



**Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial**

Faculdade Engenharia, Universidade do Porto.

Rua dos Bragas - 4099 Porto Codex - Portugal — Telef. 351-2-2003628-2007505-2041752 — Fax 319125

## **SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL**

### **O Ensino do DESENHO INDUSTRIAL e da COMPUTAÇÃO GRÁFICA nas diferentes licenciaturas em engenharia fornecidas pela FEUP**

#### **1 - INTRODUÇÃO**

O Desenho Industrial é essencial em praticamente todos os sectores de actividade industrial, tendo um papel assinalável no desenvolvimento tecnológico. O engenheiro, qualquer que seja o seu campo de acção, deve possuir sólidos conhecimentos de Desenho Industrial para conseguir tirar proveito de todas as potencialidades oferecidas por esta ferramenta. Se é certo que nem todas as especialidades da engenharia têm necessidade de lidar intensamente com o Desenho Industrial, todas elas desenvolvem actividades, interligadas com campos de acção de outros ramos da engenharia, que exigem o recurso ao desenho como veículo de comunicação técnica.

O alargamento, a internacionalização e a liberalização dos mercados e a difusão cada vez mais ampla, no meio industrial, de Sistemas de Concepção e Fabrico Assistidos por Computador (CAD / CAM) contribuíram para reforçar a importância do Desenho Industrial. Só um bom conhecimento das técnicas de representação gráfica e da normalização permite tirar partido das enormes potencialidades oferecidas pelos sistemas de CAD.

A Secção de Desenho Industrial (SDI) do DEMEGI é responsável pelo ensino das disciplinas de Desenho Industrial, nas licenciaturas em Engenharia Mecânica, Electrotécnica e dos Computadores, Química, Metalúrgica e dos Materiais, de Minas e em Gestão e Engenharia Industrial, e das disciplinas de Concepção e Fabrico Assistidos por Computador, nas licenciaturas de Engenharia Mecânica e de Gestão e Engenharia Industrial.

O ensino do Desenho Industrial, ministrado nas diferentes licenciaturas da FEUP, está fortemente condicionado pelo actual regime de acesso aos cursos de Engenharia (a partir de diferentes áreas de ensino (agrupamentos de disciplinas) e não sendo objecto de provas específicas). A experiência tem demonstrado que, uma grande percentagem dos novos alunos da FEUP não tem contacto com qualquer disciplina de Desenho, desde o 9º ano de escolaridade. Em alguns cursos, esta percentagem atinge valores largamente superiores a 50%.

Assim, torna-se necessário fornecer conhecimentos básicos de Geometria Descritiva, nos cursos em que o desenho é utilizado de uma forma mais intensa (Mecânica e Civil), e de Desenho Técnico, em todos os cursos da FEUP. A única excepção a esta filosofia de ensino verifica-se no curso de Informática e Computação, que apesar de ter disciplinas de Computação Gráfica, no seu plano de estudos, não dispõe de qualquer disciplina base de Desenho.

A experiência da Secção de Desenho Industrial, nas licenciaturas de Engenharia Mecânica e de Engenharia e Gestão Industrial, tem mostrado que, um fraco conhecimento das técnicas de representação e da normalização dificulta muito uma utilização profissional dos sistemas CAD. Executar correctamente um desenho, em ambiente CAD / CAM, vai muito além da simples representação de um conjunto de linhas e simbologias, sem unidade funcional.

## **2 - A ESTRUTURA ACTUAL DO ENSINO DO DESENHO E DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA NA FEUP**

Os programas das disciplinas de Desenho Industrial, da responsabilidade da SDI, nas diferentes Licenciaturas, para além de terem um carácter formativo de índole geral (desenvolvimento das capacidades de visualização espacial), tentam contemplar as especificidades de cada ramo da Engenharia. A crescente especialização dos diferentes ramos da Engenharia, aliada à tendência para reduzir as "unidades de crédito" dos diferentes cursos, para fazer face à crescente massificação do ensino, não se mostram compatíveis com programas demasiado generalistas.

Não parece pois sensato incluir, de forma desenvolvida, temas, tais como o Método de Monge e o Método Cotado, nos programas das disciplinas de desenho dos cursos de Electrotecnia e de Química, por exemplo, mas que, por outro lado, se revelam importantes em Civil e Minas. Assim como, também, não se vislumbra qualquer interesse em ensinar Método Cotado em Mecânica.

