINCIDENTES

$\overline{A_2A_0}$ = COTA
$\overline{A_1A_0}$ = AFASTAMENTO

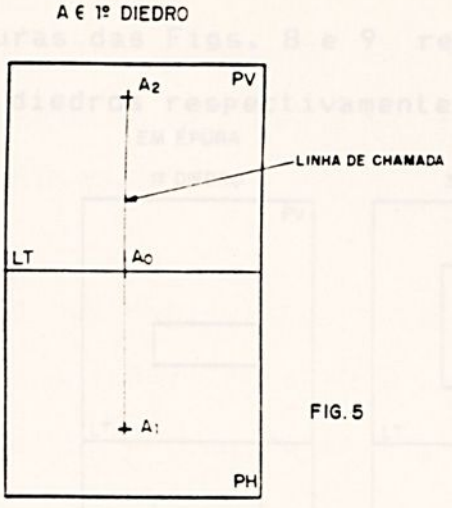


FIG. 5

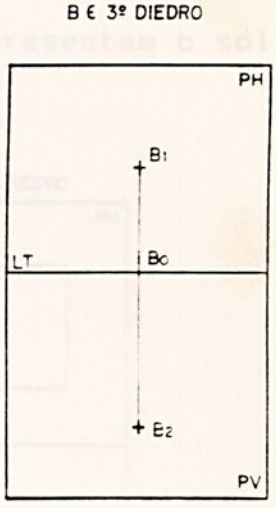


FIG. 6

Exemplificando com um sólido:

Neste exemplo as letras não são colocadas para a indicação dos vértices da figura. (Em Desenho Técnico, não são colocadas). A Fig. 7, mostra o sólido no espaço, no 1º e 3º diedros.

NO 1º DIEDRO OS ELEMENTOS DA PROJEÇÃO TÊM PELA ORDEM: OBSERVADOR, OBJETO E PLANO DE PROJEÇÃO.

NO 3º DIEDRO A ORDEM É: OBSERVADOR, PLANO DE PROJEÇÃO E OBJETO.

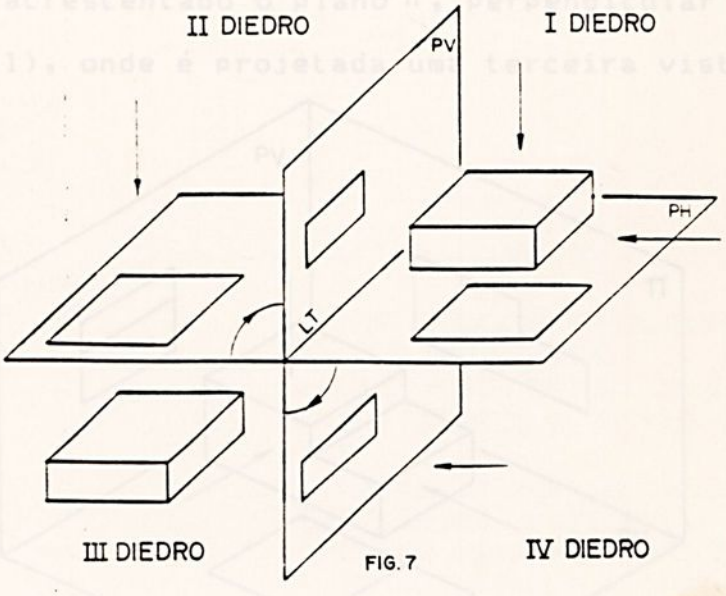


FIG. 7

As épuras das Figs. 8 e 9 representam o sólido acima, no 1º e 3º diedros respectivamente.

EM ÉPURA

VERIFICA-SE QUE EM ÉPURA AS PROJEÇÕES SE APRESENTAM EM POSIÇÕES CONTRÁRIAS

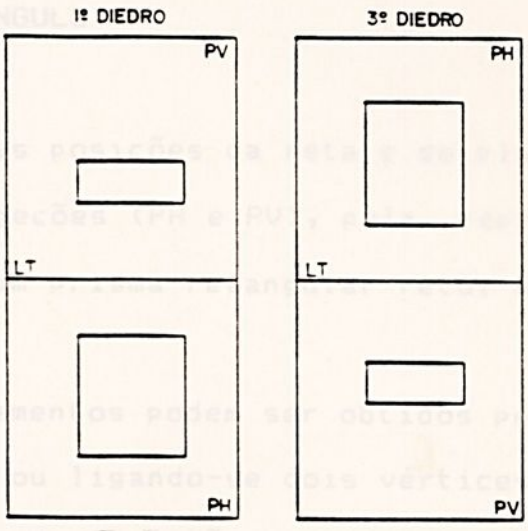


FIG.8

FIG.9

O exemplo da Fig. 10 mostra a aplicação das projeções ortogonais na obtenção de vistas ortográficas, de um sólido no 1º diedro. Além dos planos vertical e horizontal de projeção, foi acrescentado o plano π, perpendicular a ambos (plano de perfil), onde é projetada uma terceira vista do objeto.

DIREÇÃO DAS PROJETANTES "d" PERPENDICULAR AOS PLANOS DE PROJEÇÃO.
AS PROJEÇÕES DO OBJETO SÃO CHAMADAS EM DESENHO TÉCNICO DE VISTAS ORTOGRÁFICAS.

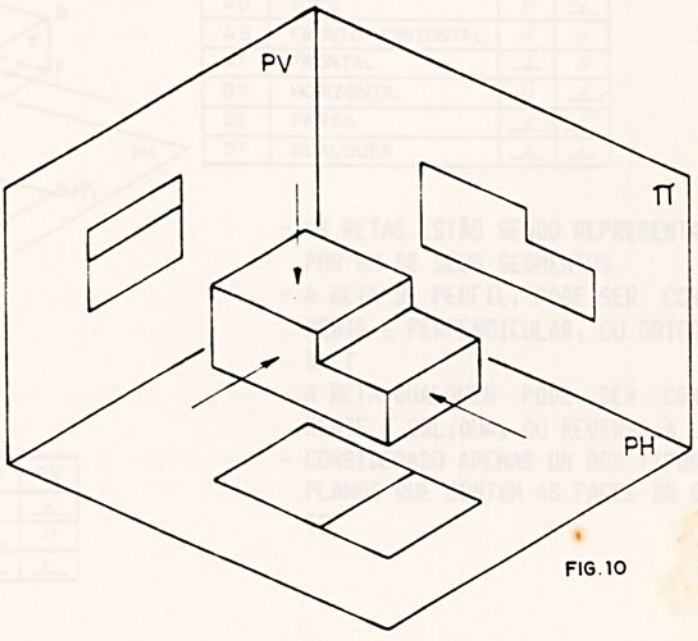


FIG.10

3.3.3. OS CONCEITOS MONGEANOS EXISTENTES NA REPRESENTAÇÃO EM VISTAS DE UM PRISMA RETO-RETÂNGULO

Mostrar as posições da reta e do plano em relação aos planos de projeções (PH e PV), pela representação no espaço e em épura de um prisma retangular reto, no 1º diedro.

Esses elementos podem ser obtidos pelas arestas das faces do sólido, ou ligando-se dois vértices não consecutivos do mesmo, tomando-se então as diagonais. (Figs. 11 e 12)

NO ESPAÇO

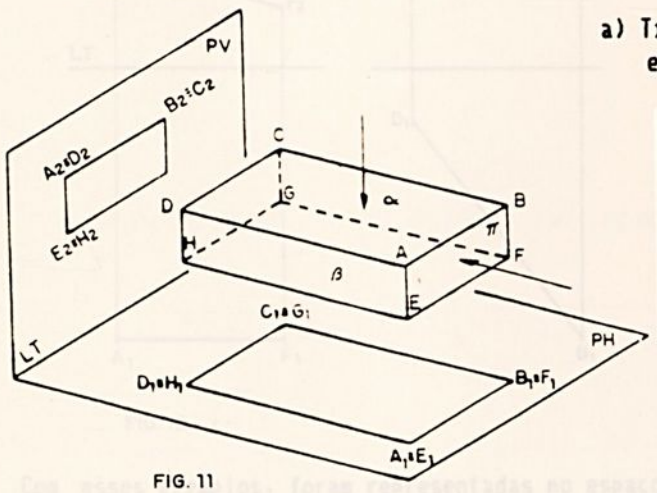


FIG. 11

a) Tipos de retas e sua posição em relação ao PH e PV

RETA	NOME	PH	PV
AE	VERTICAL	⊥	//
AD	TOPO	//	⊥
AB	FRONTO-HORIZONTAL	//	//
AF	FRONTAL	∠	//
BD	HORIZONTAL	//	∠
DE	PERFIL	∠	∠
DF	QUALQUER	∠	∠

- AS RETAS ESTÃO SENDO REPRESENTADAS POR UM DE SEUS SEGMENTOS
- A RETA DE PERFIL, PODE SER CONCORRENTE E PERPENDICULAR, OU ORTOGONAL À LT
- A RETA QUALQUER PODE SER CONCORRENTE E OBLÍQUA, OU REVERSA À LT
- CONSIDERADO APENAS UM DOS TIPOS DE PLANOS QUE CONTÉM AS FACES DO OBJETO

b) Tipos de planos e sua posição em relação ao PH e PV

PLANO	NOME	PH	PV
ABCD	HORIZONTAL	//	⊥
ABFE	FRONTAL	⊥	//
AEHD	PERFIL	⊥	⊥

EM ÉPURA

a) Representação do sólido

b) Representação das retas pelos segmentos indicados.

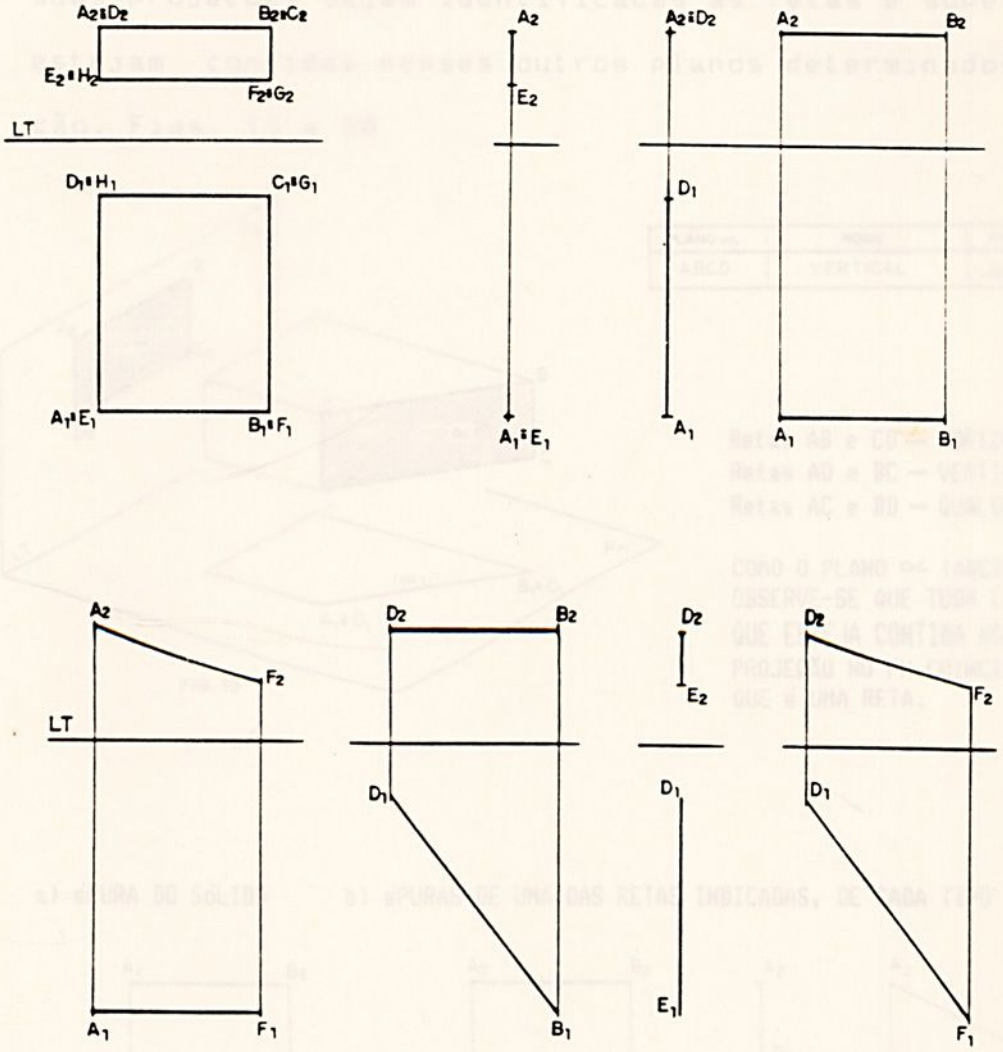


FIG.12

Com esses exemplos, foram representadas no espaço e em épura, uma reta de cada tipo possível, contida no sólido, de acordo com a sua posição em relação ao PH e PV.

Os planos considerados no sólido são chamados de PROJETANTES, por serem perpendiculares a pelo menos um dos planos de projeção.
A projeção da face contida nesses planos, é reduzida a um segmento de reta no plano de projeção ao qual é perpendicular, e se dará em "VG" no outro plano de projeção, caso seja paralela ao mesmo.

Em seguida fazer a representação do mesmo sólido, seccionado em posições diferentes, de maneira que em suas projeções sejam identificadas as retas e superfícies que estejam contidas nesses outros planos determinados pela secção. Figs. 13 a 20

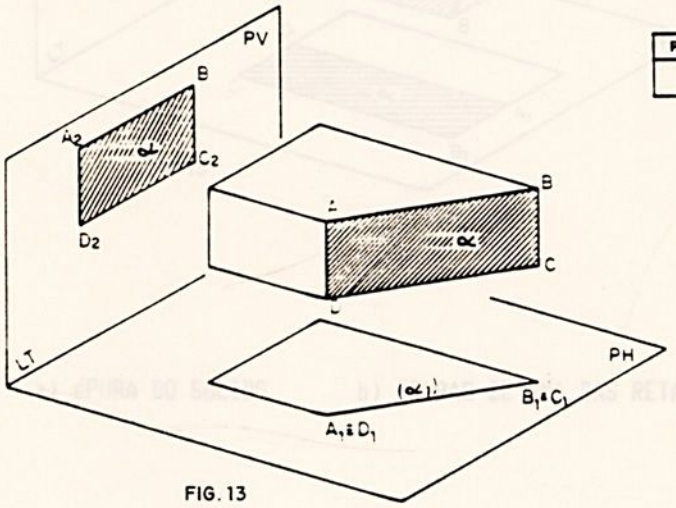


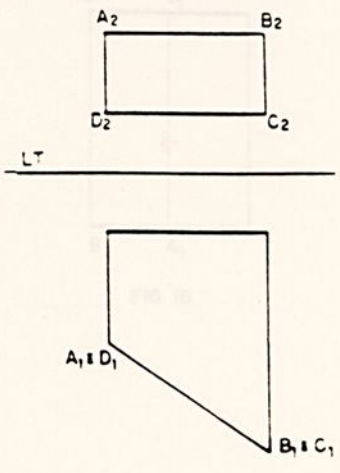
FIG. 13

PLANO α	NOME	PH	PV
ABCD	VERTICAL	h	6

Retas AB e CD — HORIZONTAL
Retas AD e BC — VERTICAL
Retas AC e BD — QUALQUER

COMO O PLANO α (ABCD) é PROJETANTE, OBSERVE-SE QUE TODA E QUALQUER FIGURA QUE ESTEJA CONTIDA NO MESMO, TERÁ A PROJEÇÃO NO PH COINCIDENTE COM (α_1), QUE É UMA RETA.

a) ÉPURA DO SÓLIDO



b) ÉPURAS DE UMA DAS RETAS INDICADAS, DE CADA TIPO

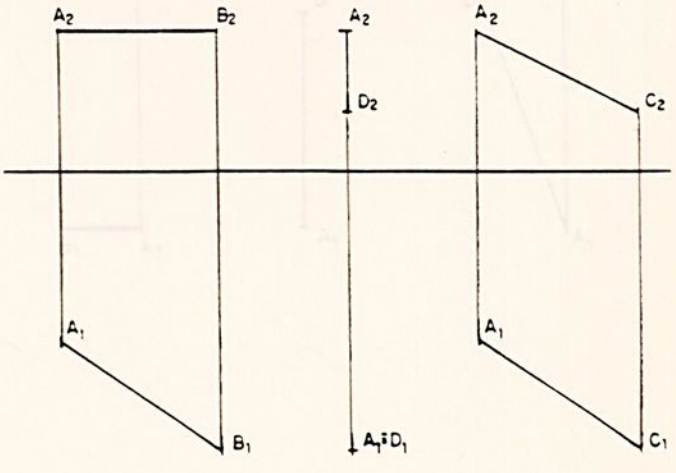


FIG 14

PLANO ∝	NOME	PH	PV
ABCD	TOPO	⊿	⊥

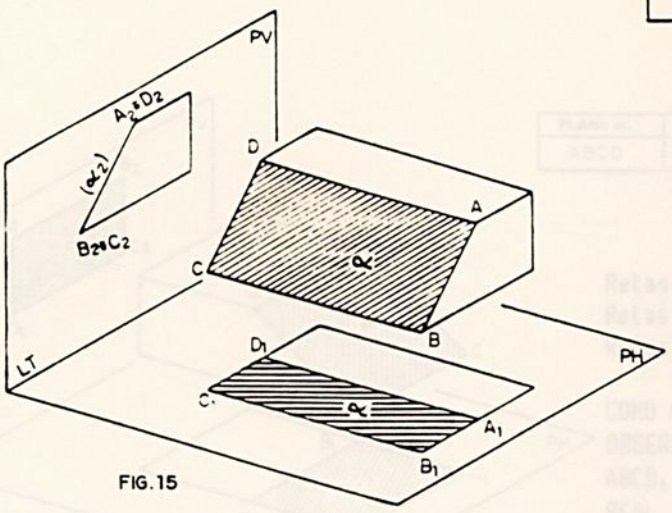


FIG.15

Retas AB e CD – FRONTAL
Retas AD e BC – TOPO
Retas AC e BD – QUALQUER

COMO O PLANO ∝ (ABCD) é PROJETANTE, OBSERVE-SE QUE TODA E QUALQUER FIGURA QUE ESTEJA CONTIDA NO MESMO, TERÁ A PROJEÇÃO NO PV COINCIDENTE COM (α_2), QUE É UMA RETA.

