

**ANTONIO VICENTE PEREIRA FILHO**

**UMA METODOLOGIA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE  
DO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA NO 3º GRAU**

**DISSERTAÇÃO : MESTRADO  
PUC - PR**

**CURITIBA  
1998**

**ANTONIO VICENTE PEREIRA FILHO**

**UMA METODOLOGIA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE  
DO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA NO 3º GRAU**

Dissertação apresentada à Pontifícia  
Universidade Católica do Paraná, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Educação, sob a orientação da  
Professora Doutora Zélia Milléo Pavão.

**CURITIBA**



PUC PR

Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Centro de Teologia e Ciências Humanas  
Departamento de Educação  
Mestrado em Educação

## ATA DO EXAME DA DISSERTAÇÃO

Exame de Dissertação n.º 93

No dia **17 de fevereiro de 1998**, às **09h**, reuniu-se a Banca Examinadora, composta pelos seguintes professores:

MEMBROS DA BANCA	ASSINATURA
Profª Drª Zélia Milléo Pavão	
Profª Drª Lilian Anna Wachowicz	
Profª Drª Maria Tereza Carneiro Soares	

designada para a Exame de Dissertação do Mestrando **Antonio Vicente Pereira Filho**, ano de ingresso 1993, do Programa de Pós-Graduação em Educação, Nível de Mestrado, intitulada **UMA METODOLOGIA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO ENSINO DA GEOMETRIA DESCRITIVA NO 3º GRAU**.

Profª Drª Zélia Milléo Pavão	Conceito <u>  A  </u>
Profª Drª Lilian Anna Wachowicz	Conceito <u>  A  </u>
Profª Drª Maria Tereza Carneiro Soares	Conceito <u>  A  </u>
	<b>Conceito Final</b> <u>  A  </u>

Observações: Há necessidade de acrescentar à dissertação as sugestões da Banca Examinadora.

**Prof. Dr. Peri Mesquida**  
Coord. do Curso de Mestrado em Educação

Para meus pais, Antonio Vicente e Clotilde, com saudades.

Para a minha mulher, Claudete, com gratidão.

À Professora Doutora Zélia Milléo Pavão, pela dedicada orientação.

Aos Professores Doutores Carlos Mello Garcias e Flávio Bortolozzi, pelo estímulo e compreensão.

Aos autores do texto didático, Roberto Alexandre Schlemm e Aramis Demeterco, pelo voto de confiança.

Aos professores e colegas do Mestrado, pela convivência inesquecível.

Aos alunos dos cursos de Engenharia, Arquitetura e Artes Plásticas, pela valiosa colaboração.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 O PROBLEMA.....	04
1.2 JUSTIFICATIVA DA IMPORTÂNCIA SOCIAL DO TRABALHO.....	05
1.3 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	07
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	07
<b>2 HISTÓRICO .....</b>	<b>09</b>
<b>3 PESQUISA DE CAMPO .....</b>	<b>22</b>
3.1 O FORMULÁRIO.....	22
3.2 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA - CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS BÁSICAS...	25
3.3 RESULTADOS DA PESQUISA .....	27
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	30
<b>4 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA: A METODOLOGIA DO ENSINO- APRENDIZAGEM DAS DISCIPLINAS DE DESENHO GEOMÉTRICO E PROJETIVO.....</b>	<b>31</b>
<b>5 GEOMETRIA DESCRITIVA : UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A PRÁTICA .....</b>	<b>40</b>
5.1 PLANO HORIZONTAL OU DE NÍVEL .....	43
5.2 PLANO DE FRENTE OU FRONTAL .....	45
5.3 PLANO FRONTO-HORIZONTAL OU PARALELO À LINHA DE TERRA .....	46
5.4 PLANO VERTICAL .....	48
5.5 PLANO DE PONTA OU DE TOPO .....	49
5.6 PLANO DE PERFIL .....	51
5.7 PLANO QUALQUER .....	52
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO III .....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1 TRIÉDRO EM PERSPECTIVA CAVALEIRA .....	42
2 PROJEÇÕES DO PONTO NOS PLANOS PRINCIPAIS.....	43
3 PLANO HORIZONTAL OU DE NÍVEL (Reta Horizontal).....	44
4 PLANO HORIZONTAL OU DE NÍVEL (Reta de Ponta ou de Topo).....	44
5 PLANO HORIZONTAL OU DE NÍVEL (Reta Fronto-Horizontal) .....	45
6 PLANO DE FRENTE OU FRONTAL (Reta de Frente) .....	45
7 PLANO DE FRENTE OU FRONTAL (Reta Vertical) .....	46
8 PLANO DE FRENTE OU FRONTAL (Reta Fronto-Horizontal) .....	46
9 PLANO FRONTO-HORIZONTAL (Reta Fronto-horizontal) .....	47
10 PLANO FRONTO HORIZONTAL (Reta de Perfil) .....	47
11 PLANO FRONTO-HORIZONTAL (Reta Qualquer) .....	48
12 PLANO VERTICAL (Reta Horizontal) .....	48
13 PLANO VERTICAL (Reta Vertical) .....	49
14 PLANO VERTICAL (Reta Qualquer) .....	49
15 PLANO DE PONTA OU DE TOPO (Reta de Frente) .....	50
16 PLANO DE PONTA OU DE TOPO (Reta de Topo) .....	50
17 PLANO DE PONTA OU DE TOPO (Reta Qualquer) .....	51
18 PLANO DE PERFIL (Reta de Perfil) .....	51
19 PLANO DE PERFIL (Reta de Topo) .....	52
20 PLANO DE PERFIL (Reta Vertical) .....	52
21 PLANO QUALQUER (Reta Horizontal) .....	53
22 PLANO QUALQUER (Reta de Frontal) .....	53
23 PLANO QUALQUER (Reta de Perfil) .....	54
24 PLANO QUALQUER (Reta Qualquer) .....	54



## RESUMO

Este breve estudo pretende ser uma modesta contribuição para minimizar a dificuldade de compreensão da disciplina Geometria Descritiva, nos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da PUC/PR e Pintura e Licenciatura em Desenho da EMBAP. Um histórico do desenvolvimento do conteúdo programático, em ambas as Instituições, demonstrou os efeitos de uma prática inadequada, durante o longo período de um quarto de século, no qual vigorou a Lei nº 5.692/71, de Diretrizes e Bases no Ensino de 1º e 2º Graus. A partir desta realidade levantaram-se dados pessoais, por meio de entrevistas e pesquisas de condições sociais, que permitiram a avaliação do interesse do estudante pelo curso escolhido, bem como do seu grau de conhecimento de desenho geométrico e projetivo. As opiniões de autores, contemporâneos e do passado, foram consideradas no sentido de uma investigação com a finalidade de fundamentar uma proposta metodológica para a prática. Esta proposta está formalmente enunciada e desenvolvida no Capítulo 5 deste trabalho.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo levantar dados para uma sistematização de conteúdos no currículo universitário, que permita a apropriação, pelo aluno, dos conhecimentos fundamentais de desenho básico, necessários ao desenvolvimento de técnicas específicas para aplicação nas áreas de engenharia, arquitetura e artes plásticas.

O tema, objeto deste estudo, decorre da nossa experiência no ensino básico de desenho geométrico e projetivo em instituições voltadas para a formação de engenheiros, arquitetos e artistas plásticos, principalmente após a Lei nº 5.692/71 que retirou do núcleo comum e, conseqüentemente, tais disciplinas passaram a ser ofertadas optativamente no 2º grau, abrindo uma lacuna na formação integral do adolescente quanto ao ensino básico da matemática. Mesmo considerando as referidas disciplinas sob o título de Educação Artística a medida não deixou de ser inadequada, pelos resultados que se observam atualmente.

Expressões verbais ou escritas nos diversos idiomas para a descrição de objetos, são substituídas por suas representações mediante linhas e sombras, pois o desenho é uma linguagem universal.

No entanto, tal como observa Carvalho (1959, p.1), essa simplificação representativa exige, além de técnica e precisão construtiva, um encadeamento de raciocínio matemático fundamentado em conhecimentos aritméticos, geométricos e trigonométricos.

Essa condição se faz presente em qualquer ramo de atividade, cujo meio de expressão seja a comunicação visual.

Assim sendo, o desenho utilizado nas áreas de tecnologia e de belas artes é, em última análise, a própria geometria aplicada a resolução gráfica de problemas matemáticos.

O desenho geométrico, entendido como básico para a realização de estudos de engenharia, arquitetura e artes plásticas é visto, genericamente, nos currículos dos cursos superiores como construções geométricas, propriamente ditas, geometria descritiva, perspectiva e sombras. O texto didático intitulado Geometria Descritiva Aplicada, de Schlemm e Demeterco (1976), concentra os

princípios geométricos dessas Disciplinas e os utiliza com exemplos de aplicação prática.

A apropriação desses conhecimentos fundamentais permite o desenvolvimento das técnicas específicas de desenho, para cada uma das áreas de interesse profissional.

A experiência profissional como docente demonstra que os alunos de 3º grau necessitam passar pela fase de construção geométrica para apreenderem a realidade concreta, constituída de formas geométricas básicas, da geometria descritiva, da perspectiva e das sombras. Sem esta base construída sobre o concreto a dificuldade de abstração amplia-se, conforme comprova o relato de entrevista, realizada em junho de 1995, com Dorlin de Moura Gomes, aluna de engenharia civil da PUC/PR, transcrito integralmente no Anexo I.

Eu percebo que é bem difícil do pessoal entender. Mesmo para mim. Eu estudei um pouco antes e tal, mas no começo eu não estava entendendo direito. Mais tarde eu estudei um pouco mais. Eu acho que tem muita coisa que a gente não viu no 2º grau e é dada de uma forma, como se a gente tivesse visto aquilo. Então fica uma certa dificuldade. Muita gente não teve isso no 2º grau e não tem base nenhuma.

Dorlin vinha de um 2º grau, cursado no interior de São Paulo, com o programa de Desenho Geométrico contido na disciplina de Educação Artística.

A gente teve algumas coisas de perspectiva, mas muito pouco. Quase nada. E se a gente não sabe Geometria, depois não tem condição para fazer o projeto. É básico, você tem que saber desenhar, saber as formas dos objetos. Isso é muito importante. Eu vejo importância nisso. Eu fiz mais a escolha (pelo curso de Engenharia Civil) porque sempre me dei muito bem em cálculo, mas também porque eu gosto de

projeto, de desenho, dessas coisas, tanto que eu penso muito, quando me formar, trabalhar com projeto.

Referindo-se a geometria, ou seja, construções geométricas fundamentais justificadas, disse a aluna:

Tinha. Tinha, mas era uma pequena parte da Geometria. A gente teve só no primeiro ano, em Educação Artística. Foi nos últimos bimestres que o professor deu alguma coisa de geometria - de paralela, dessas coisas assim. E é bem por isso que faz com que fique puxado.

No final do ano letivo, novembro de 1995, novo depoimento de Dorlin de Moura Gomes, complementa o anterior, realizado no mês de junho.

Bom, como eu já tinha dito, o começo foi aquele. Até que, razoavelmente eu tive um bom aproveitamento. Consegui fazer tudo. Só que quando a gente faz um 2º grau sem muita base e daqui a pouco a matéria é muito jogada, fica difícil. Às vezes a gente muita coisa não sabia fazer. E agora, nestes últimos bimestres que a gente trabalhou com o projeto arquitetônico, ficou meio difícil. Mas no total, acho que aprendi bastante coisa. Mesmo me virando sozinha, às vezes quebrando um pouco a cabeça, mas com isso aprendi também. Isso vai ser bastante útil para mim depois, mais tarde na continuação de outras disciplinas. Acho que foi muito bom, muito útil, muito necessário.

## 1.1 O PROBLEMA

Em síntese, o problema de pesquisa é o seguinte:

Verificar, por meio de pesquisa bibliográfica, quais os conteúdos programáticos e a metodologia que devem fazer parte do currículo do ensino de

Desenho no 3º grau, para que os alunos percebam que estão aplicando conhecimentos geométricos fundamentais.

Avaliar o desempenho em construções geométricas básicas, de alunos que ingressam nos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Artes Plásticas, para obter o diagnóstico que ratifique a necessidade de correção da proposta curricular.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DA IMPORTÂNCIA SOCIAL DO TRABALHO

O desenho constitui uma linguagem universal. No entanto, ocorre um acentuado desinteresse pela matéria, mesmo de parte daquelas pessoas diretamente envolvidas em trabalhos que exigem, como pré-requisito, noções elementares de desenho geométrico.

O descaso no tratamento do Desenho Geométrico é universal, conforme obras consultadas para a revisão de bibliografia.

Este desinteresse é apontado pelos educadores como tendo origem nos primeiros estágios da aprendizagem e prosseguindo em toda a trajetória acadêmica do aluno.

A ausência do Desenho Geométrico nos currículos de 1º e 2º graus cria uma lacuna entre esses níveis e o 3º grau, em termos de pré-requisitos para aprendizagem de Geometria Descritiva que, por sua vez, precede o Desenho Técnico de modo geral, isto é, a aplicação da Geometria Descritiva a problemas concretos da Engenharia, Arquitetura e Artes Plásticas.

Os problemas criados pela ausência do Desenho Geométrico nos graus anteriores ao terceiro, são abordados sob o aspecto metodológico dentro de um enfoque global de mudanças, preconizadas por várias correntes educacionais ao longo deste século. Segundo Kline (1976), foram introduzidas reformas de currículos e de conteúdos programáticos que, sem fundamentação e prévia experiência, não produziram os resultados esperados.

Neste contexto, nos propomos a examinar os fatores que entendemos sejam determinantes para o êxito do ensino de desenho como matemática aplicada às situações reais, nos campos da engenharia, arquitetura e artes plásticas.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O universo de realização da pesquisa está limitado a alunos da Pontifícia Universidade Católica, e da Escola de Música e Belas Artes, ambas sediadas em Curitiba, capital do Estado do Paraná, cujas realidades concretas são de nosso conhecimento.

### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho, são: a) revisão de bibliografia; b) a experiência de magistério no ensino de desenho geométrico e projetivo em instituições voltadas para a formação de engenheiros, arquitetos e artistas plásticos; c) pesquisa de campo que fornecerá o perfil do aluno, no início do curso, das três áreas referenciadas na letra “b”. O formulário, especialmente construído para o levantamento da tipologia dos alunos, consta de três blocos. No bloco 1, foram levantados os dados sociológicos básicos dos alunos. No bloco 2, foram pesquisadas variáveis relativas a escolha do curso e da instituição. No bloco 3, foram analisados os resultados referentes: ao horário em que o aluno frequenta as aulas; o tempo reservado para a freqüência aos ateliers



e à biblioteca. Nesse bloco há itens sobre as expectativas dos alunos quanto ao curso escolhido e os pontos positivos por eles apontados.

Além da tipologia do aluno, tentou-se diagnosticar seu perfil de ingresso, por meio de uma prova que medisse o desempenho em Construções Geométricas Básicas.

## CAPÍTULO 2

### HISTÓRICO

O início da nossa atuação no ensino de 3º grau foi na Escola de Música e Belas Artes do Paraná - EMBAP, no ano letivo de 1980.

Fundada em 17 de abril de 1948, a EMBAP é a mais antiga instituição de ensino superior oficial do Estado.

Atualmente a Escola conta com noventa professores, dezoito funcionários e mil alunos nos seus dez cursos: curso de iniciação, curso fundamental, quatro cursos de graduação na área de música e quatro de graduação na área de artes plásticas. Elegemos para estudo, nesta área, os cursos de Pintura e de Licenciatura em Desenho.

O desenho geométrico e projetivo é matéria comum, e indispensável, para a formação do artista plástico e do professor de desenho, na área das artes.

A Geometria Descritiva, objeto específico do interesse deste trabalho, é desenho projetivo, essencial para o estudo da perspectiva, das sombras e do desenho técnico. O seu domínio é conseqüência de uma razoável base em

desenho geométrico, que o estudante deverá ter ao ingressar em um curso de graduação.

No entanto, os fundamentos geométricos foram, praticamente, retirados dos currículos do 2º grau, com a Lei nº 5.692/71 de Diretrizes e Bases do Ensino de 1º e 2º, que em seu artigo 7º considera obrigatória a matéria “Educação Artística”, na qual estariam incluídos estes princípios, o que, de fato, não se confirmou na prática.

Verificou-se, isto sim, inicialmente na EMBAP, a transferência do desenho geométrico e projetivo do vestibular para o exame prévio, com visível queda do nível de exigência. Depois, mudou-se a denominação da disciplina Geometria Descritiva, nos cursos de graduação, para Desenho Geométrico e Geometria Descritiva, ainda com o agravante da redução da carga horária de quatro horas/aula para duas horas semanais.

A inadequação dessas medidas é tão evidente que dispensa qualquer consideração, mas fica claro, pelo menos para o educador consciente, o descaso pela qualidade do ensino.

A saída, que pareceu viável para este impasse, no caso da EMBAP, foi a síntese do conteúdo programático.

Tentou-se condensar os programas: de desenho geométrico, no primeiro semestre e de geometria descritiva, no segundo. Resultado: não houve possibilidade de desenvolvimento satisfatório dos conteúdos programáticos. E por que? Por dois motivos: o primeiro foi a supressão de horas/aula, já mencionado. O segundo foi que essas horas retiradas, foram utilizadas na criação de novas disciplinas, que já no início do ano letivo exigem conhecimentos que o aluno somente passará a ter após o segundo semestre.

Esse fato novo exigiu a reestruturação do programa, para o desenvolvimento simultâneo do desenho geométrico e da geometria descritiva.

Adotou-se, então, um programa nos cursos de Pintura e Licenciatura em Desenho, para desenvolvimento em um e dois anos, respectivamente.

## DESENHO GEOMÉTRICO E GEOMETRIA DESCRITIVA

### EMENTA

Desenho Geométrico: Introdução: Instrumentos e materiais de desenho. Escalas. Caligrafia técnica. Normas Brasileiras. Construções geométricas fundamentais.

Geometria Descritiva: Projeções ortogonais. Métodos descritivos. Problemas métricos e de posição. Representação de poliedros. Interseções de poliedros.

## OBJETIVO

Desenvolver o estudo do desenho geométrico e da geometria descritiva com fundamento nas proposições da geometria elementar com vistas à aplicação em situações reais.

## PROGRAMA

1º BIMESTRE: 15 HORAS/AULA

### Desenho Geométrico

ITEM 1: 1 hora/aula. Importância da geometria plana elementar para o estudo do desenho geométrico. Preceitos e postulados. Instrumentos e materiais.

ITEM 2: 2 horas/aula. Normas Brasileiras. Caligrafia técnica : exercícios.

ITEM 3: 2 horas/aula. Escalas - numérica e gráfica. Cálculo e construção. Aplicações.

### Geometria Descritiva

ITEM 4: 2 horas/aula. Notação e conceitos de geometria descritiva. Projeções ortogonais. Estudo do ponto.

ITEM 5: 3 horas/aula. Estudo da reta.

ITEM 6: 5 horas/aula. Estudo do plano.

2º BIMESTRE: 15 HORAS/AULA

### Desenho Geométrico

ITEM 7: 7 horas/aula. Proposições e construções: retas e paralelas e perpendiculares. Ângulos. Operações gráficas. Circunferência. Ângulo central. Ângulo inscrito. Arco capaz. Tangentes. Divisão

da circunferência em partes iguais. Inscrição de polígonos. Potência de ponto.

### Geometria Descritiva

ITEM 8: 8 horas/aula. Métodos descritivos: Mudança de planos. Rotação. Rebatimento.

3º BIMESTRE: 15 HORAS/AULA

### Desenho Geométrico

ITEM 9: 7 horas/aula. Proposições e construções: triângulos e quadriláteros. Segmentos. Divisão harmônica. Quarta proporcional. Terceira proporcional. Triângulos. Relações métricas no triângulo retângulo. Médias: aritmética e geométrica. Segmento áureo e do tipo raiz de “n”.

### Geometria Descritiva

ITEM 10: 8 horas/aula. Problemas métricos e de posição. Posições relativas de duas retas, de retas e planos, de dois planos. Interseções: de planos, de reta e plano. Paralelismo e perpendicularismo de retas e planos.

4º BIMESTRE: 15 HORAS/AULA

### Desenho Geométrico

ITEM 11: 7 horas/aula. Tangência. Conceitos. Pesquisa de pontos. Eixo radical. Ponto radical. Lugares geométricos. Concordância. Semelhança e homotetia. Equivalência. Divisão e retificação da circunferência e arcos. Seções cônicas: elipse, parábola e hipérbole. Curvas planas: espirais, evolvente.

### Geometria Descritiva

ITEM 12: 8 horas/aula. Representação de poliedros. Poliedros regulares. Contorno aparente. Visibilidade. Interseção de poliedros: seção plana. Desenvolvimento.

Um exame do programa descrito, por mais rápido que seja, evidencia a falta de tempo disponível para o seu cumprimento.

Apesar dessa limitação, algumas vezes consegue-se um aproveitamento acima do esperado.

É o caso da aluna de Pintura, Cibele Christina Judt, que fez deste programa de estudos a base para o excelente desempenho na disciplina “Perspectiva e Sombras”.

Desenvolveu, com esforço e dedicação, o Trabalho de Conclusão de Disciplina, sobre luz e sombras, transcrito no Anexo III.

Ingressamos no quadro docente da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR, em março de 1995, como professor auxiliar, lotado no Departamento de Desenho Industrial, para atuar na área de desenho geométrico e projetivo dos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Licenciatura em Matemática.

A PUC/PR, fundada em março de 1959, foi consolidada Pontifícia Universidade Católica em 1985.

É uma instituição que hoje congrega 17 mil alunos, 1015 professores e 1500 funcionários em 42 cursos de graduação e 40 de pós-graduação.

Neste novo campo experimental, prosseguimos com a nossa pesquisa sobre as condições do ensino de desenho geométrico e projetivo nos cursos de graduação, objeto do tema proposto para esta dissertação.

Concentramos o nosso trabalho nos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo.

Os efeitos da aplicação da Lei nº 5.692/71 de Diretrizes e Bases do Ensino de 1º e 2º Graus, foram administrados de formas diversas, de acordo com as peculiaridades de cada curso de graduação.

Na PUC/PR, a exemplo do que ocorreu em outras instituições de ensino superior, foi abolido o exame prévio, de desenho geométrico e projetivo do concurso vestibular.

Concluiu-se, ao que parece, não mais ter sentido a exigência de algo que não foi visto no 2º grau.



Vejamos, então, o programa de desenho que passou a vigorar para o aluno que, praticamente, não teve desenho geométrico e projetivo no 2º grau.

No 1º ano de Arquitetura e Urbanismo:

## GEOMETRIA DESCRITIVA E PERSPECTIVA

### EMENTA

Geometria Descritiva: Introdução. Projeções ortogonais. Métodos descritivos. Problemas métricos e de posição. Representação e Interseção de poliedros.

Perspectiva: Introdução. Conceitos. Representação da perspectiva axonométrica isométrica. Perspectiva linear exata. Sombras em perspectiva.

### OBJETIVO

Tornar o aluno capaz de interpretar e reproduzir desenhos no plano e no espaço.

### PROGRAMA

1º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

#### Geometria Descritiva

ITEM 1: 6 horas/aula. Conceituação de desenho. Tipos de linhas. Letreiro técnico. Notação. Conceitos de geometria descritiva.

ITEM 2: 10 horas/aula. Projeções ortogonais. Estudo do ponto. Estudo da reta. Estudo do plano. Resolução de problemas.

Perspectiva

ITEM 3: 16 horas/aula. Introdução. Perspectiva axonométrica. Perspectiva axonométrica isométrica. Perspectiva linear exata. Método Descritivo. Perspectiva linear exata central.

2º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

Geometria Descritiva

ITEM 4: 16 horas/aula. Métodos descritivos: Mudança de planos. Rotação. Rebatimento.

Perspectiva

ITEM 5: 16 horas/aula. Perspectiva linear exata: Método dos Pontos Medidores. Método dos Arquitetos.

3º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

Geometria Descritiva

ITEM 6: 16 horas/aula. Problemas métricos e de posição. Posições relativas de duas retas, de retas e planos, de dois planos. Interseções: da reta e plano, de dois planos. Paralelismo e perpendicularismo de retas e planos.

Perspectiva

ITEM 7: 16 horas/aula. Perspectiva isométrica. Exercícios.

4º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

Geometria Descritiva

ITEM 8: 08 horas/aula. Representação de poliedros: Poliedros regulares. Contorno aparente. Visibilidade.

ITEM 9: 08 horas/aula. Interseções: seção plana. Desenvolvimento de poliedros. Interseção - plano/sólido, sólido/sólido.

#### Perspectiva

ITEM 10: 16 horas/aula. Sombras em perspectiva. Sombra com fonte luminosa natural e artificial.

Sem conhecimento de desenho geométrico, o desempenho do aluno neste programa é baixo.

Observações de professores de outras disciplinas, que dão seqüência aos estudos com aplicações técnicas, levaram a Coordenação solicitar-nos o projeto de um “Curso de Desenho Básico para Arquitetura”.

O curso teve a duração de 52 horas/aula e foi desenvolvido no período de 02 de abril a 25 de junho de 1997. O resultado positivo recomendou o seu retorno neste ano letivo de 1998.

No 1º ano de Engenharia Civil:

### GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO

#### EMENTA

Geometria Descritiva: Introdução. Projeções ortogonais. Métodos Descritivos. Problemas métricos e de posição. Representação e Interseção de Poliedros.

Desenho Técnico: Letreiro técnico. Folhas de desenho. Tipos de linhas. Cotagem. Perspectivas paralelas. Vistas principais. Perspectiva isométrica. Vistas auxiliares. Vistas seccionais.

### OBJETIVO

Tornar o aluno capaz de interpretar e representar o desenho de objetos do espaço tridimensional.

### PROGRAMA

1º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

#### Geometria Descritiva

ITEM 1: 6 horas/aula. Conceituação de desenho. Tipos de linhas. Letreiro técnico. Notação. Conceitos de geometria descritiva.

ITEM 2: 10 horas/aula. Projeções ortogonais. Estudo do ponto. Estudo da reta. Estudo do plano. Resolução de problemas.

#### Desenho Técnico

ITEM 3: 6 horas/aula. Letreiro técnico: letras e algarismos. Folhas de desenho: formatos conforme a ABNT. Tipos de linhas. Cotagem.

ITEM 4: 10 horas/aula. Perspectivas paralelas. Vistas principais. Exercícios.

2º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

#### Geometria Descritiva

ITEM 5: 16 horas/aula. Métodos descritivos. Mudança de planos. Rotação. Rebatimento.

Desenho Técnico

ITEM 6: 16 horas/aula. Perspectivas paralelas. Projeção isométrica. Exercícios.

3º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

Geometria Descritiva

ITEM 7: 16 horas/aula. Problemas métricos e de posição. Posições relativas de duas retas, de retas e planos, de dois planos. Interseções: de reta e plano, de dois planos. Paralelismo e perpendicularismo de retas e planos.

Desenho Técnico

ITEM 8: 8 horas/aula. Projeção cavaleira. Exercícios.

ITEM 9: 8 horas/aula. Vistas auxiliares. Exercícios.

4º BIMESTRE: 32 AULAS (16 AULAS TEÓRICAS E 16 AULAS PRÁTICAS)

Geometria Descritiva

ITEM 10: 8 horas/aulas. Representação de poliedros. Poliedros regulares. Contorno aparente. Visibilidade.

ITEM 11: 8 horas/aula. Interseções: seção plana. Desenvolvimento de poliedros. Interseções: plano/sólido, sólido/sólido.

Desenho Técnico

ITEM 12: 8 horas/aula. Vistas seccionais. Exercícios.

ITEM 13: 8 horas/aula. Projeto arquitetônico.

A partir desta programação, vigente na EMBAP e na PUC/PR, buscou-se saber quem são e quais as pretensões dos alunos com os quais serão trabalhados estes conteúdos.

A pesquisa, realizada para esse fim, está descrita, sumariamente, nas páginas que adiante se seguem.

## **CAPÍTULO 3**

### **PESQUISA DE CAMPO**

A pesquisa de campo se fez com objetivo de conhecer o aluno, egresso do 2º grau, por meio da análise do seu perfil sociológico, bem como da avaliação do estágio de conhecimento básico das construções geométricas necessárias ao estudo de Geometria Descritiva.

Levantou-se o perfil e o desempenho de 53 estudantes, nas questões construídas com base em formulário aplicado por Strehl e Fantin (1994, p. 109-112) e questionário teórico-prático sobre desenho geométrico e projetivo, constantes do Anexo II.

#### **3.1 - O FORMULÁRIO**

Aplicados em 53 estudantes, sendo 21 de Engenharia Civil, 10 de Arquitetura e Urbanismo, da PUC/PR, 13 de Pintura e 09 de Licenciatura em Desenho, da EMBAP, os itens constantes do formulário distribuem-se em blocos.

No primeiro bloco foram levantados os dados sociológicos básicos dos alunos.

### 3.1.1 - Bloco 1 - Dados Pessoais

Questão 1 - Sexo. Tabela 1 - Distribuição dos indivíduos segundo o sexo.