A apreensão de conhecimentos nas disciplinas base de Desenho requer um período de maturação mais longo e um diálogo mais intenso com os docentes, do que na generalidade das disciplinas base de outras áreas, uma vez que, em simultâneo, com a transmissão de conhecimentos bem estabelecidos é necessário fornecer também um conjunto de "regras de boa prática". A experiência pedagógica da SDI sugere assim que, tendo em conta o nível de conhecimentos de Desenho, adquiridos pelos alunos no ensino secundário, a escolaridade considerada mínima para o correcto funcionamento de uma disciplina semestral de base, no âmbito do Desenho Industrial, deve ser de: - **2horas (1h + 1h) Teóricas + 3horas (1.5h + 1.5h) Práticas**.

Os quadros seguintes fornecem uma panorâmica do ensino do **DESENHO INDUSTRIAL** e da **COMPUTAÇÃO GRÁFICA** nas diferentes LICENCIATURAS DA FEUP.

**Disciplinas de DESENHO INDUSTRIAL e de COMPUTAÇÃO GRÁFICA  
nas diferentes LICENCIATURAS DA FEUP**

	1º ANO				2º ANO			
	1º Semestre		2º Semestre		1ª Semestre		2º Semestre	
Engenharia Mecânica	2h T 3h TP	Geometria Descritiva	2h T 3h TP	Desenho Técnico	2h T 2.5hP	Desenho de Construção Mecânica		
Gestão e Eng. Industrial					2h T 3h TP	Desenho Industrial		
Electrotecnia e Computadores	2h T 2h P	Desenho						
Química	2h T 2h P	Desenho Industrial						
Metalurgia e Materiais					2h T 4h P	Desenho Técnico I	2h T 4h P	Desenho Técnico II
Minas	2h T 3h P	Desenho Geológico e Topográfico	2h T 3h P	Desenho de Máquinas				
Civil (1)	4h TP	Geometria e Desenho						
			4h TP	Desenho Assistido por Computador				
Informática e Computação (2)							3h T 1h TP	Computação gráfica e Interfaces

Todo o serviço docente é da responsabilidade da SDI - DEMEGI, excepto:

- (1) - Serviço da responsabilidade da Secção de Construções Cívicas (DEC);
- (2) - Serviço da responsabilidade do DEEC.

	3º ANO				4º ANO			
	1º Semestre		2º Semestre		1ª Semestre		2º Semestre	
Engenharia Mecânica			2h T 2.5h TP	Concepção e Fabrico Assistido por Computador				
Gestão e Eng. Industrial							2h T 2h P	Concepção e Fabrico Assistido por Computador
Electrotecnia e Computadores								
Química								
Metalurgia e Materiais								
Minas								
Civil								
Informática e Computação (1)	1h T 3h P	Laborat. de Computação gráfica e Interfaces			3h T 1h TP (opc.)	Concepção e Fabrico Assistedos por Computador (disciplina semestral de opção do 4º ou 5º ano, 1º ou 2º semestre)		

Todo o serviço docente é da responsabilidade da SDI - DEMEGI, excepto:

- (1) - Serviço da responsabilidade do DEEC.

Os programas das diferentes disciplinas base de Desenho, leccionadas pela SDI e fornecidos em anexo, foram estabelecidos com vista a atingir um conjunto de objectivos de carácter formativo geral e de aplicação específica.

### **Geometria Descritiva (Mecânica)**

Objectivos: - Promover o desenvolvimento das capacidades de visualização espacial e, a partir da representação axonométrica, transmitir conceitos de base para a computação gráfica. Fornecer, também, ferramentas de aplicação industrial, nomeadamente, em trabalhos de metais em chapa.

### **Desenho Técnico (Mecânica)**

Objectivos: - Introdução do conceito de normalização em geral e sua importância na Engenharia. Transmissão de sólidos conhecimentos sobre representação de objectos, em termos da sua geometria e dimensões nominais. Desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, através da leitura de desenhos ortográficos. Desenvolvimento das capacidades de comunicação técnica, através da execução do desenhos isométricos. Introdução ao desenho esquemático.

### **Desenho de Construção Mecânica (Mecânica)**

Objectivos: - Desenvolvimento dos conceitos de normalização, tolerância e intermutabilidade. Introdução à análise funcional de mecanismos, a partir da leitura de desenhos de conjunto, com execução de desenhos de definição (geometria e dimensões nominais, tolerâncias dimensionais e geométricas e rugosidades das superfícies) de componentes. Primeira abordagem ao desenho de anteprojecto, com a execução de desenhos de conjunto (ortográfico e em vista explodida), tendo em conta os elementos mecânicos normalizados de ligação fixa e de transmissão de movimento.