a) ÉPURA DO SÓLIDO

b) ÉPURAS DE UMA DAS RETAS INDICADAS, DE CADA TIPO

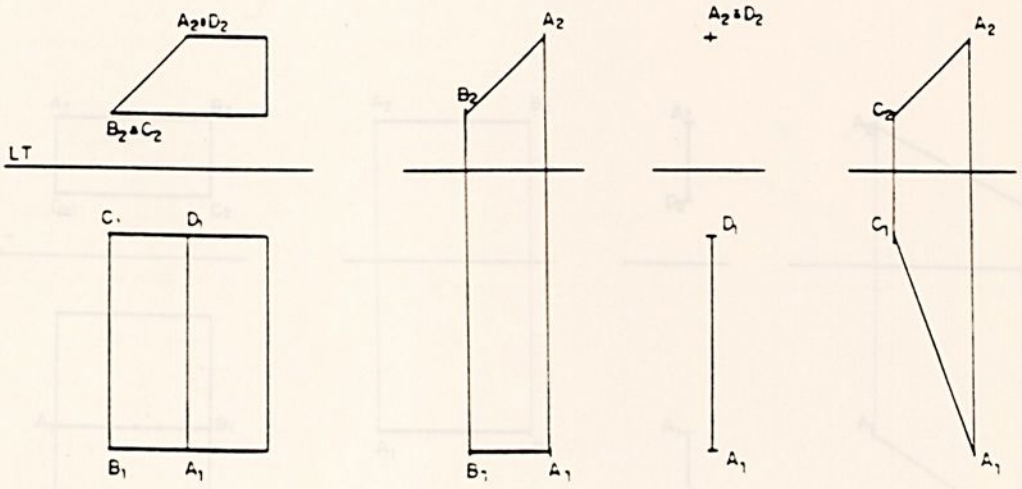


FIG.16

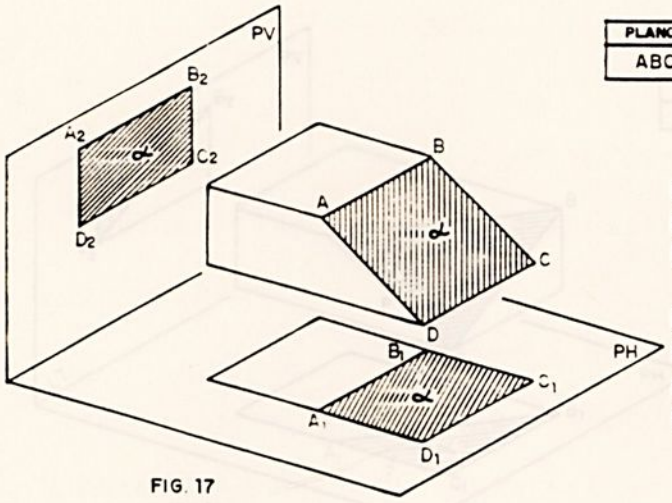


FIG. 17

PLANO α	NOME	PH	PV
ABCD	RAMPA		

Retas AB e CD — FRONTO-HORIZONTAL
Retas AD e BC — PERFIL
Retas AC e BD — QUALQUER

COMO O PLANO α (ABCD) É OBLÍQUO AO PH e PV OBSERVE-SE QUE AS PROJEÇÕES DO QUADRILÁTERO ABCD, É REDUZIDA EM RELAÇÃO AO SEU TAMANHO REAL. (NÃO ESTÃO EM VERDEIRA GRANDEZA)

a) ÉPURA DO SÓLIDO

b) ÉPURA DE UMA DAS RETAS INDICADAS, DE CADA TIPO

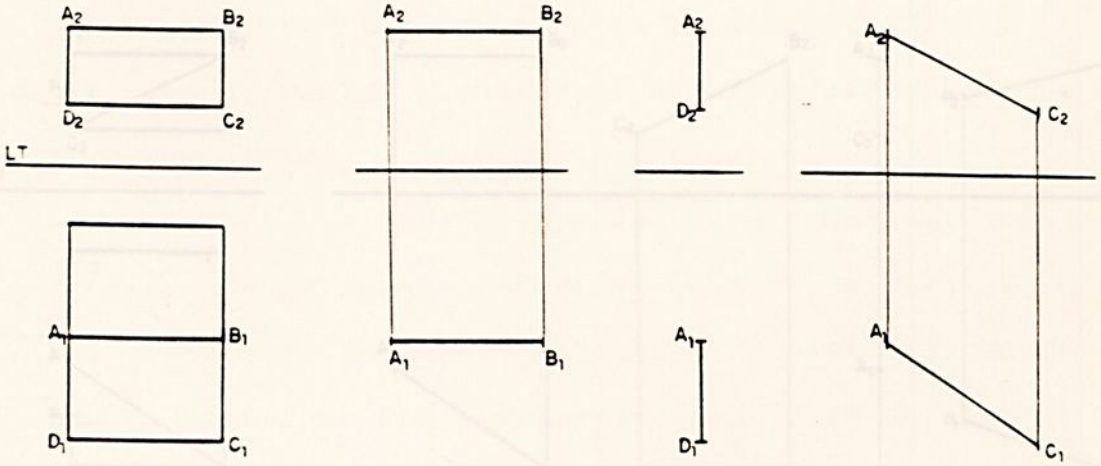


FIG. 18

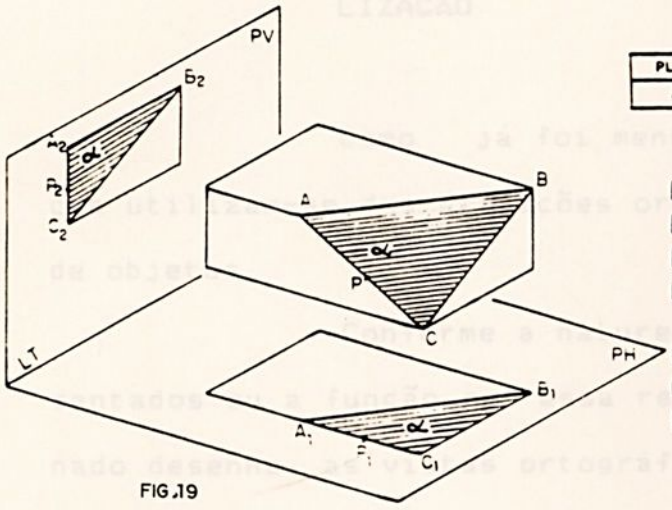


FIG.19

PLANO α	NOME	PH	PV
ABC	QUALQUER	⊿	⊿

Reta AB — HORIZONTAL
Reta BC — FRONTAL
Reta AC — PERFIL
Reta BP — QUALQUER

COMO O PLANO α (ABC) É OBLIQUO AO PH E PV, OBSERVE-SE QUE AS PROJEÇÕES DO TRIÂNGULO NÃO ESTÃO EM VERDADEIRA GRANDEZA.

a) ÉPURA DO SÓLIDO

b) ÉPURA DAS RETAS INDICADAS

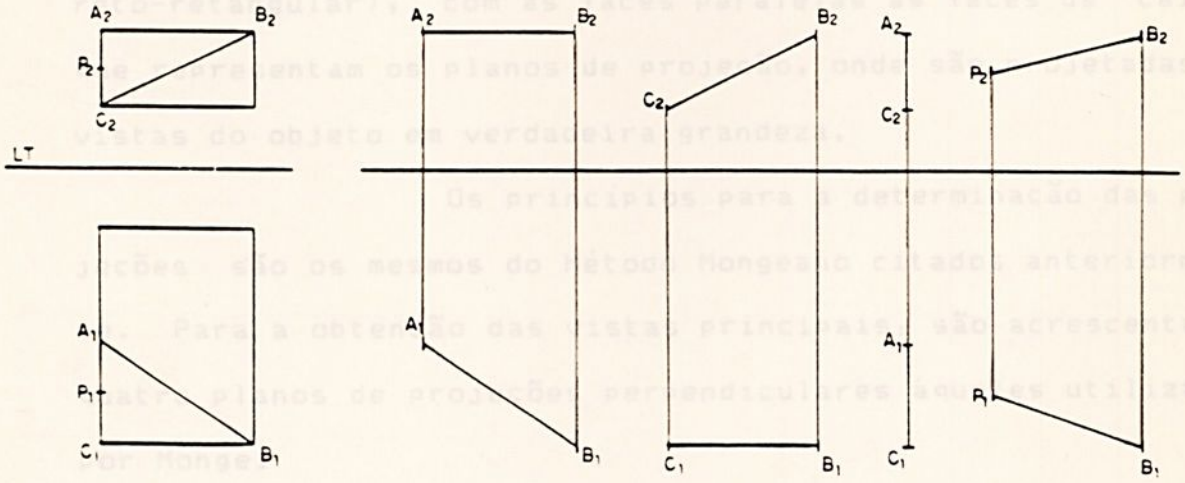


FIG.20

3.3.4. INTRODUÇÃO DOS CONCEITOS EM VISTAS ORTOGRÁFICAS, SUA CLASSIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO

Como já foi mencionado, as vistas ortográficas utilizam-se das projeções ortogonais para a representação de objetos

Conforme a natureza dos objetos a serem representados ou a função que essa representação terá num determinado desenho, as vistas ortográficas classificam-se em:

1º) Vistas principais

As vistas principais de um objeto, em número de seis, são obtidas colocando-se o objeto com as faces principais paralelas aos planos de projeção. No exemplo da Fig. 21, o objeto é colocado no interior de uma caixa (prisma reto-retangular), com as faces paralelas às faces da caixa, que representam os planos de projeção, onde são projetadas as vistas do objeto em verdadeira grandeza.

Os princípios para a determinação das projeções são os mesmos do Método Mongeano citados anteriormente. Para a obtenção das vistas principais, são acrescentados quatro planos de projeções perpendiculares àqueles utilizados por Monge.

As vistas obtidas são chamadas de: FRONTAL (F), POSTERIOR (P), SUPERIOR (S), INFERIOR (I), LATERAL ESQUERDA (E) e LATERAL DIREITA (D).

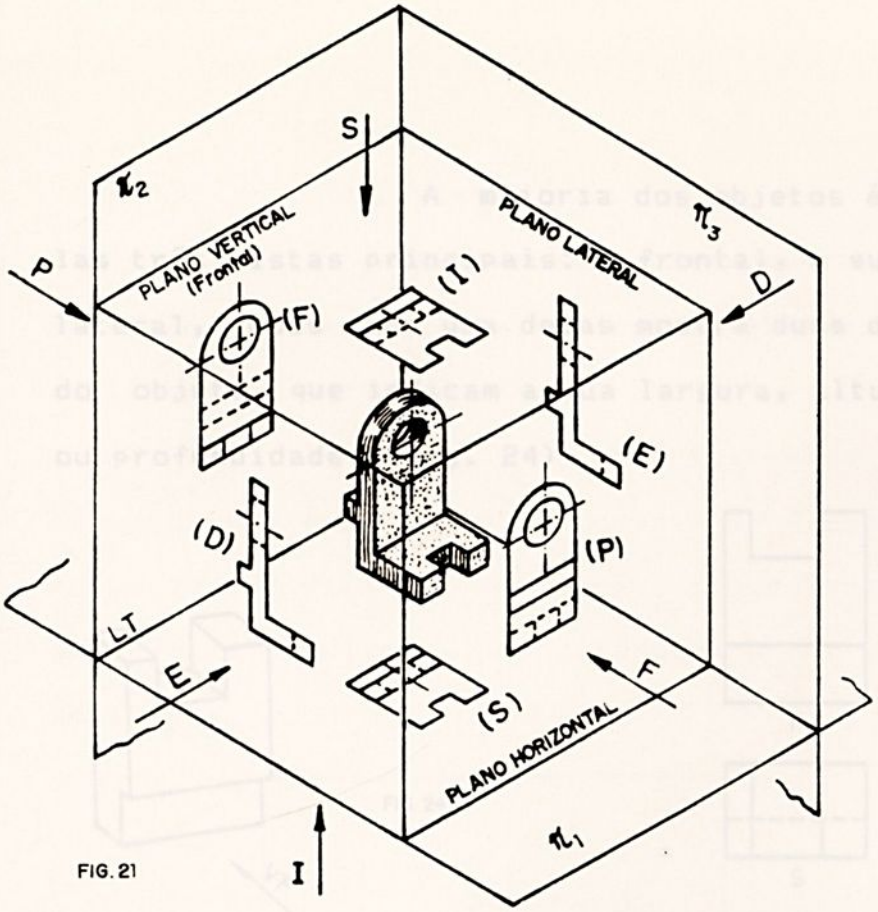


FIG. 21

FONTE: DOZZI & FRANCISCO (1987)

A PLANIFICAÇÃO DAS PROJEÇÕES, CONFORME DISPOSIÇÃO das Figs. 22 e 23, é OBTIDA COM O REBATIMENTO DAS FACES DA CAIXA, DE FORMA NÃO HAVER SUPERPOSIÇÃO DAS PROJEÇÕES.

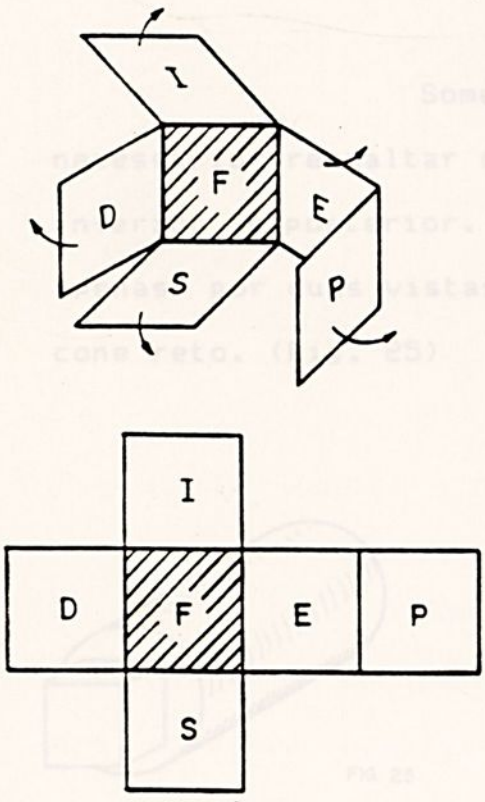
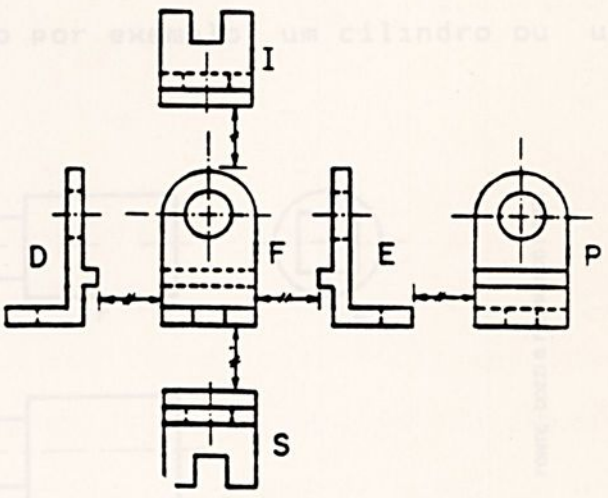


FIG. 22



FONTE: DOZZI & FRANCISCO (1987)

FIG. 23

A maioria dos objetos é representada pelas três vistas principais: a frontal, a superior e uma vista lateral, pois cada uma delas mostra duas das três dimensões do objeto, que indicam a sua largura, altura e o comprimento ou profundidade. (Fig. 24)

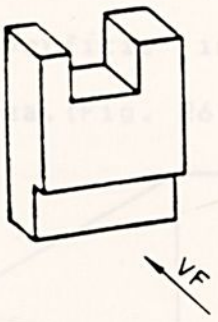
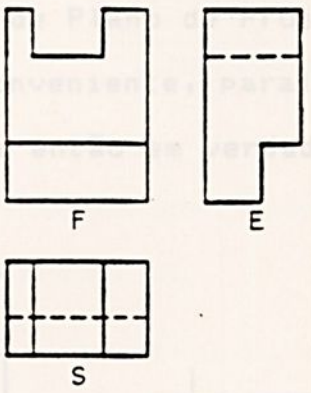


FIG. 24



FONTE: BACHMANN & FORBERG (1979)

Somente em alguns casos raros, quando for necessário ressaltar certos detalhes, utilizam-se as vistas inferior e posterior. Alguns objetos podem ser representados apenas por duas vistas, como por exemplo, um cilindro ou um cone reto. (Fig. 25)

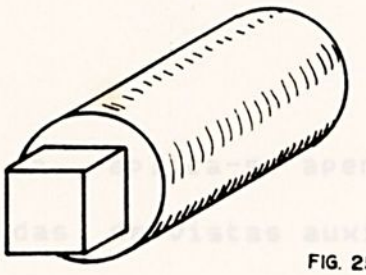
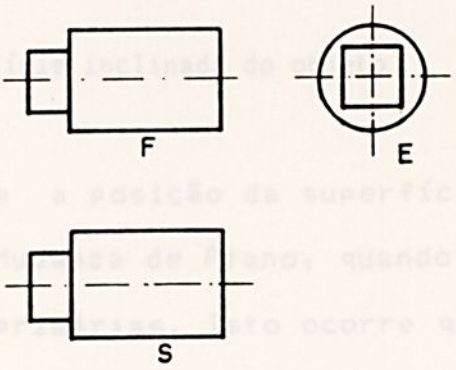


FIG. 25



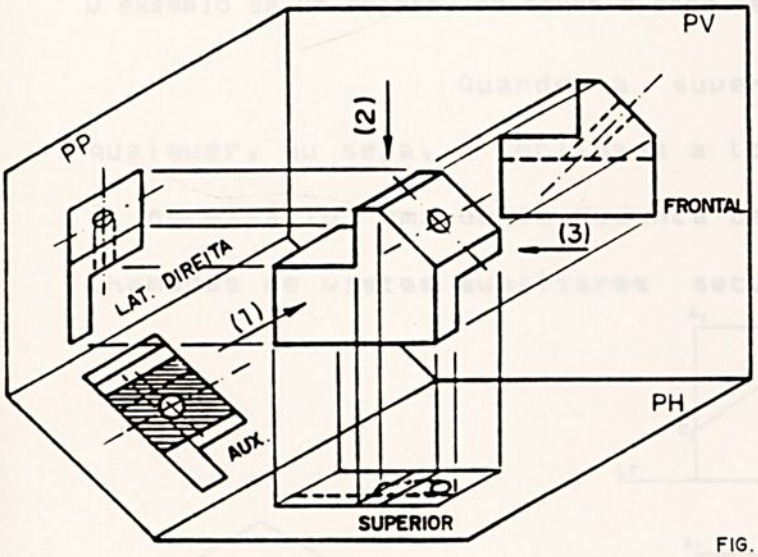
FONTE: DOZZI & FRANCISCO (1987)

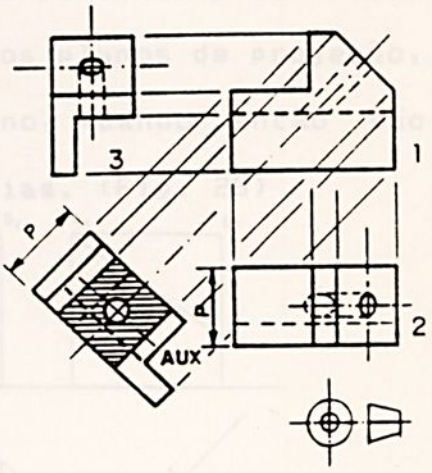
A Vista Superior não é necessária

2º) Vistas auxiliares

As vistas auxiliares são utilizadas para a obtenção da projeção em verdadeira grandeza, de superfícies inclinadas aos planos de projeção.