Gráfico da Tabela 1 - Sexo, frequência e percentual.

Questão 2 - Idade. Tabela 2 - Distribuição dos indivíduos segundo a idade. Gráfico da Tabela 2 - Classe, frequência e percentual.

No segundo bloco, foram pesquisadas variáveis relativas a escolha do curso e da instituição.

### 3.1.2 - Bloco 2 - Escolha do Curso

Questão 3 - Nome do curso que está fazendo. Tabela 3 - Alunos pesquisados por curso. Gráfico da Tabela 3 - Curso, frequência e percentual.

Questão 3.1 - Indique uma ou mais razões que influenciaram você a escolher esse curso. Tabela 4 - Razões que influenciaram a escolha do curso. Gráfico da Tabela 4 - Razões para a escolha do curso, frequência e percentual.

Questão 3.1.1 - Outra razão - Especifique. Tabela 5 - Outras razões e frequência.

Questão 4 - Aponte uma ou mais razões que levaram a escolher: escola pública, escola particular. Tabela 6 - Razões para a escolha da instituição. Gráfico da Tabela 6 - Razões, frequência e percentual.



No terceiro bloco foram analisados os resultados referentes ao horário em que o aluno frequenta as aulas e o tempo reservado para a frequência aos “ateliers” e à biblioteca. Nesse bloco há itens sobre as expectativas dos alunos quanto ao curso escolhido e os pontos positivos por eles apontados.

### 3.1.3 - Bloco 3 - Desenvolvimento dos Cursos

Questão 5 - Horário em que você frequenta as aulas. Tabela 7 - Horário das aulas. Gráfico da Tabela 7 - Turno, frequência e percentual.

Questão 6 - Quantas horas por semana, em média, você utiliza os “ateliers”/laboratórios da instituição para realização de atividades práticas? Tabela 8 - Uso dos “ateliers”/laboratórios. Gráfico da Tabela 8 - Horário por semana e percentual.

Questão 7 - Quantas vezes por mês, em média, você utiliza a biblioteca da instituição? Tabela 9 - Uso da biblioteca, frequência e percentual.

Questão 8 - O curso está correspondendo às expectativas que você tinha? Tabela 10 - Grau de satisfação. Gráfico da Tabela 10 - Grau de satisfação, frequência e percentual.

Questão 8.1 - No caso de não estar correspondendo plenamente, indique uma ou mais razões para tal. Tabela 11 - Razões. Gráfico da Tabela 11 - Razões da não correspondência e percentual.

Questão 9 - Que pontos positivos você destaca no curso que está fazendo? Tabela 12 - Pontos positivos. Gráfico da Tabela 12 - Pontos positivos, frequência e percentual.

### 3.2 - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS BÁSICAS

Para avaliação diagnóstica, foi construída uma prova, aplicada antes do início do curso, para verificação dos pré-requisitos necessários para a aprendizagem da Geometria Descritiva e, conseqüentemente, da Perspectiva e Sombras e do Desenho Técnico.

#### 3.2.1 - Parte Teórica - Questões Objetivas

Questão 1 - Polígonos que definem as faces do dodecaédro regular.

Questão 2 - Arco típico do estilo gótico.

Questão 3 - Curva plana de dois ramos iguais, dois eixos e dois focos.

Questão 4 - Denominação do plano horizontal de projeção na Perspectiva.

Questão 5 - Denominação das projeções em Desenho Técnico.

### 3.2.2 - Parte Prática - Execução

Questão 6 - Bissetriz de ângulo com o vértice fora do desenho.

Questão 7 - Trapézio retângulo, dados altura (h) a base maior (AB) e o ângulo agudo ( $\alpha$ ).

Questão 8 - Circunferência pelos pontos A, B e C.

Questão 9 - Concordância das paralelas AB e CD.

Questão 10 - Falsa espiral a partir do quadrado.

Questão 11 - Parábola, dados a diretriz AB e o foco F.

Questão 12 - Perspectiva cônica do quadrado de lado AB.

Questão 13 - Perspectiva cavaleira do cubo com a face ABCD encostada no quadro.

Questão 14 - Épura de uma reta AB.

Questão 15 - Épura de uma reta fronto-horizontal.

### 3.2.3 - Respostas às questões

Tabela 1 - Questões 1 a 5 - Teoria geral. Questões 6 a 11 - Desenho Geométrico. Questões 12 a 15 - Desenho projetivo.

### 3.3 - RESULTADOS DA PESQUISA

Participaram da pesquisa 53 estudantes, sendo 21 da Engenharia Civil (manhã) e 10 de Arquitetura e Urbanismo (tarde), da PUC/PR, ensino particular (58,49%); 13 de Pintura (tarde) e 09 de Licenciatura em Desenho (noite), da EMBAP, ensino público (41,51%).

No que se refere ao sexo, a maioria dos alunos pesquisados (66,04%), pertence ao sexo feminino, resultado que apresenta certa coerência, tendo em vista a predominância de mulheres na realidade populacional brasileira.

A distribuição dos indivíduos por faixa etária, evidencia maior frequência (60,37%) entre 18 e 27 anos. É uma ocorrência normal considerando-se que a idade própria para a realização de um curso superior varia entre 20 e 27 anos.

A análise das respostas dadas, quanto as razões da escolha de um determinado curso, evidencia o “desejo de adquirir maior cultura. Gosto pelos estudos dessa área” com 64,47%. Esse elevado índice de frequência é surpreendente de vez que é muito comum afirmar-se que os alunos de hoje têm pouco interesse pelo estudo.

Quanto a escolha da instituição de ensino, a principal razão foi a “busca de melhor qualidade de ensino” (44,44%).

O baixo índice verificado quanto a “falta de condições financeiras para realizar o curso desejado”, com 3,95%, bem como o fato do item “não consegui vaga em outro curso” não ter nenhuma resposta, comprometem a tendência de colocarem-se esses motivos como determinantes para a realização de um curso na área de interesse.

“Outras razões para a escolha do curso que está realizando”, não foram significativas.

Quanto a utilização da biblioteca, verifica-se uma frequência de 58,49%, sendo 56,60% de 1 a 10 vezes por mês. Entretanto, 33,96% dos alunos pesquisados, simplesmente não a usam.

O curso escolhido está correspondendo “em parte”, às expectativas dos alunos (81,13%) das indicações, e é considerado “insuficiente” em 15,09% das respostas. As razões mais alegadas para que o curso seja considerado “insuficiente” referem-se às “deficiências dos professores”, onde se concentram 26,00% das respostas, sobretudo quanto a falta de “clareza na exposição da matéria” (9,60%) e quanto a inadequação da “metodologia adotada”, com 8,40%.

Outras falhas apontadas, com destaque, pelos alunos de instituição pública, dizem respeito a “insuficiência de materiais para atividades práticas” (18,40%) e a “insuficiência de livros necessários ao curso na biblioteca”, com 10,40%.

O ponto positivo, no curso que o aluno está fazendo, que mereceu maior número de indicações foi o “relacionamento”, com 38,30%. A oportunidade de convivência em clima de amizade foi enfatizada pelos alunos como ponto de grande importância para sua formação humanística.

A “finalidade” e a “estrutura do curso”, com 21,28% de indicações, são pontos que parecem estar bem claros para os alunos.

Os professores e as matérias do currículo não desagradam os alunos (19,15%).

Quanto à avaliação diagnóstica, 49,06% dos alunos, responderam somente as questões teóricas, de múltipla escolha. Outros 35,85% realizaram, também, as questões gráficas de desenho geométrico e apenas 15,09% concluíram a prova, com o desenho projetivo.

### 3.4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados da pesquisa evidencia constatações, tais como:

- a) predominância de estudantes do sexo feminino, sendo que a maioria realiza seus estudos no período da tarde;
- b) a maioria dos estudantes pesquisados encontra-se na faixa etária de 20 a 27 anos, considerada própria para a realização de um curso superior;
- c) as razões para a escolha do curso tornam evidente a disposição do aluno em adquirir maior cultura e gosto pelos estudos da área do seu curso;
- d) quanto à escolha da instituição, foi pela busca de melhor qualidade de ensino.

A pesquisa demonstrou a disposição dos alunos em adquirir cultura e gosto pelos estudos, bem como interesse na busca de um ensino de melhor qualidade.

Já a avaliação diagnóstica, comprovou que a maioria dos estudantes chega aos cursos superiores de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da PUC/PR e Artes Plásticas, da EMBAP, com conhecimentos insuficientes de desenho geométrico e projetivo.

E como se tem posicionado os educadores neste sentido? É o que procuramos ver a seguir, na revisão bibliográfica.

## **CAPÍTULO 4**

### **REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA: A METODOLOGIA DO ENSINO-APRENDIZAGEM DAS DISCIPLINAS DE DESENHO GEOMÉTRICO E PROJETIVO**

A interação da matemática com a realidade constitui o objeto principal da preocupação do educador de todos os tempos. Nesta interação há preocupação de duas ordens, a primeira refere-se aos conteúdos e a segunda aos aspectos metodológicos. Em relação aos conteúdos, sobre os princípios e conceitos básicos, a revisão bibliográfica mostra que pouco ou nada se alterou. Contudo, verifica-se ênfase nos procedimentos metodológicos.

Para a construção do referencial teórico, cinco autores foram integralmente consultados, outros apenas nas partes que se referem à abordagem específica, isto é, o ensino da Geometria Descritiva.

J. J. de Menezes Vieira, prefaciando o livro de Olavo Freire (1894, p. 5), assim se expressa:

Olavo,

Teu livrinho - Primeiras Noções de Geometria - é um bom instrumento de ensino e uma prova da conquista que vão fazendo entre nós os bons princípios pedagógicos. Conseguiste libertar-te dos velhos moldes quanto ao método, aos exemplos, ao estilo e ao sestro de arranjar compêndios por empreitada e *a la minute*: aceita meus sinceros parabéns!



Sinto, entretanto, que tivesses em um ponto transigido com a rotina, preferindo problemas abstratos às questões práticas, cuja resolução se oferece todos os dias na vida social.

Em 1894, portanto há mais de um século, já se chamava atenção para o fato lamentável, em termos de ensino da geometria, apontado por Kline (1976, p. 27): “[...] ensina-se ao estudante, digamos, uma fórmula para área e pede-se-lhe depois que calcule a área com ela. Supõe-se que estes cálculos sejam uma ‘aplicação’.” Kline, em seguida, questiona o sentido de aplicações que ainda fazem parte da própria matemática.

E, igualmente preocupado com a metodologia, Carvalho (1959, p. 1)

avisa:

Iludem-se aqueles que pensam ser possível fixar em alguém uma construção geométrica menos vulgar, sem explicações e comentários, despida de motivação, desprovida de uma sucessão de princípios, conclusões e definições, capazes de revelar a razão de ser de cada trecho do desenho, de cada fase da construção, de cada linha e até mesmo de cada ponto que nasce no papel.

Carvalho confirma a assertiva de Young (1994, p. 29): “Ao aprendermos qualquer ofício, as coisas mais importantes são, em primeiro lugar os Princípios; em segundo, o Método”.

Nesse sentido, atente-se para afirmação de Einsten (1949, p. 23), em “Notas Autobiográficas”: “Tive a sorte de encontrar livros que não se preocupavam com o rigor lógico, mas que permitiam a apresentação clara das idéias principais”.

Na mesma linha de pensamento, encontram-se autores como Montenegro (1991, p. 6), que sente a necessidade de envolvimento do aluno com o mundo real, quando afirma: “Insistimos no fato de que a geometria relaciona-se com o mundo da natureza, da arte, da tecnologia e do pensamento matemático.” Cavalin (1978), preocupado com “a decadência do ensino de Geometria Descritiva em nossas Escolas”; Schlemm e Demeterco (1976, p. iv), desenvolvem um método prático de ensino, no qual consideram que: “[...] para a solução gráfica de problemas mais complexos de Desenho Técnico, se faz necessário um conhecimento teórico adquirido através da Geometria Descritiva”.

Em 1984, a Secretaria de Estado de Educação do Paraná instituiu um Grupo de Trabalho de Desenho - GTD, com a finalidade de apresentar estudos referentes a reintrodução da disciplina Desenho nos currículos de 1º e 2º graus, dos quais foi praticamente excluída, tendo em vista o advento da Lei 5.692/71, de Diretrizes e Bases da Educação.

Ao final do trabalho, o grupo apresentou a seguinte proposição:

Que a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - ABENGE, a Associação Brasileira de Professores de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, e demais associações congênicas, encaminhem aos órgãos superiores de educação, mormente

ao Conselho Federal de Educação - CFE, solicitação no sentido de aprovação de resolução, que incluía o Desenho como matéria do núcleo comum em Comunicação e Expressão, semelhantemente ao que foi decidido através da Resolução 58/76 para inclusão da Língua Estrangeira moderna, no núcleo comum, com obrigatoriedade para o ensino de 2º Grau, recomendando-se a sua inclusão nos currículos de 1º Grau, quando as condições o indiquem e permitam.

Tal recomendação, nos termos em que foi colocada, permitiu ainda a condição optativa para a disciplina Desenho Geométrico no 2º grau, com as conseqüências já referidas na introdução deste trabalho, em entrevista com aluna do curso de Engenharia Civil da PUC/PR.

A Escola Técnica Federal do Paraná, procurou resolver os problemas causados pela legislação referida, elaborando uma programação especial de Desenho Geométrico e Projetivo e respectiva metodologia de ensino, para os seus cursos de nível médio, técnico profissionalizantes de Edificações, Decoração, Eletrônica e Eletrotécnica.

O programa adotado era de ensino por objetivos, dos quais os estudantes deveriam atingir um mínimo de 70% para aprovação por média e de 50% para habilitação ao exame final.

A toda atividade de sala de aula precedia uma breve preleção no sentido de conceituar, identificar e interpretar o desenho a ser desenvolvido, através de

texto didático previamente elaborado pelo professor, de conformidade com os objetivos do programa.

A ementa do programa apresentava os seguintes tópicos: classificação do Desenho; utilização dos materiais e instrumentos de Desenho; avaliação de grandezas, empregando o sistema métrico decimal; formatos de papel, emprego de linhas e escrita de acordo com as normas técnicas - ABNT; escalas numéricas e gráficas; construções geométricas fundamentais; seções cônicas e noções de perspectiva e sombras.

“Geometria Descritiva Aplicada”, de Roberto Alexandre Schlemm e Aramis Demeterco é o texto de apoio que se utiliza nas aulas teórico-práticas dos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Matemática da PUC-PR. É um dos poucos textos didáticos que pode ser lido sem dificuldade de compreensão, pois os autores encaminham, com simplicidade e clareza, a seqüência das operações que concorrem para a resolução das questões propostas. A estruturação do texto na ordem do raciocínio simples para o mais complexo, com os capítulos “Projeções Ortogonais, Métodos Descritivos, Problemas Métricos e de Posição, Representação de Poliedros e Interseções”, constitui, sem dúvida, um excelente meio didático, nesta importante área de conhecimentos geométricos básicos.

Ao término do programa, fica claro ao estudante o caminho percorrido no processo para execução de um determinado trabalho.

Schlemm e Demeterco nos trazem, neste texto, algo diferente em termos metodológicos do desenho projetivo: eles não representam os planos auxiliares de projeção por seus traços, como fazem outros autores, e sim por figuras geométricas neles contidas.

É Cavalin (1968, p. 45-46) quem nos diz:

A representação do plano, por meio de seus traços, não é senão uma aplicação particular do conceito óbvio de individualizar um plano mediante duas retas nele contidas.

Cumprе observar, entretanto, que este procedimento não é muitas vezes oportuno quando se consideram os traços dos planos não projetantes, isto é, não normais a nenhum dos planos fundamentais de projeção.

Não há dúvida de que os traços dos planos podem facilitar algumas construções.

Mas, para que tal advenha, é necessário que esses traços se achem situados dentro dos limites do desenho, o que nem sempre se verifica para os dados reais da prática, que, não sendo arbitrários, não podem ser dispostos de modo a dar lugar às clássicas figuras e posições apresentadas na maioria dos tratados de Geometria Descritiva.

E isto justifica o motivo que nos leva a não considerar sistematicamente os traços dos planos não projetantes.

Também não consideram, Schlemm e Demeterco, a Linha de Terra e é, ainda Cavalin (1978, p. 9-10) quem justifica esse procedimento, citando a afirmação de Burali-Forti (1921): “Suprimi, sistematicamente, **os traços de reta e planos** e na **projeção Monge** suprimi também a **linha de terra**, inteiramente inútil, ou melhor um trambolho, não só, para os problemas métricos como também para aqueles de posição.”

Schlemm e Demeterco, sentiram a necessidade de elaborar um texto simplificado quando, por volta de 1976, atuavam como docentes na antiga Escola Técnica Federal do Paraná, hoje Centro Federal Educação Tecnológica, CEFET-PR.

Criava-se nessa época, no CEFET o curso de Engenharia de Operação e a primeira incursão dos autores nesse campo editorial ocorreu com a realização de texto didático intitulado **Geometria Descritiva**, que haviam escrito em 1975.

A forma organizacional desse primeiro texto didático ainda seguia os velhos moldes, ou seja, com a notação e procedimentos geométricos normalmente utilizados em edições do gênero.

Justificavam o seu trabalho com esta apresentação:

Este modesto trabalho foi elaborado com o objetivo de facilitar o ensino da Geometria Descritiva e Desenho Técnico, na fase inicial dos cursos de Engenharia de Operação, cuja bibliografia, na quase totalidade, é de procedência estrangeira e por isso, apresentou dificuldades ao aprendizado da disciplina.

Visamos proporcionar aos estudantes a oportunidade de familiarizarem com a aplicação da Geometria Descritiva ao Desenho Técnico - principalmente no campo da execução, leitura e interpretação de Desenho Técnico - e adquirirem o perfeito conhecimento das normas técnicas preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Note-se, ainda, que procuramos torná-lo o mais prático possível adequando-o à realidade industrial brasileira.

Portanto, agradecemos as sugestões que sejam oferecidas com vistas a melhorar este trabalho, as quais serão recebidas como inestimável colaboração ao ensino de Desenho Básico, indispensável aos cursos técnicos.

A experiência do dia-a-dia, em sala de aula, no entanto, acusou a necessidade de uma maior simplificação, e estudos posteriores foram tomando, cada vez mais adequados aos programas vigentes, no que se refere aos conteúdos e carga horária, tomando a forma de um novo texto didático.

Roberto Alexandre Schlemm é Engenheiro Mecânico e de Segurança, diplomado pela Universidade Federal do Paraná; *Master of Science e Doctor of Education*, pós-graduado pela Oklahoma State University - Oklahoma-U.S.A.; Professor Titular de Desenho Técnico e Geometria Descritiva do CEFET/PR e de Desenho Industrial da PUC/PR; Professor Adjunto de Geometria Descritiva da UFPR.

Aramis Demeterco é Licenciado e Bacharel em Matemática, diplomado pela Universidade Católica do Paraná; ex-Professor Titular de Desenho Técnico e Geometria Descritiva do CEFET/PR e da PUC/PR; ex-Membro do Conselho Estadual de Educação do Paraná; Mestre em Educação, Área de Concentração Gestão de Instituições de Ensino; Pró-Reitor Administrativo da PUC/PR.

“Geometria Descritiva Aplicada à Engenharia, Arquitetura, Agronomia e Desenho Industrial”, de Schlemm e Demeterco, é o texto didático de apoio às

nossas aulas de Geometria Descritiva, na Escola de Música e Belas Artes do Paraná - EMBAP e na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC/PR.



## **CAPÍTULO 5**

### **GEOMETRIA DESCRITIVA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A PRÁTICA**

Nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da PUC/PR, o programa de geometria descritiva é desenvolvido em semanas alternadas, conforme a descrição contida às fls. 16-20, do Capítulo 2.

O texto didático de Schlemm e Demeterco, com o qual passamos a trabalhar a partir de 1995, propõe alterações de caráter metodológico.

A sua aplicação promove maior brevidade expositiva, para os conteúdos teóricos, mas exige acompanhamento na execução dos exercícios em classe.

Em turmas com mais de 40 alunos, há necessidade da presença de mais um professor, para atendimento ao aluno que possa ter dúvidas durante a execução.

As aulas têm a duração de 50 minutos, com breve preleção nos 15 minutos iniciais, ilustrada no quadro de giz, em transparência de retroprojeção ou outro recurso audiovisual disponível.

A seguir, o aluno executa os exercícios próprios do conteúdo programático, distribuídos em cinco unidades: Projeções Ortogonais, Métodos Descritivos, Problemas Métricos e de Posição, Representação de Poliedros e Interseções.

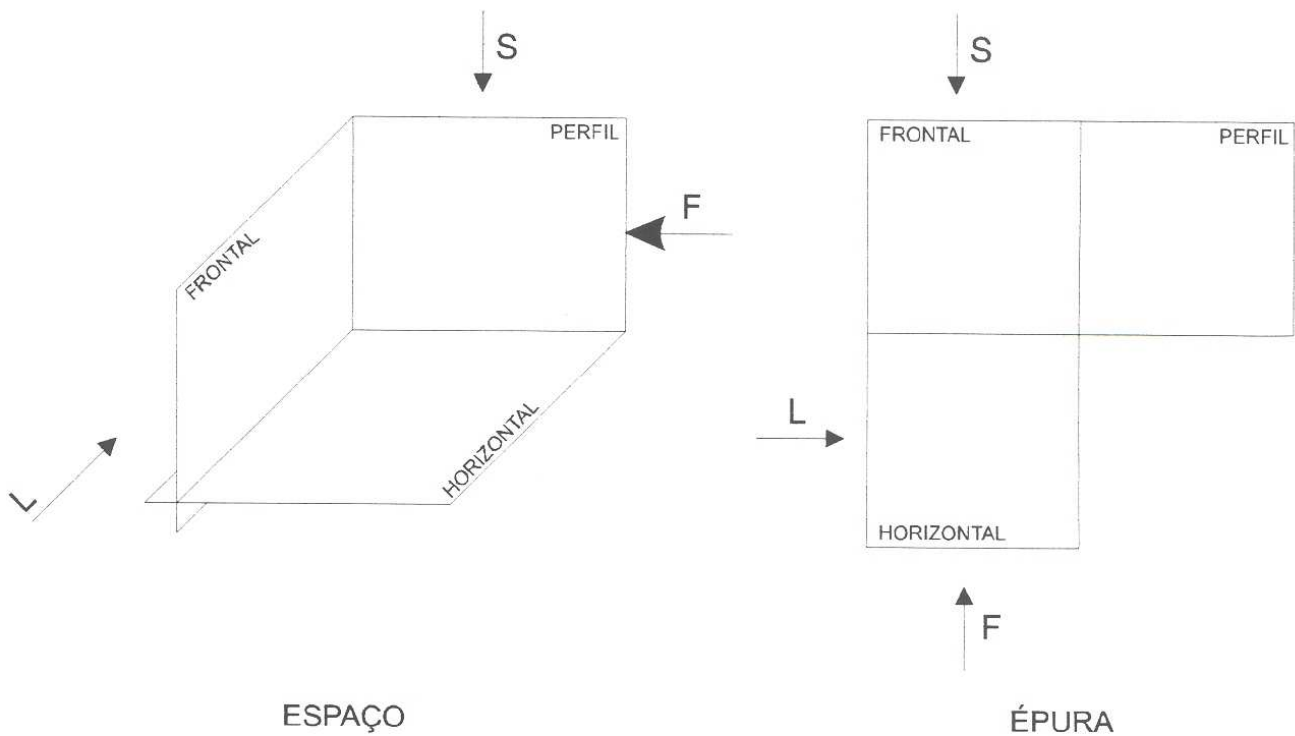
Formalizamos esta proposição com a descrição detalhada na primeira unidade:

### PROJEÇÕES ORTOGONAIS

Desenvolve-se o programa de projeções ortogonais, com o estudo sobre o ponto. Apresenta-se ao estudante um sistema triédrico representativo dos planos principais de projeção, em substituição ao sistema diédrico da metodologia tradicional.

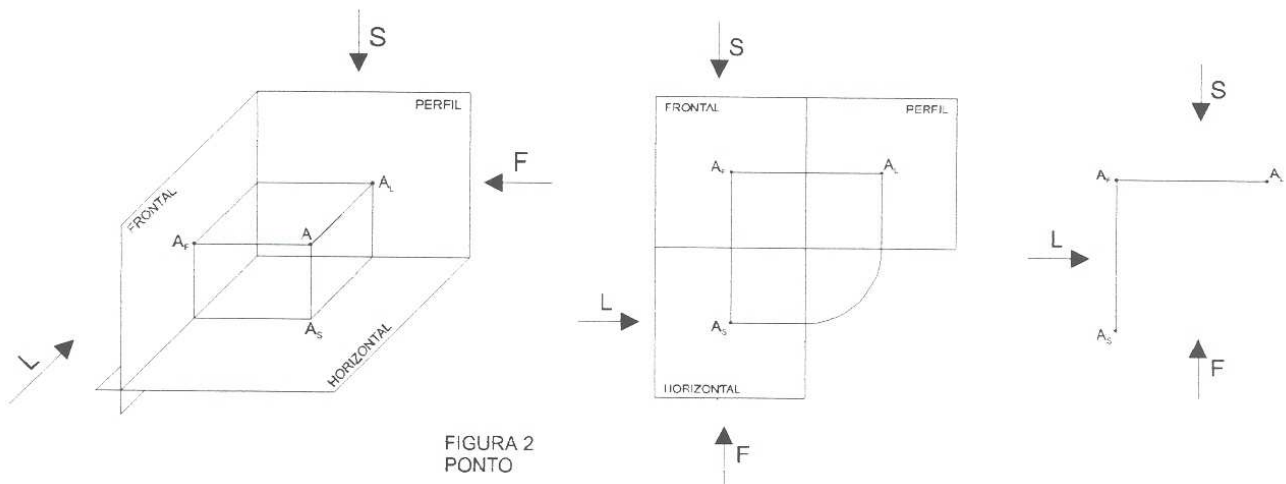
O ponto passa a ser estudado em projeções sobre os três planos principais de projeção: Horizontal (H), Frontal (F) e Lateral (L).

Faz-se a representação espacial do conjunto triédrico em perspectiva cavaleira. A épura ocorre após dois movimentos: um posiciona o conjunto de frente para o observador, outro planifica-o sobre a prancheta de trabalho. (FIG. 1)



Transmite-se ao aluno as noções de elemento do espaço (o ponto  $A$ ), de projetante (a trajetória perpendicular do ponto  $A$  ao plano) e de projeções (posições do ponto  $A$  sobre os planos principais de projeção:  $A_S$ ,  $A_F$  e  $A_L$ ). (FIG. 2)

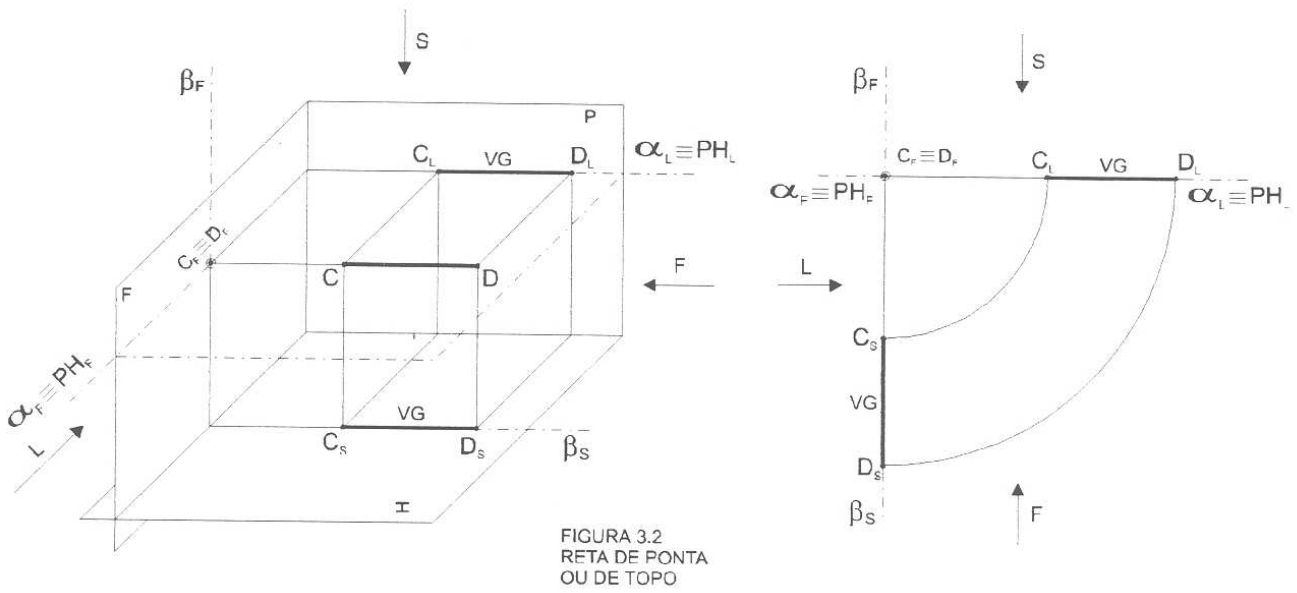
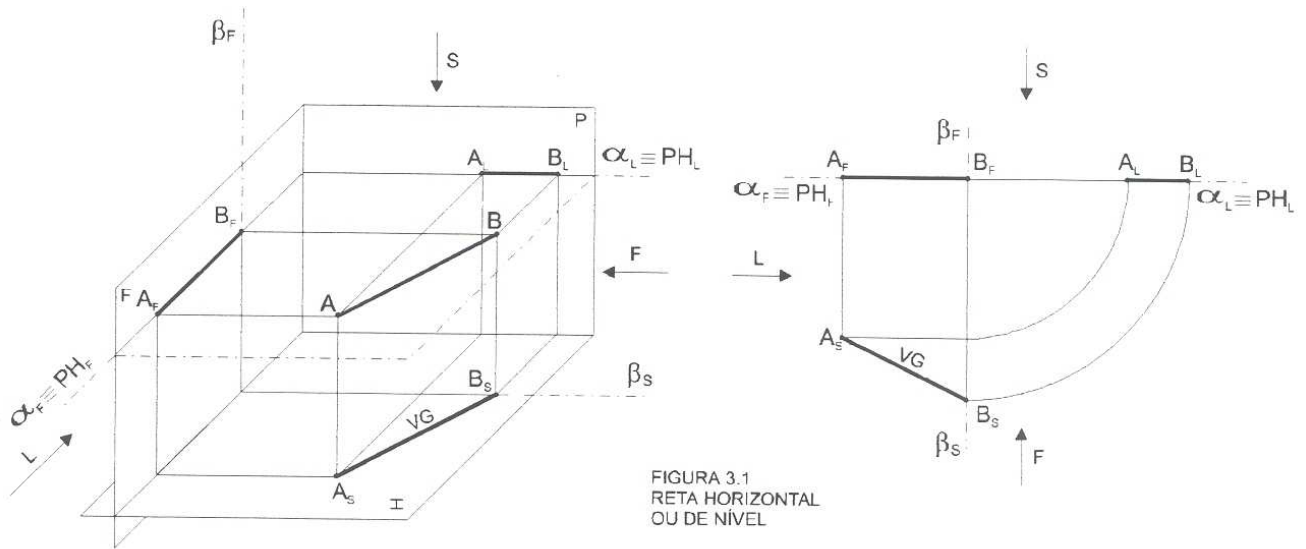
A figura 2 apresenta o ponto  $A$  no triédrico (visão espacial), no plano (épure) e, por último, o ponto  $A$  somente por suas projeções, de vez que a representação dos planos é um artifício puramente teórico, para a compreensão do posicionamento no espaço.