### **Desenho (Electrotecnia e Computadores)**

Objectivos: - Introdução do conceito de normalização em geral e sua importância na Engenharia. Transmissão de conhecimentos básicos sobre representação de objectos, em termos da sua geometria e dimensões nominais. Desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, através da leitura de desenhos ortográficos. Desenvolvimento das capacidades de comunicação técnica, através da execução dos desenhos isométricos. Introdução aos conceitos de Tolerância e de intermutabilidade. Transmissão de noções gerais sobre tolerâncias dimensionais e geométricas e rugosidades de superfícies e sobre a normalização de elementos mecânicos de ligação. Introdução ao desenho esquemático, com particular incidência no desenho de electricidade.

### **Desenho Industrial (Química)**

Objectivos: - Introdução do conceito de normalização em geral e sua importância na Engenharia. Transmissão de conhecimentos básicos sobre representação de objectos, em termos da sua geometria e dimensões nominais. Desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, através da leitura de desenhos ortográficos. Desenvolvimento das capacidades de comunicação técnica, através da execução dos desenhos isométricos. Introdução aos conceitos de Tolerância e de intermutabilidade. Transmissão de noções gerais sobre tolerâncias dimensionais e geométricas e rugosidades de superfícies e sobre a normalização de elementos mecânicos de ligação. Introdução ao desenho esquemático, com particular incidência no desenho de tubagens.

## **Desenho Industrial (Gestão e Engenharia Industrial)**

Objectivos: - Introdução do conceito de normalização em geral e sua importância na Engenharia. Transmissão de bons conhecimentos sobre representação de objectos, em termos da sua geometria e dimensões nominais. Desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, através da leitura de desenhos ortográficos. Desenvolvimento das capacidades de comunicação técnica, através da execução do desenhos isométricos. Introdução à análise funcional de mecanismos, a partir da leitura de desenhos de conjunto, com execução de desenhos de definição (geometria e dimensões nominais, tolerâncias dimensional e geométrica e rugosidades das superfícies) de componentes. Primeira abordagem ao desenho de anteprojecto, com a execução de desenhos de conjunto (ortográfico e em vista explodida), tendo em conta os elementos mecânicos normalizados de ligação fixa e de transmissão de movimento. Introdução ao desenho esquemático.

## **Desenho Técnico I (Metalurgia e Materiais)**

Objectivos: - Introdução do conceito de normalização em geral e sua importância na Engenharia. Transmissão de conhecimentos básicos, sobre representação de objectos em termos da sua geometria e dimensões nominais. Desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, através da leitura de desenhos ortográficos. Desenvolvimento das capacidades de comunicação técnica, através da execução do desenhos isométricos.

## **Desenho Técnico I I (Metalurgia e Materiais)**

Objectivos: - Desenvolvimento dos conceitos de normalização, tolerância e intermutabilidade. Introdução à análise funcional de mecanismos, a partir da leitura de desenhos de conjunto, com execução de desenhos de definição (geometria e dimensões nominais, tolerâncias dimensional e geométrica e rugosidades das superfícies) de componentes. Primeira abordagem ao desenho de anteprojecto, com a execução de desenhos de conjunto (ortográfico e em vista explodida), tendo em conta os elementos mecânicos normalizados de ligação fixa e de transmissão de movimento. Introdução ao desenho esquemático.

## **Desenho Geológico e Topográfico (Minas)**

Objectivos: - Transmissão de boa formação em Método Cotado para permitir uma abordagem consistente do Desenho Topográfico.

## **Desenho de Máquinas (Minas)**

Objectivos: - Introdução do conceito de normalização em geral e sua importância na Engenharia. Transmissão de conhecimentos básicos sobre representação de objectos, em termos da sua geometria e dimensões nominais. Desenvolvimento das capacidades de visualização espacial, através da leitura de desenhos ortográficos. Desenvolvimento das capacidades de comunicação técnica, através da execução do desenhos isométricos. Introdução aos conceitos de Tolerância e de intermutabilidade. Transmissão de noções gerais sobre tolerâncias dimensional e geométrica e rugosidades de superfícies e sobre a normalização de elementos mecânicos de ligação. Introdução ao desenho esquemático.