Neste caso, aplicando-se um dos métodos descritivos, o Processo da Mudança de Plano de Projeção, torna-se um dos planos de projeção, conveniente, paralelo a essa superfície inclinada, projetando-a então em verdadeira grandeza.(Fig. 26)





FONTE: DOZZI & FRANCISCO (1987)

FIG. 26

Plano auxiliar paralelo à superfície inclinada do objeto

Conforme a posição da superfície inclinada, aplica-se apenas uma Mudança de Plano, quando são chamadas de **vistas auxiliares primárias.** Isto ocorre quando a superfície inclinada é perpendicular a um dos planos de projeção. (Fig. 27)

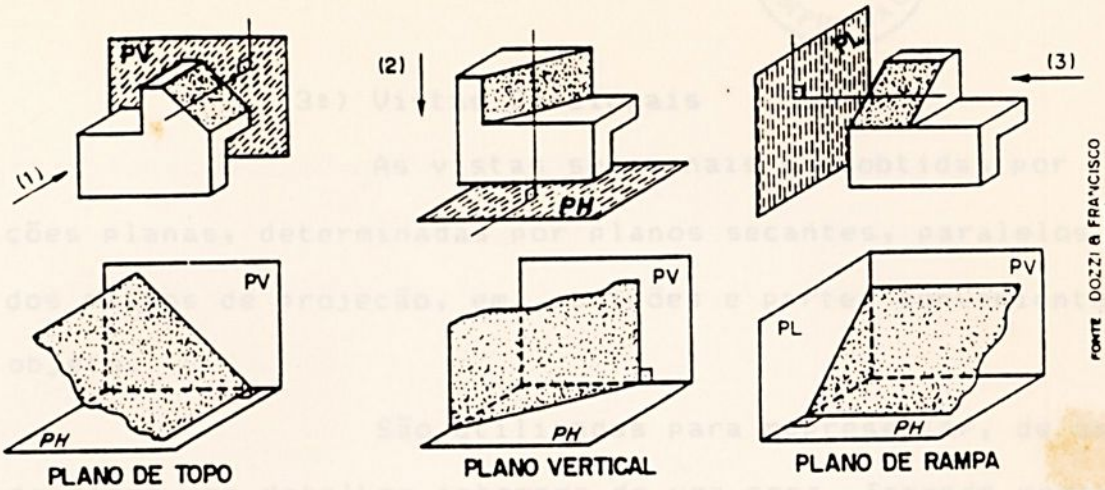


FIG. 27

Estes objetos mostram três superfícies inclinadas aos planos de projeção e perpendicular a pelo menos um deles
O exemplo de um objeto, em épura é dado pela Fig. 26.

Quando a superfície pertence a um plano qualquer, ou seja, é inclinada a todos os planos de projeção, é necessário uma dupla Mudança de Plano, quando então são chamadas de **vistas auxiliares secundárias.** (Fig. 28)

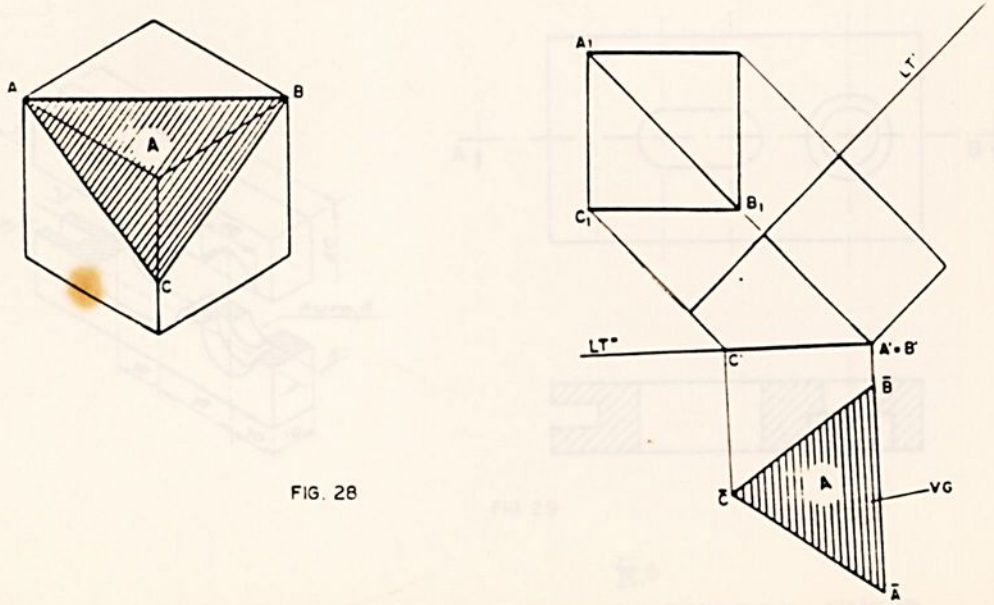


FIG. 28

BIBLIOTECA - UNESP - CAMPUS BAURU

3º) Vistas Seccionais

As vistas seccionais são obtidas por secções planas, determinadas por planos secantes, paralelos a um dos planos de projeção, em posições e partes convenientes do objeto.

São utilizadas para representar, de um modo claro, os detalhes internos de uma peça, fazendo ressaltar ainda em um conjunto, a posição de cada peça ou elemento que o constitui.

As vistas seccionais, conforme a sua utilização, podem ser:

a) Corte total ou pleno: o plano secante secciona o objeto em toda a sua extensão, podendo ser essa secção horizontal, transversal ou longitudinal.

No corte pleno horizontal, o plano secante é um Plano Horizontal, ou seja é paralelo ao plano de projeção horizontal. (Fig. 29)

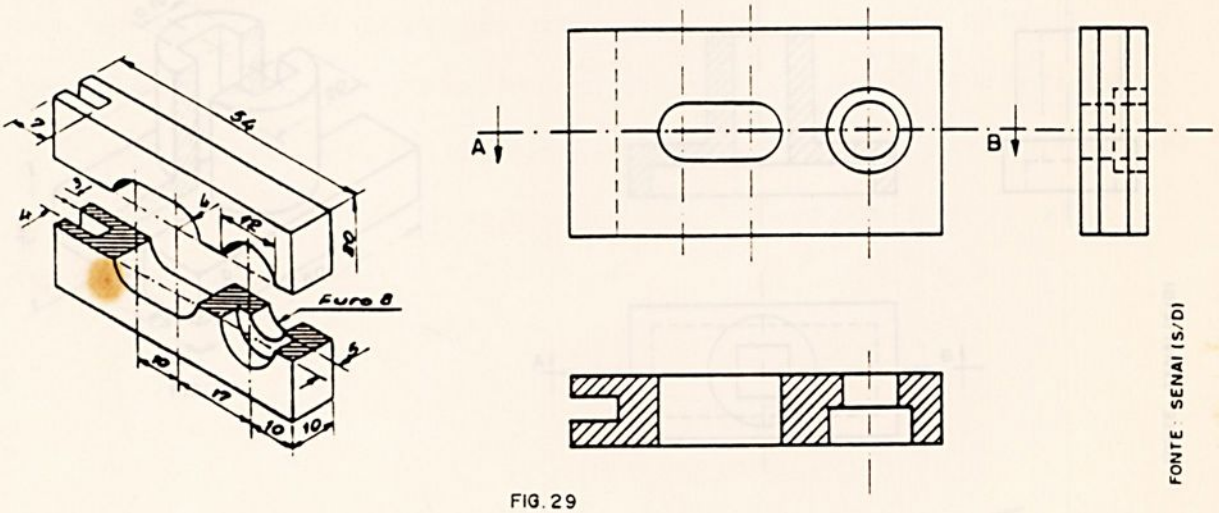


FIG. 29

FONTE SENAI (S/D)

Nº
BIBLIOTECA - UNESP

Nos cortes plenos transversal (Fig. 30), e longitudinal (Fig. 31), o plano secante é perpendicular ao plano horizontal de projeção, seccionando o objeto na sua menor extensão (largura) ou na maior extensão (comprimento), respectivamente.

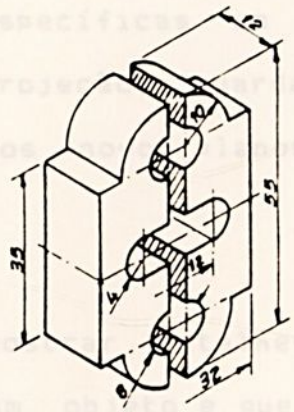
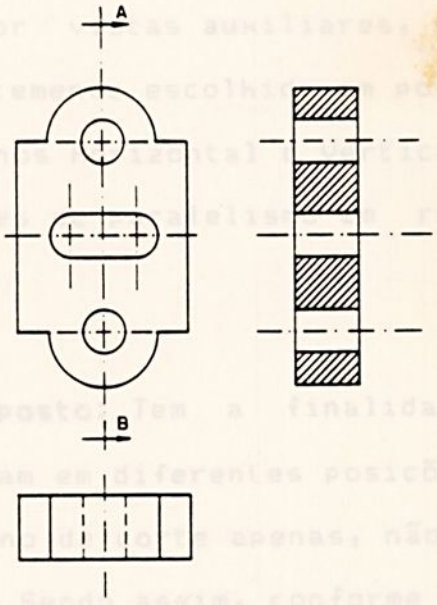


FIG. 30



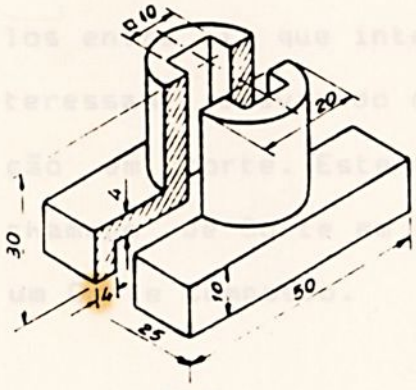
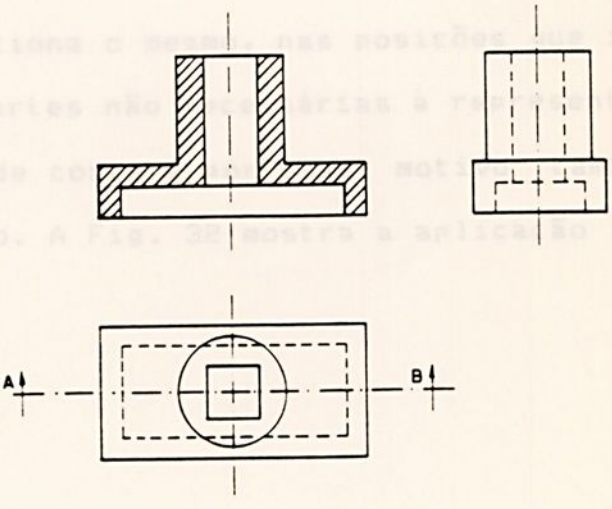


FIG. 31



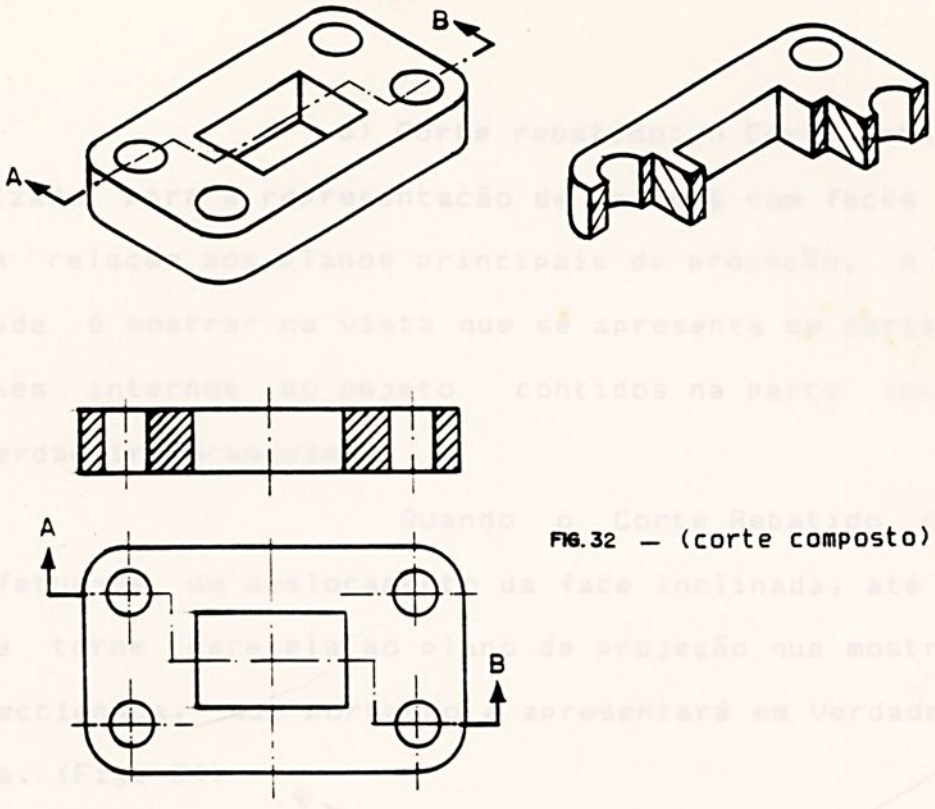
FONTE: SENAI (S/D)

N.º 015
BIBLIOTECA - UNESP
CAMPUS DE BAURU

Tratando-se de objetos representados pelas suas vistas principais, o plano secante será Frontal ou de Perfil, que mostrará a superfície seccionada em verdadeira grandeza, na projeção do plano que lhe é paralelo.

Caso a secção deva ser feita em algum detalhe do objeto representado por vistas auxiliares, o plano secante deverá ser convenientemente escolhido em posições específicas em relação aos Planos Horizontal e Vertical de Projeção, guardando as condições de paralelismo em relação aos novos planos de referência.

b) Corte composto: Tem a finalidade de mostrar detalhes que se encontram em diferentes posições de um objeto e que portanto um plano de corte apenas, não seria suficiente para representá-los. Sendo assim, conforme a conveniência e particularidade do objeto, o Corte Composto é aplicado, associando-se dois ou mais planos secantes paralelos entre si, que intersecciona o mesmo, nas posições que interessam, desviando das partes não necessárias à representação em corte. Este tipo de corte é por esse motivo também chamado de Corte em Desvio. A Fig. 32 mostra a aplicação de um Corte Composto.

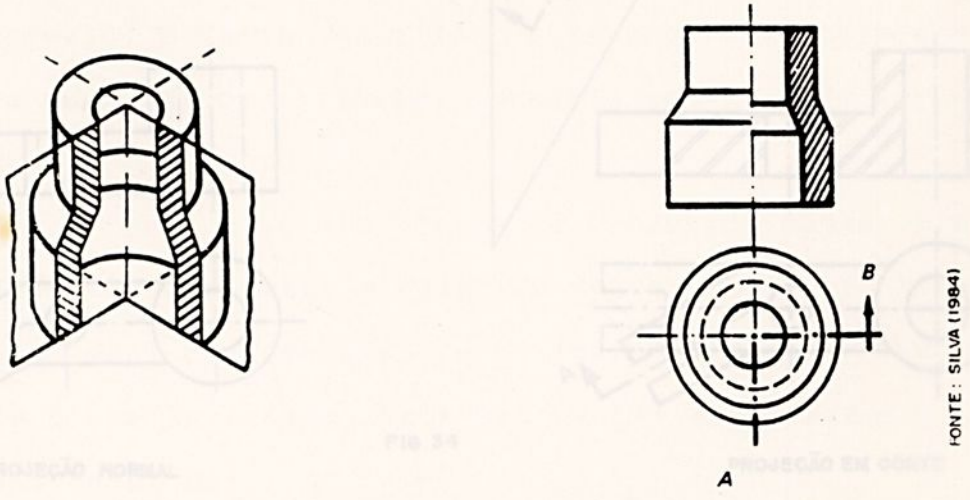


FONTE: SENAI (S/D)

FIG. 32 – (corte composto)

c) **Meio corte:** é utilizado em objeto ou conjunto simétrico, com a vantagem de reduzir o trabalho do desenhista sem acarretar prejuizo à clareza e à precisão do desenho.

A vista que representa o corte, aparece metade em corte e a outra metade em vista externa. (Fig. 33)



FONTE: SILVA (1984)

FIG. 33 – (meio corte)

d) Corte rebatido: O Corte rebatido é utilizado para a representação de objetos com faces inclinadas em relação aos planos principais de projeção. A sua finalidade é mostrar na vista que se apresenta em corte, os detalhes internos do objeto contidos na parte inclinada, em Verdadeira Grandeza.

Quando o Corte Rebatido é aplicado, efetua-se um deslocamento da face inclinada, até que a mesma se torne paralela ao plano de projeção que mostra a vista seccionada, que portanto a apresentará em Verdadeira Grandeza. (Fig. 34)

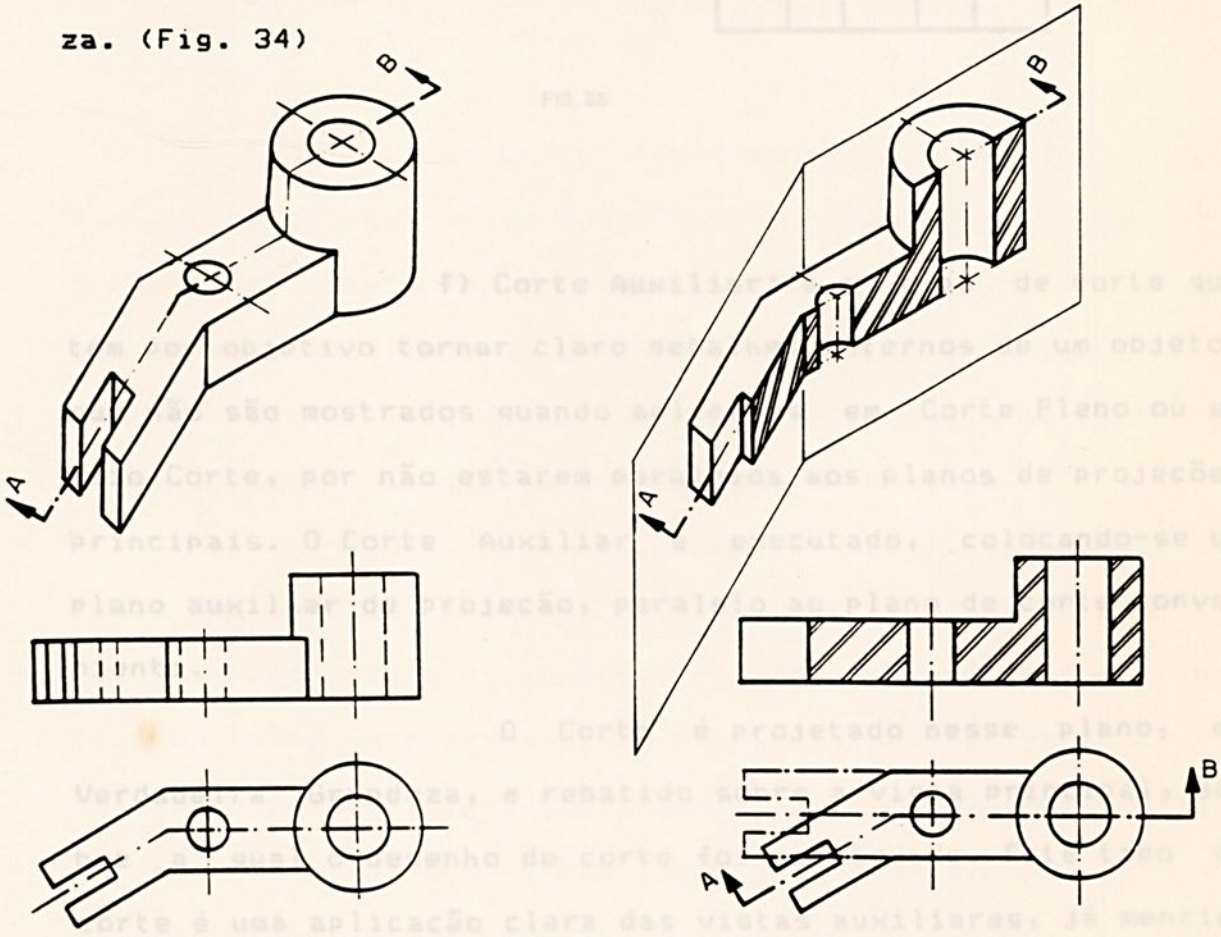
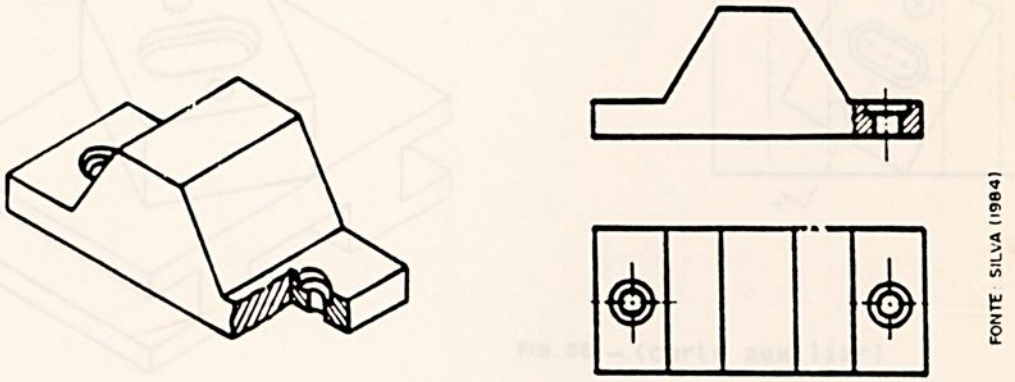


FIG.34

PROJEÇÃO NORMAL

PROJEÇÃO EM CORTE

e) Corte parcial: é o corte que se representa sobre parte de uma vista para indicar algum detalhe interno da peça, caso se torne desnecessário o corte total ou meio corte. (Fig. 35)



FONTE: SILVA (1984)

FIG. 35

f) Corte Auxiliar: É o tipo de corte que tem por objetivo tornar claro detalhes internos de um objeto, que não são mostrados quando aplicados em Corte Pleno ou em Meio Corte, por não estarem paralelos aos planos de projeções principais. O Corte Auxiliar é executado, colocando-se um plano auxiliar de projeção, paralelo ao plano de corte conveniente.