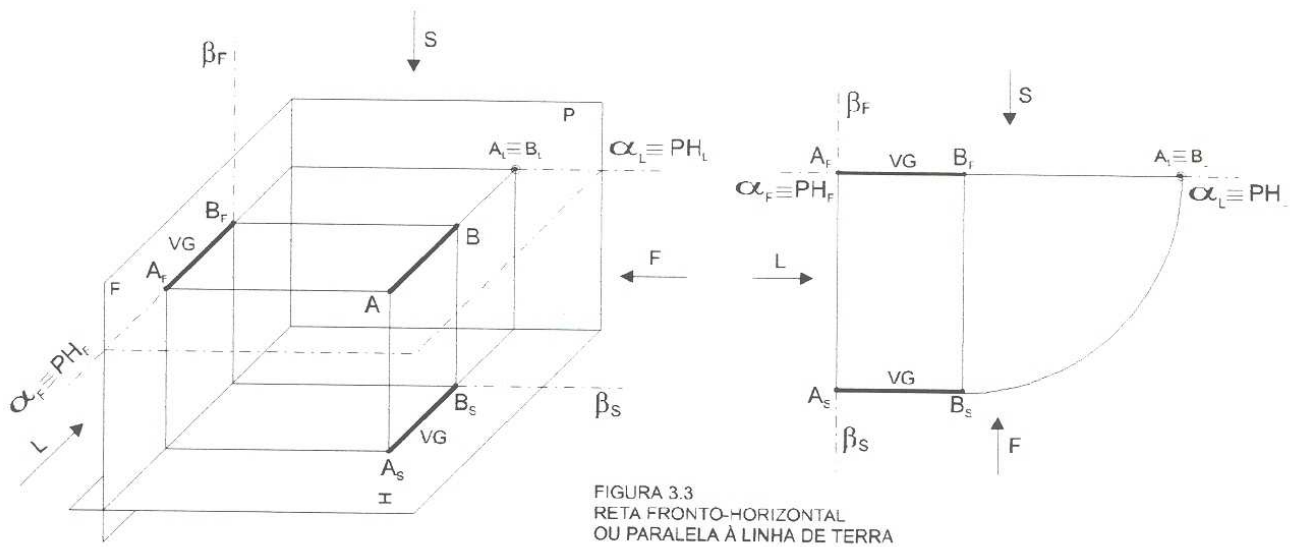


Introduz-se, a seguir, novo conceito de apoio construtivo, com a utilização dos Planos Auxiliares, ou seja, os planos que podem conter figuras geométricas.

### 5.1 - PLANO HORIZONTAL OU DE NÍVEL

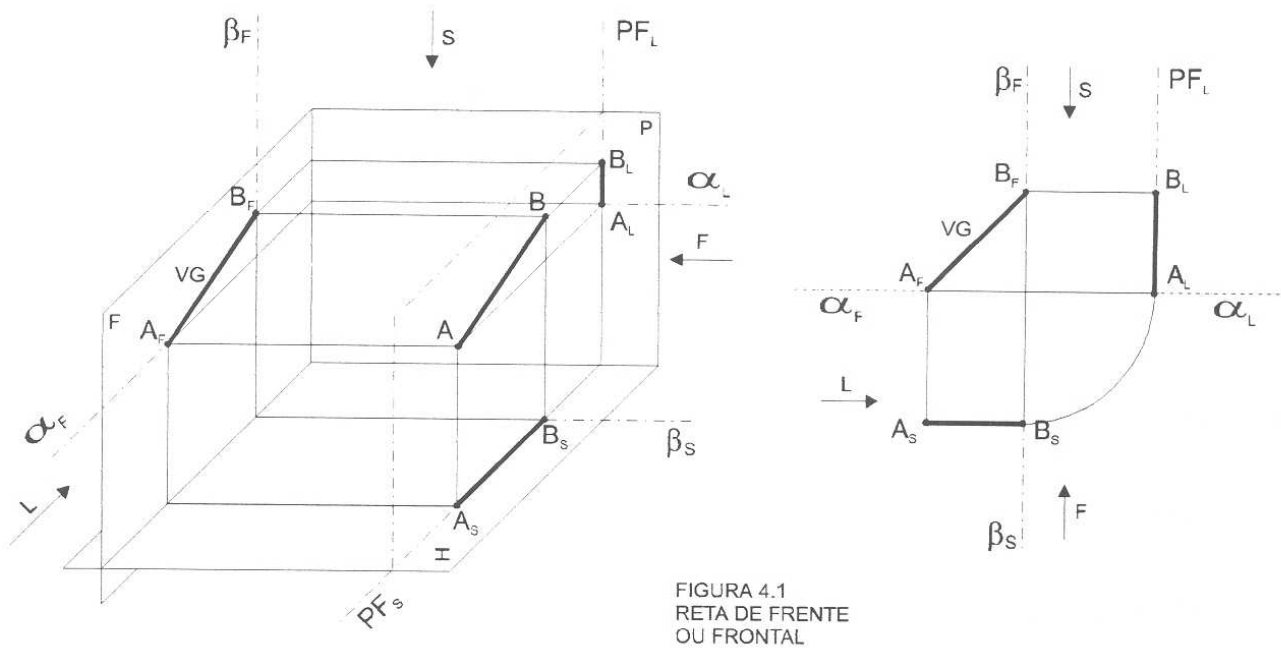
Paralelo ao plano horizontal e perpendicular ao plano frontal. Contém as retas que são paralelas ao Plano Horizontal de projeção - Reta Horizontal ou de Nível; Reta de Ponta ou de Topo e Reta Fronto-horizontal ou Paralela à Linha de Terra.

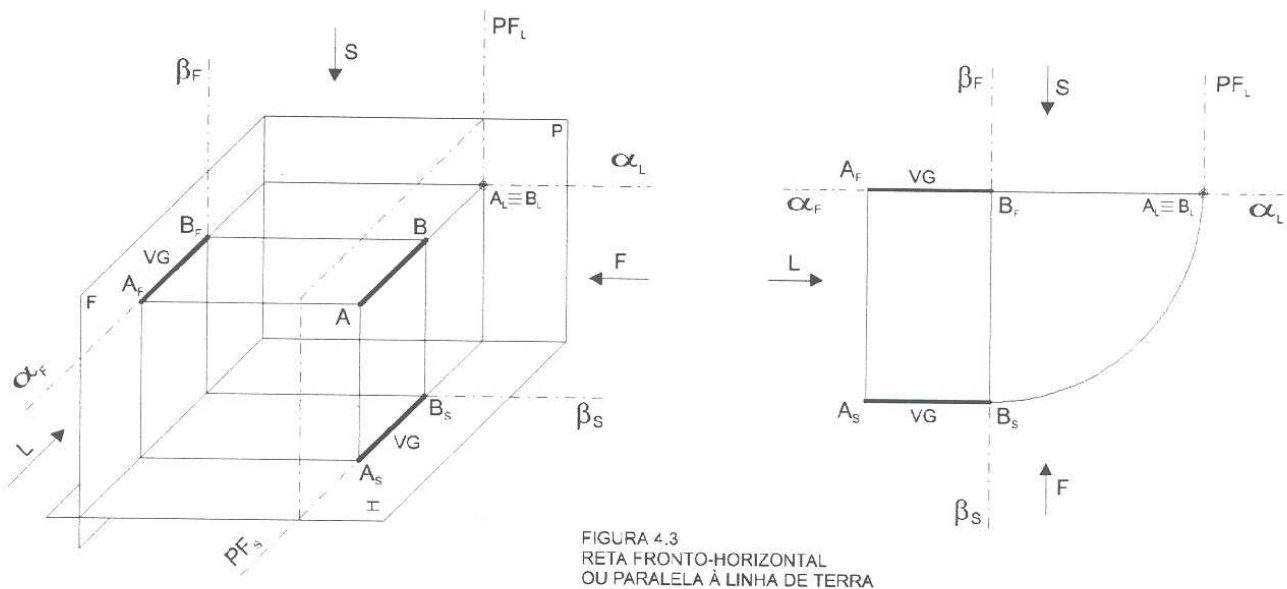
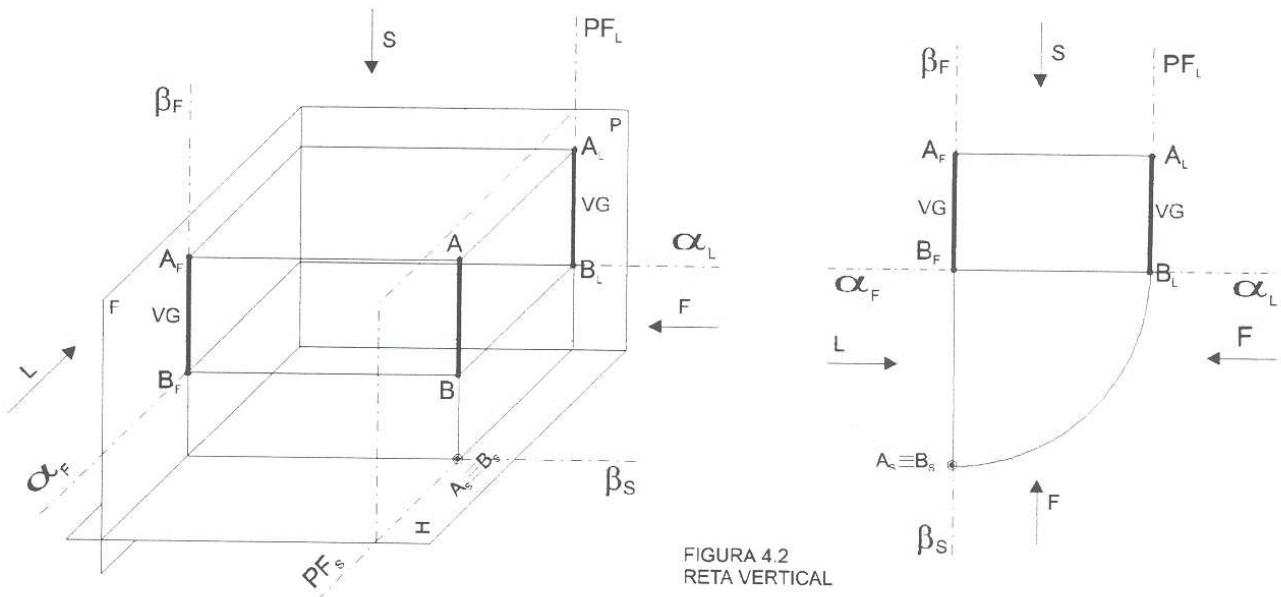




## 5.2 - PLANO DE FRENTE OU FRONTAL

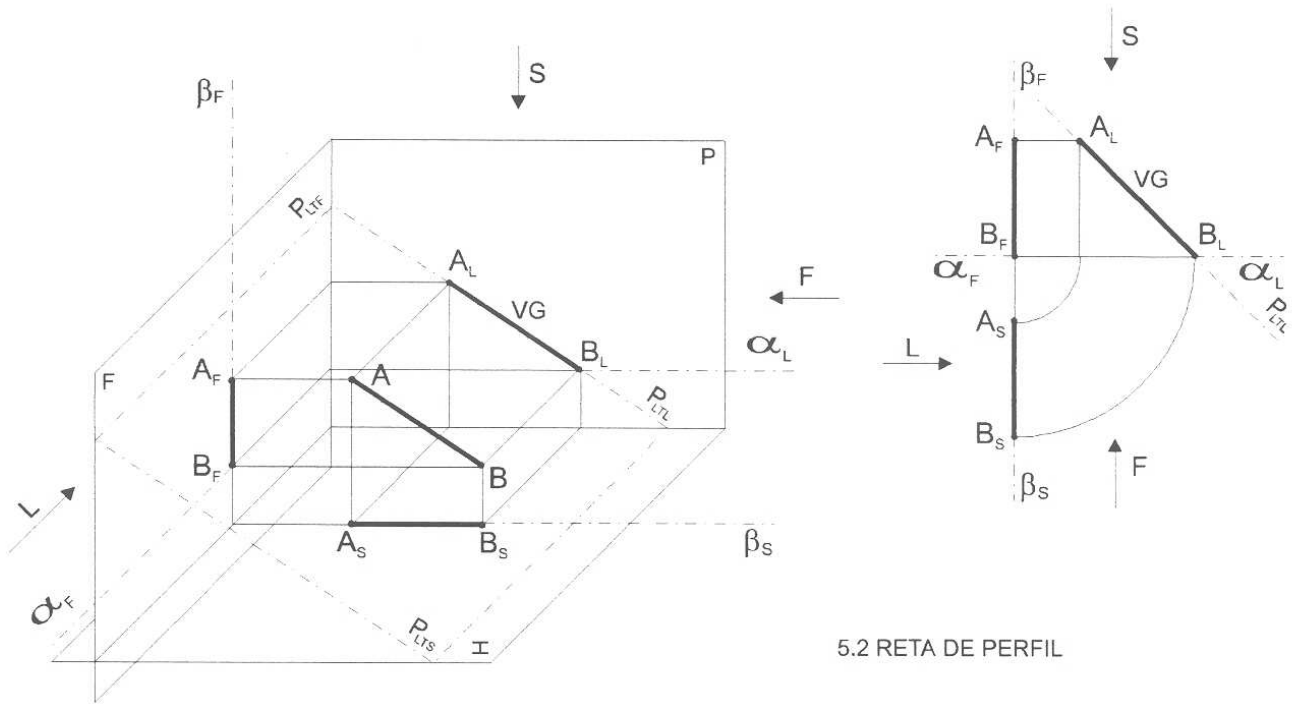
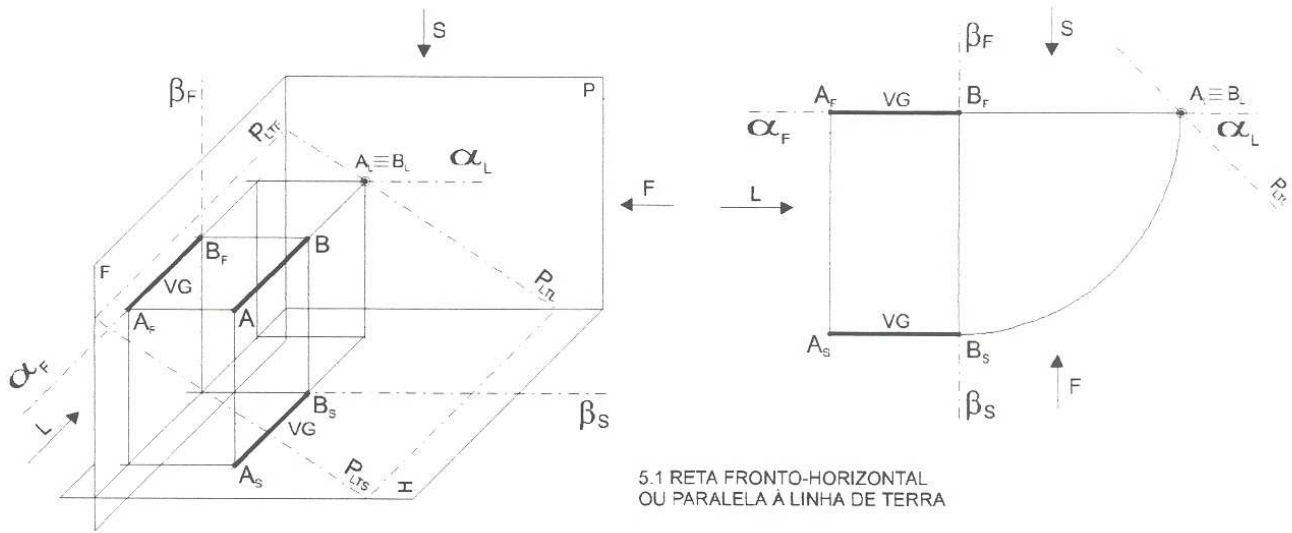
Paralelo ao plano vertical e perpendicular ao plano horizontal. Contém as retas que são paralelas ao Plano Vertical de projeção - Reta de Frente ou Frontal; Reta Vertical e Reta Fronto-horizantal ou paralela à Linha de Terra.



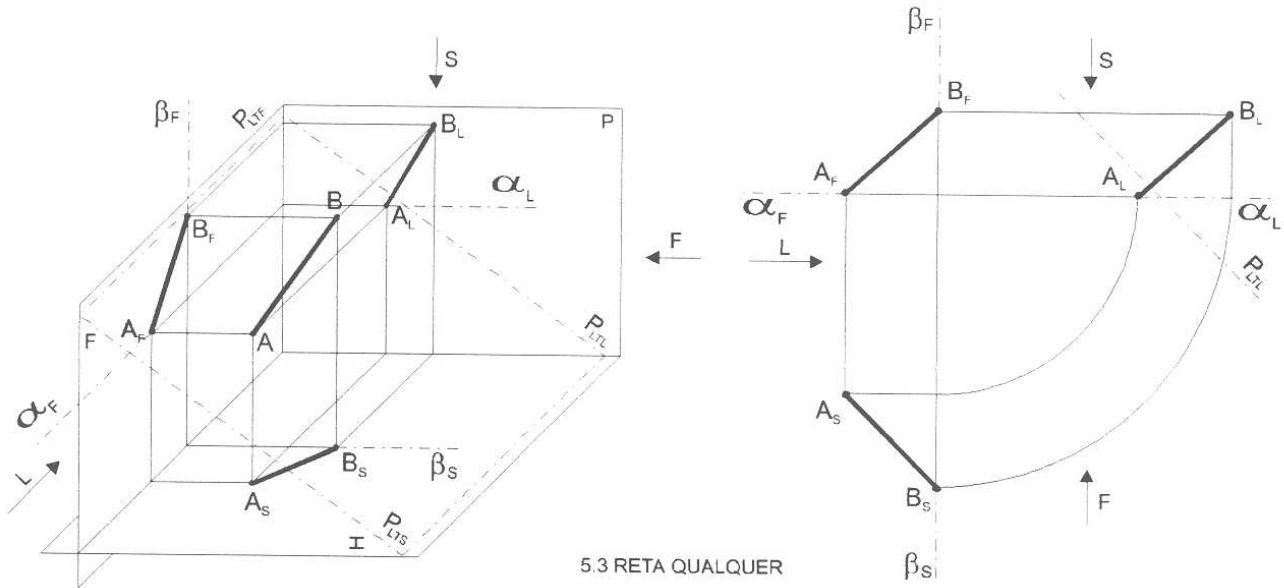


### 5.3 - PLANO FRONTO-HORIZONTAL OU PARALELO À LINHA DE TERRA

Paralelo à Linha de Terra e oblíquo ao Planos Horizontal e Vertical de projeção. Contém as retas que resultam da interseção do Plano Fronto-horizontal ou Paralelo à Linha de Terra com os planos de Perfil e Qualquer - Reta Fronto-horizontal ou Paralela à Linha de Terra; Reta de Perfil e Reta Qualquer.

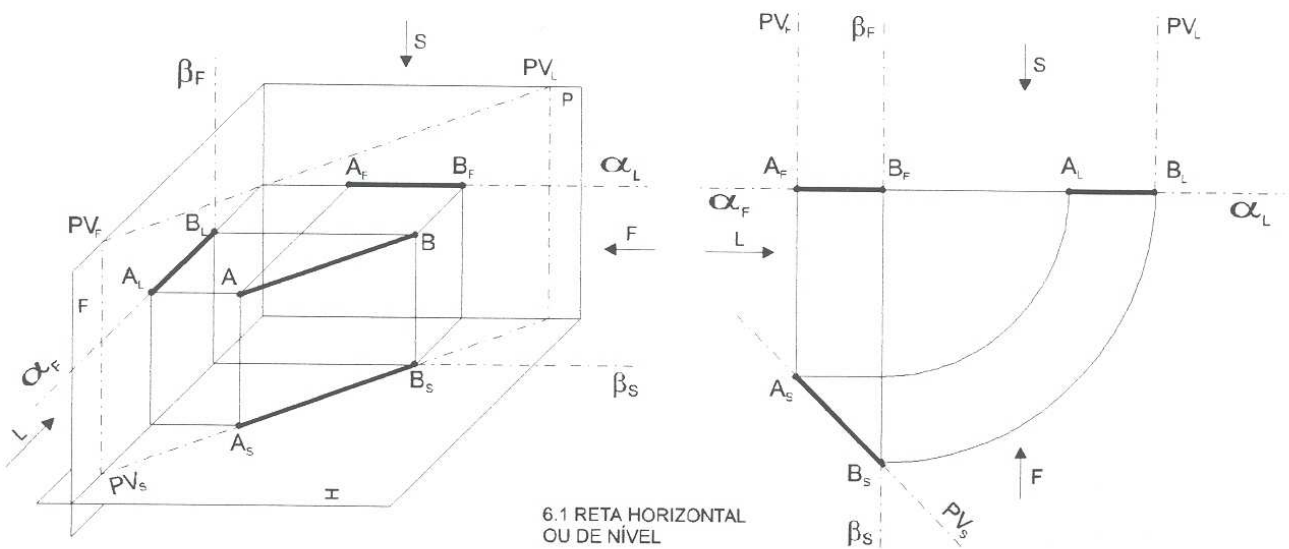


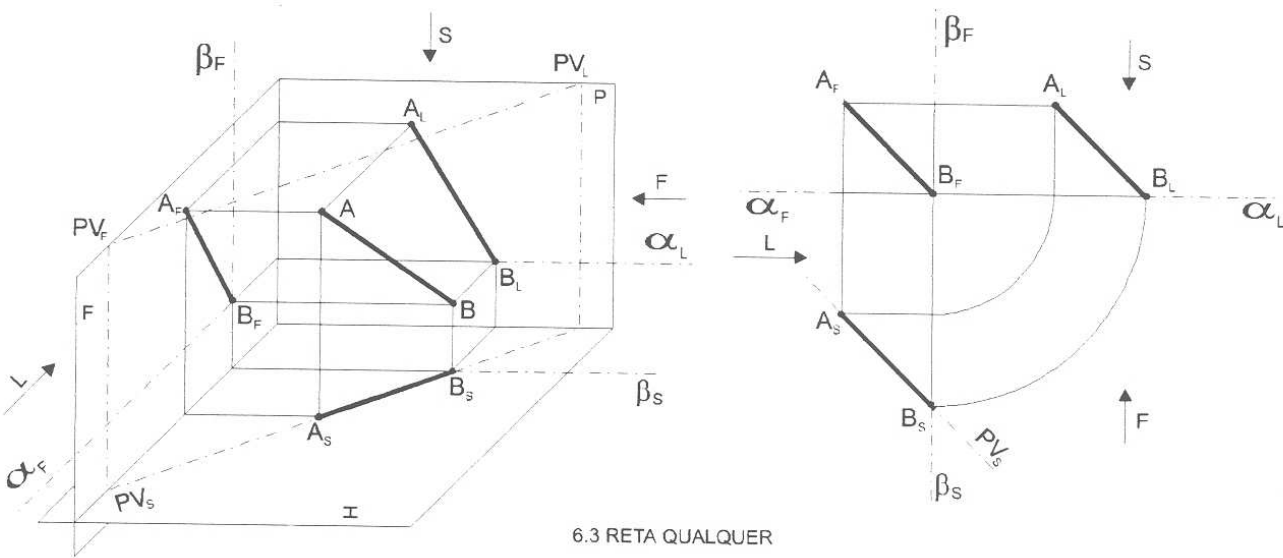
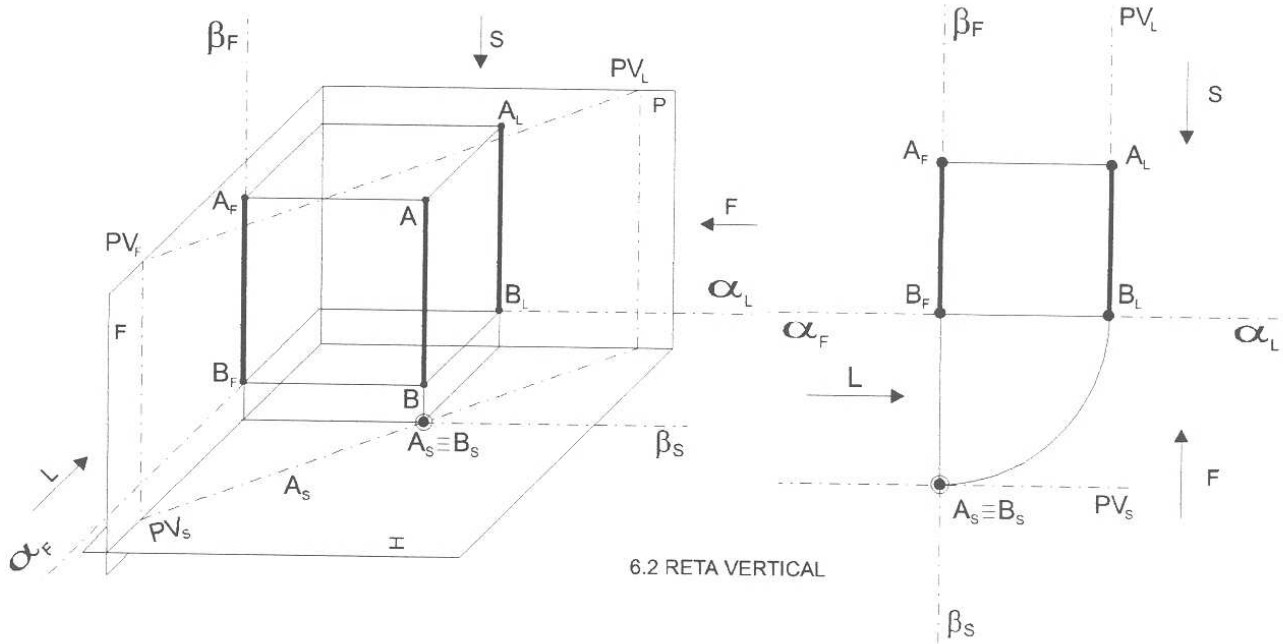




### 5.4 - PLANO VERTICAL

Perpendicular ao Plano Horizontal de projeção e oblíquo ao Plano Vertical. Contém as retas que resultam da interseção do Plano Vertical com os planos Horizontal ou de Nível; de Perfil e Qualquer.