A análise da escolaridade das disciplinas base de Desenho das diferentes licenciaturas permite constatar que:

- As disciplinas de Desenho, em **Electrotecnicia e Química**, têm uma escolaridade prática inferior (- **1 hora**) à considerada como mínima necessária (**2 x 1,5 h P.**) para permitir atingir os objectivos estabelecidos.
- A disciplina de Desenho de Construção Mecânica, de **Mecânica**, importante base de preparação para o projecto mecânico, tem uma escolaridade prática inferior (- **0.5 hora**) à considerada como mínima necessária (**2 x 1,5 h P.**) para permitir atingir os objectivos estabelecidos.
- As disciplinas de Desenho Técnico I e II, de **Metalurgia e Materiais**, são as únicas que apresentam uma escolaridade prática superior (+ **1 hora**) à considerada como mínima necessária para permitir atingir os objectivos estabelecidos.
- A disciplina de Geometria e Desenho, de **Civil**, tem uma escolaridade global inferior (- **1 hora**) à preconizada, neste documento, como mínima necessária para disciplinas base de Desenho.
- As restantes disciplinas base de Desenho têm níveis de escolaridade dentro do que é considerado como o mínimo necessário para permitir atingir os objectivos estabelecidos.
- A licenciatura em **Informática e Computação** não inclui nenhuma disciplina base de Desenho, embora se proponha ensinar Computação Gráfica .
- As escolaridades mais reduzidas nas disciplinas de Desenho Concepção e Fabrico Assistidos por Computador podem ser compreensíveis, desde que os alunos tenham conhecimentos sólidos sobre representação gráfica e normalização.

A análise dos conteúdos programáticos, fornecidos em anexo, das várias disciplinas base de Desenho, das diferentes licenciaturas, permite constatar que:

- As disciplinas semestrais de **Desenho (Electrotecnicia)** e **Desenho Industrial (Química)** e **Desenho de Máquinas (Minas)** têm programas equivalentes, embora esta última tenha um maior e mais correcto nível escolaridade. Sugere-se a adopção da designação única de **DESENHO INDUSTRIAL**.
- A disciplina anual de **Desenho Industrial (Gestão e Engenharia Industrial)** e as disciplinas semestrais de **Desenho Técnico I e II (Metalurgia e de Materiais)** têm

programas equivalentes, embora estas últimas tenham um maior e mais correcto nível de escolaridade.

- A disciplina semestral de **Desenho Técnico (Mecânica)** tem um programa equivalente ao da primeira parte da disciplina anual de **Desenho Industrial (Gestão e Engenharia Industrial)** e ao programa da disciplina semestral de **Desenho Técnico I (Metalurgia e de Materiais)**, embora esta última tenha um maior e mais correcto nível de escolaridade.
- A disciplina anual de **Geometria e Desenho (Civil)** tem um programa equivalente (a menos do capítulo de Método Cotado) ao conjunto dos programas das disciplinas semestrais de **Geometria Descritiva** (a menos do capítulo de Axonometria) e **Desenho Técnico (Mecânica)**, embora estas últimas tenham um maior e mais correcto nível de escolaridade.

### 3 - CONCLUSÕES

A análise efectuada pela Secção de Desenho Industrial do DEMEGI sugere as seguintes conclusões:

- A transformação de todas as disciplinas base de Desenho, em disciplinas com uma duração semestral (por divisão das anuais ainda existentes) pode permitir uma maior mobilidade dos alunos pelos diferentes cursos de engenharia da FEUP.
- A possibilidade de encontrar uma escolaridade, considerada como mínima necessária, igual para todas as disciplinas base de Desenho. A SDI admite como aceitável a fórmula **2horas (1h + 1h) Teóricas + 3horas (1.5h + 1.5h) Práticas**.
- Disciplinas de Desenho dos diferentes cursos, com conteúdos programáticos idênticos, devem ter a mesma denominação.
- **Não parece correcto, dos pontos de vista pedagógico e científico, tentar impor o mesmo número de disciplinas base de Desenho e os mesmos conteúdos programáticos em todos os cursos de Engenharia.**

Porto, 2 de Junho de 1995

A SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEGI  
*José António Amaral*

## ANEXO A

### OS PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS BASE DE DESENHO INDUSTRIAL E DE CONCEPÇÃO E FABRICO ASSISTIDOS POR COMPUTADOR DA RESPONSABILIDADE DA SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEGI - FEUP