O Corte é projetado nesse plano, em Verdadeira Grandeza, e rebatido sobre a vista principal, sobre a qual o desenho do corte foi construido. Este tipo de corte é uma aplicação clara das vistas auxiliares, já mencionadas. (Fig. 36)

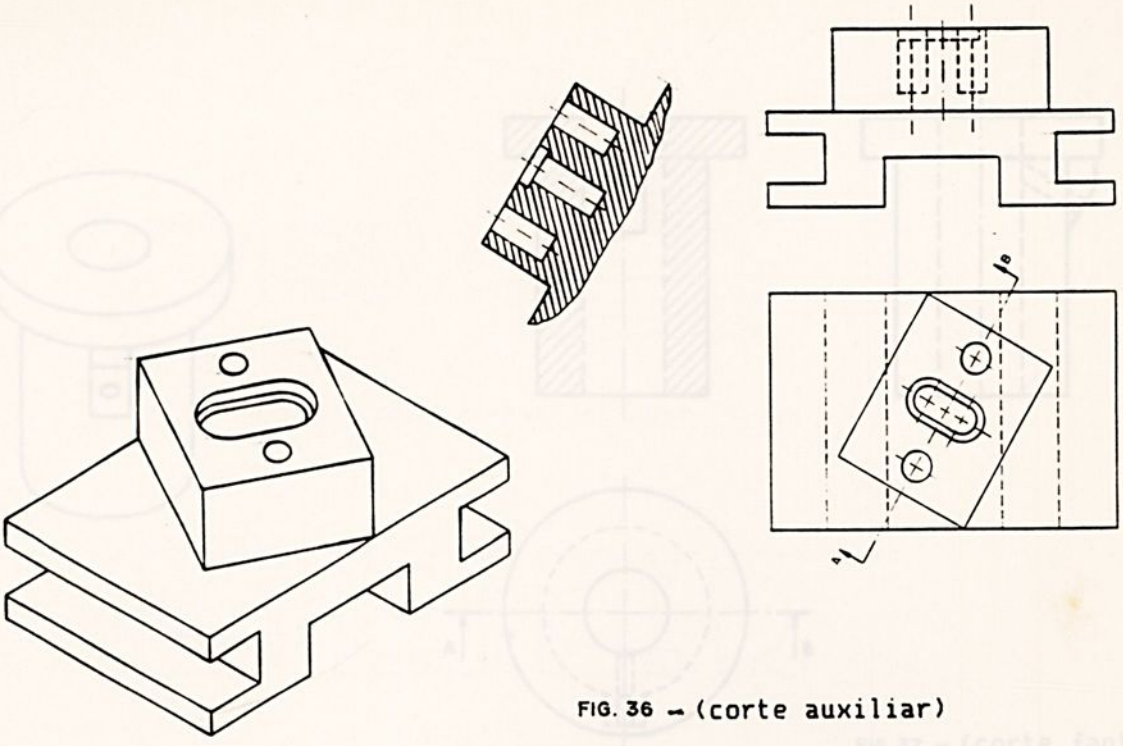


FIG. 36 – (corte auxiliar)

g) **Corte Fantasma:** Mostra detalhes internos de um objeto, preservando também os externos. Este corte é realizado quando for necessário mostrar as partes internas, não sendo conveniente aplicar um Corte Pleno ou mesmo um Meio Corte, pois o plano de corte retiraria algumas das partes do objeto, essenciais para a compreensão do desenho.

É constituido por uma vista onde se indicam os detalhes internos do objeto por meio de linhas tracejadas, hachurando as superfícies como se realmente estivessem cortadas e representadas por um outro tipo de corte. É muito pouco utilizado, sendo que a única vantagem apresenta-se no fato que, nos outros tipos de cortes alguns detalhes externos importantes seriam eliminados, e que com o Corte Fantasma são preservados. (Fig. 37)

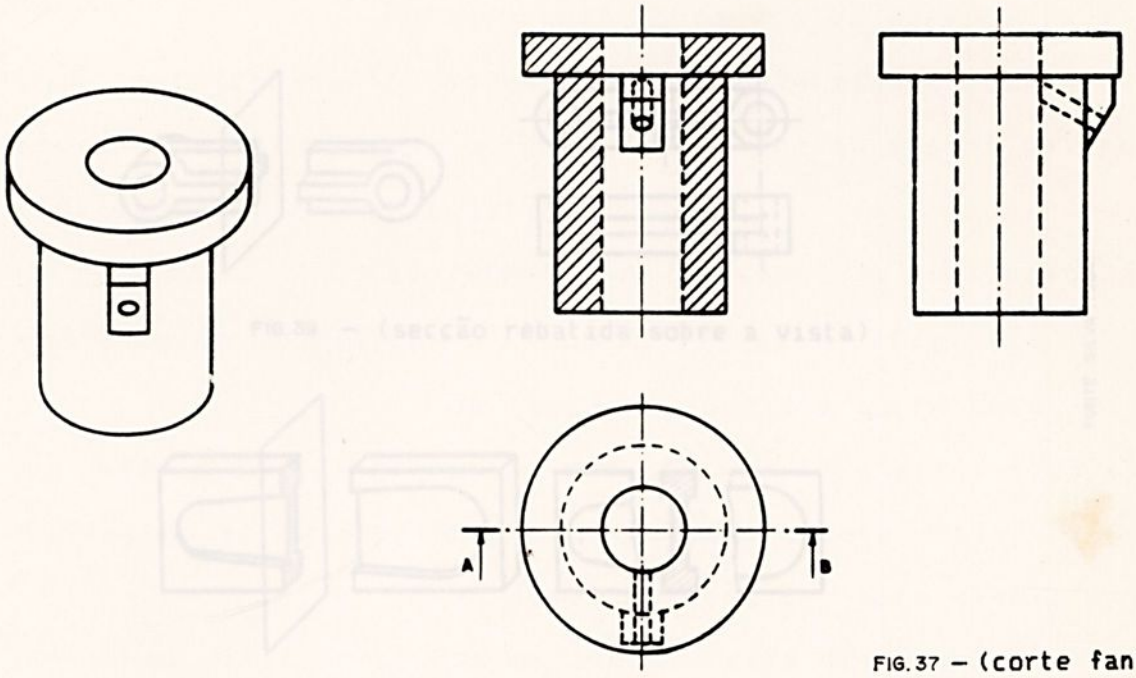
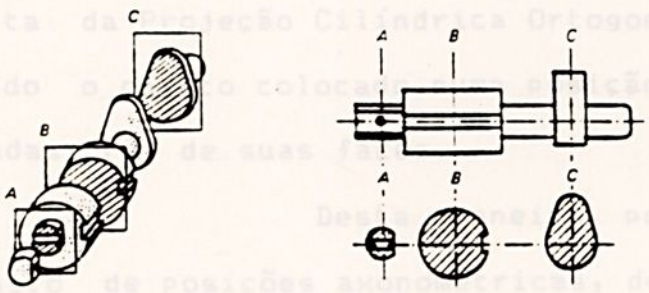


FIG. 37 – (corte fantasma)

h) **Secção:** é executada com a finalidade de proporcionar um meio prático e satisfatório de representar a secção reta de certos elementos construtivos.

Elas podem ser traçadas sobre a vista ou fora da mesma, para facilitar a colocação das cotas necessárias, ou ainda na interrupção da vista. (Figs. 38; 39 e 40)



FONTE: SILVA (1984)

FIG. 38 – (secção rebatida fora da vista)

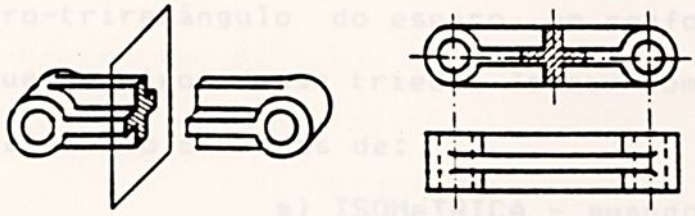


FIG.39 – (secção rebatida sobre a vista)

FONTE SILVA (1984)

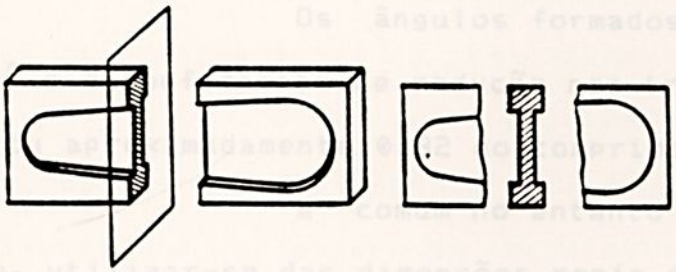


FIG.40 – (secção rebatida na interrupção da vista)

4º) Perspectiva Axonométrica Ortogonal

Representa o objeto como ele aparece ao observador, ligeiramente deformado em projeção, com suas dimensões reduzidas em relação às medidas reais.

A Perspectiva Axonométrica Ortogonal resulta da Projeção Cilíndrica Ortogonal, sobre um plano, estando o objeto colocado numa posição de modo que sejam mostradas três de suas faces.

Desta maneira, pode existir um número infinito de posições axonométricas, dependendo dos ângulos nos quais o objeto é girado. Em desenho, são utilizadas apenas algumas dessas posições, as mais convenientes.

Considerando o objeto em referência a um triedro-triretângulo do espaço, em conformidade com os ângulos que os eixos desse triedro formam com os planos de projeção, elas são chamadas de:

a) **ISOMÉTRICA** - quando os três eixos formam ângulos iguais com o Plano de Projeção. (Fig. 41)

Os ângulos formados entre os eixos são de 120^{o} e o coeficiente de redução nos três eixos é igual a 0,816, ou aproximadamente 0,82 do comprimento real.

É comum no entanto para simplificar o desenho, utilizar-se das dimensões reais dos objetos, abandonando-se a redução citada. Esse desenho simplificado é aproximadamente 25% maior do que a perspectiva isométrica com as dimensões reduzidas, porém é bastante utilizado por oferecer facilidades nas construções e não trazer prejuízos para a sua interpretação.

Em face dessas vantagens, é a mais utilizada em Desenho Técnico.

b) **DIMÉTRICA** - quando dois dos seus eixos formam ângulos iguais com o Plano de Projeção.(Fig. 42)

O coeficiente de redução é igual nos dois eixos que formam o mesmo ângulo e diferente em relação ao terceiro de outra inclinação.

Existem inúmeras posições dos eixos, sendo que algumas são escolhidas por proporcionarem melhor visualização do objeto. O caso mais comum é com a relação de

0,943 : 0,471 : 0,943 entre os coeficientes de redução, que é utilizado de maneira simplificada pela escala axonométrica 2:1:2. Nesse caso os eixos formam 7° 10' e 41° 25' ou aproximadamente 7° e 41° com referência horizontal.

c) **TRIMÉTRICA** - quando os três eixos formam ângulos desiguais com o Plano de Projeção. (Fig. 43)

Neste caso os coeficientes de redução são também diferentes entre os três eixos.

é a menos utilizada das perspectivas axonométricas, sendo útil apenas em alguns casos específicos onde a visualização do objeto se torne mais clara em um desenho.

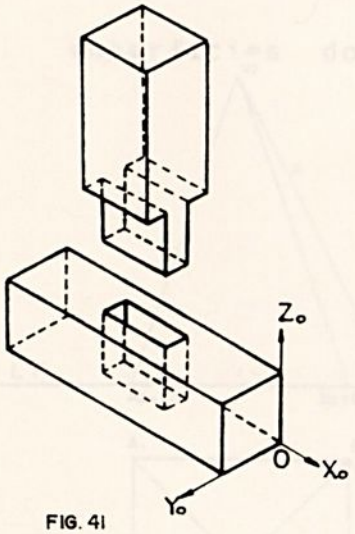


FIG. 41

(perspectiva isométrica)

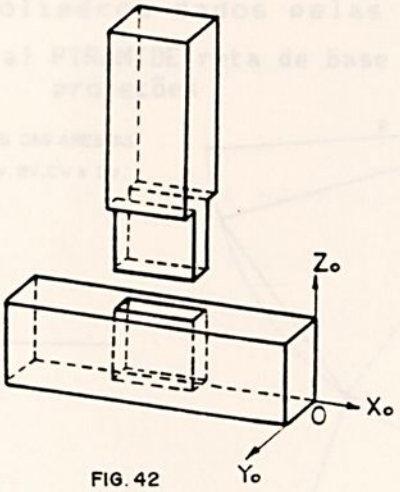


FIG. 42

(perspectiva dimétrica)

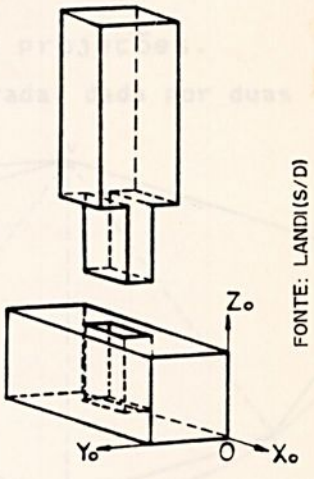


FIG. 43

(perspectiva trimétrica)

FONTE: LANDI(S/D)

3.3.5. DESENVOLVIMENTO DE SUPEFÍCIES

O desenvolvimento das supefícies de um poliedro, é a obtenção da forma e tamanho de suas faces poligonais. Para tanto, deve-se aplicar os problemas de determinação da Verdadeira Grandeza de figuras planas, utilizando-se de Rotação, Mudança de Plano de Projeção ou Rebatimento.

Obtidas a "VG" de cada polígono das faces, efetua-se a montagem desses polígonos dispostos adequadamente, juntando em seguida a base (ou bases) do sólido, formando a planificação do mesmo.

A montagem do sólido proposto em projeção, é possível, dobrando-se convenientemente as faces e bases planificadas. As Figs. 44 e 45, mostram o desenvolvimento das superfícies dos poliedros dados pelas suas projeções.

a) PIRÂMIDE reta de base quadrada, dada por duas projecões

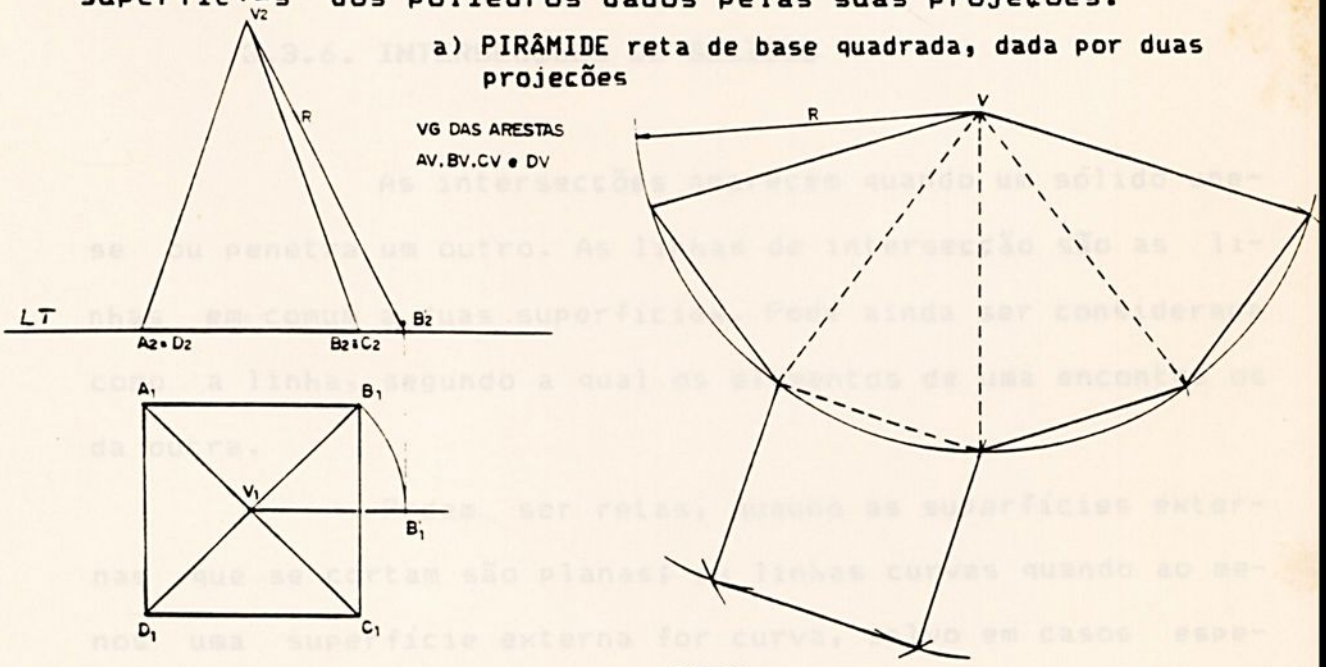


FIG. 44

b) COIFA

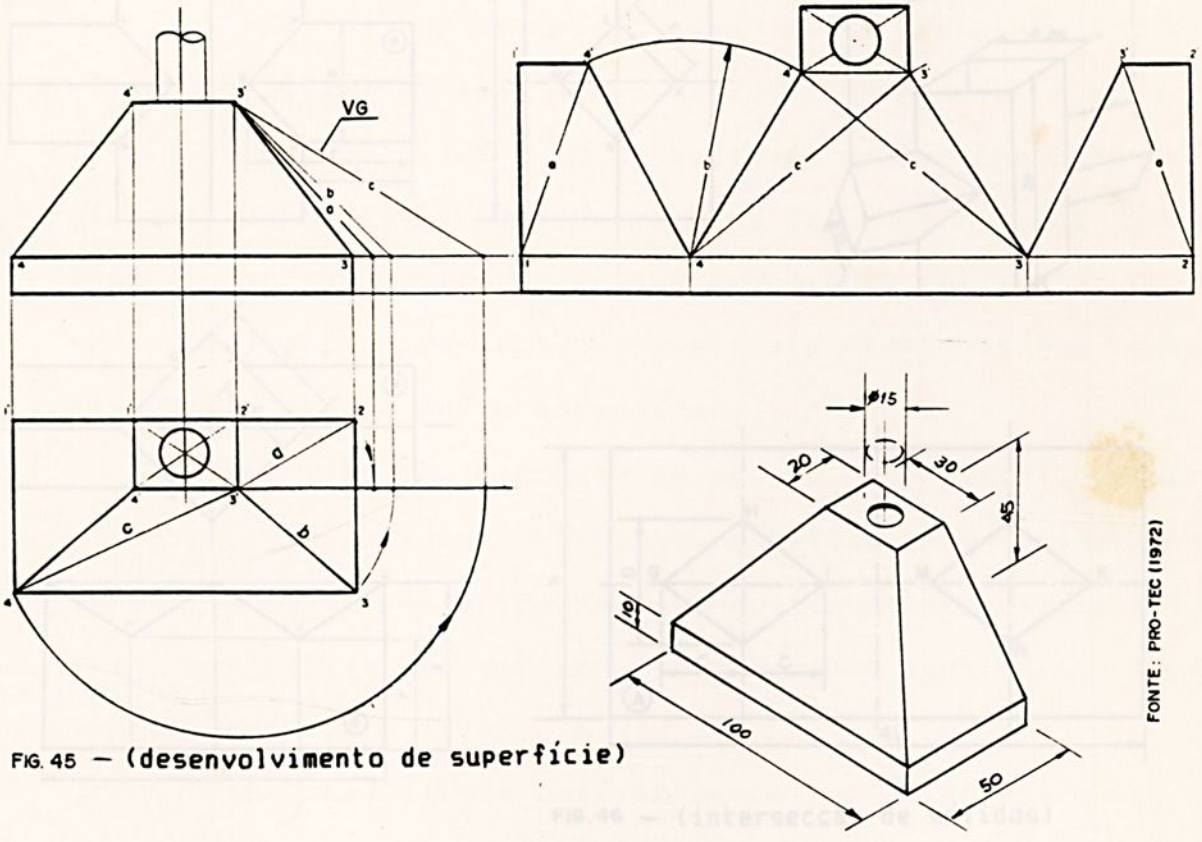


FIG. 45 — (desenvolvimento de superfície)

FONTE: PRO-TEC (1972)

3.3.6. INTERSECÇÕES DE SÓLIDOS

As intersecções aparecem quando um sólido une-se ou penetra um outro. As linhas de intersecção são as linhas em comum a duas superfícies. Pode ainda ser considerada como a linha, segundo a qual os elementos de uma encontra os da outra.