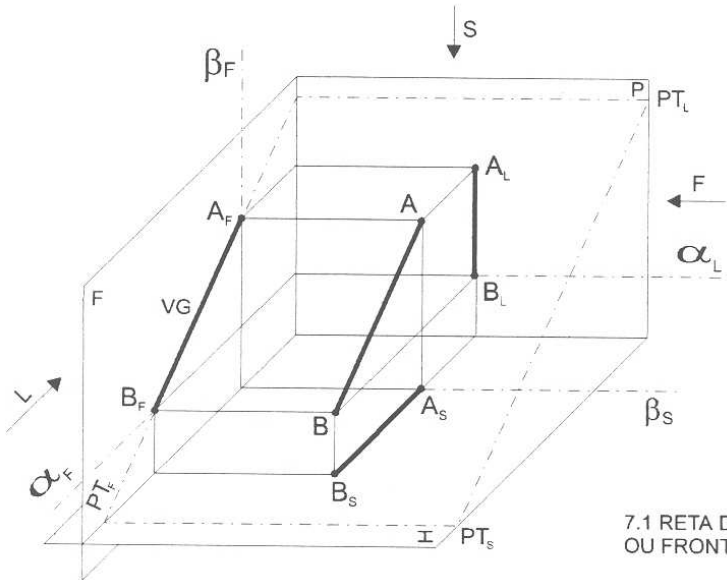




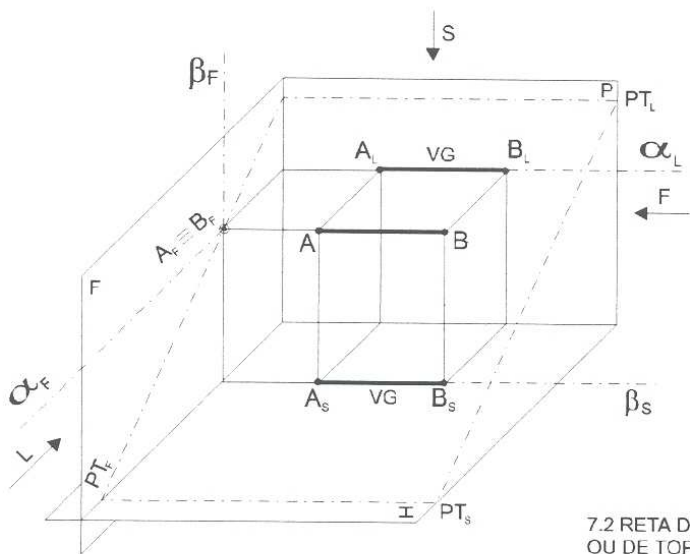
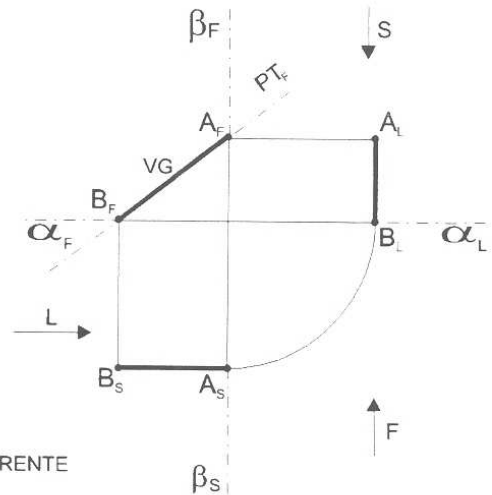
### 5.5 - PLANO DE PONTA OU DE TOPO

Perpendicular ao Plano Vertical de projeção e oblíquo ao Plano Horizontal. Contém as retas que resultam da interseção do Plano de Ponta ou de

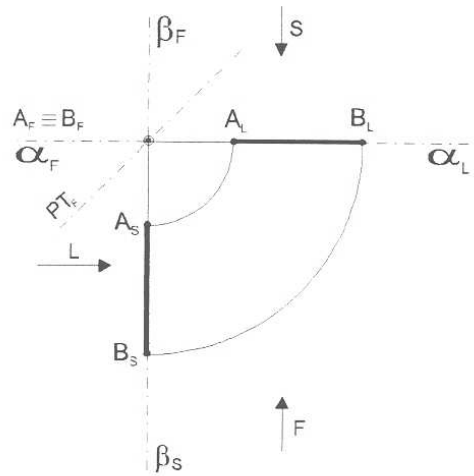
Topo com os planos de Frente ou Frontal, de Perfil e Qualquer - Reta de Frente ou Frontal; Reta de Ponta ou de Topo e Reta Qualquer.

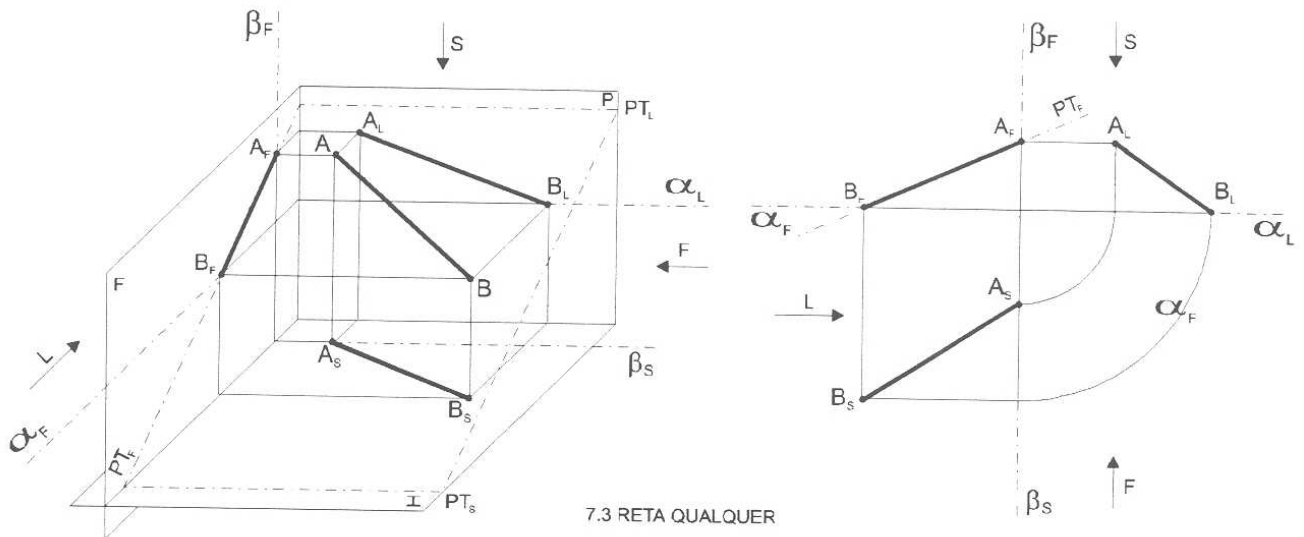


7.1 RETA DE FRENTE OU FRONTAL



7.2 RETA DE PONTA OU DE TOPO



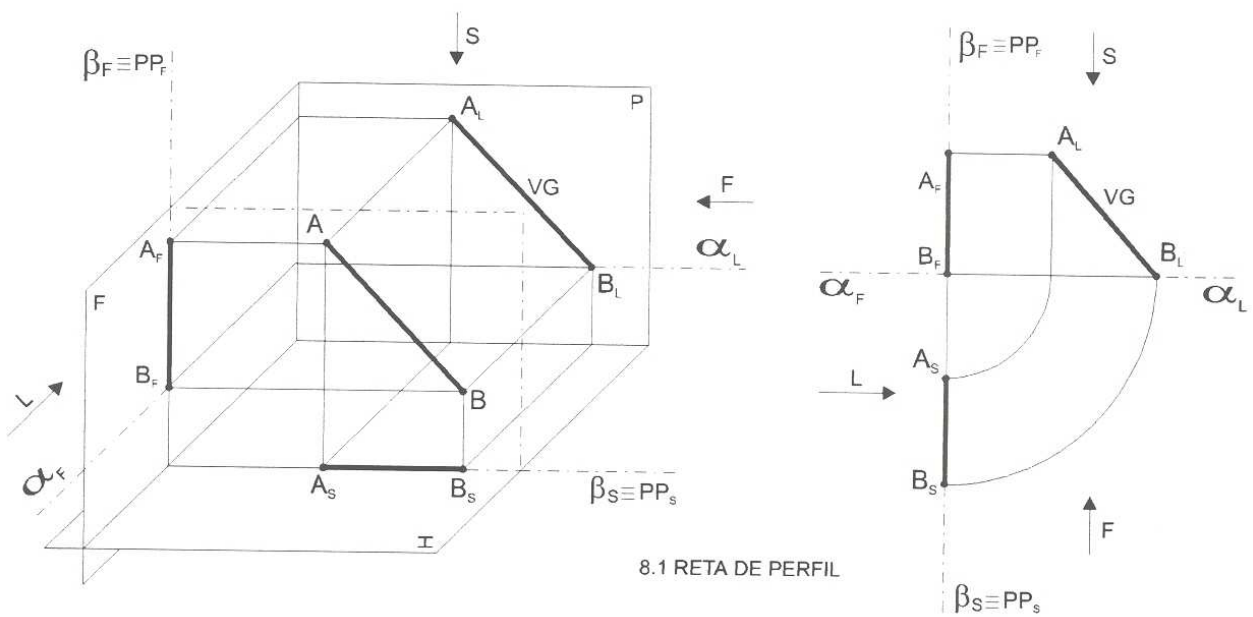


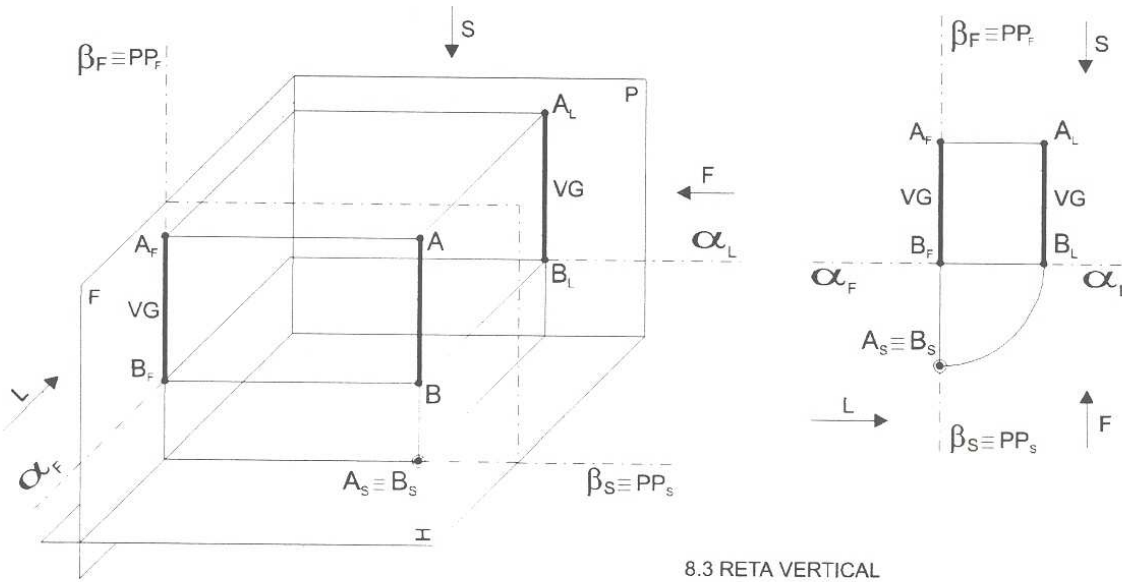
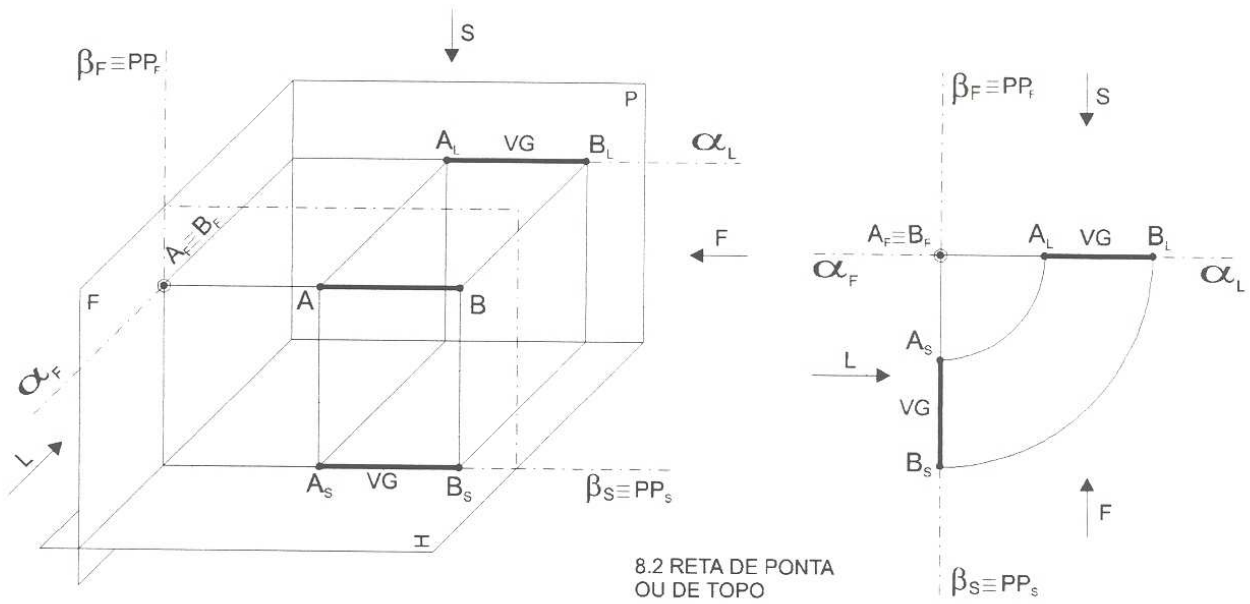
5.6 - PLANO DE PERFIL

Perpendicular ao Plano Horizontal e ao Plano Vertical de projeção.

Contém as retas perpendiculares à Linha de Terra - Reta de Perfil; Reta de Topo e

Reta Vertical.

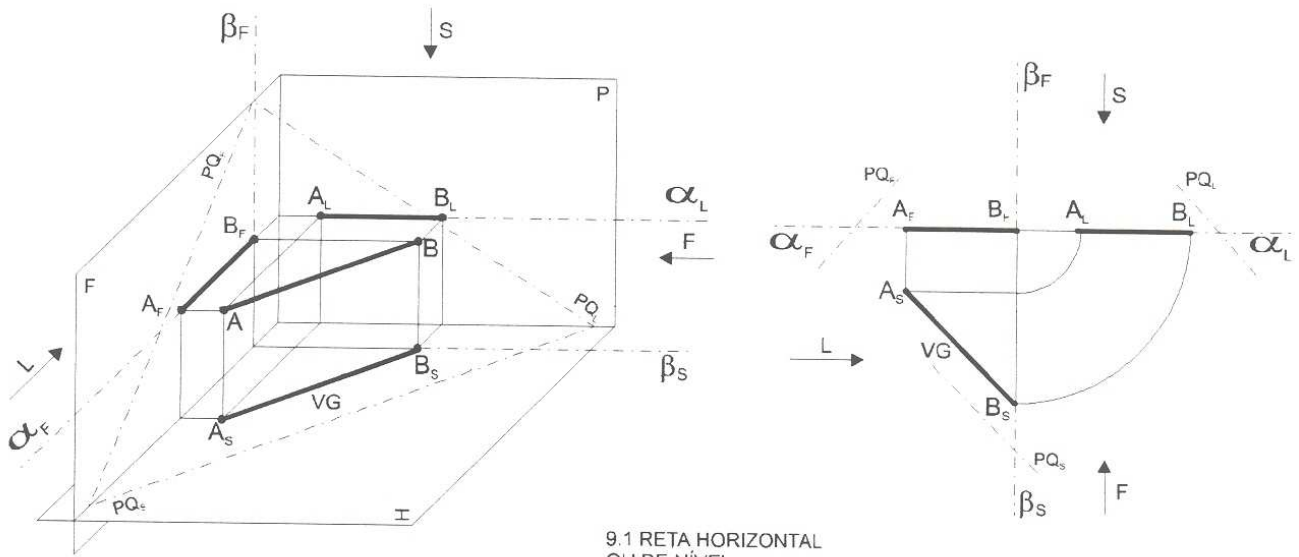




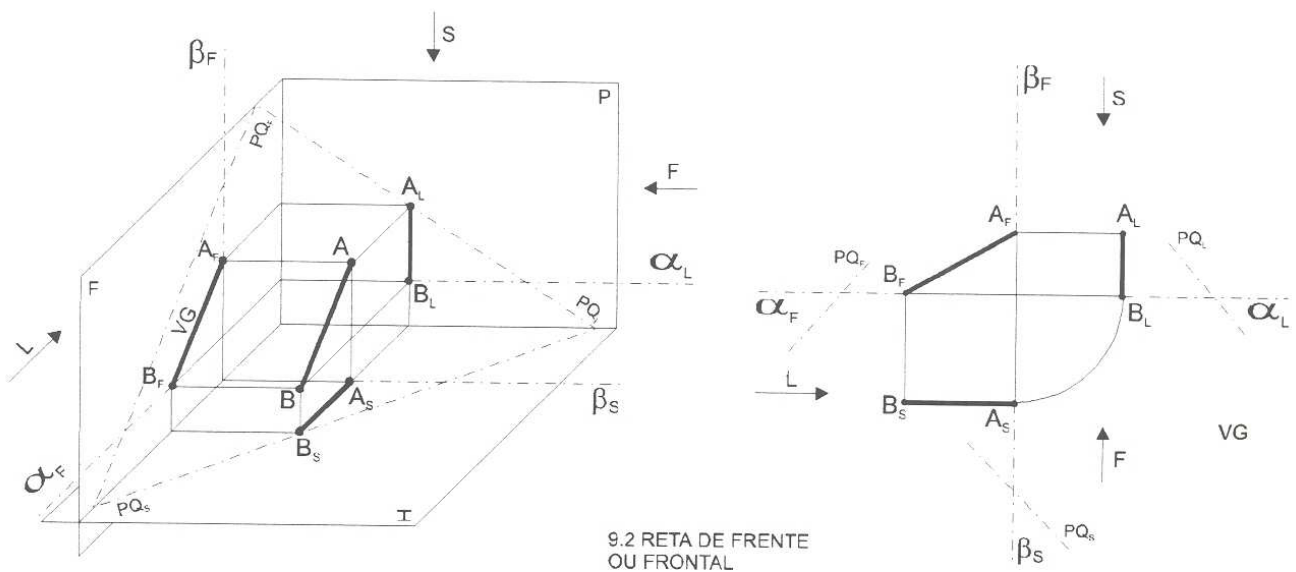
### 5.7 - PLANO QUALQUER

Obliquo aos Planos Horizontal e Vertical de projeção. Contém as retas que resultam da interseção do Plano Qualquer com os planos Horizontal ou de Nível, de Frente ou Frontal, de Perfil e Qualquer - Reta Horizontal ou de Nível;

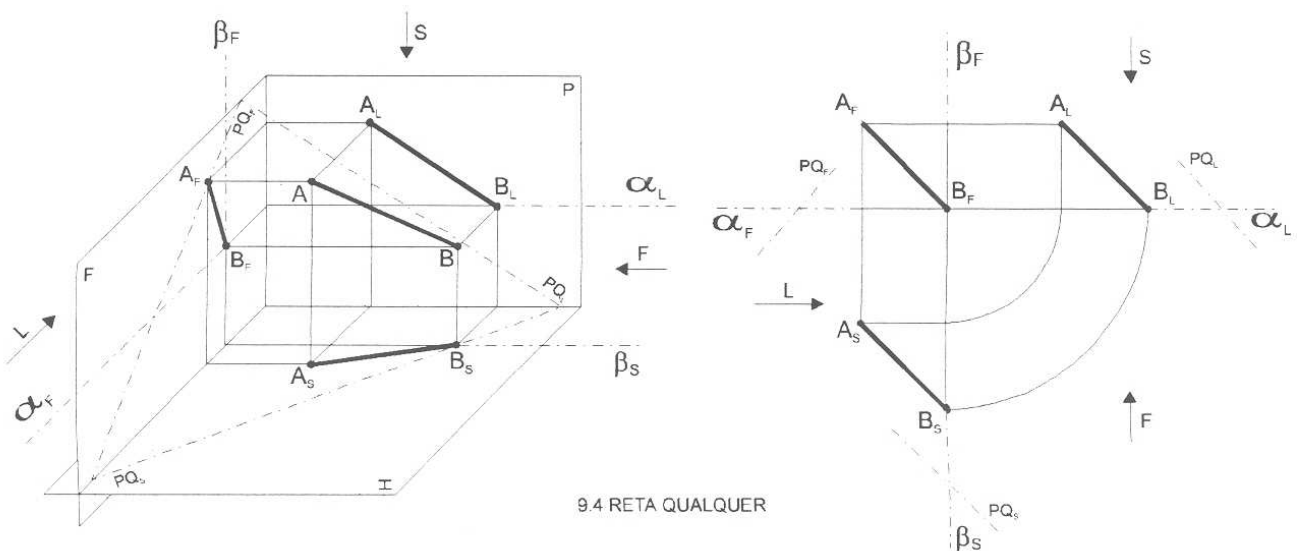
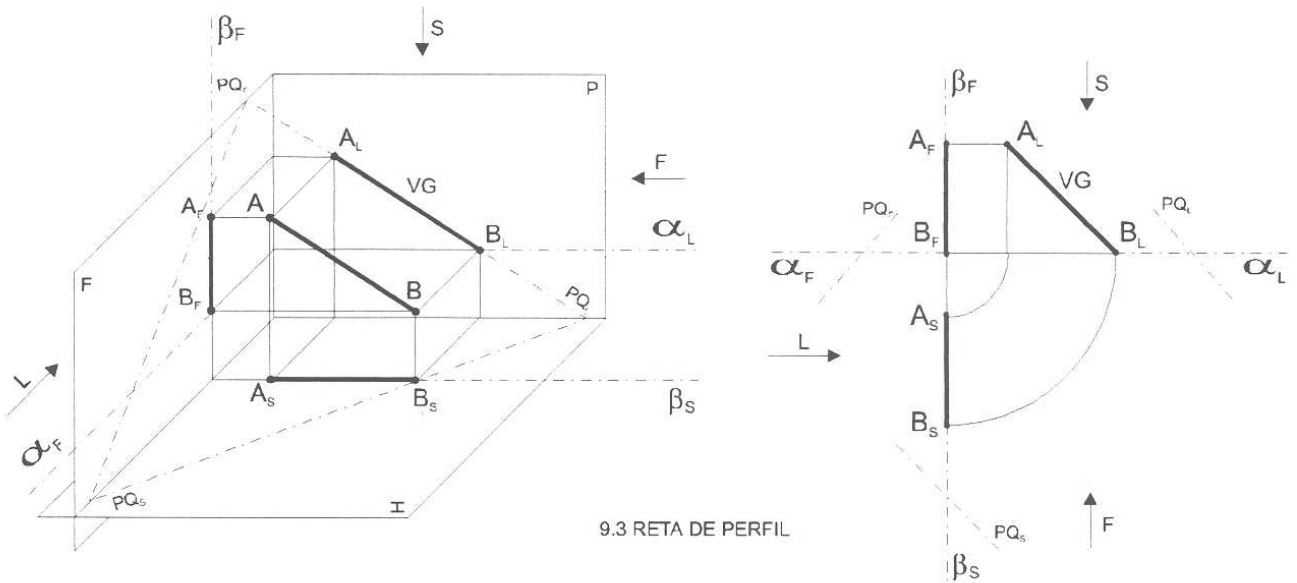
Reta Fronto-horizontal ou Paralela à Linha de Terra; Reta de Perfil e Reta Qualquer.



9.1 RETA HORIZONTAL OU DE NÍVEL



9.2 RETA DE FRENTE OU FRONTAL



Estudou-se todas as possíveis posições que as retas, contidas nos planos auxiliares, ou seja, os planos Horizontal ou de Nível, de Frente ou Frontal, Fronto-horizontal ou Paralelo à Linha de Terra, Vertical, de Ponta ou de Topo, de Perfil e Qualquer, podem ocupar em relação aos planos projetantes Horizontal (H), Frontal (F) e de Lateral (L).

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposição de uma metodologia que convida o aluno a uma reflexão sobre a importância do desenho, como matemática aplicada a situações reais do dia-a-dia, foi a preocupação que nos orientou na escolha do tema para esta dissertação.

A melhoria da qualidade de ensino da Geometria Descritiva, nos cursos de graduação, é a meta que se buscou atingir com este estudo desenvolvido por meio de pesquisa de campo e revisão bibliográfica.

A pesquisa de campo possibilitou a definição do perfil do estudante de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da PUC/PR, e Pintura e Licenciatura em Desenho da EMBAP, bem como demonstrou o nível de conhecimento geométrico auferido no 2º grau.

A escolha do tema “Uma Metodologia para a Melhoria da Qualidade do Ensino da Geometria Descritiva no 3º Grau”, não é simples decorrência de preocupação essencialmente didática do educador mas, também, da crença de que seja a falta de objetividade no ensino desta Disciplina, a principal causa de



frustração de quantos tiveram um inexpressivo contato inicial com o desenho e a matemática.

A evidência dessa realidade ficou expressa nas considerações de educadores e educandos, no entanto a simples constatação do fato não modificará a situação do ensino da Geometria Descritiva no curso superior que, certamente, depende do envolvimento pessoal do professor, mas, acima de tudo, da vontade política das instituições de ensino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEHRENS, Marilda A. **Formação continuada dos professores e a prática pedagógica**. Curitiba : Champagnat, 1996.
2. CARVALHO, Benjamin de A. **Desenho geométrico**. 3. ed. Rio de Janeiro : Ao livro técnico, 1967.
3. CAVALLIN, José. **Lições de geometria descritiva**. 4. ed. Curitiba : UFPR, 1968.
4. \_\_\_\_\_. **A decadência do ensino da geometria descritiva em nossas escolas**. Curitiba : Kolesky, 1978.
5. D'AGOSTIN, Maria Salete; GUIMARÃES, Marília Marques; ULBRICHT, Vânia Ribas. **Noções básicas de geometria descritiva**. Florianópolis : UFSC, 1994.
6. D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. 2. ed. São Paulo : Ática, 1993.
7. DEMO, Pedro. **A nova IdB - ranços avanços**. 2. ed. Campinas : Papyrus, 1997.
8. ECO, Umberto. **Como se faz uma tese**. 13. ed. São Paulo : Perspectiva, 1996.
9. EINSTEIN, Albert. **Notas autobiográficas**. 3. ed. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1982.
10. FREIRE, Olavo. **Desenho geométrico e noções de geometria**. 56. ed. Rio de Janeiro : F. Alves, 1966.
11. KLINE, Morris. **O fracasso da matemática moderna**. São Paulo : Ibrasa, 1976.

12. MACHADO, Nilson J. **Matemática e realidade**. São Paulo : Cortez, 1991.
13. MONTENEGRO, Gildo A. **Geometria descritiva**. São Paulo : E. Blücher, 1991. v. 1.
14. \_\_\_\_\_. **A perspectiva dos profissionais**. São Paulo : E. Blücher, 1983.
15. SALVADOR, Angelo D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica**. 11. ed. Porto Alegre : Sulina, 1986.
16. SCHLEMM, Roberto A.; DEMETERCO, Aramis. **Geometria descritiva aplicada**. 3. ed. Curitiba : Champagnat, 1976.
17. STREHL, Afonso; FANTIN, Nelson D. **Ensino médio : identidade em crise**. Porto Alegre : EDIPUCRS, 1994.
18. VIEIRA, Sonia. **Como escrever uma tese**. 3. ed. São Paulo : Pioneira, 1996.
19. WACHOWICZ, Lilian A. **O método dialético na didática**. 3. ed. Campinas : Papyrus, 1995.
20. YOUNG, James W. **Técnica para produção de idéias**. São Paulo : Nobel, 1994.

# **ANEXOS**

## ANEXO I

### ENTREVISTA COM ALUNA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL - PUC/PR

E (entrevistador): Hoje é dia 8 de junho de 1995. Eu estou aqui para tomar o depoimento da Dorlin, aluna do 1º ano de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Alguns dados para situar você: nome completo?

A (aluna): Dorlin de Moura Gomes.

E: Idade?

A: 18 anos.

E: Formação acadêmica. Onde você cursou 1º e 2º graus?

A: Eu cursei o 1º grau na Escola Adventista do Rio de Janeiro. O 2º grau no Instituto Adventista de São Paulo que é situado em Ortolândia, perto de Campinas, São Paulo.

E: Você é natural de onde?

A: Eu sou daqui de Curitiba.

E: É de Curitiba! Nesta disciplina que temos esse contato aqui no curso de Engenharia Civil, geometria descritiva, você foi bem e já no 1º bimestre teve um aproveitamento muito bom. Qual é a tua visão da disciplina? Está difícil o entendimento para os teus colegas? Você percebe que é difícil?