- Geometria Descritiva (Mecânica)
- Desenho Técnico (Mecânica)
- Desenho de Construção Mecânica (Mecânica)
- Desenho (Electrotecnicia e Computadores)
- Desenho Industrial (Química)
- Desenho Industrial (Gestão e Engenharia Industrial)
- Desenho Técnico I (Metalurgia e Materiais)
- Desenho Técnico II (Metalurgia e Materiais)
- Desenho Geológico e Topográfico (Minas)
- Desenho de Máquinas (Minas)
- Concepção e Fabrico Assistidos por Computador (Mecânica)
- Concepção e Fabrico Assistidos por Computador (Gestão e Eng. Industrial)



# LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA

PROGRAMA DE GEOMETRIA DESCRITIVA 1994-95

Escolaridade:  $T = 1h + 1h = 2h$   $TP = 1,5h + 1,5h = 3h$

## ESPAÇO TRIDIMENSIONAL

Caracterização analítica e gráfica dos pontos do espaço. Ponto, recta e plano no espaço.

Bases do Desenho Técnico: geometria descritiva e normalização (breves referências).

## GEOMETRIA DESCRITIVA

Projectão central e paralela (ortogonal e clinogonal); Desenho ortográfico e desenho axonométrico.

Projectões de um objecto para cada uma das seis faces de um cubo.

## MÉTODO DIÉDRICO:

-Sistema diédrico; representação diédrica de pontos, rectas e planos. Visibilidade; Pontos pertencentes a rectas e a planos; Rectas contidas em planos; Posições relativas entre rectas, entre rectas e planos e entre planos; intersecções, paralelismo e perpendicularidade. Orientações de rectas e de planos; novas definições dos planos.

-Métodos auxiliares: mudança de diedro de projectão por translacção e por rotação e mudança da posição da figura por rotação e por rebatimento.

-Resolução de problemas gerais de geometria do espaço pelos métodos auxiliares, com uso mais corrente do método de mudança de diedro de projectão por rotação. Método de rotação para situar rectas e planos que fazem ângulos dados com os planos de projectão.

## AXONOMETRIA:

-Breves referências ao Sistema axonométrico ortogonal (referencial de projectão, ângulos dos eixos com o quadro, etc.); Exemplos de projectão axonométrica; axonometria técnica: projectão iso e dimétrica.

## PLANIFICAÇÕES:

-Significado e técnicas. Planificações de poliedros e de superfícies de revolução; superfícies de transição.

FEUP, 19950601

Secção de DESENHO INDUSTRIAL

Simões Soares

# LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA

PROGRAMA DE DESENHO TÉCNICO 1994-95

Escolaridade: T = 1h + 1h = 2h TP = 1,5h + 1,5h = 3h

## NORMALIZAÇÃO

-Normas em geral; Normas para Desenho Técnico; Tipos de desenho; Formatos dos papéis; Elementos gráficos pré-impressos nas folhas de desenho técnico; Legendas e lista de peças; Arquivo; Microfilmagem; Linhas; Letras e algarismos.

## DESENHO ORTOGRÁFICO

-Projeções ortogonais nos métodos do 1º e 3º diedro e das flechas referenciadas; Selecção das vistas; Ambiguidade; Vistas parciais; Vistas particulares; Vistas auxiliares.

-Cortes: definição e técnica; Cortes totais e parciais; Cortes por planos paralelos e concorrentes; elementos que não são cortados. Secções: local e deslocada.

-Leitura: representação em isométrico (global e local) de peças dadas em desenho ortográfico.

## COTAGEM

-Componentes gráficos da cotagem nominal; exercícios de cotagem nominal.

-Toleranciamento dimensional do sistema ISO e ajustamentos.

## DESENHO ESQUEMÁTICO

-Representação ortográfica e isométrica de instalações de tubagem.

FEUP, 19950601

Secção de DESENHO INDUSTRIAL

Simões Marais

Disciplina: DESENHO CONSTRUÇÕES MECÂNICAS

Ano lectivo 1993/94

Horas/semana 2 x 1 h (T) + 1 x 25 (P) = 55 h/semana

Disciplina  obrigatória  optativa      Opcão de  Construçõs Mecânicas  Tecnologia Mecânica  Fluidos e Calor

1.º Semestre  Anual      do  C.C. Bacharelis  C. Normal

A cargo do gabinete de: Desenho

Regente da disciplina: Prof. Simões Morais

Programa idêntico ao anterior  Sim  STOP  Não

PROGRAMA RESUMIDO

COTAGEM

Revisão geral sobre cotagem nominal. Dimensões nominais; uso dos números normais para dimensões lineares e dos valores preferíveis para ângulos