Podem ser retas, quando as superfícies externas que se cortam são planas; ou linhas curvas quando ao menos uma superfície externa for curva, salvo em casos especiais. A Fig. 46 mostra a intersecção perpendicular entre dois dutos quadrados.

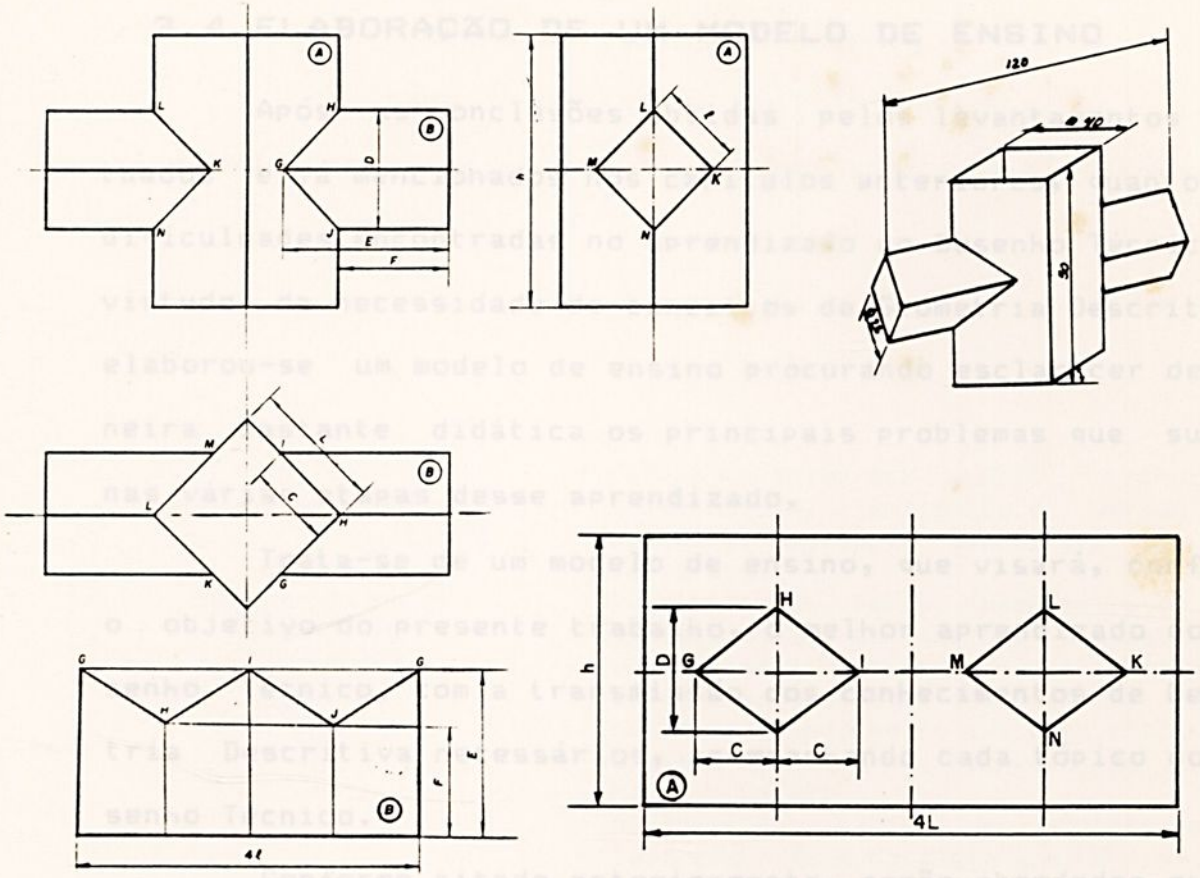


FIG.46 – (intersecção de sólidos)

3.4.ELABORAÇÃO DE UM MODELO DE ENSINO

Após as conclusões obtidas pelos levantamentos efetuados e já mencionados nos capítulos anteriores, quanto às dificuldades encontradas no aprendizado do Desenho Técnico em virtude da necessidade de conceitos de Geometria Descritiva, elaborou-se um modelo de ensino procurando esclarecer de maneira bastante didática os principais problemas que surgem nas várias etapas desse aprendizado.

Trata-se de um modelo de ensino, que visará, conforme o objetivo do presente trabalho, o melhor aprendizado do Desenho Técnico, com a transmissão dos conhecimentos de Geometria Descritiva necessários, acompanhando cada tópico do Desenho Técnico.

Conforme citado anteriormente, serão abordados os assuntos relativos ao Desenho Técnico Básico, objetivando desta forma dar condições para um bom desenvolvimento do Desenho Técnico nas fases subsequentes, em todas as áreas de atuação, sendo utilizada como referência D. MAGUIRE & C. SIMMONS, (1981).

Considerando também os aspectos referenciados quanto às normas técnicas para Desenho Técnico, que fixam o 1º ou 3º diedros para a representação em projeção, este trabalho utilizará o 1º diedro, em conformidade com as Normas Técnicas Brasileiras, da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Os objetos-modelos foram considerados com dimensões arbitrárias, uma vez que a "cotagem" não faz parte dos objetivos do presente trabalho, sem prejuízo para a sua execução.

3.4.1. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS

Dado o objeto da Fig. 47 desenhar as vistas principais necessárias e convenientes para a sua representação.

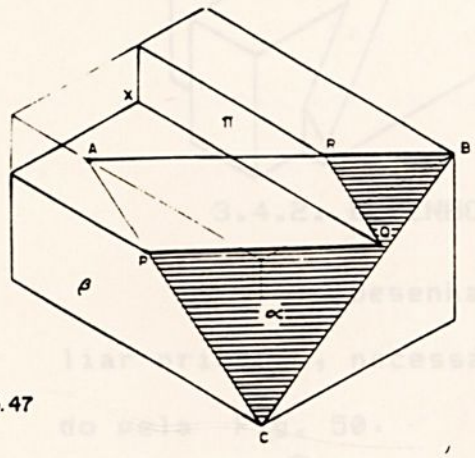


FIG. 47

- Para a obtenção das vistas principais desse objeto, a aplicação de vários conceitos de Geometria Descritiva são necessários:
- Escolhidas as vistas, desenham-se os quadriláteros que as contêm, dispostos de acordo com a planificação das projeções;
- Considerando o plano secante ABC (plano qualquer), indicam-se nas três vistas as arestas AB, BC e AC, bem como os pontos $P \in AC$ e $R \in AB$;
- As faces dos planos e são paralelas, logo $\alpha \cap \beta = AC$ é paralela à $\alpha \cap \pi = RQ$;
- Determina-se então, na vista frontal, o ponto "Q", ($RQ \parallel AC$) e em seguida o ponto "Q" na vista superior, define $PQ \parallel AB$.

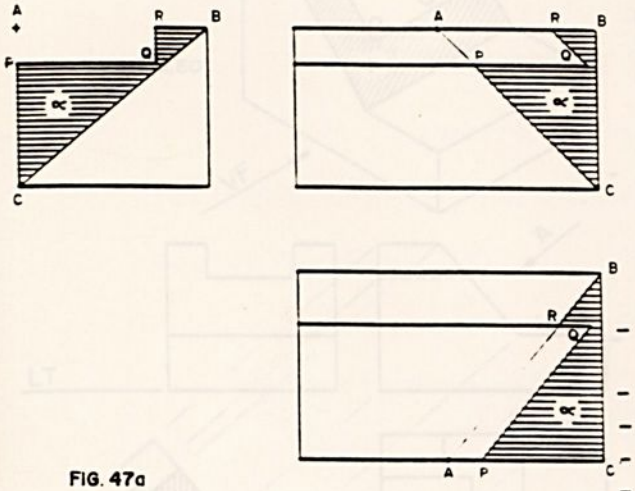


FIG. 47a

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos fundamentais de projeções ortogonais: ponto, reta e plano;
- Intersecção de planos;
- Intersecção entre reta e plano;
- Paralelismo;
- Pertinência de ponto à reta e reta a plano.

Nas Figs. 48 e 49 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de vistas principais.

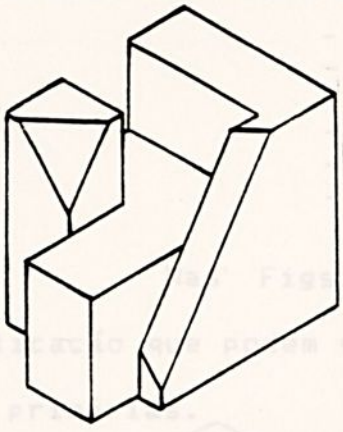


FIG. 48

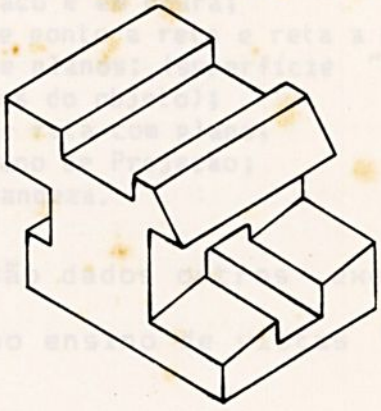


FIG. 49

3.4.2. DESENHO DE VISTA AUXILIAR PRIMÁRIA

Desenhar as vistas principais e a vista auxiliar primária, necessárias para a representação do objeto dado pela Fig. 50.

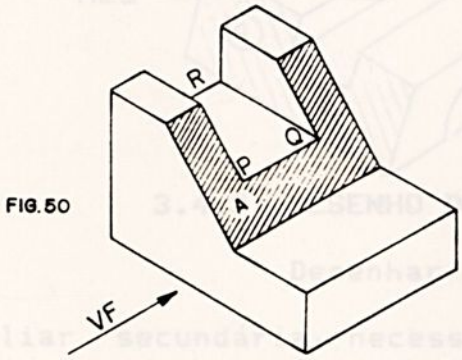


FIG. 50

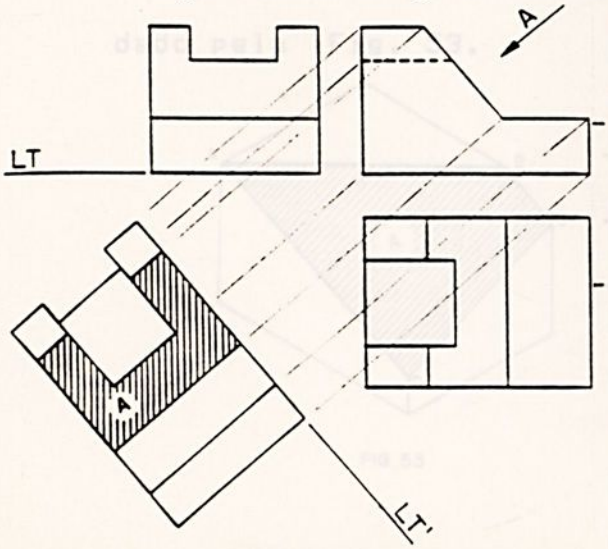


FIG. 50a

- Inicialmente, traçam-se as três vistas principais convenientes. Observe-se que para o desenho da Vista Superior do objeto, a aresta PQ que pertence a uma reta de topo, deve ser determinada primeiramente na Vista Frontal, onde ela é um ponto e concorrente com a aresta RQ. O ponto "Q" é o ponto onde a aresta RQ fura o plano da superfície "A";
- A superfície "A" não aparece em VG nas três vistas principais projetadas. Ela pertence a um plano projetante, em um dos planos de projeção, logo a sua projeção nesse plano é reduzida a uma linha;
- Aplicando-se Mudança de Plano de Projeção, transforma-se o PH num plano de projeção auxiliar, paralelo à superfície "A". Para tanto, traça-se a LT' paralela à sua projeção vertical (que é uma linha);
- A projeção da superfície "A" nesse plano auxiliar, estará em Verdadeira Grandeza, atendendo então aos objetivos da Vista Auxiliar. Trata-se de uma Vista Auxiliar Primária, por necessitar de apenas uma Mudança de Plano de Projeção, como já foi citado anteriormente.

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre posições de retas e planos no espaço e em épura;
- Pertinência de ponto à reta e reta a plano;
- Intersecção de planos: (superfície "A" com as outras faces do objeto);
- Intersecção de reta com plano;
- Mudança de Plano de Projeção;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 51 e 52 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de vistas auxiliares primárias.

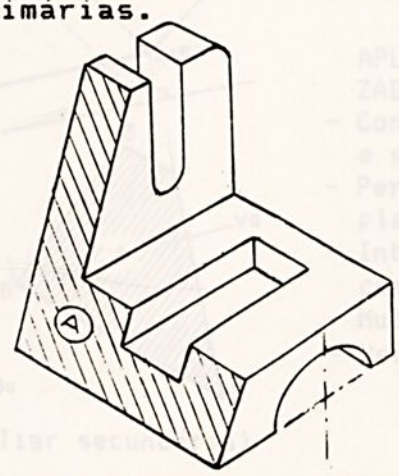


FIG. 51

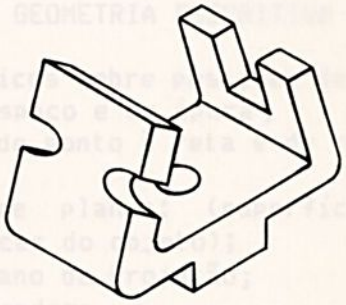


FIG. 52

FONTE: SENAI (S/D)

3.4.3. DESENHO DE VISTA AUXILIAR SECUNDÁRIA

Desenhar as vistas principais e a vista auxiliar secundária, necessárias para a representação do objeto dado pela Fig. 53.

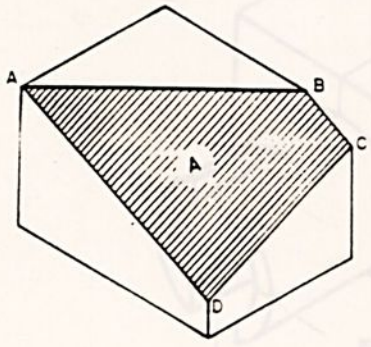
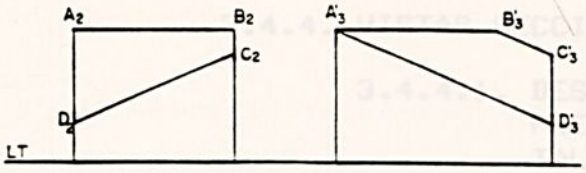


FIG. 53

- Inicialmente, traçam-se as três vistas principais convenientes;
- A figura ABCD não se projeta em VG, em nenhuma das vistas principais;
- Aplicando uma Mudança de Plano de Projeção (LT'), de tal forma que LT' $\perp$ A_1B_1, o PV se torna um Plano Vertical perpendicular à aresta AB, logo essa aresta pertence a uma reta DE TOPO.



- O plano ABCD no novo diedro de referência, passa a ser DE TOPO, logo A'B'C'D' é reduzido a uma só reta (plano projetante no PV);
- Aplicando uma segunda Mudança de Plano, o PH se torna paralelo à superfície ABCD, traçando-se LT'' paralela à projeção A'B'C'D';
- $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$, é a VG da superfície ABCD.

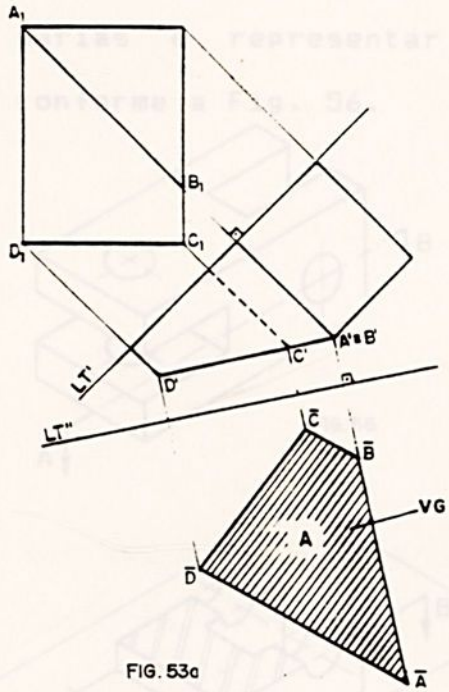


FIG. 53a

(vista auxiliar secundária)

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre posições de retas e planos no espaço e em épura;
- Pertinência de ponto à reta e de reta a plano;
- Intersecção de planos: (superfície "A" com outras faces do objeto);
- Mudança de Plano de Projeção;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 54 e 55 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de vistas auxiliares secundárias.

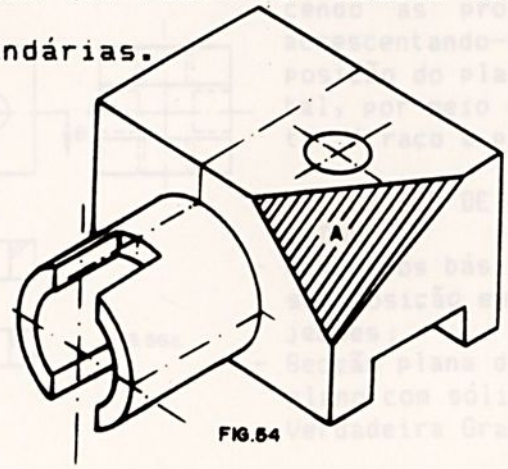


FIG.54

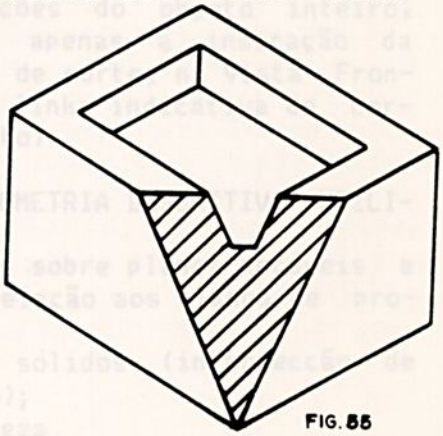


FIG. 55

3.4.4. VISTAS SECCIONAIS

3.4.4.1. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE CORTE PLENO HORIZONTAL

Desenhar as vistas principais necessárias e representar o Corte Pleno Horizontal AB indicado, conforme a Fig. 56.