A: Eu percebo que é bem difícil do pessoal entender. Mesmo para mim. Eu estudei um pouco antes e tal, mais no começo eu não estava entendendo direito. Mais tarde eu estudei um pouco mais. Eu acho que tem muita coisa que a gente não viu no 2º grau e é dada de uma forma, como se a gente tivesse visto aquilo. Então fica uma certa dificuldade. Muita gente não teve isso no 2º grau e não tem base nenhuma.

E: O curso que você fez foi no Rio de Janeiro, não é? No 2º grau tinha Desenho Geométrico, ou era Educação Artística?

A: O 2º grau eu fiz em São Paulo. Eu tive, só no 1º ano. No 1º ano eu tive Educação Artística. A gente teve algumas coisas de perspectiva, mas muito pouco. Quase nada.

E: Teve geometria, praticamente ...

A: Geometria, praticamente nada.

E: É que, em 1971, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional deixou optativa nos cursos de 2º grau. Uns faziam Desenho Geométrico, outros Educação Artística. Então ficou mais para o lado da Educação Artística do que, propriamente, do estudo da geometria. Então a gente vê que às vezes o aluno - você tem contato com seus colegas - que eles chegam ao curso superior, muitas vezes sem ter visto nada.

A: Nada, nada mesmo!

E: Praticamente nada. E daí começa a grande dificuldade, porque é uma disciplina que é novidade e eles não têm aqueles pré-requisitos, para desenvolver, não é? Então isso é que está preocupando a gente sabe, Dorlin? E o objeto do meu estudo é justamente este. Porque a geometria descritiva é básica e depois vocês vão precisar para os projetos. E como é que você, pessoalmente, vê isso? Você acha que a

Geometria Descritiva é básica para outras coisas? Ou acha que o seu estudo seria perda de tempo?

A: Não! Lógico que acho que se a gente não sabe essa geometria, depois não tem condição para fazer o projeto. É básico, você tem que saber desenhar, saber formas dos objetos. Isso é muito importante. Eu vejo importância nisso!

E: E a escolha que você fez pelo curso de Engenharia Civil, você fez porque já gostava um pouco?

A: Eu gosto. Eu gosto bastante! Eu fiz mais a escolha porque sempre me dei muito bem em cálculo, mais também porque eu gosto de projeto, de desenho, dessas coisas, tanto é que eu penso muito quando eu me formar, e trabalhar com projeto.

E: E, naturalmente, é por isso que a gente vê esse seu interesse, justamente maior, pela disciplina. A gente está vendo que você é bem interessada e, infelizmente, parece que a grande maioria não. Eles também não são culpados, o sistema é que é culpado, não é? Não tiveram Desenho Geométrico. Quanto a metodologia, a forma que está sendo dada a disciplina - hoje estamos na era tecnológica, temos o computador - você acha válido levar alguma coisa para esse sentido?

A: Que faça com computador? Eu acho que é muito importante.

E: Aquela visão espacial!

A: Porque, hoje em dia, assim - praticamente mais tarde não vai ter mais, fazer projeto normalmente - acho que praticamente vai vir computador, alguma coisa assim. Antes de vir aqui para Curitiba, eu tinha passado em duas faculdades. Uma em São Paulo, em Bauru, a UNESP e lá eu assisti só uma semana de aula. Depois eu achei que era melhor vir para cá. Lá a gente tinha desenho básico, seria o começo. E o professor estava fazendo um projeto, um plano, para a gente começar a fazer em computador. Eu acho muito importante.

E: Aqui na PUC, nós temos esse projeto. Eu tenho a impressão que logo será implantado.

A: Eu acho isso muito importante!

E: É um professor da própria disciplina. Aquele do qual você tem o livro-texto, que nós chamamos de "apostila", o professor Schlemm. Você sabe que eu sou novato aqui, mas já tive essa informação, de que existe um estudo a respeito. A gente vê que você observa bem as coisas. Você acha que uma metodologia, veja bem, com o auxílio do computador, melhoraria bem a compreensão?

A: Olha, eu acho que sim. Agora, eu acho que a coisa que mais ajudaria a melhorar a compreensão, tipo assim, quando a gente chega no curso superior, acho que não tem condição de voltar atrás, de uma coisa que a gente não teve no 2º grau. Só que muitas coisas que o pessoal não sabe fazer, coisas às vezes simples, como fazer um triângulo equilátero, como usar o compasso, os esquadros. Lógico que a gente já devia ter aprendido isso no 2º grau. Mas acho que isso é importante, assim tirar pequena parte para, propriamente ensinar. Porque às vezes a matéria é dada muito rápido. As pessoas não têm uma base para poder adquirir aquilo que está tendo na matéria. Daí começa a dificuldade, porque não sabe o começo, não vai saber o resto. Então eu acho que essas pequenas coisas, que o pessoal está tendo dúvida, está fazendo com que a matéria comece a ficar difícil. Isso aí define a dificuldade. Acho

que isso é o mais importante.

E: Quando você estudou no 2º grau, já entrou no regime da matemática moderna ou era daquela tradicional? Porque, veja bem, de uns anos para cá, o ensino tradicional da matemática foi deixado de lado e passou-se a um estudo moderno. Na matemática moderna, as crianças já começam a estudar a partir da teoria dos conjuntos. Você já entrou nesse esquema?

A: Sim.

E: E gostava desse tipo de apresentação?

A: Gostava. Eu sempre me dei muito bem em matemática, cálculo. Foram sempre as matérias nas quais eu me dei bem melhor do que as outras matérias de “humanas”. Foi uma das coisas que me ajudaram a escolher o curso.

E: No curso que você fez, lá em São Paulo, era bem dada essa parte da matemática?

A: Meu professor era muito bom, era bem dado.

E: A Geometria, também, era dada?

A: Tinha. Tinha, mas era uma pequena parte da Geometria. A gente teve só no 1º ano, em Educação Artística. Foi nos últimos bimestres que o professor deu alguma coisa de geometria, de parábola, dessas coisas assim.

E: Seções cônicas: elipse, parábola, hipérbole!

A: Pois é, alguma coisa assim. Muito pouco, não é?

E: É, era a isso que antes era dado maior ênfase, no estudo do 2º grau. No meu tempo de aluno, era dado com muita afirmação. No decorrer do tempo, por forças das circunstâncias e mudanças na legislação do ensino, isso foi sendo retirado. E hoje a gente vê, com grande preocupação, que a geometria descritiva está sendo reduzida. Porque veja, vocês aqui vão ter geometria descritiva em um semestre só. No meu tempo de aluno eram dois anos. Era Geometria Descritiva I e Geometria Descritiva II. Então, condensar um conteúdo de dois anos em um semestre, realmente ...

A: E é bem por isso que faz com que fique puxado. Jogar matéria, jogar matéria e não se preocupam com a base, que às vezes a pessoa não tem. Coisas pequenas, assim, mas que às vezes ao jogar matéria, não dá para entender o resto.

E: Exatamente! Então, é esse atropelo, essa correria, que faz com que a coisa não funcione assim tão bem. Mas é isso, e seus pais, eles também são do ramo da engenharia?

A: Não, ninguém.

E: Seu pai, qual é o ramo dele?

A: Ele é pastor.

E: E a sua mãe?

A: Ela é secretária.

E: Mas você teve o maior apoio em casa para estudar!

A: Lógico, tanto é que meu pai gosta muito, essa questão de construção ele mexe um pouco, porque ele administra. Ele é pastor da Igreja Adventista. Administra hospitais que a Igreja Adventista tem, colégios, esses negócios. Então ele mexe muito com construção. Construção de hospital, de igreja e de colégio. Então, ele também gosta muito disso. Eu sempre tive muito apoio para fazer isso.

E: A gente nota que, quando os pais estão interessados nessa parte, o aluno tem maior aproveitamento. Porque sempre discutem, naturalmente, aquelas coisas. E você foi pegando o gosto por esta parte, mais do cálculo. Pois é, Dorlin, que bom, puxa vida, o teu depoimento vai ser de grande valia! Eu agradeço, inclusive, a tua disposição de conversar comigo e tenho muita satisfação de ter você como aluna, colega. Vocês não são alunos, vocês são colegas de trabalho. Vocês estão trabalhando, não é? Hoje em dia não é mais aquela condição de - o professor vem dar uma aula e o aluno vem assistir a aula. Não, é um trabalho integrado, que a gente tem que desenvolver. Então, meus parabéns pelo teu aproveitamento na disciplina e consequentemente nas outras. Tenho certeza que é a mesma coisa. E pela família que você tem, que se interessa pelo seu estudo.

A: Obrigada.

E: Muito obrigado pela tua colaboração.

A: De nada. Está bom!

Em 27/11/95, foi tomado novo depoimento da aluna Dorlin de Moura Gomes, em continuidade ao anterior, realizado em 08/06/95.

E: Bem, Dorlin, então, nós terminamos esse ano letivo, aqui na Universidade Católica, no curso de Engenharia Civil, e como tínhamos começado a nossa conversa, agora vamos terminar. Então, hoje quem vai falar mais é você. Eu queria que você desse a sua opinião sobre como se desenvolveu a disciplina de Geometria Descritiva. Nós já tínhamos conversado naquele início e agora vamos ver o que você sentiu da disciplina, como foi dada e o que você pode assimilar. As dificuldades que você teve e tudo mais. Então vou deixar você com a palavra!

A: Bom, como eu já tinha dito, o começo foi aquele. Até que, razoavelmente, eu tive um bom aproveitamento. Consegui fazer tudo. Só que quando a gente faz um 2º grau sem muita base e daqui a pouco a matéria é muito jogada, assim ficou difícil, às vezes a gente muita coisa não sabia fazer. E agora, nestes últimos bimestres, também que a gente trabalhou com projeto - começou com projeto arquitetônico - ficou meio difícil, porque às vezes a matéria dizia alguma coisa para a gente fazer, mas a gente nunca tinha feito isso. Então, eu tinha que me virar, sozinha, para conseguir terminar, fazer o projeto, entender como fazer direitinho o negócio que tem regras definidas. Isso que eu achei assim, que deveria ter mais calma, mais aproveitamento. Mostrar melhor os detalhes, porque a gente nunca viu isso na vida. Mas, no total, assim no todo, acho que sim. Como se diz aprender perfeitamente, de levar alguma coisa, acho que aprendi bastante coisas. Mesmo me virando sozinha, às vezes quebrando um pouco a cabeça, mas com isso aprendi também, não é? Daí aprendi bastante coisas e isso vai ser bastante útil para mim depois, mais tarde na continuação de outras disciplinas. Acho que foi muito bom, muito útil, muito necessário.

E: É, Dorlin, então a gente está procurando uma melhor metodologia de ensino para a geometria descritiva, porque a gente sabe que é básico, primordial, principalmente para a profissão do engenheiro, não é? Então, eu fico satisfeito em saber que você teve um aproveitamento bom e eu já sabia que isso iria acontecer porque, logo de



início, você se saiu muito bem. Claro que depois as coisas vão acumulando, não só na disciplina descritiva, mas vocês têm uma série de outros trabalhos, de outras disciplinas, também é uma carga muito grande.

A: Em todo o caso, porque é justamente no começo, você da aquela arrancada para depois poder ficar tranqüila, porque depois sempre é mais difícil, não é? Sempre acumula muito mais coisa.

E: É. E realmente foi isso que você fez, não é? Você, no começo, quando viu que havia ainda pouca matéria, foi dando aquele adiantamento na disciplina. Depois você ficou mais tranqüila. Você veja, no último bimestre que a coisa estava pegando mais, tinha mais responsabilidade com outras disciplinas também, você conseguiu vencer. Conseguiu, inclusive, passar por média. Muito bem, Dorlin! Quero agradecer pela sua participação nesta entrevista que vai ser muito útil para o meu trabalho. Desejo felicidades a você no curso. Estou vendo que você escolheu o curso que você queria.

A gente vê, não é?

A: Obrigada.

## ANEXO II

### PESQUISA DE CAMPO

#### O FORMULÁRIO

##### BLOCO I - DADOS PESSOAIS

##### QUESTÃO 1 - SEXO ( ) masculino ( ) feminino

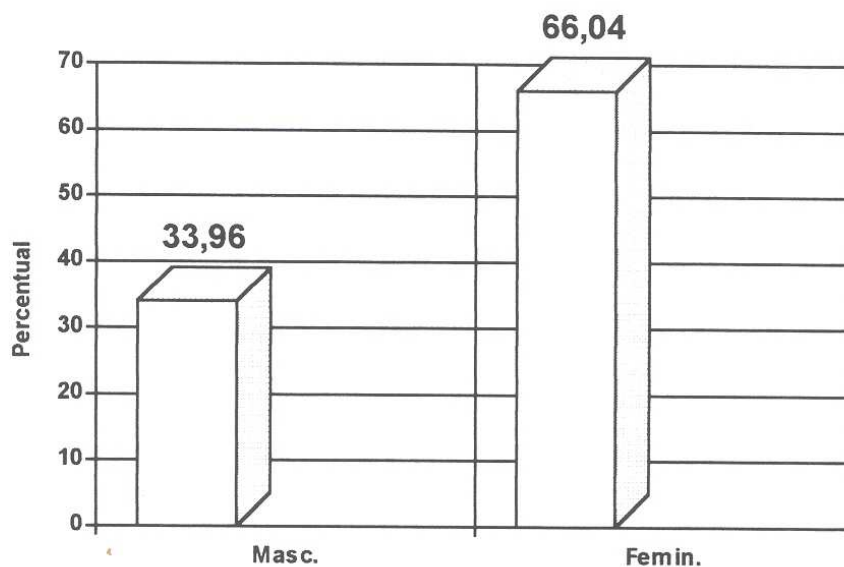
Com referência ao sexo dos alunos pesquisados os sujeitos da pesquisa ficaram assim distribuídos:

TABELA 1

##### DISTRIBUIÇÃO DOS INDIVÍDUOS SEGUNDO O SEXO

SEXO	FREQÜÊNCIA	%
MASCULINO	18	33,96
FEMININO	35	66,04
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 1



No que se refere ao sexo, verifica-se que a maioria (66,04%) dos pesquisados pertence ao sexo feminino, resultado que apresenta certa coerência tendo em vista a predominância de mulheres na realidade populacional brasileira.

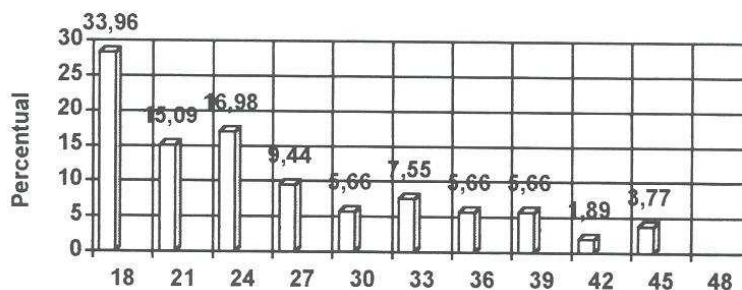
## QUESTÃO 2 - IDADE ( ) anos

**TABELA 2**

### DISTRIBUIÇÃO DOS INDIVÍDUOS SEGUNDO A IDADE

CLASSE	FREQÜÊNCIA	%
18 - 21	15	28,30
21 - 24	8	15,09
24 - 27	9	16,98
27 - 30	5	9,44
30 - 33	3	5,66
33 - 36	4	7,55
36 - 39	3	5,66
39 - 42	3	5,66
42 - 45	1	1,89
45 - 48	2	3,77
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 2



A distribuição dos indivíduos por faixa etária evidencia maior frequência (60,37%) entre 18 e 27 anos (28,30%, 15,09% e 16,98%, respectivamente).

## BLOCO II - ESCOLHA DO CURSO

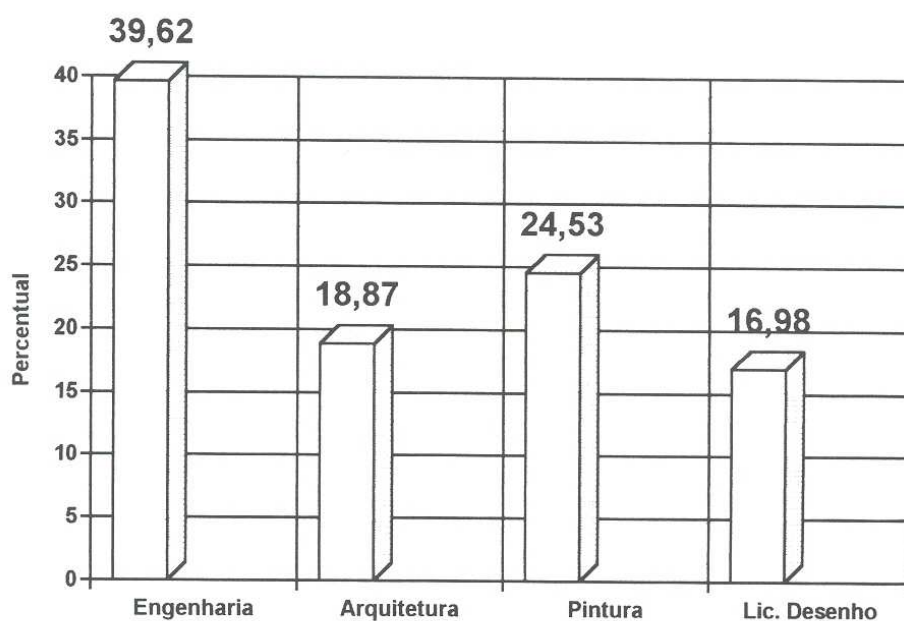
QUESTÃO 3 - Nome do curso que está fazendo

**TABELA 3**

### ALUNOS PESQUISADOS POR CURSO

CURSO	FREQÜÊNCIA	%
ENGENHARIA	21	39,62
ARQUITETURA	10	18,87
PINTURA	13	24,53
LICENCIATURA EM DESENHO	9	16,98
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 3



Este gráfico mostra os cursos nos quais foram aplicados os instrumentos

de pesquisa com os respectivos percentuais. Destaca-se o Curso de Engenharia com 39,62% dos alunos pesquisados.

**QUESTÃO 3.1-** INDIQUE UMA OU MAIS RAZÕES QUE INFLUENCIARAM VOCÊ A ESCOLHER ESSE CURSO:

- a) Desejo de adquirir maior cultura. Gosto pelos estudos dessa área.
- b) Influência da família ou amigos.
- c) Esperança de conseguir um emprego melhor.
- d) Desejo de conseguir emprego na área do curso que está realizando.
- e) Inexistência de um curso melhor para escolher, nas proximidades.
- f) Vontade de obter melhor preparação para um outro vestibular.
- g) Falta de condições financeiras para realizar o curso desejado.
- h) Não conseguiu vaga em outro curso.
- i) Outra razão. Especifique: \_\_\_\_\_

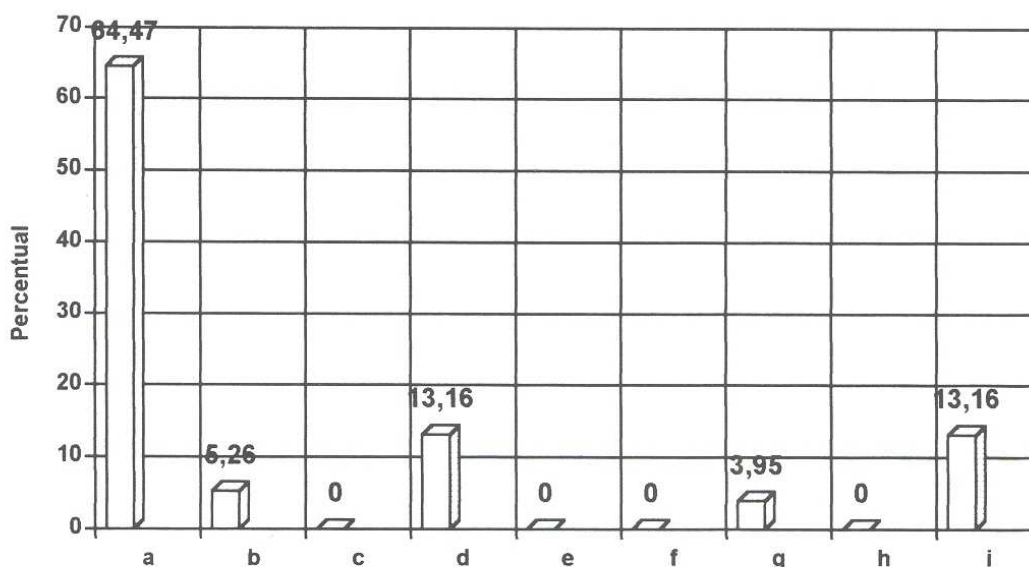
Com essa questão procurou-se compreender a motivação dos alunos pelo curso que realizam, cujas respostas foram as que se seguem:

#### **TABELA 4**

#### **RAZÕES QUE INFLUENCIARAM A ESCOLHA DO CURSO**

RAZÕES P/ ESCOLHA CURSO	FREQÜÊNCIA	%
Desejo de adquirir maior cultura. Gosto pelos estudos dessa área	49	64,47
Influência família/amigos	4	5,26
Esperança de conseguir um emprego melhor	0	0
Desejo de conseguir emprego na área do curso que está realizando	10	13,16
Inexistência de curso melhor para escolher, nas proximidades	0	0
Vontade de obter melhor preparação para um outro vestibular	0	0
Falta de condições financeiras para realizar o curso desejado	3	3,95
Não conseguiu vaga em outro curso	0	0
Outra razão. Especifique:	10	13,16
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 4



A análise das respostas dadas quantos as razões da escolha de determinado curso evidencia a predominância do item “a” - “Desejo de adquirir maior cultura. Gosto pelos estudos dessa área”, com 64,47%.

**QUESTÃO 3.1.1 - OUTRA RAZÃO. ESPECIFIQUE:** \_\_\_\_\_

**TABELA 5**

**OUTRA RAZÃO PARA A ESCOLHA DO CURSO**

OUTRAS RAZÕES	FREQÜÊNCIA
Gosto pelo curso	1
Paixão pela arte	1
Gosto e aprimoramento na área	1
Alteração de ramo profissional	1
Curso de preferência inicial ser diurno	1
É o que eu quero	1
Prolongar meu estágio para provável efetivação	1
Aptidão	1
Sempre gostei de desenho	1
Paixão pela forma	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

As razões que levaram o aluno a escolher o curso que está realizando não foram significativas, pois que cada uma foi referida uma única vez.

**QUESTÃO 4** - Aponte uma ou mais razões que levaram a escolher:

- ( ) 4.1 - Escola pública
- ( ) 4.2 - Escola particular
- ( ) a) Existência do curso nessa Instituição
- ( ) b) Localização mais próxima.
- ( ) c) Questões financeiras
- ( ) d) Busca de melhor qualidade de ensino
- ( ) e) Outra razão. Especifique: \_\_\_\_\_

### **TIPO DE INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

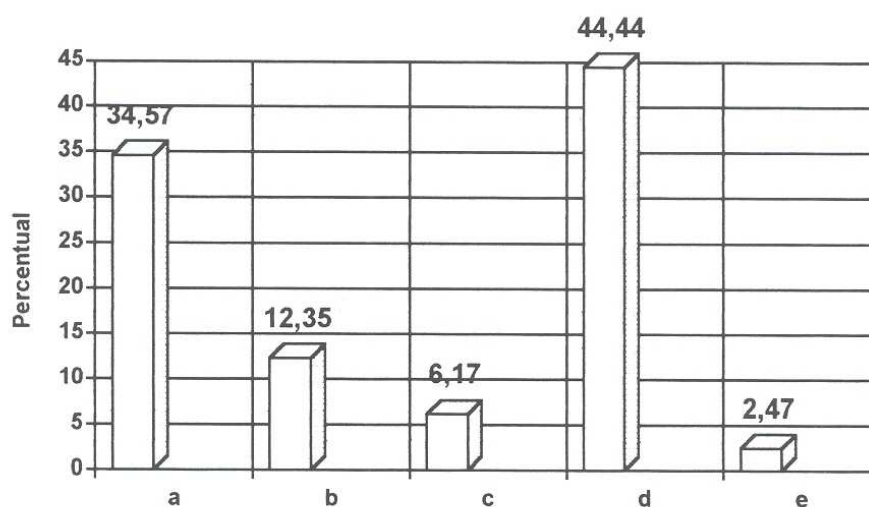
Dos alunos pesquisados, 31 estudam em instituição de ensino particular e 22 em instituição de ensino público, respectivamente, da PUC/PR e da EMBAP.

### **TABELA 6**

## RAZÕES PARA A ESCOLHA DA INSTITUIÇÃO

RAZÕES	FREQÜÊNCIA	%
a) Existência do curso nessa Instituição	28	34,57
b) Localização mais próxima	10	12,35
c) Questões financeiras	5	6,17
d) Busca de melhor qualidade de ensino	36	44,44
e) Outra razão. Especifique:	2	2,47
<b>TOTAL DE RAZÕES INDICADAS</b>	<b>81</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 6



A análise das razões para a escolha da instituição de ensino mostra como principal a razão “d” - “busca de melhor qualidade de ensino”, (44,44%). Em seguida vem a razão “a” - “existência do curso nessa Instituição”, com (34,57%).



### BLOCO III - DESENVOLVIMENTO DOS CURSOS

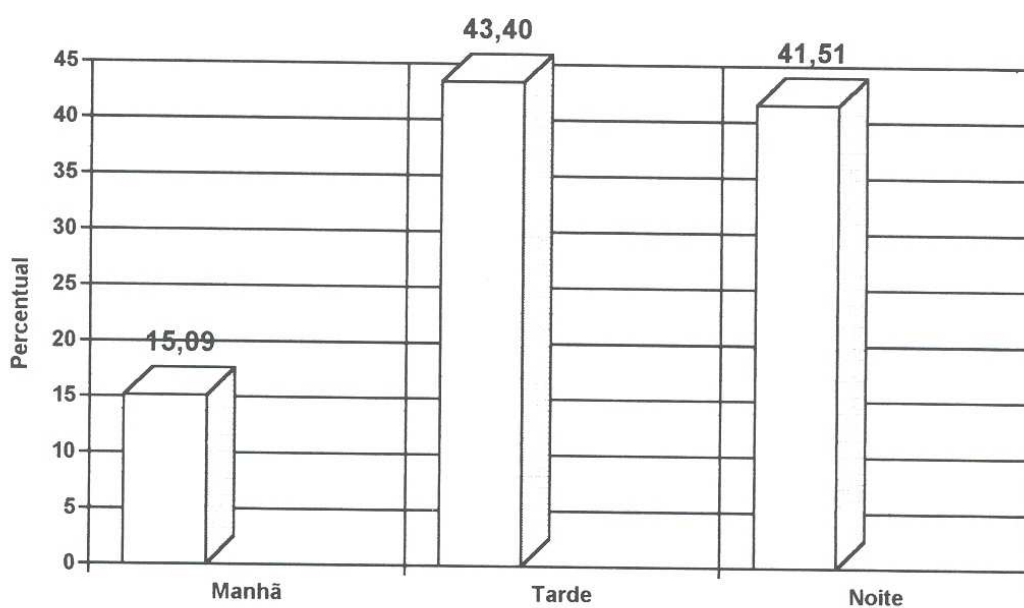
QUESTÃO 5 - Horário em que você frequenta as aulas

**TABELA 7**

#### HORÁRIO DAS AULAS

TURNO	FREQÜÊNCIA	%
Manhã	8	15,09
Tarde	23	43,40
Noite	22	41,51
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 7



Dentre os alunos pesquisados, 43,40% estudam à tarde, 41,51% à noite e somente 15,09 % pela manhã.

QUESTÃO 6 - Quantas horas por semana, em média, você utiliza os

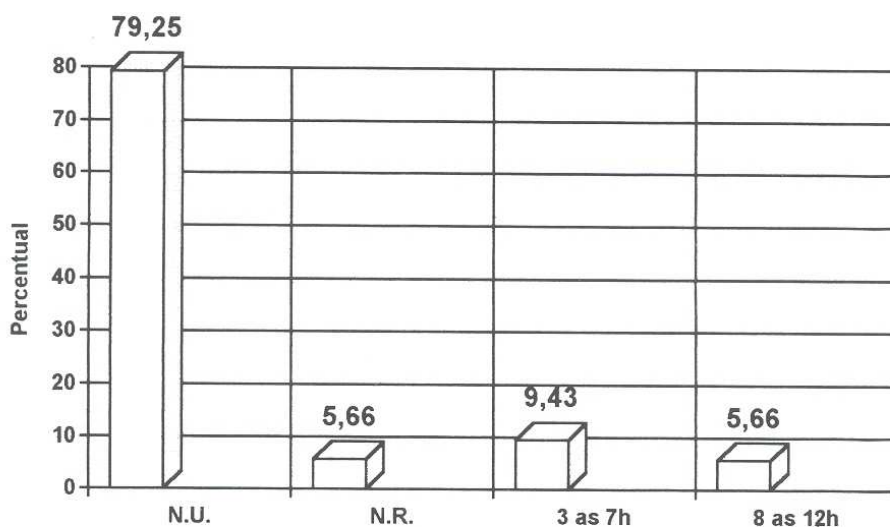
“ateliers”/laboratórios da instituição para realização das atividades práticas?