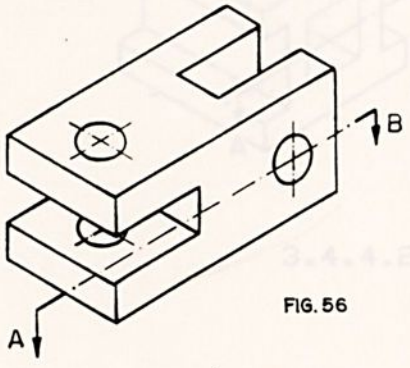
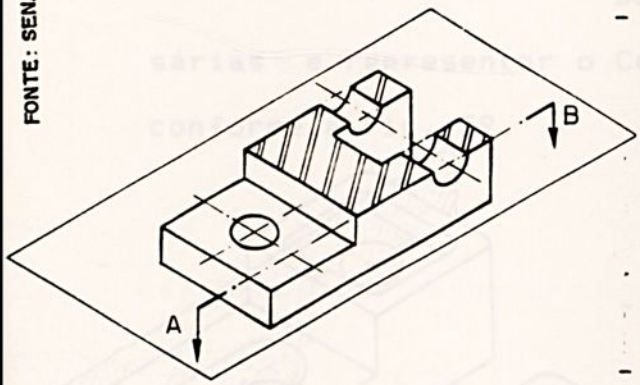


FIG. 56

FONTE: SENAI (S/D)



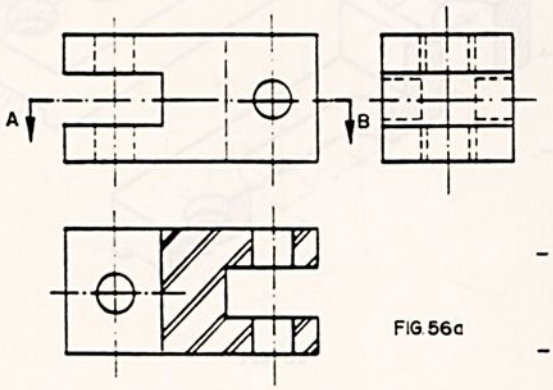


FIG. 56a

- Inicialmente traçam-se as três vistas principais convenientes;
- O Corte AB indicado é determinado por um plano Horizontal (paralelo ao plano horizontal de projeção), que intersecciona o sólido;
- A vista seccional será representada na Vista Superior, que apresentará a secção plana projetada em Verdadeira Grandeza;
- Como o objetivo das vistas seccionais é mostrar internamente os objetos, a Vista Superior mostrará a secção plana determinada, bem como os detalhes visíveis que estiverem além do plano de corte, não havendo a necessidade de representar detalhes não visíveis que estejam além do mesmo;
- Portanto, a projeção é determinada imaginando-se o objeto sem a parte que é retirada conforme a indicação do corte;
- As demais vistas (Frontal e Lateral Esquerda) não sofrem modificações, permanecendo as projeções do objeto inteiro, acrescentando-se apenas a indicação da posição do plano de corte, na Vista Frontal, por meio da linha indicativa de corte (traço e ponto).

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção plana de sólidos (intersecção de plano com sólido);
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 57 e 58 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de corte pleno horizontal.

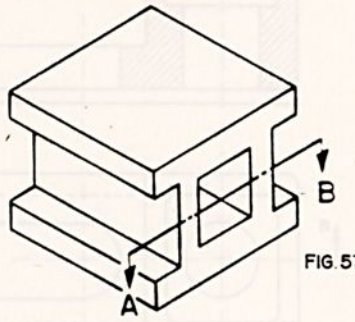


FIG. 57

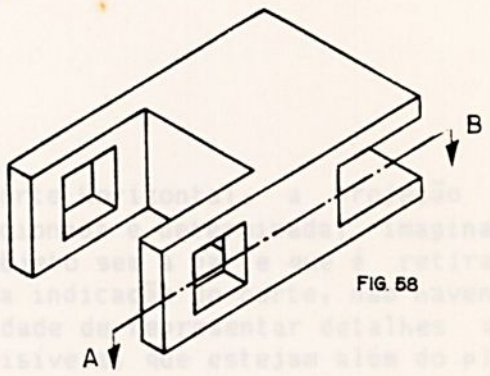


FIG. 58

3.4.4.2. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE CORTE PLENO LONGITUDINAL

Desenhar as vistas principais necessárias e representar o Corte Pleno Longitudinal AB indicado, conforme a Fig. 59.

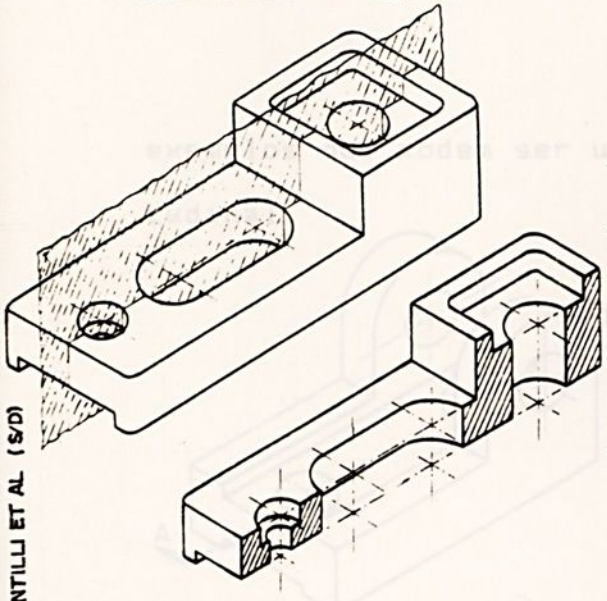


FIG. 59

FONTE: SANTILLI ET AL. (S/D)

- Inicialmente traçam-se as três vistas principais convenientes;
- O corte AB indicado é determinado por um plano Frontal (perpendicular ao plano horizontal e paralelo ao plano vertical de projeção), que intersecciona o sólido;
- A vista seccionada será representada na Vista Frontal, que apresentará a secção plana projetada em Verdadeira Grandeza;
- As demais vistas (Superior e Lateral Esquerda) não sofrem modificações, permanecendo as projeções do objeto inteiro, acrescentando-se apenas a indicação da posição do plano de corte, na Vista Superior, por meio da linha indicativa de cor- (traço e ponto);

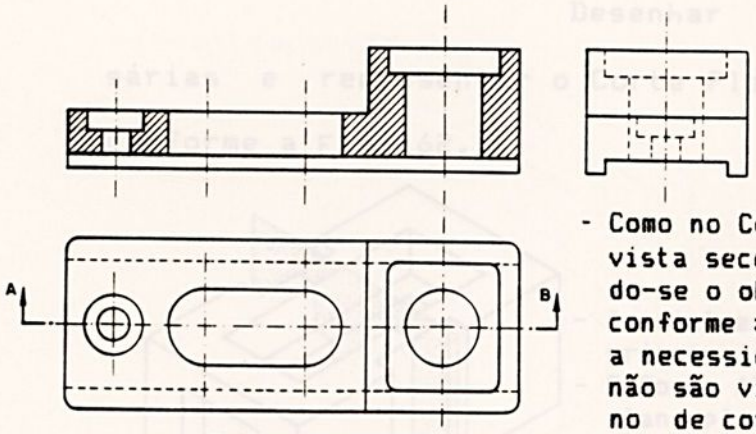


FIG. 59a

(corte pleno longitudinal)

- Como no Corte Horizontal, a projeção da vista seccionada é determinada, imaginando-se o objeto sem a parte que é retirada conforme a indicação do corte, não havendo a necessidade de representar detalhes que não são visíveis, que estejam além do plano de corte.

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção plana de sólidos;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 60 e 61 são dados outros exemplos que podem ser usados no ensino de corte pleno longitudinal.

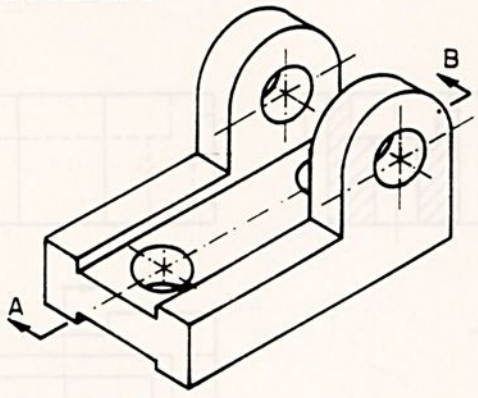


FIG. 60

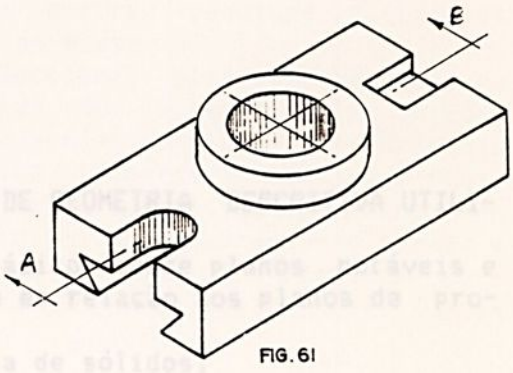


FIG. 61

3.4.4.3. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE CORTE PLENO TRANSVERSAL

Desenhar as vistas principais necessárias e representar o Corte Pleno Transversal AB indicado conforme a Fig. 62.

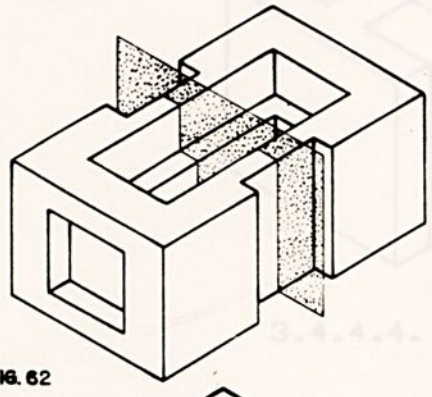
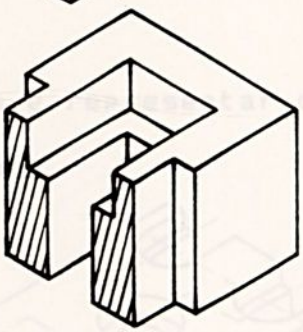


FIG. 62



- Inicialmente traçam-se as três vistas principais convenientes;
- O Corte AB indicado é determinado por um plano plano de Perfil, perpendicular aos planos horizontal e vertical de projeção e portanto paralelo ao plano de Perfil onde a Vista Lateral do objeto é projetada (direita ou esquerda);
- A vista seccional será representada na Vista Lateral Esquerda que apresentará a secção plana projetada em Verdadeira Grandeza;
- As outras duas vistas (Frontal e Superior) não sofrem modificações, permanecendo as projeções do objeto inteiro, acrescentando-se apenas a indicação da posição do plano de corte, na Vista Frontal, por meio da linha indicativa (traço e ponto).

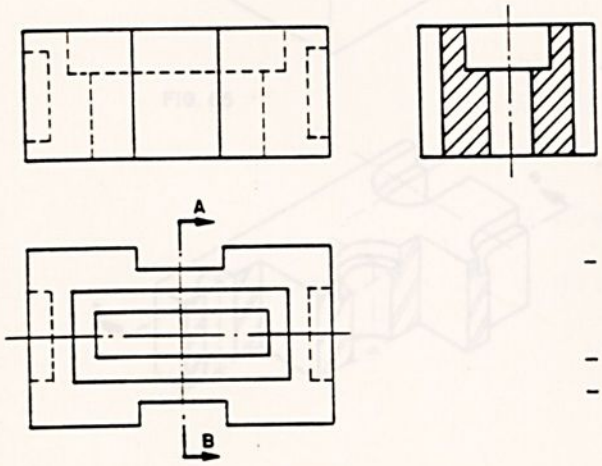


FIG. 62a

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção plana de sólidos;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 63 e 64 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de corte pleno transversal.

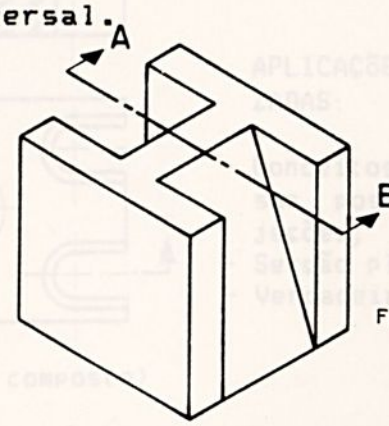


FIG.63

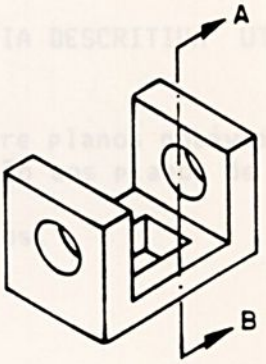


FIG. 64

3.4.4.4. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE CORTE COMPOSTO

Desenhar as vistas principais necessárias e representar o Corte Composto AB conforme indicado na Fig. 65.

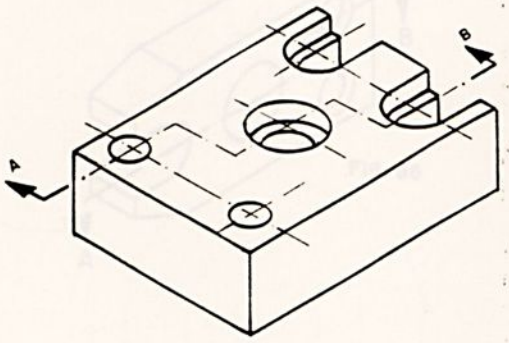
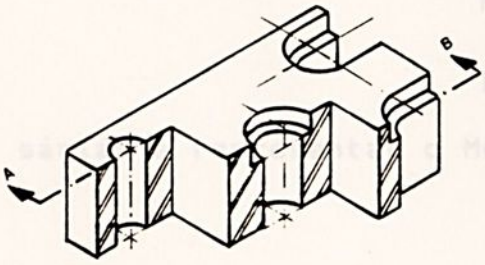


FIG. 65

- Inicialmente traçam-se as vistas principais convenientes
- O Corte AB indicado é determinado por planos Frontais (paralelos ao plano vertical de projeção), que interseccionam o objeto em posições escolhidas convenientemente, para mostrar detalhes diferentes existentes no mesmo
- A vista seccional será representada na Vista Frontal, que apresentará as secções planas projetadas em Verdadeira Grandeza
- A outra vista, (Superior), não sofre modificações, permanecendo as projeções do objeto inteiro, acrescentando-se apenas a indicação da posição dos planos de corte, na Vista Superior, pela linha indicativa (traço e ponto)



FONTE: SENAI (S/D)

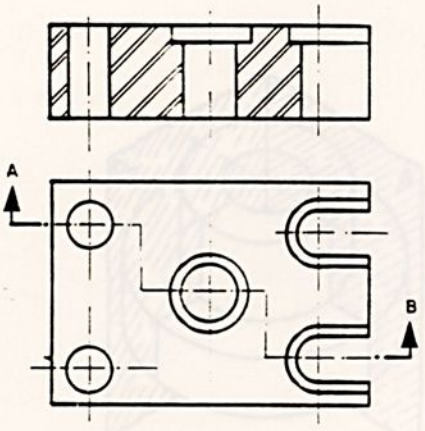


FIG. 65c – (corte composto)

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção plana de sólidos;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 66 e 67 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de corte composto.

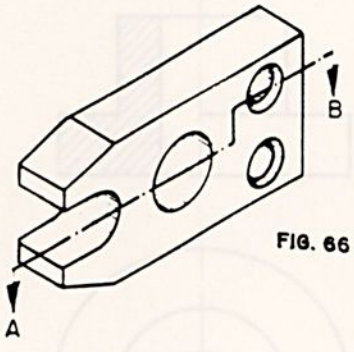


FIG. 66

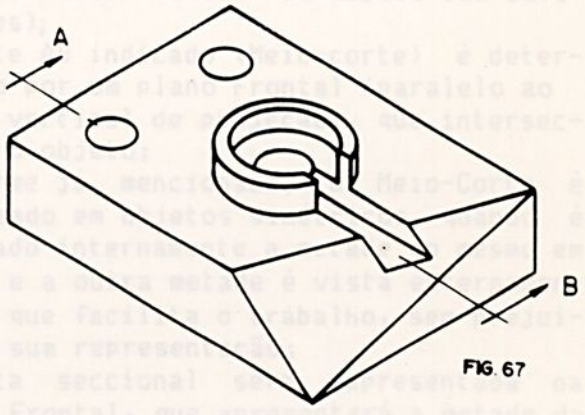


FIG. 67

3.4.4.5. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE MEIO CORTE

Desenhar as vistas principais necessárias e representar o Meio-Corte AB indicado na Fig. 68.

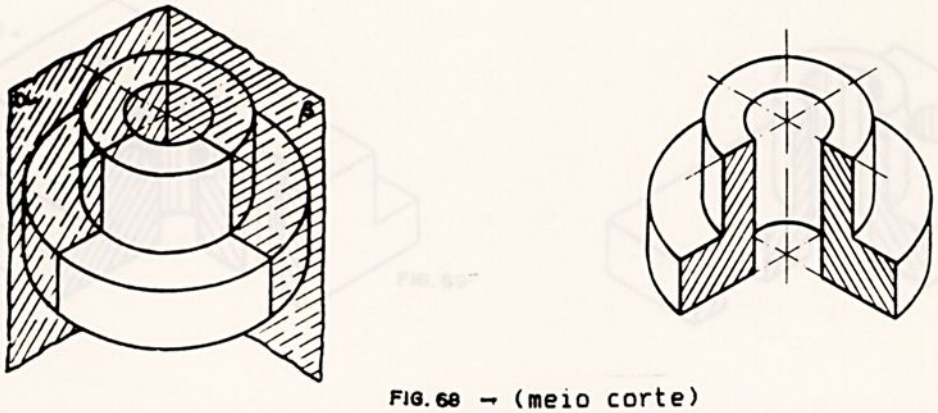


FIG. 68 – (meio corte)

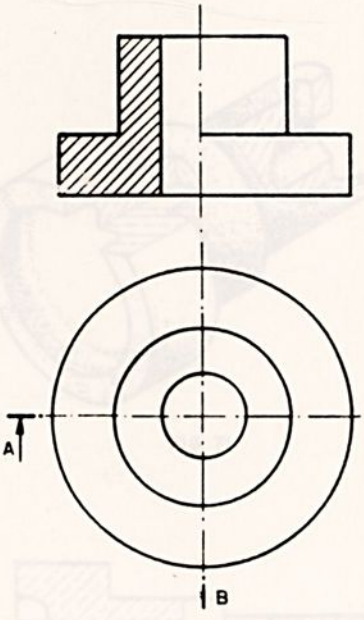


FIG. 68a

- Inicialmente traçam-se as vistas principais necessárias e convenientes (neste exemplo duas vistas do objeto são suficientes);
- O Corte AB indicado (Meio-corte) é determinado por um plano Frontal (paralelo ao plano vertical de projeção), que intersecciona o objeto;
- Conforme já mencionado, o Meio-Corte é utilizado em objetos simétricos, quando é mostrado internamente a metade do mesmo em corte e a outra metade é vista externamente, o que facilita o trabalho, sem prejuizo na sua representação;
- A vista seccional será representada na Vista Frontal, que apresentará a metade da secção plana, projetada em Verdadeira Grandeza;
- A outra vista não sofrerá modificação, permanecendo a projeção do objeto inteiro, acrescentando-se apenas a indicação do plano de corte, através da linha indicativa (traço e ponto).