( ) horas ( ) não utilizo

**TABELA 8**

USO “ATELIERS”/LABORATÓRIOS (p/semana)	FREQÜÊNCIA	%
Não utilizo	42	79,25
Não respondeu	3	5,66
3 a 7 horas	5	9,43
8 a 12 horas	3	5,66
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 8



O elevado percentual de 79,25% indica que os alunos não utilizam os “ateliers”/laboratórios da instituição, tornando irrelevante o uso desses espaços pelos demais.

QUESTÃO 7 - Quantas vezes por mês, em média, você utiliza a biblioteca da instituição?

( ) vezes ( ) não utilizo

**TABELA 9**

USO BIBLIOTECA	FREQÜÊNCIA	%
Não utilizo	18	33,96
Não respondeu	4	7,55
1 a 10 vezes	30	56,60
11 a 20 vezes	1	1,89
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

Verifica-se que 58,49 dos alunos (56,50% e 1,89%) utilizam a biblioteca da instituição uma ou mais vezes por mês. Dentre esses a maioria (56,60%), freqüenta-a de uma a dez vezes por mês. Entretanto 33,96% dos alunos pesquisados simplesmente não a usam.

QUESTÃO 8 - O curso está correspondendo às expectativas que você tinha?

- ( ) a) Plenamente
- ( ) b) Em parte
- ( ) c) Insuficiente

8.1 - NO CASO DE NÃO ESTAR CORRESPONDENDO PLENAMENTE, INDIQUE UMA OU MAIS RAZÕES PARA TAL:

- ( ) a) Insuficiência de atividades práticas.
- ( ) b) Insuficiência de materiais na escola para atividades práticas.
- ( ) c) Falta de seqüência lógica na distribuição das disciplinas pelas diferentes séries ou semestres.
- ( ) d) Insuficiência de livros necessários ao curso na biblioteca.

- ( ) e) Falta de base na maioria dos alunos.
- ( ) f) Falta de interesse de muitos alunos.
- ( ) g) Falta de tempo para estudar em casa.
- ( ) h) Insuficiência de informação quanto ao mercado de trabalho.
- ( ) i) Preparação insatisfatória para a profissão.
- ( ) j) Deficiências por parte dos professores quanto a:
  - ( ) j.1) - Conhecimento da matéria.
  - ( ) j.2) - Metodologia adotada em aula.
  - ( ) j.3) - Relacionamento com os alunos.
  - ( ) j.4) - Clareza na exposição da matéria.
  - ( ) j.5) - Outros aspectos.

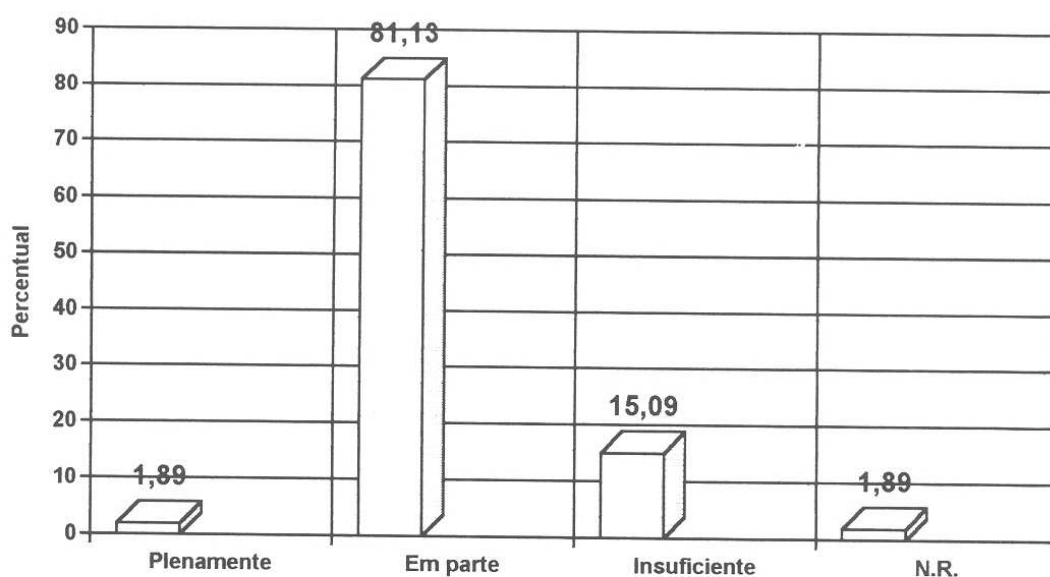
Especifique: \_\_\_\_\_

8.2 - QUE PONTOS POSITIVOS VOCÊ DESTACA NO CURSO QUE ESTÁ FAZENDO?

**TABELA 10**

<b>GRAU DE SATISFAÇÃO</b>	<b>FREQÜÊNCIA</b>	<b>%</b>
Plenamente	1	1,89
Em parte	43	81,13
Insuficiente	8	15,09
Não respondeu	1	1,89
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 10



A maior incidência de respostas foi registrada na alternativa “em parte”, com 81,13% das indicações.

A correspondência do curso às expectativas dos alunos foi considerada insuficiente por 15,09% das respostas.

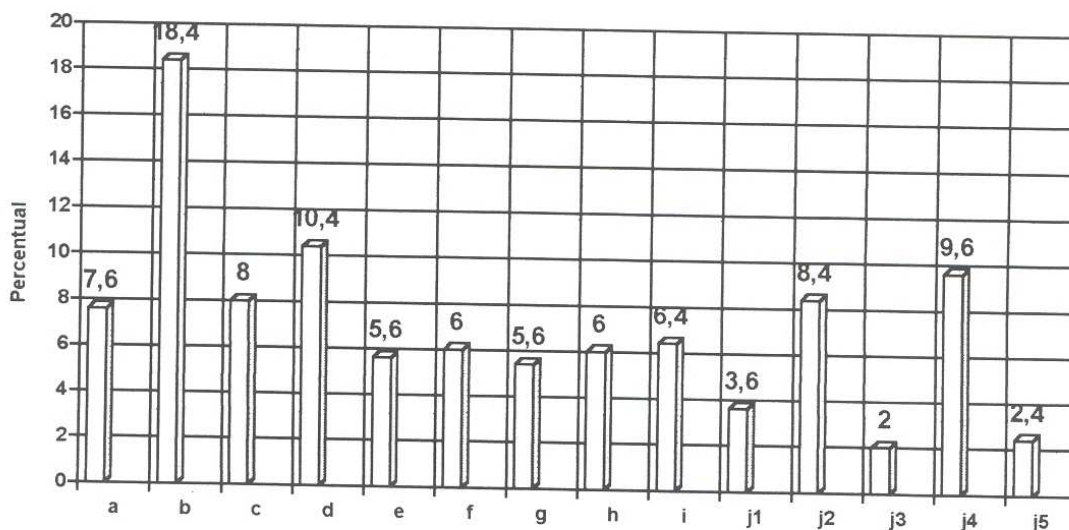
As razões pelas quais os cursos não estavam correspondendo plenamente às expectativas estão na tabela a seguir:

**TABELA 11**

RAZÕES	FREQÜÊNCIA	%
a) Insuficiência de atividades práticas	19	7,60
b) Insuficiência de materiais na instituição para atividades práticas	46	18,40
c) Falta de seqüência lógica na distribuição das disciplinas pelas diferentes séries	20	8,00
d) Insuficiência de livros necessários aos cursos na biblioteca	26	10,40
e) Falta de base na maioria dos alunos	14	5,60
f) Falta de interesse de muitos alunos	15	6,00
g) Falta de tempo para estudar em casa	14	5,60
h) Falta de informação quanto ao mercado de trabalho	15	6,00
i) Preparação insatisfatória para a profissão	16	6,40
j) Deficiência por parte dos professores		
j.1) Conhecimento da matéria	9	3,60
j.2) Metodologia adotada	21	8,40
j.3) Relacionamento com os alunos	5	2,00

j.4) Clareza na exposição da matéria	24	9,60
j.5) Outros aspectos. Especifique:	6	2,40
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>100</b>

GRÁFICO DA TABELA 11



As razões mais alegadas para que o curso seja considerado “insuficiente” referem-se às “deficiências dos professores”, onde se concentram 26,00% das respostas, sobretudo quanto a falta de “clareza na exposição da matéria” (9,60%) e quanto a inadequação da “metodologia adotada”, com 8,40%.

Outras falhas apontadas com destaque dizem respeito à “insuficiência de materiais na instituição para atividades práticas” (18,40%) e a “insuficiência de livros necessários ao curso na biblioteca”, com 10,40%.

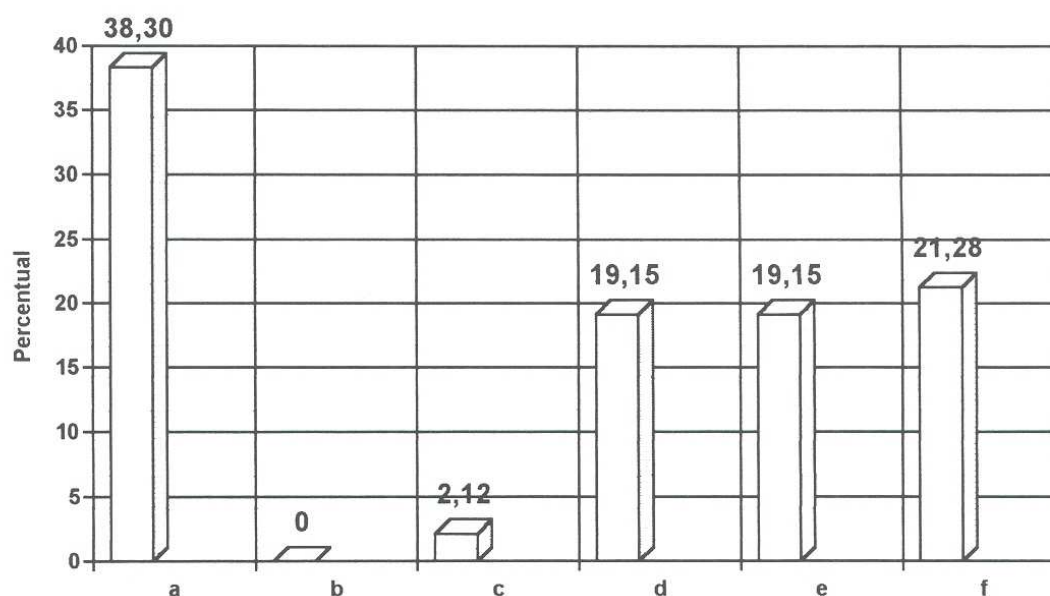
**QUESTÃO 9** - Que pontos positivos você destaca no curso que está fazendo?

Os pontos positivos foram analisados considerando-se 6 itens em questão aberta que deu margem a inúmeras respostas.

**TABELA 12**

PONTOS POSITIVOS	FREQÜÊNCIA	%
a) Relacionamento	18	38,30
b) Mercado de trabalho	0	0
c) Escola	1	2,12
d) Matérias do currículo	9	19,15
e) Professores	9	19,15
f) Finalidade e estrutura do curso	10	21,28
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>100,00</b>

GRÁFICO DA TABELA 12



O principal ponto positivo, que mereceu maior número de indicações, foi o “relacionamento”, com 38,30%.

A “finalidade” e a “estrutura do curso”, com 21,28% de indicações, são

pontos que parecem estar bem claros para os alunos.

Os “professores” e as “matérias do currículo” (19,15%), não desagradam aos alunos.

## **AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA : CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS BÁSICAS**

Para avaliação diagnóstica foi construída uma prova, aplicada antes do início do curso, para verificação dos pré-requisitos necessários para a aprendizagem da Geometria Descritiva, da Perspectiva e Sombras e do Desenho Técnico.

### **PARTE TEÓRICA - QUESTÕES OBJETIVAS**

Questão 1 - Os polígonos que definem as faces do dodecaedro regular são:

- ( ) a) triângulos
- ( ) b) quadrados
- ( ) c) pentágonos
- ( ) d) hexágonos
- ( ) e) trapézios

Questão 2 - O arco típico do estilo gótico é o arco:



- a) elíptico
- b) abaulado
- c) abatido
- d) ogival
- e) aviajado

Questão 3 - A curva plana de dois ramos iguais, dois eixos (um real e um imaginário) e dois focos sobre o eixo real chama-se:

- a) elipse
- b) hipérbole
- c) parábola
- d) circunferência
- e) espiral

Questão 4 - O plano horizontal de projeção usado na Geometria Descritiva tem na Perspectiva o nome de plano:

- a) de horizonte
- b) neutro
- c) horizontal
- d) de terra
- e) geometral

Questão 5 - A Geometria Descritiva representa projeções que em Desenho Técnico denomina-se:

- a) projetantes

- ( ) b) vistas
- ( ) c) coordenadas
- ( ) d) perspectivas
- ( ) e) cotas

### **PARTE PRÁTICA - EXECUÇÃO**

Questão 6 - Trace a bissetriz de um ângulo cujo vértice está fora do desenho.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 7 - Construa um trapézio retângulo conhecendo a altura  $h$ , a base maior  $AB$  e o ângulo agudo adjacente à mesma.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 8 - Trace uma circunferência pelos pontos não alinhados A, B e C.

Questão 9 - Ligue as paralelas AB e CD com uma curva em forma de S.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 10 - Construa a falsa espiral a partir do quadrado 1,2,3,4.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 11 - Trace a parábola conhecendo a diretriz AB e o foco F.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 12 - Construa a perspectiva cônica do quadrado de lado AB.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 13 - Construa a perspectiva cavalaria do cubo cuja face ABCD está encostada no quadro.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 14 - Represente a épura da reta AB e defina-a.

(dados e espaços para o desenho)

Questão 15 - Represente a épura de uma reta fronto-horizontal mais perto do PV do que do PH.

(dados e espaços para o desenho)

Com estas questões procurou-se verificar os conhecimentos do aluno sobre construções geométricas básicas.

## RESULTADO DA AVALIAÇÃO DIAGNOSTICA

**TABELA 1**

QUESTÕES	FREQÜÊNCIA	%
a) Teoria geral (1 a 5)	26	49,06
b) Desenho Geométrico (6 a 11)	19	35,85
c) Desenho Projetivo (12 a 15)	8	15,09
<b>TOTAL DE RESPOSTAS</b>	<b>53</b>	<b>100,00</b>

A tabela mostra que dos 53 candidatos pesquisados, 49,06% realizaram somente a parte teórica da prova, com questões de múltipla escolha.

## CONCLUSÃO

A análise dos resultados da pesquisa cujo objetivo foi obter o perfil dos alunos, bem como o desempenho numa prova diagnóstica para orientação quanto aos conteúdos programáticos e à metodologia adequada ao processo de aprendizagem, evidencia constatações como: a) a maioria dos estudantes pesquisados chega aos cursos superiores de engenharia, arquitetura e artes plásticas, com conhecimentos insuficientes de desenho geométrico e projetivo; b) levanta-se a hipótese de que essa deficiência do ensino seja conseqüência da aplicação da Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971, de diretrizes e bases do ensino, que retirou a obrigatoriedade de oferta dessas disciplinas em nível de 2º grau e estabeleceu como obrigatória a disciplina de Educação Artística.

**ANEXO III**

**EXEMPLO DE UM TRABALHO DE CONCLUSÃO DE DISCIPLINA**

CIBELE CHRISTINA JUDT

II Superior de Pintura

Trabalho sobre

PERSPECTIVA

e

SOMBRAS

Solicitado pela disciplina de Perspectiva  
Sombras

Curitiba- Pr

EMBAP

1993

## ÍNDICE

Abertura Paul Cézanne (23.dez.1904).....	pg.01
Texto com enfoque a fatores físicos da LUZ).....	pg.02
Paul Cézanne (artigo, Émile Bernard, 1921) .....	pg.06
Texto (continuação) enfocando a LUZ NATURAL e aspectos físico-ótico .....	pg.07
como a LUZ ARTIFICIAL e aspectos físico-ótico .....	pg.12
Paul Cézanne (15.abr.1904) .....	pg.17
Exemplos ótico-geométricos de LUZ NATURAL SOLAR em três situações características.....	pg.18
Paul Cézanne (25.jul.1904) .....	pg.21
Exemplos ótico-geométricos de LUZ ARTIFICIAL em três situações características.....	pg.22
Bibliografia .....	pg.25

## CONTEÚDOS DO TEXTO E EXEMPLOS ÓTICOS

- Aspectos físicos da LUZ
- Luz Artificial e Natural
- Sombras
- Reflexos
- Penumbra
- Cores
- Efeitos “no natural” e no espaço edificado
- Eclipses Lunares e Solares
- Luz Natural Solar observada lateralmente, frontalmente, atrás

(objeto e/ou observador)

- Luz Artificial qualquer observada lateralmente, frontalmente, atrás

(objeto e/ou observador)

Aqui está, sem contestação possível - tenho toda a certeza: em nosso órgão visual produz-se uma sensação ótica, que nos faz classificar como luz, meio tom ou um quarto de tom os planos representados por sensações colorantes.

A luz, portanto, não existe para o pintor. Enquanto você vai forçosamente do preto ao branco, sendo a primeira destas abstrações como que um ponto de apoio para o olho como para o cérebro, nós escorregamos, não chegamos adquirir o domínio, a nos possuir.

Neste período (repito-me um pouco forçosamente), voltamo-nos para as obras admiráveis que nos foram transmitidas pelos tempos, onde encontramos conforto, apoio, tal como o nadador o encontra na prancha.

A Émile Bernard, Aix - 23.dez.1904

Paul Cézanne



Antes do homem chegar à compreender a luz fisicamente, passou no tempo com muitas reflexões e experiências, que a este conjunto de estudos denominamos Ótica. Logo, a primeira conclusão obtida foi sobre o comportamento da luz: a luz propaga-se em linha reta.

O primeiro a colocá-la foi Empédocles (sec. V a.C. - Grécia), que foi provada por Ptolomeu (sec. II d.C. - Egito), onde notou-se que a visão e a luz possuem uma viagem retilínea.

A segunda conclusão foi sobre a propagação da luz em diferentes meios. Temos como precursor Al-Haytham (sec. VIII d.C. - Iraque), que definiu o raio de luz, e notou a refração da luz, que era causada por raios luminosos que viajam a diferentes velocidades em diferentes matérias. (Meio transparente/meio translúcido/meio opaco).

A terceira conclusão foi sobre a propagação da luz ser imediata ou não-imediata. Aí, então, entra Galileo Galilei (sec. VI - Itália), que foi o primeiro a tentar definir a velocidade da luz. Culminando na quarta e controversa questão - definição da luz.

“O que é a luz?” Foi esta a pergunta que ocorreu a Huygens (1626 - Holanda), que colocou como: “luz é uma série de ondas de choque, que se

empurram através de uma substância invisível, o éter. Essas ondas se propagam muito depressa, mas não numa velocidade infinita”. Logo veio Grimaldi (1665 - Itália), que confirmou: “a luz é um distúrbio ondular, onde as sombras não são pronunciadas, mas exibem rebordos coloridos”.

Newton (1704 - Inglaterra), colocou nova teoria: “a luz é um fluxo de corpúsculos, partículas, dotadas de um engenhoso ‘ajuste de refração’, como também de ‘reflexão’. E as cores nas bordas dos objetos seriam causadas pela vibração em contato com partículas luminosas”.

Young (1773 - Inglaterra), contestou Newton, retomando a teoria das ondas ...”se a LUZ se deve a corpúsculos lançados de um corpo, por que eles deviam viajar sempre a uma mesma velocidade, quer viessem de uma centelha produzida por uma pederneira, quer dos intensos raios do SOL? Neste caso, a velocidade não dependeria das condições que tinham dado origem à LUZ?”.

Por fim, Einstein (1899 - Alemanha), uniu as duas teorias, a da onda e a da partícula ... dando volta à LUZ, como ... **partícula-onda**. A LUZ se propaga no espaço cósmico e também no vácuo, independendo da matéria, por mais que os meios materiais influam diretamente em sua velocidade. Para cada tipo de LUZ num meio material diferente, temos uma velocidade de propagação; em

ordem decrescente de velocidade temos:

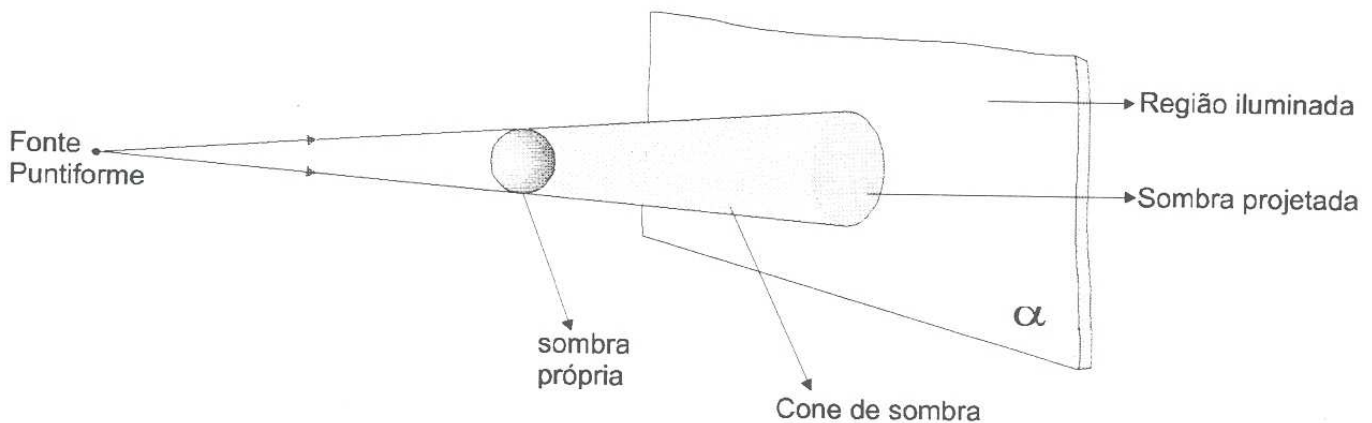
- | luz vermelha
- | luz alaranjada
- | luz amarela
- | luz verde
- | luz azul
- | luz anil
- | luz violeta

Estas formam a LUZ BRANCA - ou seja, a luz solar; que declara o comportamento da reflexão difusa da luz, através da absorção, ou determinação das cores emitidas por um corpo iluminado; onde aí estabelecem-se as regras de complementaridade e oposição de cores óticas. Dependem também do tipo do corpo iluminado, transparente, translúcido e opaco ... O transparente possui o caráter maior de reflexão, o translúcido possui o caráter de difundir esta reflexão, e o opaco, absorção da luz.

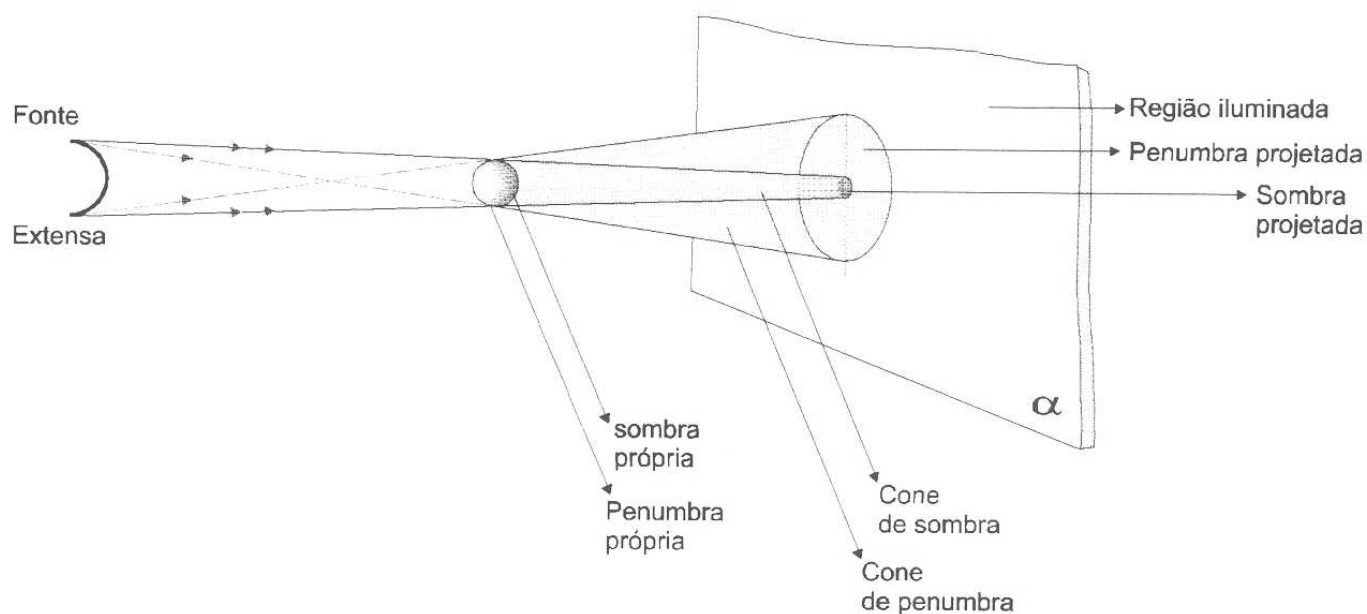
No caso dos corpos opacos, é que produz-se declaradamente as sombras e penumbras, devido diretamente a propagação retilínea da luz. Sobre esta questão podemos esboçar dois casos de sombra e penumbra... provocadas por uma fonte luminosa puntiforme - que consiste numa fonte de dimensões desprezíveis em relação às distâncias envolvidas que as separam de um

observador (escalas de distância); ou por uma fonte luminosa extensa - que consiste em fonte de dimensões a serem consideradas em relação ao observador e escala de distância.

Na presença de fonte luminosa puntiforme, ocorre a formação de sombra, pois os raios luminosos que atingem o corpo são “barrados” por este; ou seja, absorvidos - a ausência de raios luminosos provocará a sombra delimitada pela forma do corpo ... e textura.

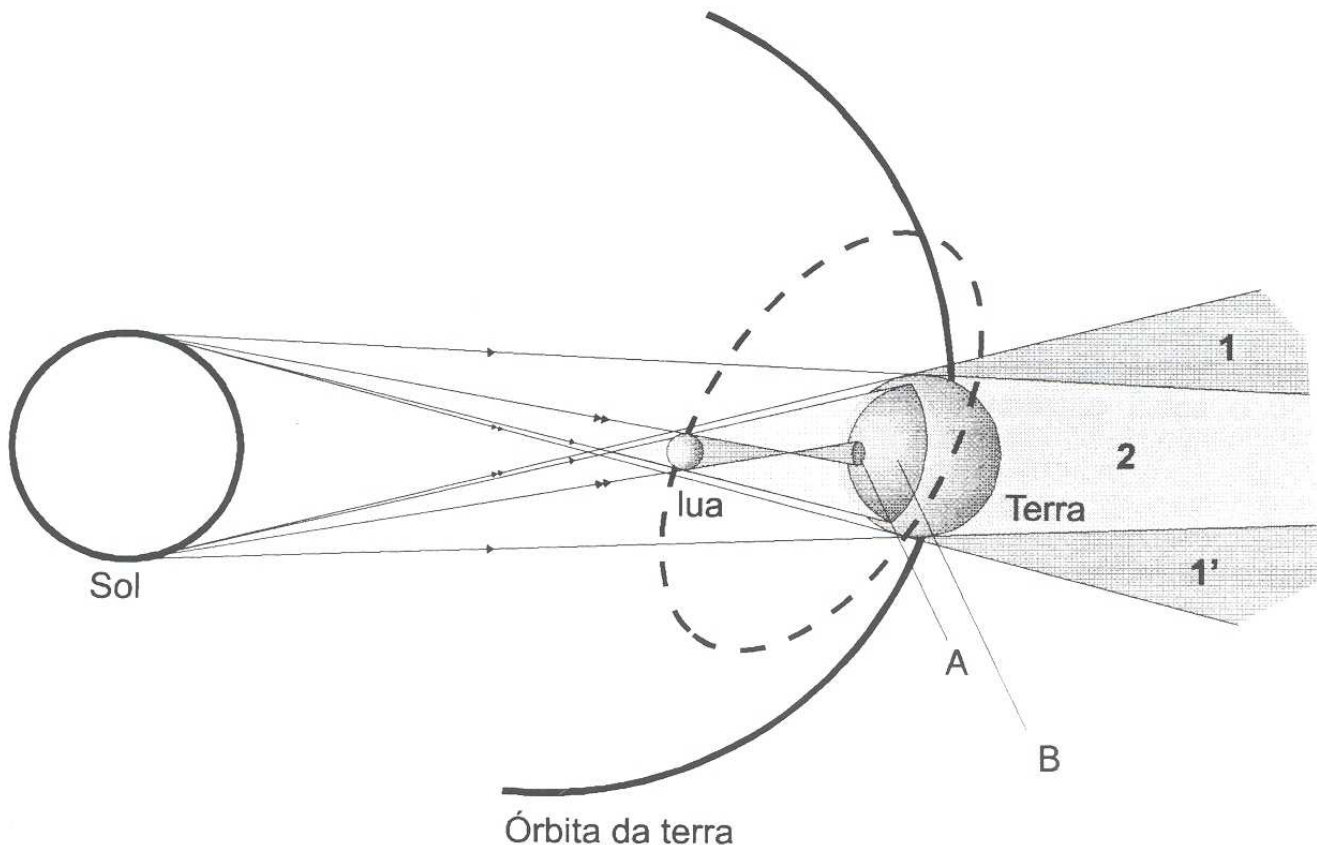


Já sob efeito de fonte luminosa extensa, além da sombra forma-se a penumbra, que nada mais é do que a variação da intensidade da sombra; onde ainda perpassam alguns raios de luz.



Seguindo este mecanismo, é que torna-se possível comprovar os eclipses solares e eclipses lunares. Considerando o Sol como uma fonte luminosa primária - (que emite luz própria) e extensa ... a Lua como uma fonte luminosa secundária - (que reflete a luz solar) e a Terra como um corpo opaco. Notamos, quando a sombra e a penumbra da Lua são projetadas na Terra, ocorrem os eclipses solares, que podem ser totais ou parciais. Ocorrerá o eclipse solar total quando o observador encontrar-se na região geográfica indicada *A*, pois nessa região predomina a sombra projetada, logo não receberá os raios luminosos do Sol. Já na região geográfica *B*, em penumbra, o observador receberá uma parte da luz solar.

No caso do eclipse lunar total, ocorrerá quando a Lua encontrar-se em sua trajetória orbital no ponto indicado 1, pois estará localizada exatamente no cone de penumbra da Terra. Em eclipse lunar parcial, a Lua deverá estar no ponto 2 de sua trajetória orbital, onde encontra-se no cone de sombra da Terra.



- É preciso aprender a ver por si mesmo. Devemos criar uma ótica, devemos ver a natureza como ninguém a viu antes ... e por ótica quero dizer uma visão lógica, isto é, sem nada de absurdos.
- Mas em que baseia-se a sua ótica, mestre?
- Na natureza.
- O que quer dizer com esta palavra? Trata-se da nossa natureza ou da natureza em si?
- Trata-se de ambas.
- Portanto, o senhor concebe a arte como a união do Universo com o indivíduo?
- Concebo-a como uma percepção pessoal. Coloco essa percepção na sensação e peço que a inteligência a organize numa obra.
- Mas de que sensações o senhor fala? daquelas que estão em seus sentimentos ou daquelas que provêm de sua retina?
- Acho que não pode haver uma separação entre elas.

Além disso, sendo pintor apego-me primeiro a uma sensação visual.

em "*Une Conversation avec Cézanne*". (Publicado no *Mercure de France*, 1921, artigo de *Émile Bernard*).

Esboçadas as questões físicas da luz, e de modo geral suas relações, ou melhor, reações ótico-geométricas ... partimos para o comportamento dos tipos natural e artificial de luz, no meio em que o homem habita, ou seja; o meio natural, o meio edificado - em situações de trabalhos artísticos, ou outras atividades gerais; como em colocações de elementos específicos como uma peça de museu, etc., etc.,. Sem deixar de renovar a avaliação física e ótico-geométrica da luz.

A luz natural que atinge uma superfície, uma abertura de um meio edificado, deve-se a três casos específicos:

- 1) luz direta solar
- 2) luz difusa pela abóbada celeste, nublada ou limpa
- 3) luz refletida por superfícies externas, como vegetação, edificações, pisos (naturais ou artificiais); que atingem o interior do ambiente. (FIG. V)

Uma das características da LUZ DIRETA é a sua grande intensidade que atinge a superfície de interesse a ser iluminada (objetos a serem trabalhados) podem provocar ofuscamento a observação direta. Como depende da posição

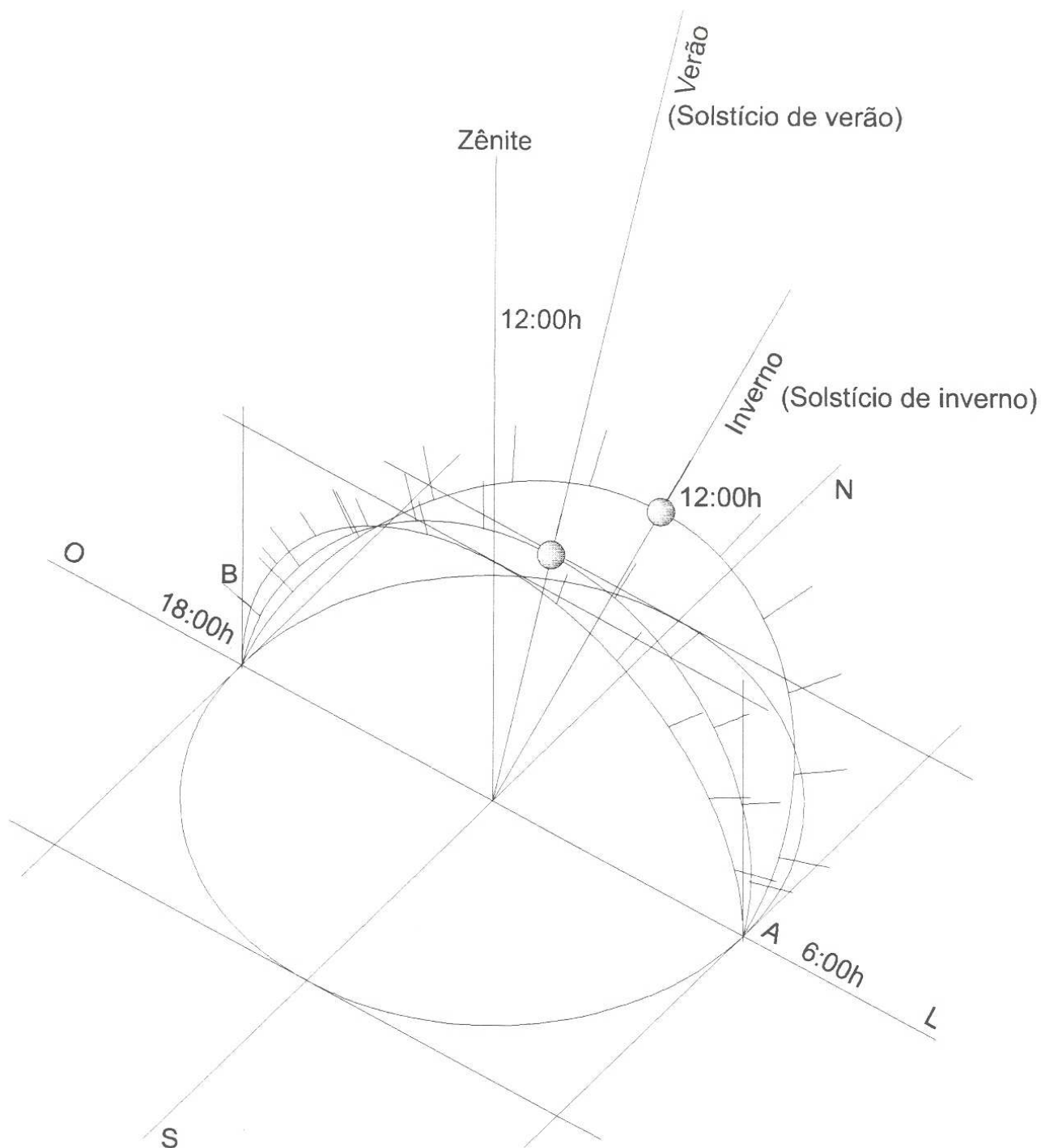
do Sol a componente direta atinge os objetos sob ângulos variáveis ao longo do dia e do ano. (FIG. IV) Isto quer dizer que do ponto de vista plástico este é um aspecto interessante, pois provoca um efeito cambiante nas formas. Este tem sido o lado mais forte dos estudos de iluminação natural voltado para a percepção dos objetos arquitetônicos, escultóricos e paisagem.

Quando as formas são concebidas com a devida intenção e habilidade, podemos desfrutar de um espetáculo visual dinâmico, à medida que o Sol realiza seu movimento aparente.

Outra propriedade da radiação direta é a variação da sua composição espectral dependente da posição aparente do Sol; quando este encontra-se próximo ao horizonte, a luz solar que nos atinge é mais avermelhada do que quando o Sol está no Zênite (**vide** FIG. IV), tanto no caso do nascer, quanto no pôr-do-sol. (posição *A* e *B*, respectivamente).

## GRÁFICO DE PROJEÇÕES ESTERIOGRÁFICAS



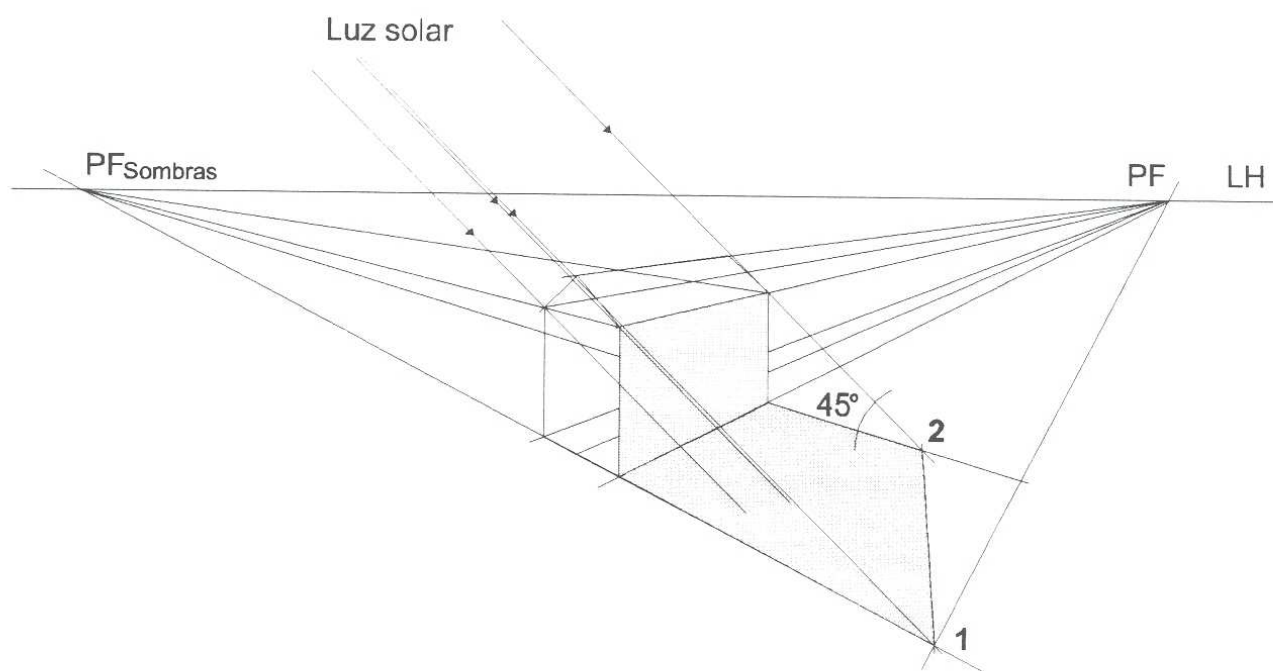


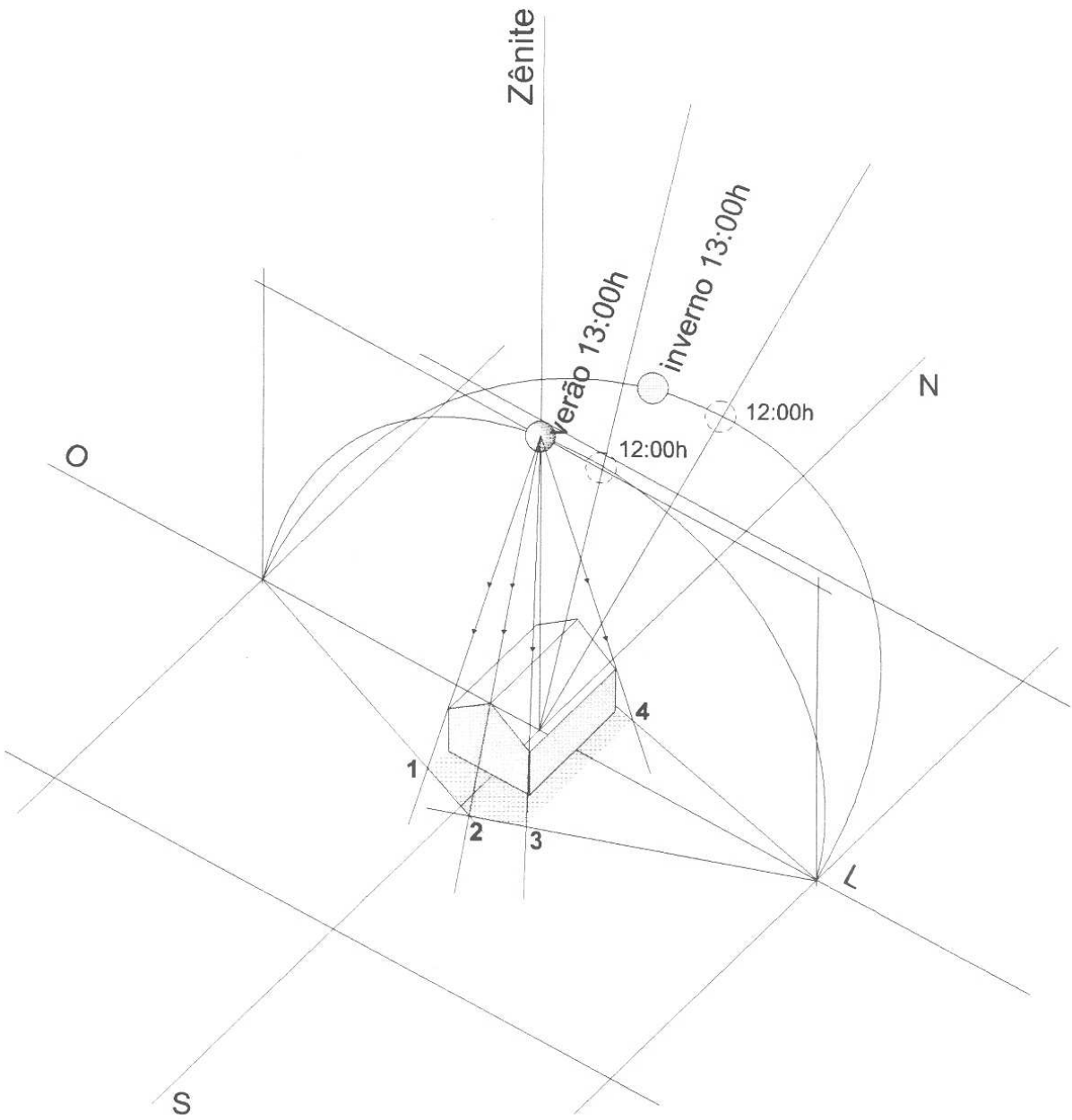
Considerando-se a declinação sazonal (variação inverno-verão) do arco solar em relação ao Zênite (vertical  $\alpha$ ) obtém-se diferentes sombras projetadas ao longo do ano.

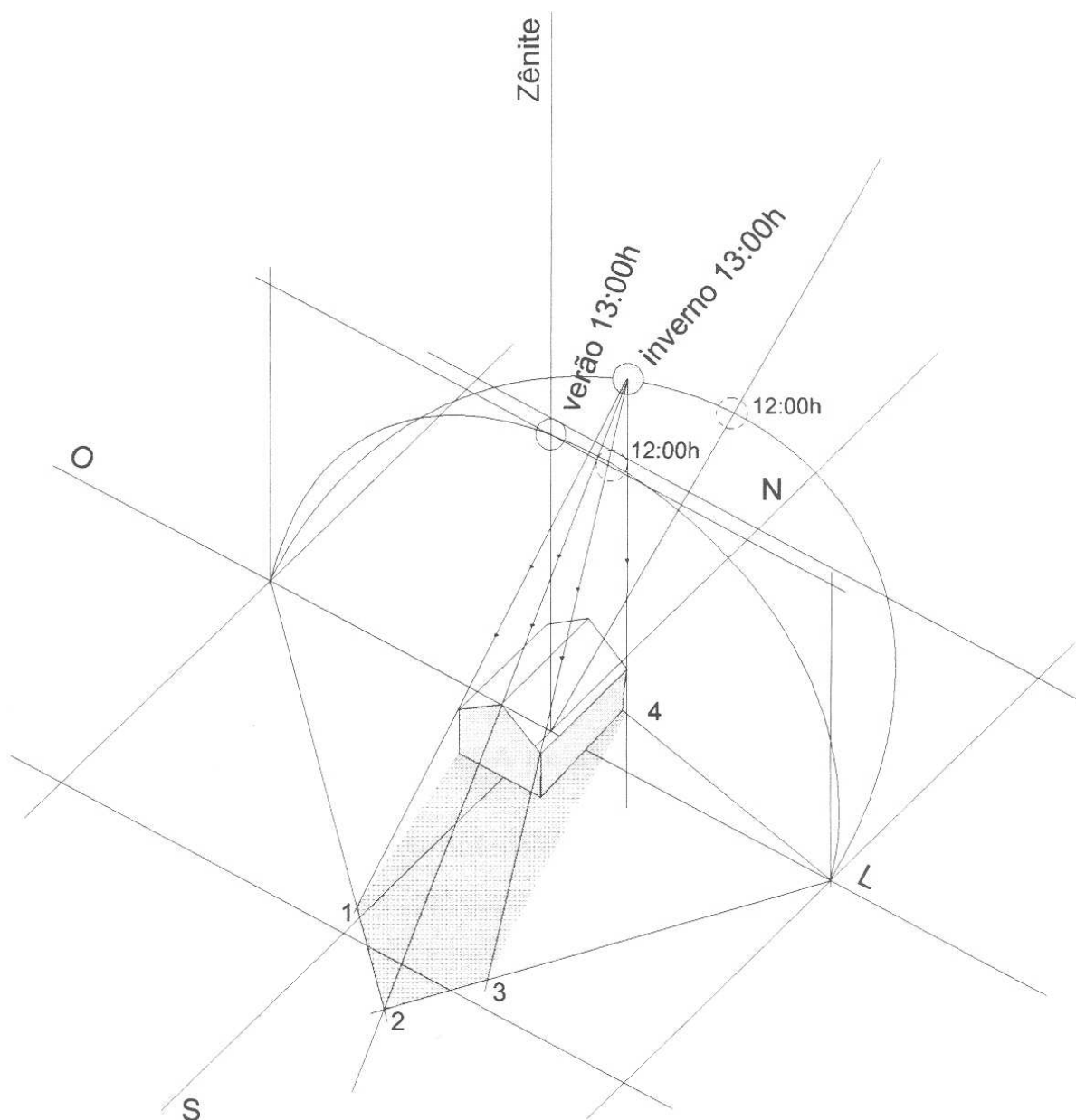
Como exemplo, tomamos as 13:00 hs no inverno e no verão para comparar-se os diferentes comprimentos que se obtêm com as sombras projetadas.

No entanto, para uso prático no desenho artístico de observação, desconsidera-se tal declinação vertical do arco solar, adotando-se como ângulo de incidência da luz solar, o ângulo de  $45^\circ$  com o plano horizontal, considerando-se os raios luminosos paralelos, devido a grande distância entre o “objeto” na Terra, e o Sol.

O gráfico das Projeções Estereográficas deverá ser útil para se ter uma idéia prévia de como serão as sombras no decurso do ano - para o caso de um quadro, por exemplo - que requisite ser pintado de observação no decorrer de um período mais longo.







Esse efeito pode ser explorado do ponto de vista estético se programarmos as cores das superfícies iluminadas para enfoque dessas variações. Como por exemplo, em murais, esculturas, edificações; pode se obter efeitos plásticos com a combinação da iluminação natural e/ou artificial e variações cromáticas e/ou tonais, até a percepção ótica de cores mutantes; como no caso, por exemplo, as diferentes leituras cromáticas da mesma cor sob a

incidência solar direta ao longo do dia, tais como - uma escultura em cor laranja, um nicho de cor azul (cores diretamente opostas), onde o azul será intensificado, e provocará o “escurecimento” do laranja da estátua, dando a ela um tom ópticamente avermelhado.

Por outro lado, os efeitos da luz cambiante terão resultados desastrosos se for utilizada em tarefas que envolvam a escolha de padrões de cores, por exemplo, as distorções cromáticas que ocorrem nas fotografias coloridas (e em especial a da referida escultura), dependendo da hora em que foram tiradas.

Já no caso da LUZ DIFUSA pela abóbada celeste; permite um uso mais controlado, tanto por ser de intensidade menor que a direta, quanto por seu estado/aspecto difuso.

Não produz sombras marcadas e possibilita a obtenção de aclaramentos mais equilibrados (iluminação mais homogênea).

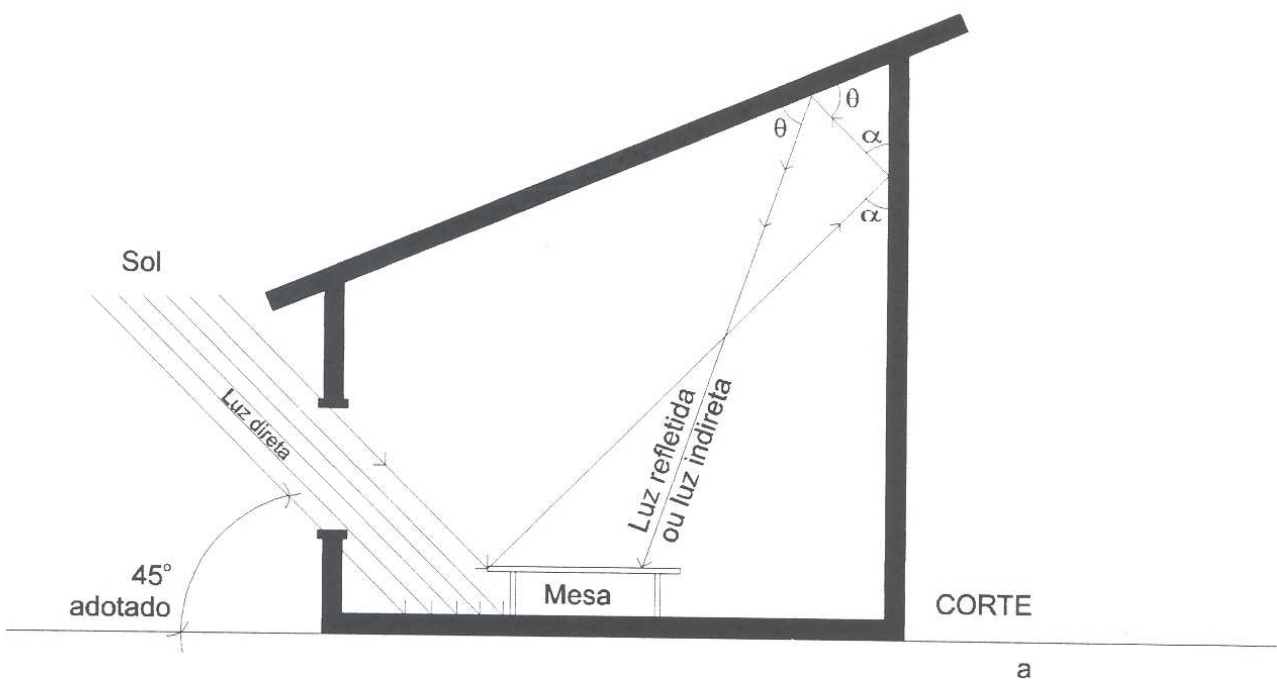
Pode ser proveniente da propagação pelas nuvens ou do céu limpo ... considerando-se que a poluição provoca redução da transparência da atmosfera.

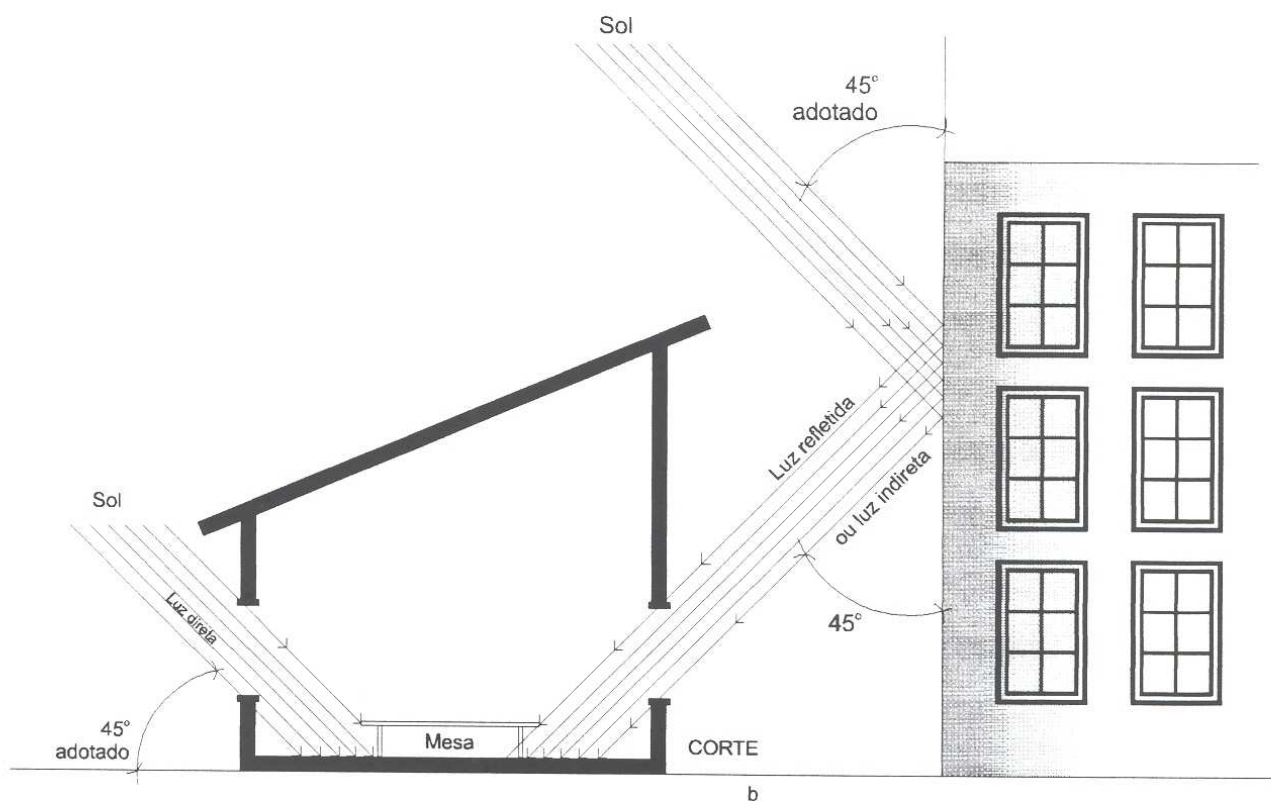
A luz difusa proveniente de um céu nublado apresenta uma distribuição relativamente simples; sendo que esta distribuição da luz difusa, é mais complexa para o céu limpo, pois depende da posição do disco solar no céu.

(vide FIG. IV).

Em se tratando de ambiente internos, uma vez definida a quantidade de luz que atinge uma abertura, devemos voltar a atenção para as questões de aproveitamento e distribuição da luz para se obter efeitos desejados sobre os objetos nele dispostos e as atividades em questão.

As reflexões externas são de difícil controle pois raramente se tem domínio sobre os inúmeros componentes externos, em termos de cores, texturas, materiais, distâncias, alturas, formas, etc.; que afetam o efeito final obtido no interior do ambiente.





Quando se pretende aproveitar a luz natural, depois de considerados os três aspectos acima apresentados, devemos nos voltar para os efeitos no ambiente interno, sob luz natural e/ou artificial complementar, sendo válidas as preocupações com as cores das superfícies internas (luz refletida), formas e dimensões do ambiente, níveis de potência luminosa (dependem das posições e dimensões das janelas e luminárias) e controle de intensidade de contraste entre LUZ e SOMBRA e penumbra, através de constatações específicas.

A preocupação com a iluminação esteve intimamente ligada ao homem em sua arte de construir, chegando mesmo a determinar o tipo de edificação. Os grandes pátios e aberturas internas que surgem nas construções da Antigüidade,

tinham por finalidade permitir a penetração da luz natural, tanto externa como internamente; que procuravam tirar o máximo de proveito das variações do Sol durante o dia, e da Lua, durante a noite. As entradas de luz determinavam as soluções plásticas e eram elementos decisivos para a percepção dos espaços e volumes, e objetos.

No entanto, a revolução iniciada com a invenção da lâmpada elétrica, no final do século passado, modificou fundamentalmente a disposição da luz. Como num passe de mágica apertava-se um interruptor e a lâmpada acendia.

A técnica de preencher os espaços com a luz natural, foi relegada a um segundo plano, com a introdução da iluminação artificial.