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção Plana de sólidos;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 69 e 70 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de meio-corte.

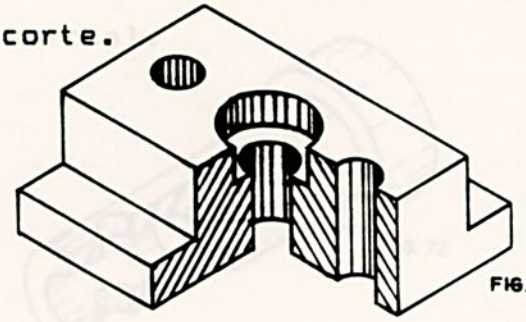


FIG. 69

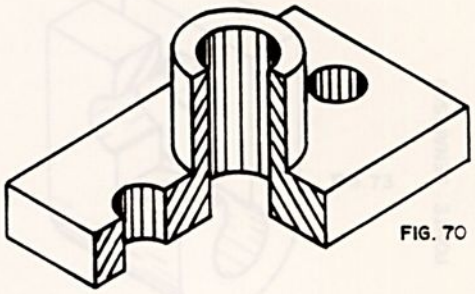


FIG. 70

FONTE: SENAI (S/D)

3.4.4.6. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE CORTE PARCIAL

Desenhar as vistas principais necessárias e representar um Corte Parcial. (Fig. 71)

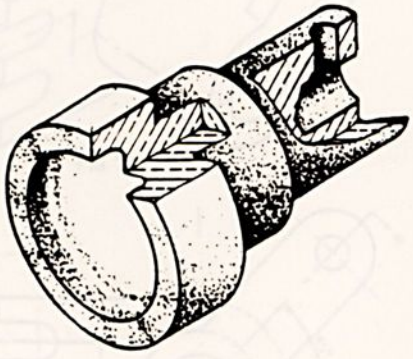


FIG. 71

FONTE: SENAI (S/D)

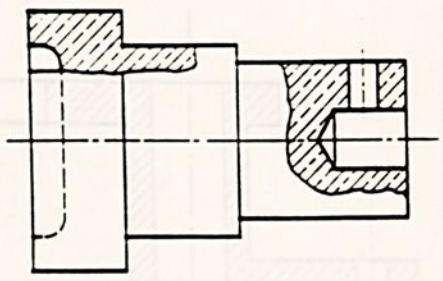


FIG. 71a

- Inicialmente traçam-se as vistas principais necessárias e convenientes;
- O corte é realizado por um plano Frontal (paralelo ao plano vertical de projeção), que intersecciona o objeto;
- Como não é necessário mostrar o objeto por meio de um corte total ou mesmo por um meio-corte, o plano de corte se estende somente um pouco além das partes essenciais a serem mostradas em corte, que é delimitada por linhas de ruptura, mostrando portanto apenas a secção plana parcial relativa à parte do objeto desejada;
- A vista seccionada parcialmente, é representada na Vista Frontal, que apresentará a projeção do detalhe em corte, em Verdadeira Grandeza.

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção Plana de sólidos;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 72 e 73 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de corte parcial.

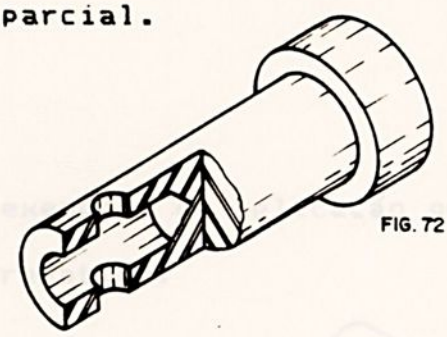


FIG. 72

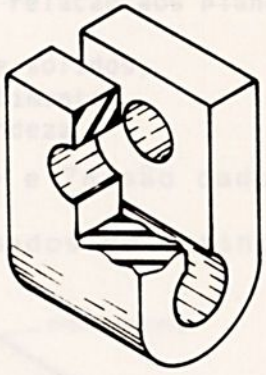


FIG. 73

FONTE: SENAI (S/D)

3.4.4.7. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE CORTE REBATIDO

Desenhar as vistas principais necessárias e representar o Corte AB indicado na Fig. 74.

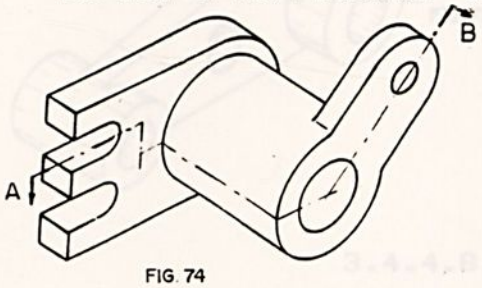


FIG. 74

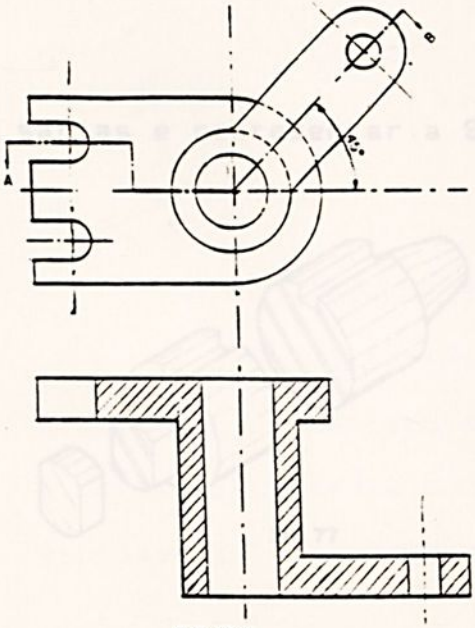


FIG. 74A

- Inicialmente traçam-se as vistas principais necessárias e convenientes;
- O Corte AB é determinado por planos secantes, perpendiculares ao plano vertical de projeção, que passam nas partes convenientes, do objeto, de acordo com as linhas indicativas de corte (traço e ponto), na Vista Frontal;
- Como o objeto tem uma parte inclinada em relação ao plano horizontal de projeção, o corte determinado na mesma não se projeta em Verdadeira Grandeza nesse plano;
- O Corte Rebatido é aplicado, fazendo-se uma rotação do objeto em torno de um eixo de topo, (projeção em "P"), até tornar a superfície da parte inclinada paralela ao plano horizontal de projeção;
- A vista seccionada é representada na Vista Superior que apresentará a secção plana em Verdadeira Grandeza, do objeto todo;
- As outra vista projetada não sofrerá alterações, permancendo a representação do objeto da forma que realmente ele é, mostrando as superfícies inclinadas, acrescentando-se apenas a linha indicativa do plano de corte (traço e ponto).

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis e sua posição em relação aos planos de projeções;
- Secção plana de sólidos;
- Rotação e rebatimento;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 75 e 76 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de corte rebatido.

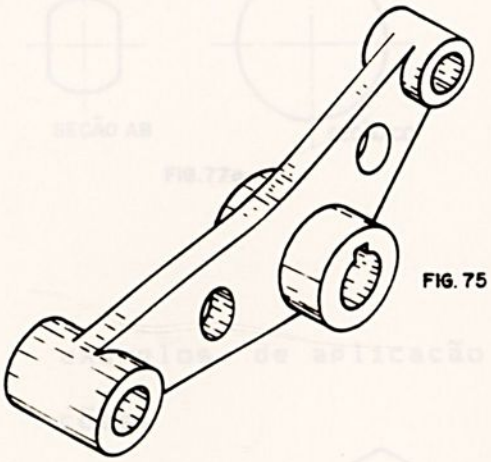
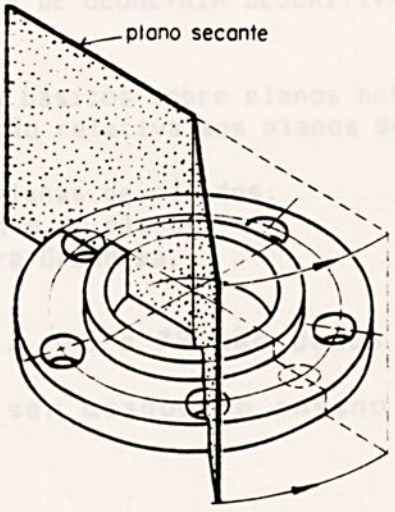


FIG. 75



FONTE: PRO-TEC (S/D)

FIG. 76

3.4.4.8. DESENHO DE VISTAS PRINCIPAIS COM REPRESENTAÇÃO DE SECÇÕES

Desenhar as vistas principais necessárias e representar a Secções indicadas na Fig. 77.

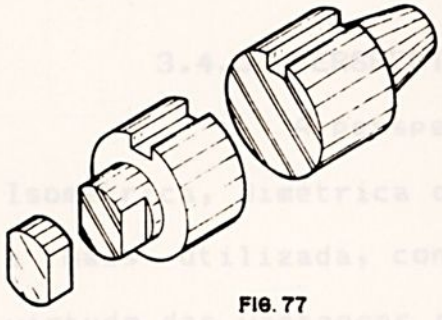
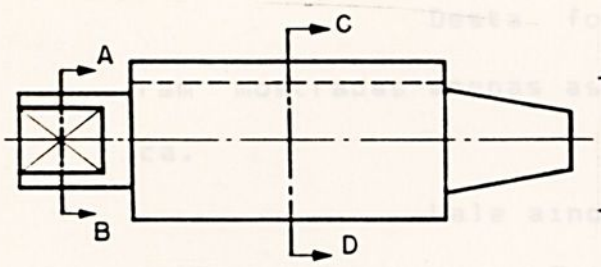


FIG. 77

FONTE: SENAI (S/D)

- Inicialmente traçam-se as vistas principais necessárias e convenientes;
- Apenas uma vista é suficiente para que a maioria dos objetos seja representada, e que por meio dela se executem a secção ou secções necessárias;
- A secção é determinada por um plano secante transversal, perpendicular aos planos de projeções horizontal e vertical (Plano de Perfil), ou planos secantes paralelos entre si, ao longo do comprimento do objeto, quando para a sua melhor definição, várias secções sucessivas forem necessárias;



- As secções serão representadas em Verdadeira Grandeza, rebatendo-a sobre a própria vista; numa interrupção da mesma, ou ainda traçando-a fora da vista;
- Portanto executa-se o rebatimento do plano secante sobre o plano de projeção da vista utilizada para o corte.

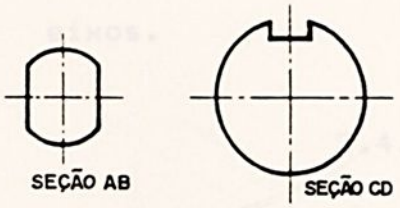


FIG.77a

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos básicos sobre planos notáveis, e sua posição relativa aos planos de projeções;
- Secções planas de sólidos;
- Rebatimento de planos;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 78 e 79 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de secções.

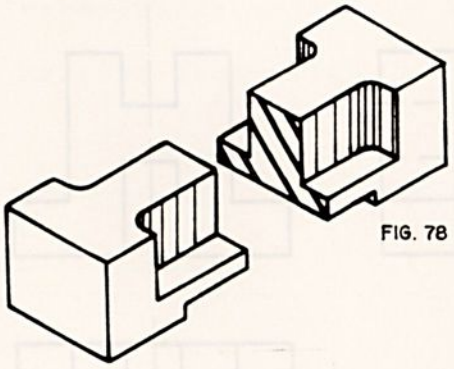


FIG. 78

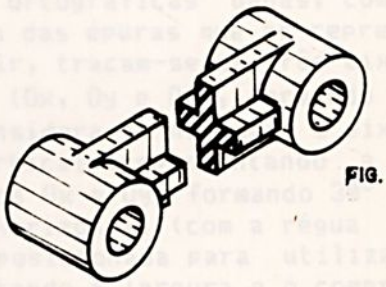


FIG. 79

FONTE: SENAI (S/D)

3.4.5. PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA ORTOGONAL

A perspectiva axonométrica ortogonal, pode ser Isométrica, Dimétrica ou Trimétrica, sendo que a Isométrica é a mais utilizada, conforme já mencionado anteriormente, em virtude das vantagens que oferece para a sua construção.

Desta forma, considerando estes detalhes, foram mostradas apenas as construções da Perspectiva Isométrica.

Vale ainda observar que a construção das Perspectivas Dimétrica e Trimétrica, se dá da mesma maneira, apenas com a diferenciação entre os ângulos formados pelos três eixos.

3.4.5.1. DESENHO DE PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA ORTOGONAL ISOMÉTRICA

Dado o objeto pelas suas vistas principais, desenhar a Perspectiva Axonométrica Ortogonal Isométrica. (Fig. 80).

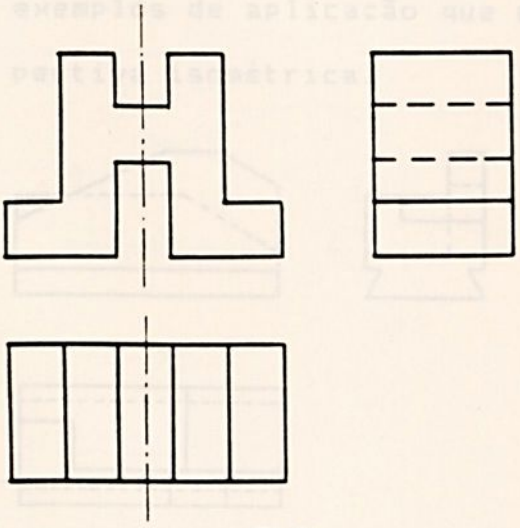
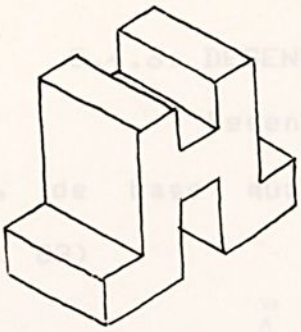


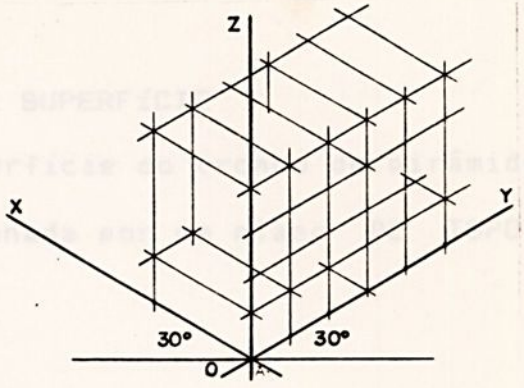
FIG. 80

FONTE: PEREIRA (1976)

- Inicialmente, é importante que se faça um esboço a mão livre da perspectiva do objeto, por meio da interpretação de suas vistas ortográficas dadas, com a correta leitura das épuras que as representam;
- A seguir, traçam-se os três eixos isométricos (Ox, Oy e Oz), formando 120° entre si. Considera-se no papel o eixo Oz, sempre vertical (representando a altura) e os eixos Ox e Oy, formando 30° com a direção horizontal (com a régua T devidamente posicionada para utilização), representando a largura e o comprimento do objeto;
- Com esses três eixos, constrói-se a perspectiva do hexaedro que contém as três dimensões principais, comprimento, largura e altura; desenhando-se nas três faces visíveis, as linhas que representam as vistas ortográficas do mesmo;
- A perspectiva é iniciada pelos vértices mais próximos do observador;
- Com o auxílio do esboço executado, completa-se o desenho do objeto em perspectiva isométrica, ligando-se os pontos que definem as suas arestas.



(esboço a mão livre)



FONTE: PEREIRA (1976)

FIG. 80a

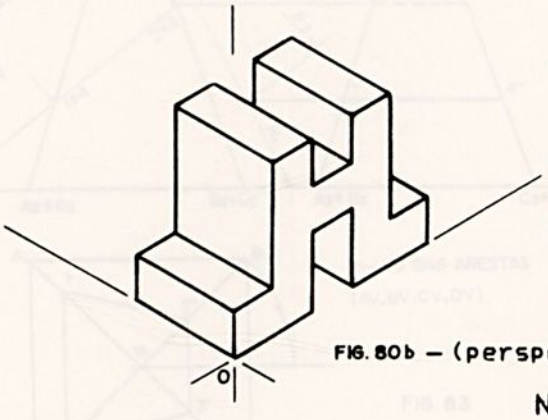


FIG. 80b – (perspectiva isométrica)

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos fundamentais de projeções ortogonais: representação de ponto, reta e plano;
- Leitura e interpretação de épuras;
- Verdadeira grandeza;
- Intersecção de planos (entre as faces do objeto);
- Visualização espacial.

Nas Figs. 81 e 82 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de perspectiva isométrica.

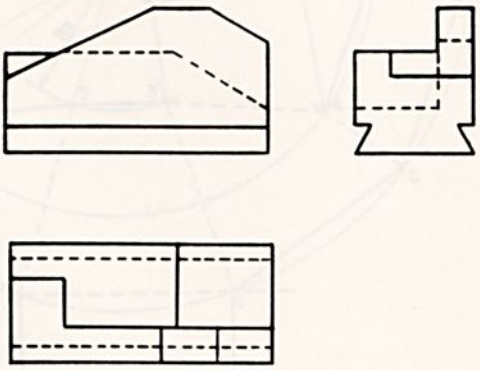


FIG. 81

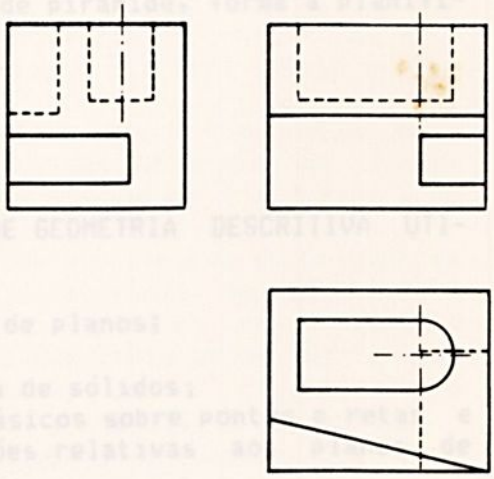
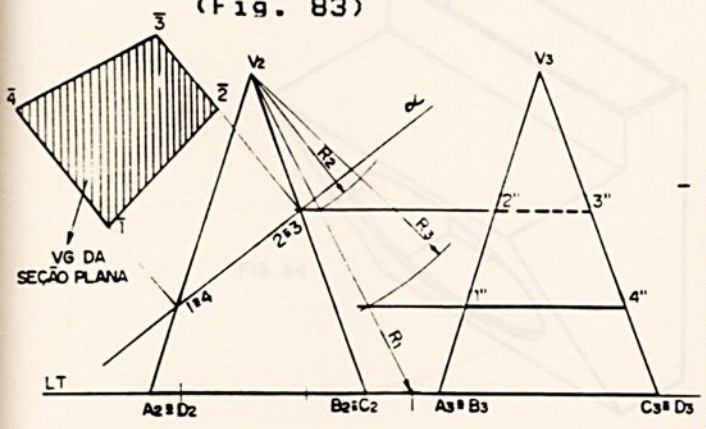


FIG. 82

3.4.6. DESENVOLVIMENTO DE SUPERFÍCIE

Desenvolver a superfície do tronco de pirâmide reta, de base quadrada, seccionada por um plano DE TOPO. (Fig. 83)



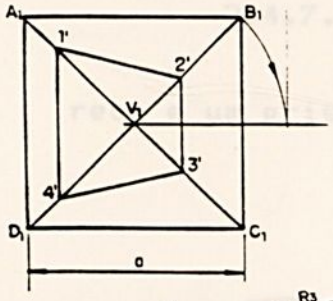


FIG. 83

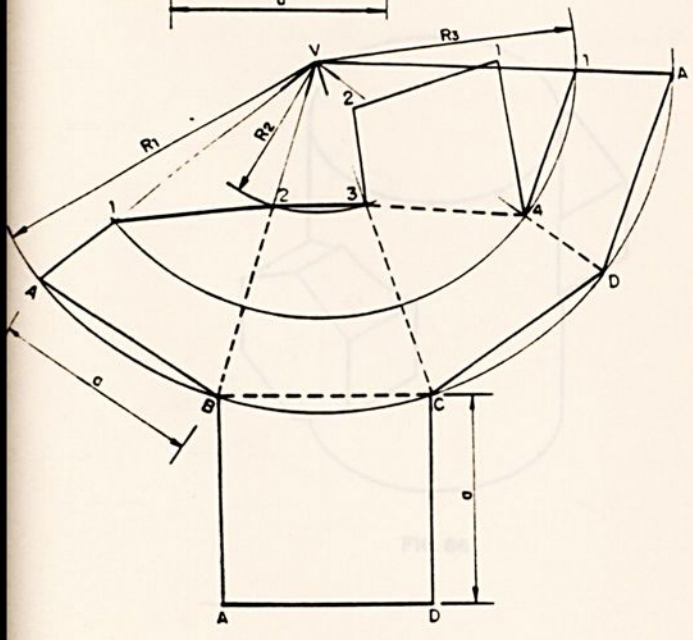


FIG. 83a

- Representar a pirâmide por meio de três vistas principais, determinando-se a Secção Plana em VG. Para isso, é aplicada "Intersecção de Reta Com Plano", achando-se os pontos onde as arestas furam o plano secante (pontos 1, 2, 3, 4);
- Aplicando Rebatimento de Planos, determina-se a VG da secção plana, pontos ($\overline{1}$, $\overline{2}$, $\overline{3}$, $\overline{4}$);
- Por intermédio da Rotação de uma das arestas que liga o vértice à base (BV), determina-se a VG da mesma (R_1) e conseqüentemente a VG das arestas do tronco de pirâmide (R_2 e R_3);
- Tomando-se R_1, R_2 e R_3 como raios, partindo de um ponto "V", define-se a planificação das faces laterais, que unidas à VG da base e da secção plana que determina o tronco de pirâmide, forma a planificação total.

APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Rebatimento de planos;
- Rotação;
- Secção plana de sólidos;
- Conceitos básicos sobre pontos e retas e suas posições relativas aos planos de projeções;
- Verdadeira Grandeza.

Nas Figs. 84 e 85 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de desenvolvimento de superfícies.

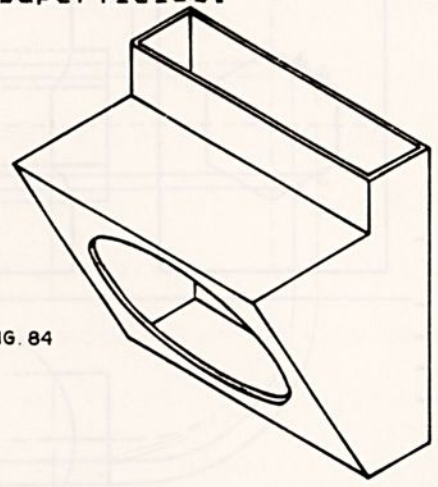


FIG. 84



FONTE: PRO-TEC (S/D)

FIG. 85

3.4.7. INTERSECÇÃO DE SÓLIDOS

Determinação da intersecção entre um cilindro reto e um prisma reto de bases hexagonais. (Fig. 86)

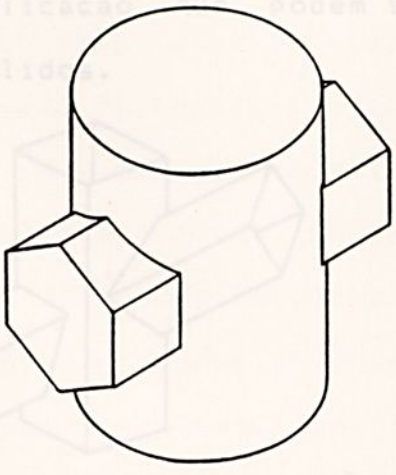
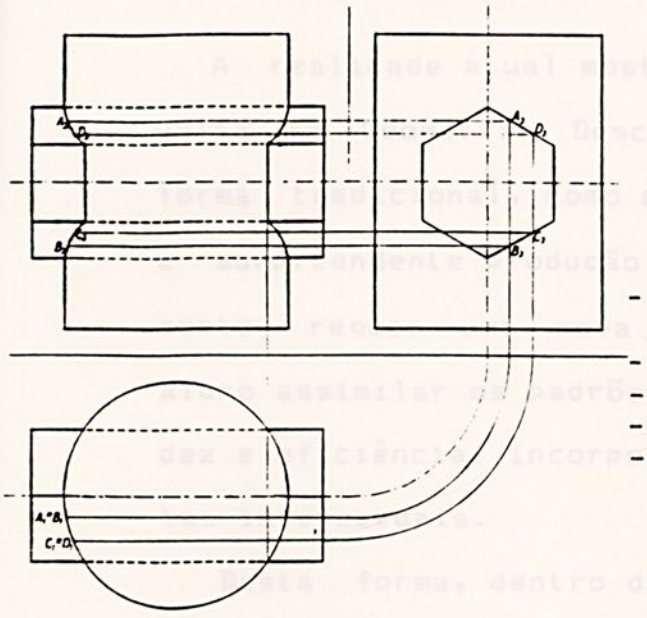


FIG. 86

- Inicialmente traçam-se as vistas principais necessárias e convenientes;
- Para o traçado das vistas principais, determina-se a intersecção das arestas do prisma com a superfície cilíndrica conforme exemplificam os pontos A, B, C e D, representados nas três vistas projetadas;
- Sendo um cilindro reto e com o eixo perpendicular ao plano horizontal de projeção, a sua vista superior é reduzida a um círculo;
- As intersecções das arestas do prisma com a superfície cilíndrica, se dão diretamente na Vista Superior, no cruzamento dos segmentos que representam as projeções das arestas, com a circunferência que representa a superfície cilíndrica;
- As demais projeções são obtidas por pertinência de ponto à reta, por meio das linhas de chamadas e rebatimento para a terceira vista (Vista Lateral);
- A intersecção entre os sólidos é determinada ligando-se esses pontos obtidos.



APLICAÇÕES DE GEOMETRIA DESCRITIVA UTILIZADAS:

- Conceitos fundamentais de projeção ortogonal: ponto, reta e plano;
- Representação de sólidos;
- Intersecção de reta com superfície;
- Intersecção entre superfícies;
- Rebatimento de planos.

FIG. 86a – (intersecção de sólidos)

Nas Figs. 87 e 88 são dados outros exemplos de aplicação que podem ser usados no ensino de intersecção de sólidos.

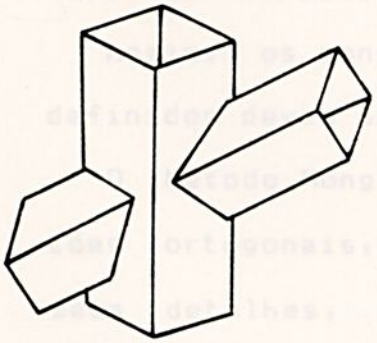
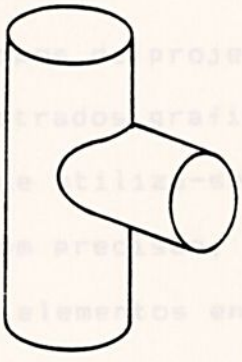


FIG. 87



FONTE: PRO-TEC(S/D)

FIG. 88

4. CONCLUSÕES

A realidade atual mostra que é praticamente impossível a volta da Geometria Descritiva aos currículos escolares na forma tradicional, como podem pretender alguns. Isto porque, a surpreendente produção de conhecimentos que se vê no presente, requer uma nova dinâmica no ensino, que permita ao aluno assimilar os padrões conceituais necessários, com rapidez e eficiência, incorporando-os ao seu arsenal de ferramentas intelectuais.

Desta forma, dentro das limitações do presente trabalho foi possível identificar os principais conceitos de Geometria Descritiva que devem ser enfatizados no ensino do Desenho Técnico Básico.

A análise de cada um desses conceitos permitiu mostrar em detalhes as dificuldades que devem ser superadas na incorporação do respectivo conhecimento.

Assim, os conceitos dos vários tipos de projeção, além de definidos devem ser trabalhados e mostrados graficamente.

O Método Mongeano de projeção, que utiliza-se das projeções ortogonais, deve ser exposto com precisão, em todos os seus detalhes, identificando-se os elementos envolvidos na sua representação e as convenções adotadas para as notações, assim como as épuras, precisam ser assimiladas corretamente, por intermédio de sua execução, leitura e interpretação.

Para que esses conceitos sejam melhor absorvidos, é importante que os mesmos sejam trabalhados, utilizando-se de projeções com representação de sólidos, pois com o auxílio do objeto, a visualização dos detalhes se torna mais clara.

Os conceitos abordados a seguir estão sujeitos a normas técnicas, lembrando que a necessidade de um determinado recurso de representação é indicada pela complexidade da forma do objeto representado. As normas apenas orientam como executá-lo.

As vistas ortográficas devem ser abordadas de maneira abrangente, uma vez que nelas estão alicerçadas as bases que servem de apoio a toda representação em Desenho Técnico.

Desta maneira, as vistas principais que são as mais utilizadas, devem ser muito bem definidas, mostrando-se que para cada objeto a representar, cabe uma análise, quanto à necessidade e à conveniência na escolha das mesmas, para se obter uma definição rigorosa da forma do objeto representado.

As vistas auxiliares (primárias e secundárias), necessárias à representação de determinados detalhes de objetos, que não são possíveis de serem mostrados por intermédio das vistas principais, devem ser bem conceituadas, de forma que não só o seu mecanismo de projeção fique bem claro ao aluno, como também as informações complementares necessárias para se obter uma definição rigorosa e completa da forma do objeto representado.

As vistas seccionais usadas para mostrar detalhes internos dos objetos, exigem os conceitos de secção plana e de verdadeira grandeza, que servem de base a este tipo de construção. Os conhecimentos das respectivas normas, facilita a escolha e a execução correta do tipo de corte ou secção mais apropriada à caracterização do detalhe.

Quanto à perspectiva axonométrica ortogonal, foi enfatizada a isométrica, por ser aquela que encontra maior aplicação em Desenho Técnico. Para a execução dessas perspectivas, a leitura e interpretação de épuras, que permitem visualizar as formas dos objetos que representam, devem ser bastante exercitadas, com um bom domínio dos conceitos fundamentais de projeção. Desta forma, o desenho da perspectiva isométrica se dá de maneira eficaz, quando essa visualização do objeto for clara e as construções geométricas atendam aos dados exigidos.

O desenvolvimento de superfícies e a intersecção de sólidos, exigem uma base ampla dos principais conceitos de Geometria Descritiva, para se ter segurança no correto desenrolar de suas fases construtivas. Esses conceitos e sua forma de introdução didática também foram abordados no presente trabalho.

Finalizando, espera-se que a proposta deste trabalho seja uma semente para a renovação do ensino do Desenho Técnico, como linguagem da tecnologia, reforçando seus aspectos conceituais que têm origem na Geometria Descritiva.

5. ÍNDICE DE FIGURAS

Assunto	Figura	Página
Sistema de projeção Cônico, Central ou Perspectiva. . .	1	32
Sistema de projeção Cilíndrico Oblíquo.	2	33
Sistema de projeção Cilíndrico Ortogonal.	3	33
Representação no espaço: ponto no 1º e 3º diedros . . .	4	35
Representação em épura: ponto no 1º diedro.	5	37
Representação em épura: ponto no 3º diedro.	6	37
Representação no espaço: sólido no 1º e 3º diedros. . .	7	37
Representação em épura: sólido no 1º diedro	8	38
Representação em épura: sólido no 3º diedro	9	38
Representação no espaço: sólido no 1º diedro-aplicação.	10	38
Prisma reto-retângulo no espaço, 1º diedro.	11	39
Prisma reto-retângulo em épura, 1º diedro	12	40
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: no espaço.	13	41
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: em épura .	14	41
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: no espaço.	15	42
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: em épura .	16	42
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: no espaço.	17	43
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: em épura .	18	43
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: no espaço.	19	44
Prisma reto-retângulo seccionado, 1º diedro: em épura .	20	44
Vistas Principais, 1º diedro: no espaço	21	46
Vistas Principais, 1º diedro: planificação.	22	46
Vistas Principais, 1º diedro: em épura.	23	46

Assunto	Figura	Página
Vistas Principais, no espaço e em épura	24	47
Vistas Principais, no espaço e em épura	25	47
Vista Auxiliar primária, no espaço e em épura	26	48
Vistas Auxiliares primárias, no espaço.	27	49
Vista Auxiliar secundária, no espaço e em épura	28	49
Corte pleno horizontal, no espaço e em épura.	29	50
Corte pleno transversal, no espaço e em épura	30	51
Corte pleno longitudinal, no espaço e em épura.	31	51
Corte composto, no espaço e em épura.	32	53
Meio corte, no espaço e em épura.	33	53
Corte rebatido, no espaço e em épura.	34	54
Corte parcial, no espaço e em épura	35	55
Corte auxiliar, no espaço e em épura.	36	56
Corte fantasma, no espaço e em épura.	37	57
Secção rebatida fora da vista	38	57
Secção rebatida sobre a vista	39	58
Secção rebatida na interrupção da vista.	40	58
Perspectiva Axonométrica Ortogonal isométrica	41	60
Perspectiva Axonométrica Ortogonal dimétrica.	42	60
Perspectiva Axonométrica Ortogonal trimétrica	43	60
Desenvolvimento de superfícies: pirâmide reta	44	61
Desenvolvimento de superfícies: coifa	45	62
Intersecção de sólidos: intersecção perpendicular entre dois dutos quadrados.	46	63

Assunto	Figura	Página
Desenho de vistas principais:		
Perspectiva isométrica do objeto.	47	65
Projeções	47a	65
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .48/49		66
Desenho de vista auxiliar primária:		
Perspectiva isométrica do objeto.	50	66
Projeções	50a	66
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .51/52		67
Desenho de vista auxiliar secundária:		
Perspectiva isométrica do objeto.	53	67
Projeções	53a	68
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .54/55		68
Desenho de vistas seccionais:		
Corte Pleno Horizontal - perspectiva isométrica	56	69
Projeções	56a	69
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .57/58		70
Corte Pleno Longitudinal - perspectiva isométrica. . .	59	70
Projeções	59a	71
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .60/61		71
Corte Pleno Transversal - perspectiva isométrica. . .	62	72
Projeções	62a	72
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação . . .63/64		73
Corte Composto - perspectiva isométrica	65	73
Projeções	65a	74
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .66/67		74

Assunto	Figura	Página
Meio-Corte - perspectiva isométrica	68	75
Projeções.	68a	75
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .	69/70	76
Corte Parcial - perspectiva isométrica.	71	76
Projeções	71a	76
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .	72/73	77
Corte Rebatido - perspectiva isométrica	74	77
Projeções	74a	77
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .	75/76	78
Secções - perspectiva isométrica.	77	78
Projeções	77a	79
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .	78/79	79
Desenho de Perspectiva Axonométrica ortogonal isométrica:		
Vistas ortográficas principais.	80	80
Eixos isométricos - esboço no hexaedro.	80a	81
Perspectiva isométrica do objeto.	80b	81
Vistas principais dadas para aplicação.	81/82	81
Desenho sobre desenvolvimento de superfície; tronco de pirâmide reta com base quadrada:		
Projeções	83	82
Desenvolvimento da superfície	83a	82
Objetos em perspectiva isométrica para aplicação. . . .	84/85	83
Desenho de intersecção de sólidos:		
Perspectiva isométrica dos objetos.	86	83
Projeções	86a	84
Objeto em perspectiva isométrica para aplicação	87/88	84

6. BIBLIOGRAFIA

ALBIERO, E. & SILVA, E. de O. e; Desenho técnico fundamental. 2.ed. São Paulo: E.P.U. Editora Pedagógica Universitária Ltda., 1972.

BACHMANN, A.& FORBERG, R. Desenho técnico. 4.ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1979.

BORNANCINI, J.C.M.; PETZOLD, N.I.; ORLANDI JÚNIOR, H.; Desenho técnico básico. 1.ed. Porto Alegre: Livraria Sulina Editora, s/d, vol. I e II.

CASTRUCCI, B.; Lições de geometria elementar. 4.ed. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1958.

CAVALLIN, J.; Lições de geometria descritiva. 4.ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1968.

CHAPUT, I.; Elementos de geometria descritiva. 18.ed. Rio de Janeiro: F. Briguiet & Cia., 1966.

CRUZ, T.R.; BUENO, J.C.L.; TRONCOSO, C.R.; Instrumentos de aprendizagem - geometria descritiva. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1980.

CUNHA, L.V. da.; Desenho técnico. 7.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

DOZZI, A. & FRANCISCO, D.; Desenho técnico. 9.ed. São Paulo: EDUSP, 1987.

ESTEPHÂNIO, C.; Desenho técnico básico. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1984.

FERRO, S.; O canteiro e o desenho. São Paulo: Projeto Editores Associados, 1982.

FRENCH, T. E. & VIERCK, C. J. Desenho técnico e tecnologia gráfica. Porto Alegre: Editora Globo, 1985.

GUILBERT, A.A. de PAULA, et al; Desenho mecânico. São Paulo: SENAI - Coordenação de Ensino e Treinamento, s/d.

HOELSCHER, R.P.; SPRINGER, C.H.; DOBROVOLNY, J.S.; Expressão gráfica desenho técnico. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

LANDI, F.R. et al; Desenho. São Paulo: Universidade de São Paulo - Escola Politécnica, s/d, Vol. I, II, e III.

BIBLIOTECA - UNESP - CAMPUS BAURU

LORIGGIO, P.; Geometria descritiva. 1.ed. São Paulo: Livraria Nobel S/A, 1965, vol. I, II e III.

MACHADO, A.; Geometria descritiva. 23.ed. São Paulo: Editora Mc-GRAW-HILL do Brasil Ltda., 1974.

MAGUIRE, D.E. & SIMMONS, C.H.; Desenho técnico. São Paulo: Hemus Editora Limitada, 1982.

MARMO, C.M.B.; Geometria descritiva. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1964, livros 7 e 8.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Normalização, histórico e informações. Brasília: Departamento de Assuntos Universitários, 1978.

MONGE, G.; Géométrie descriptive. Paris: Gauthier-Villars et Cie. éditeurs, 1922, vol. I e II.

OLIVEIRA, M.S. de; CARDOSO, A. de S.; CAPOZZI, D.; Desenho técnico. São Paulo: Editora FTD S.A., s/d.

PEREIRA, A.; Desenho técnico básico. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, Editora S.A., 1976.

PINTAUDI, C.; PINTAUDI, S.J.; SILVA, J.R.; Desenho técnico. 4.ed. São Paulo: Editora LEP S.A., 1969.

PRÍNCIPE JÚNIOR, A.R.; Noções de geometria descritiva. 26.ed. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1977.

PROVENZA, F.; Desenhista de máquinas. 2.ed. São Paulo: Escola PRO-TEC, 1975.

RODRIGUES, A.J.; Geometria descritiva. 6.ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1970.

SANTILLI Jr., L. et al; Desenho técnico. São Paulo: Faculdade de Engenharia Industrial - FEI, s/d.

SILVA, S.F. da; A linguagem do desenho técnico. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1984.

WELLMAN, B.L.; Geometria descriptiva. 2.ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A., 1971.

N.º 215
BIBLIOTECA - UNESP
CAMPUS DE BAURU