Distantes das especificações e dos cuidados com qualidade, empresas fabricantes de luminárias, com raras exceções, rebaixam o nível dos produtos e ganham mercado das que investem em desenvolvimento tecnológico. Produzidas sem nenhuma preocupação com o desenho geométrico e projeto ótico, as luminárias prejudicam o feixe luminoso não impedindo o ofuscamento nem a produção de um feixe definido. Iluminação artificial não é brincadeira de decoração, nem questão de jeito; requer conhecimentos técnicos que possuem como objetivo o domínio da luz em três enfoques; o da qualificação, o do



aproveitamento da luz, e o do resultado plástico e estético produzido com a presença da luz artificial. Este é o objetivo do tratamento que se obtém com a luz artificial como os efeitos luminosos e sua composição nos elementos que situam-se no ambiente representam o desenho resultante da intervenção da luz no espaço edificado ... onde existem requerimentos específicos com respeito ao conforto ótico proporcionado ao indivíduo no dito espaço edificado, como por exemplo: proporcionalidade da intensidade luminosa, homogeneidade das superfícies e/ou objetos iluminados, ausência de brilhos; etc..

Brilho é a medida de claridade de uma superfície emissora de raios luminosos, quer sejam estes provenientes de um corpo luminoso primário (luz própria) ou de um corpo luminoso secundário (luz refletida). Como o brilho excessivo, por contraste com a claridade, ocasiona ofuscamento, torna-se necessário em geral, recorrer ao uso de proteção de lâmpadas de incandescência. E pela proteção da luz, pode-se dirigir o fluxo do feixe luminoso, conforme a distribuição da luz pode-se distinguir cinco grupos de lâmpadas ...

1) luz direta

2) luz predominantemente direta

3) luz uniforme

4) luz predominantemente indireta

5) luz indireta.

As intensidades luminosas radiadas em direção horizontal, possuem fluxos maiores que as radiadas em direções para cima ou para baixo. Na iluminação de um local fechado tem grande importância a reflexão no teto e paredes ... (FIG. Va) pois a iluminação média sob uma superfície provém da luz direta e da luz indireta (refletida) como já foi comentado anteriormente. A iluminação suplementar das superfícies de trabalho (exemplo, uma mesa de modelagem em barro), procura a ausência de ofuscamento pela luz direta ou por reflexão ... onde as luzes muito brilhantes devem ser amortecidas com materiais difusores ou com proteções opacas; devendo-se evitar também a formação de sombras, sendo a luz mais indicada a que procede de cima da esquerda do observador. Quanto mais pontual for o foco luminoso, mais pronunciadas serão as sombras.

Já a iluminação indireta, não produz sombras, o que dificulta a avaliação de relevo, preferindo-se a luz dirigida; quanto mais indireta for a iluminação, tanto maior será a influência da reflexão das superfícies, dos tetos e paredes, considerando-se ainda a luz das pinturas destes ... aí deparamos com os

resultados provocados perante a cor da luz, onde desce a luz do dia (solar - **vide** escala), ao tom avermelhado quente da luz de incandescência (artificial); temos casos onde lâmpadas fluorescentes de grande rendimento luminoso, produzem cores normais. Lâmpadas fluorescentes do tipo “luxo” provocam a reprodução fiel das cores ambiente. Para locais onde interessa a reprodução idêntica à luz solar, utilizam-se lâmpadas fluorescentes brancas com iluminação muito intensa. Isto sem considerar diretamente o comportamento da propagação da luz natural e/ou artificial, nos meios translúcido e transparente, e respectivas manchas de brilhos e penumbra.

“Mas veja, todos os quadros feitos no interior, dentro do atelier, nunca serão tão bons quanto as coisas feitas ao ar livre. Representando cenas do exterior, os contrastes das figuras no espaço são espantosos, e a paisagem é magnífica”

A Émile Zola, Aix, 19.out.1866

“Permita-me repetir aqui o que eu lhe dizia: abordar a natureza através do cilindro da esfera e do cone, colocando o conjunto em perspectiva de forma que cada lado de um objeto, de um plano, se dirija para um plano central. As linhas paralelas ao horizonte dão a extensão, ou seja, a cessão da natureza, ou se preferir, do espetáculo que o *Pater Omnipotens Aeterne Deus* expõe diante de nossos olhos. As linhas perpendiculares a esse horizonte dão a profundidade. Ora, para nós, seres humanos, a natureza é mais em profundidade que em superfície, donde a necessidade de introduzir nas nossas vibrações de luz, representadas pelos vermelhos e amarelos, uma quantidade suficiente de azulado, para fazer sentir-se o AR”.

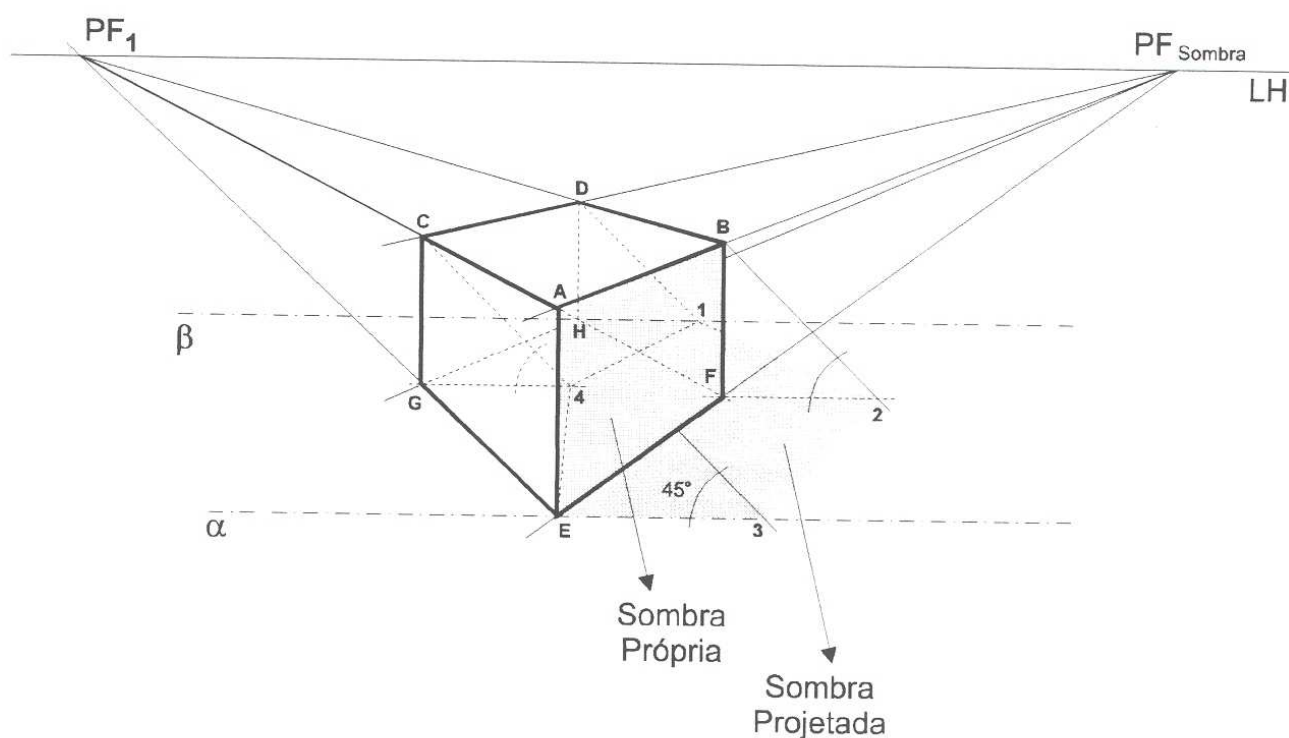
A Émile Bernard, Aix, 15.abr. 1904

Paul Cézanne

Sombras provocadas por LUZ NATURAL DIRETA, considerando o SOL

como fonte luminosa puntiforme e não como fonte luminosa extensa, devido proporções escalares, como distância e dimensões do Sol e da Terra, e de um objeto qualquer no planeta. Logo os feixes luminosos podem ser considerados aproximados e/ou paralelos, sob o ângulo de  $45^\circ$  adotado.

Situação 1 - LUZ NATURAL LATERAL ao observador/ou objeto



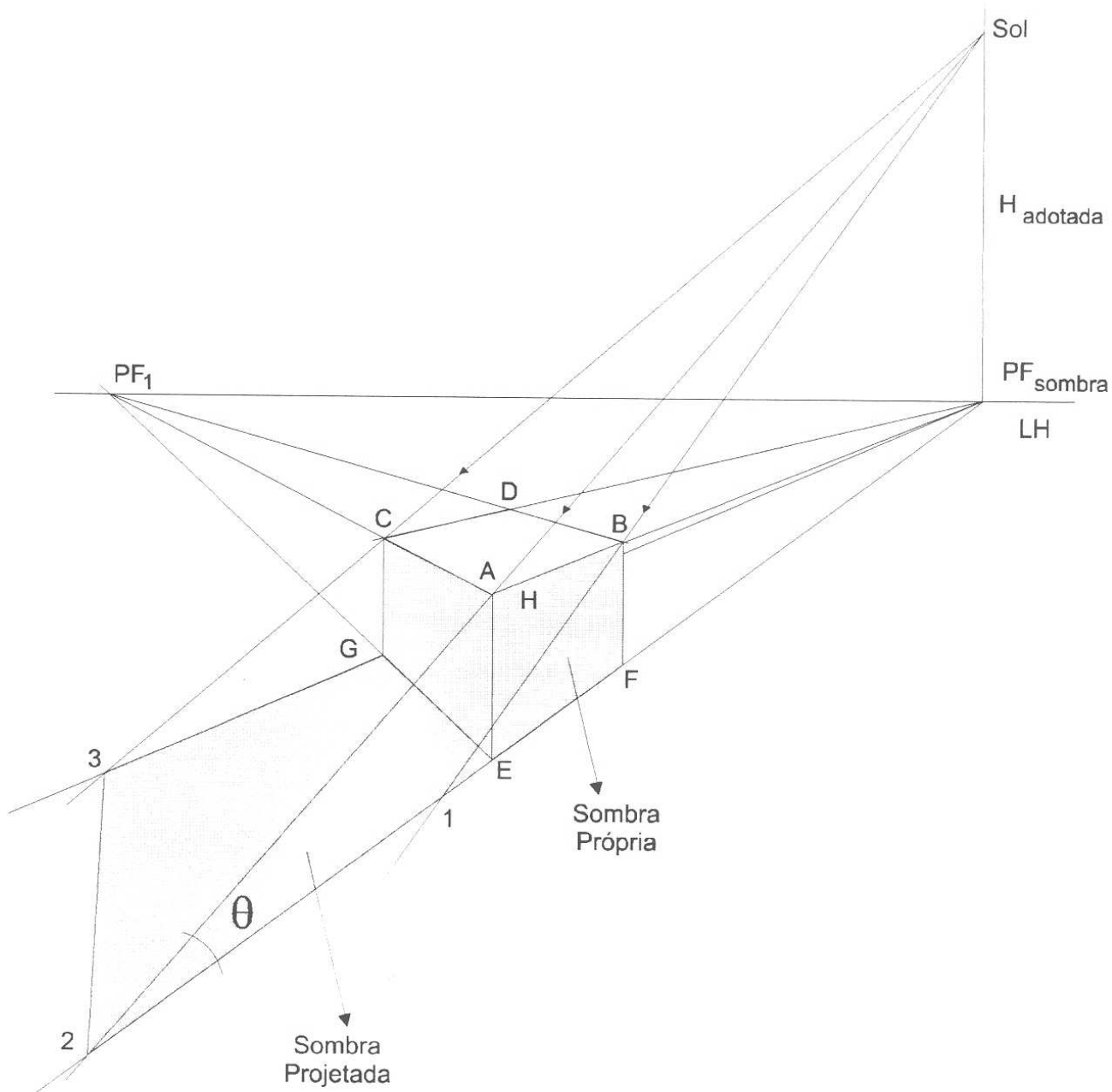
Situação 2 - LUZ NATURAL FRONTAL ao observador/ou objeto.

Sol considerado puntiforme.

Feixes luminosos aproximados.

Ângulo qualquer  $\theta$ , devido consideração (H) altura adotada para o Sol,

em relação a LH.

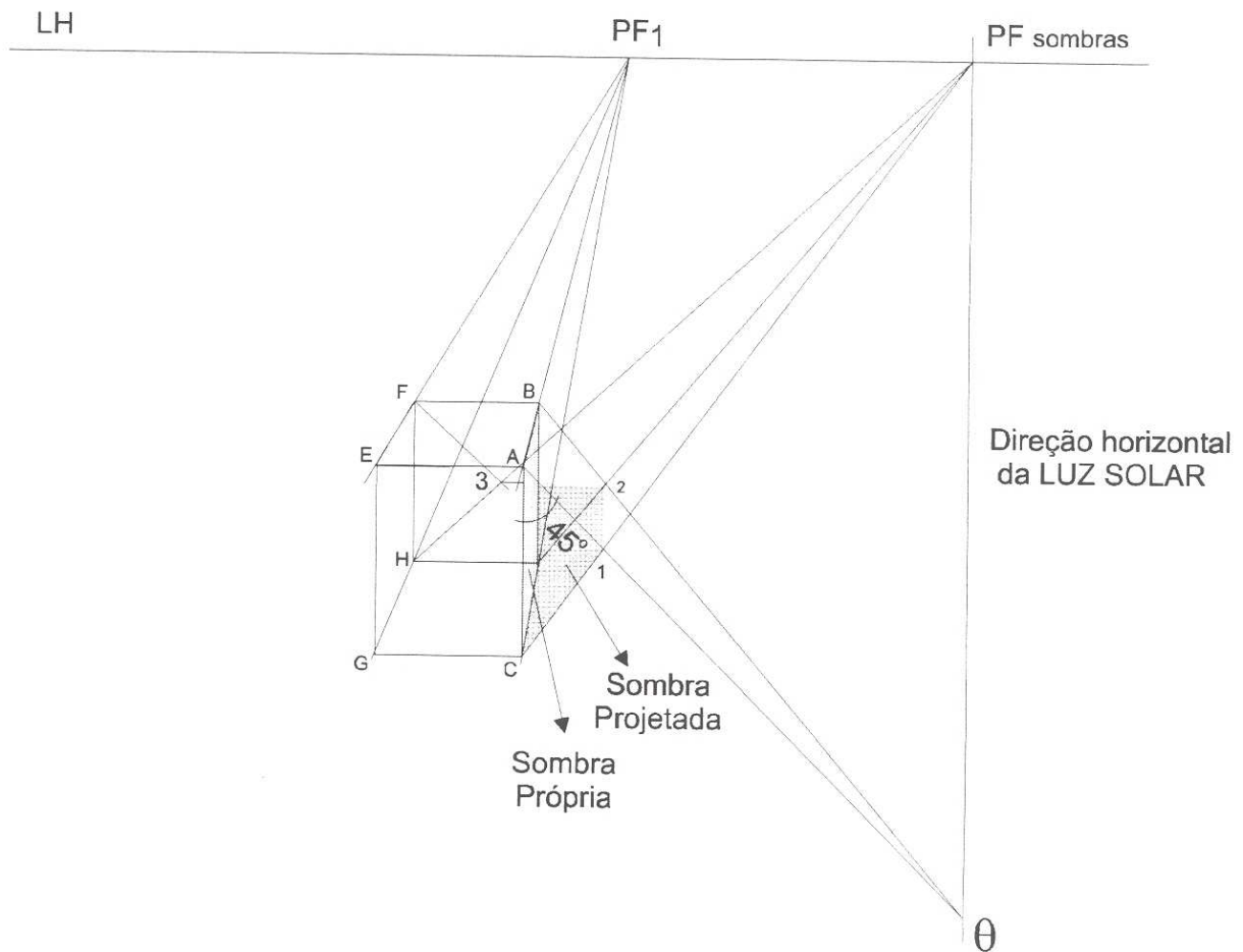


Situação 3 - LUZ NATURAL TRASEIRA ao observador/ ou objeto.

Sol considerado puntiforme.

Feixes luminosos aproximados.

Ângulo  $45^\circ$  adotado.



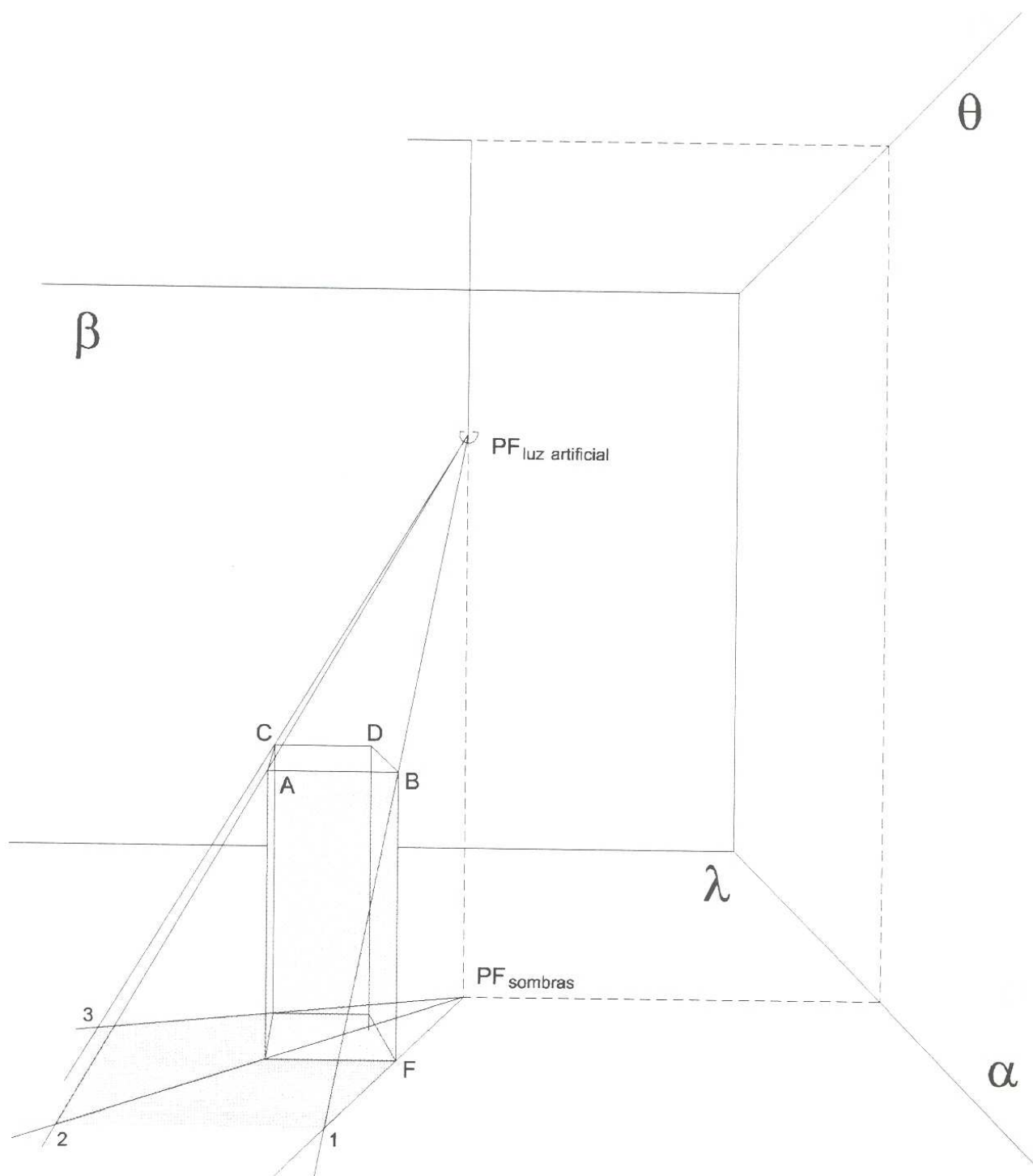
“Para fazer progressos, só através da natureza, e o olho se educa no contato com ela. Torna-se concêntrico à custa de observar e trabalhar. Quero dizer que, uma laranja, uma maçã, uma bola, uma cabeça, a um ponto culminante; e esse ponto - apesar de efeito terrível: luz e sombra, sensações colorantes - é o mais próximo de nosso olho. As bordas dos objetos fogem em direção a um centro localizado em nosso horizonte. Com um pouco de temperamento, é possível ser muito bom pintor. Basta ter senso de arte”.

A Émile Bernard, Aix, 25.jul.1904  
Paul Cézanne

### Sombras Projetadas por LUZ ARTIFICIAL DIRETA

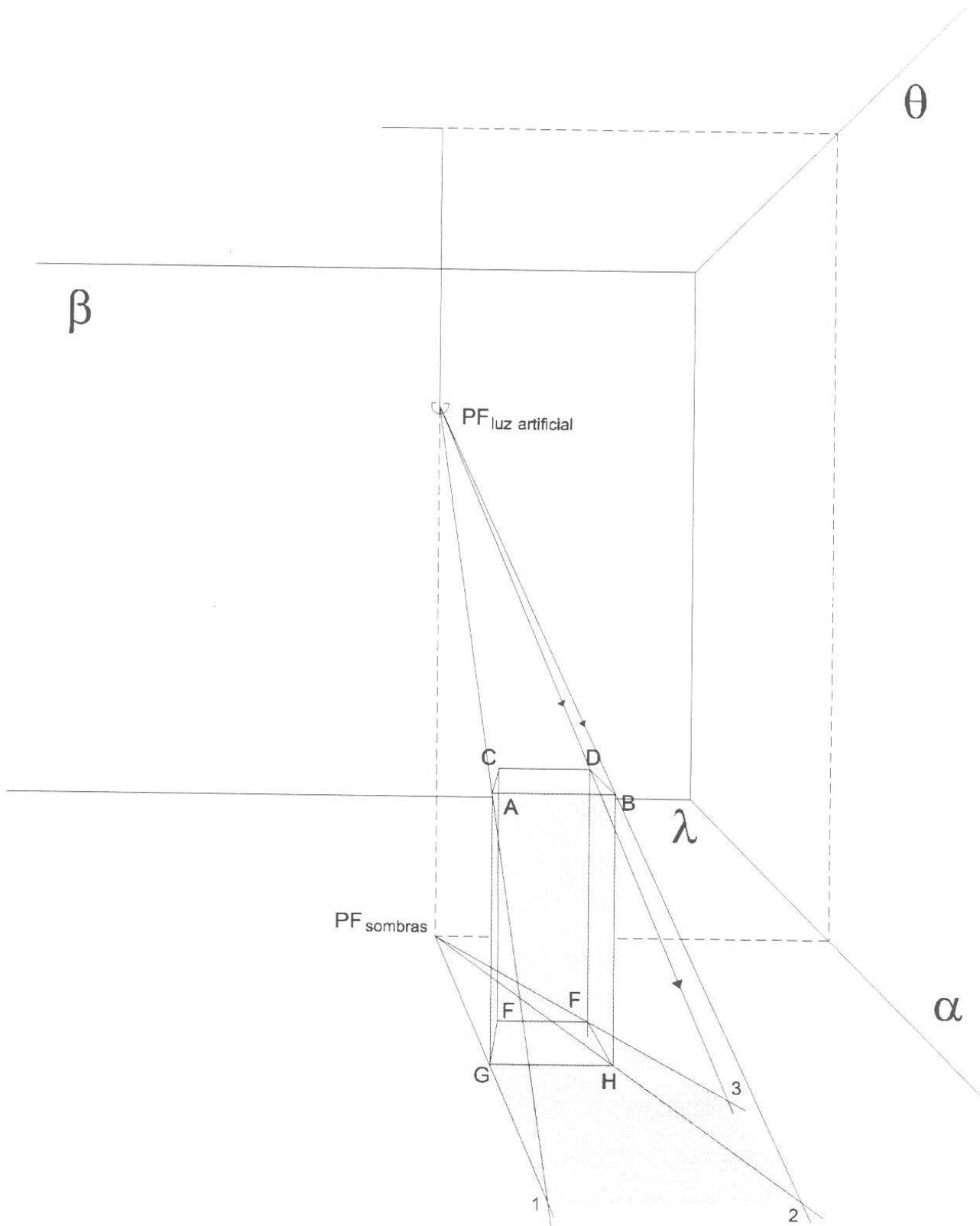
Luz artificial é um corpo luminoso puntiforme portanto apresenta raios radiais aproximados.

Situação 1 - LUZ ARTIFICIAL LATERAL ao observador/ ou objeto



Situação 2 - LUZ ARTIFICIAL FRONTAL ao observador/ ou objeto

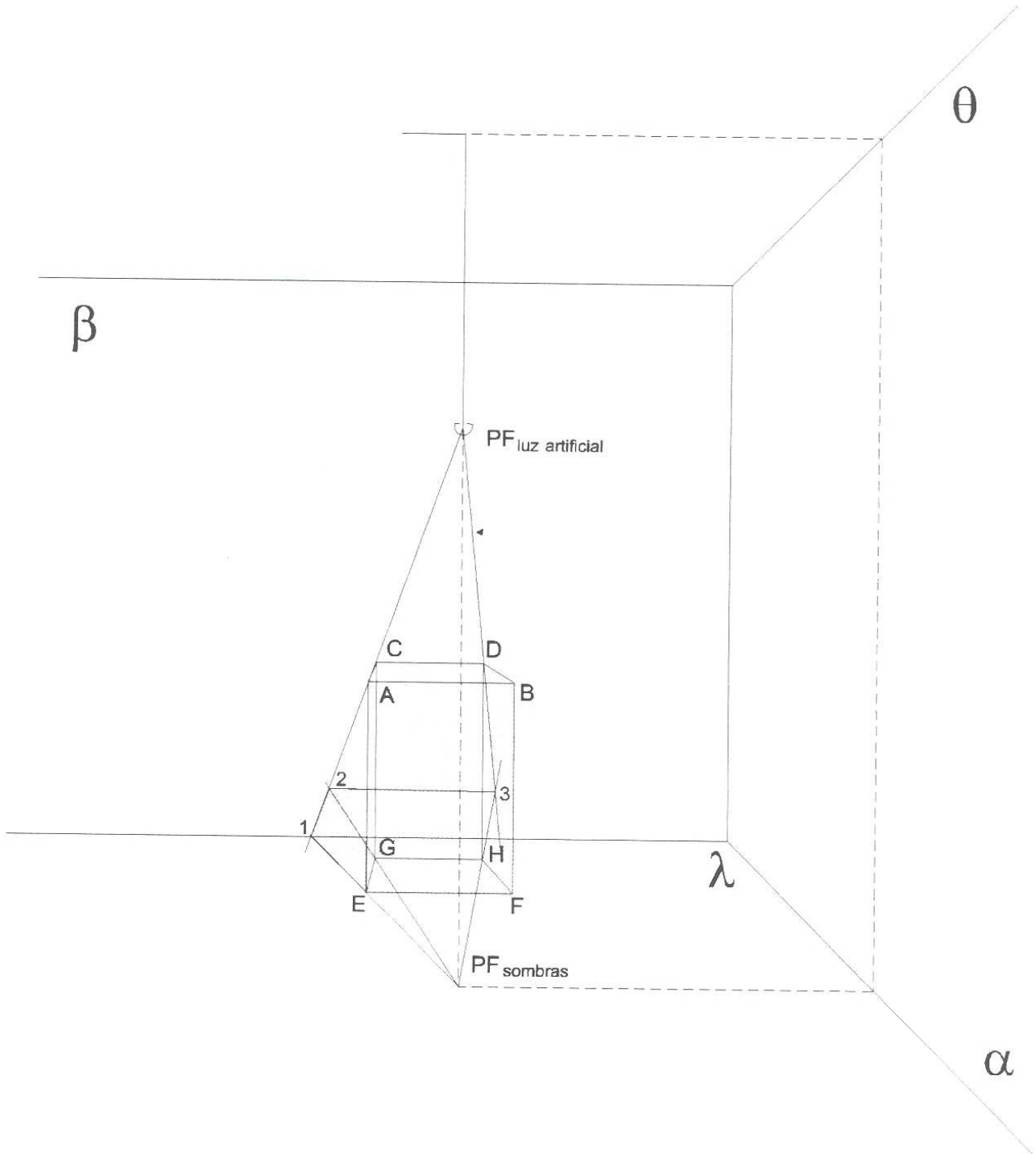
(Obs.: idem Situação 1)



Situação 3 - LUZ ARTIFICIAL TRASEIRA ao observador/ ou objeto



(Obs. idem situação 1)



**BIBLIOGRAFIA**

(Transcrição tal como estava no original)

1. MONTENEGRO, Gildo A. **A perspectiva dos profissionais**. Ed. Edgard Blücher.
2. REVISTA ARQUITETURA E URBANISMO. Ed. Pini São Paulo. Ano 8 Ago/set.  
1992 n°43.
3. NEUFRT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. Círculo do Livro. São Paulo,  
1978.
4. BONJORNO/CLINTON. **Física**, vol.3. São Paulo : ed. FDT. 1992
5. RONAN, Colin A. **História Ilustrada da Ciência**. Universidade de Cambridge.  
Círculo do Livro. São Paulo, 1991.
6. CHIPP, Herschel B. **Teorias da Arte Moderna**. Martins Fontes : São Paulo.  
1988.