Dimensões funcionais:

- Tolerâncias e desvios para dimensões lineares em geral e do Sistema ISO (qualidades de fabricação, posições das tolerâncias, simbologia ISO; Controlo das dimensões, uso de calibres.
- Ajustamentos simples de elementos lisos do Sistema ISO. Cálculo de ajustamentos a partir das folgas ou dos apertos pretendidos. Aplicações. Breve referência aos métodos de emparelhamento, estatísticos, etc..
- Tolerâncias e desvios para dimensões angulares, em geral e do Sistema ISO (qualidades angulares de fabricação e simbologia); ajustamentos por faces inclinadas e por superfícies cónicas.
- Tolerâncias dimensionais gerais e medições.
- Toleranciamento geométrico: necessidade, zonas de tolerância, significado e representação de tolerâncias de forma, de orientação, de posição e de batimento. Estudo cuidadoso das tolerâncias de posição e das referências. Significado do "teoricamente exacto".
- Rugosidade: critérios, simbologia, medição; exemplos.
- Tolerâncias geométricas gerais.
- Princípios de toleranciamento (independência, envolvente e máximo de matéria)-Cálculos e verificações de tolerâncias geométricas para ligações múltiplas. Uso do princípio do máximo de matéria.

LIGAÇÕES MECÂNICAS FIXAS

Representação gráfica e designação completa dos órgãos de máquinas normalizados, envolvendo:

- Peças roscadas; tipos de rosca, rosca métrica ISO: representação e dimensões. Classe dos materiais, revestimentos, tolerâncias das roscas, graus e tipos. Produção geral de peças roscadas.
- Parafusos H (com liso e todos roscados) com passo grosso e passos finos
- Parafusos CHC, C, CL, F, FB, de oco cruciforme, etc..
- Porcas H de passo grosso e passos finos; outras porcas. Anilhas planas, dentadas, elásticas, etc..
- Parafusos sem cabeça e diferentes tipos de pontas.
- Pinos cónicos e cilíndricos simples, ou com furo roscado ou com espiga roscada; pinos elásticos; pinos com estrias; pinos bifurcados. Pinos de articulação.
- Anéis elásticos (estampados e de arame), tipos e aplicações.
- Chavetas: paralelas e de cunha. Aplicações de acordo com os veios e os cubos das rodas.
- Veios estriados: tipos, dimensões, simbologia.
- Rebitos: tipos, simbologia e dimensões.
- Soldadura. tipos e simbologia.

AULAS PRÁTICAS

- Exercícios sobre leitura de desenho geométrico de peças e de conjuntos; (reino do estudo já efectuado)
- Desenho de definição de produto acabado;
- Desenho de conjunto a partir de perspectivas explodidas

Obs: \_\_\_\_\_

Porto, Faculdade de Engenharia 25 de Março de 19 \_\_\_\_\_

Visto 1 i \_\_\_\_\_

Responsável pela disciplina

O Coordenador de gabinete

Presidente C.C. do DEMEC

1) Simões Morais

1) Simões Morais

## 1 - NORMALIZAÇÃO

1.1-Normalização Geral

1.2-Normalização em Desenho Técnico.

Material de Desenho: tipo e utilização.

Formatos das folhas; elementos gráficos; traços; letras e algarismos.

## 2 - PROJECCÕES

2.1-Definição de projecção. Tipos de sistemas de projecção.

2.2-Método diédrico (breves referências).

2.3-Desenho geométrico de um objecto.

Cubo de projecções. Métodos do 1º e 3º diedros e das vistas referenciadas. Selecção de vistas. Vistas parciais. Vistas auxiliares primárias e secundárias.

2.4-Cortes e secções.

Representação de peças com cavidades interiores. Cortes totais e parciais. Cortes por planos paralelos, por planos concorrentes e por planos sucessivos. Representação de perfis.

2.5-Leitura de projecções.

Leitura de multivistas. Elaboração de perspectivas técnicas.

## 3 - COTAGEM

3.1-Cotagem nominal.

3.2-Cotagem funcional.

Toleranciamentos dimensional e geométrico. Estados de superfície - rugosidade.

3.3-Breves referências à metrologia.

## 4 - LIGACÕES MECÂNICAS

4.1-Tipos de ligações mecânicas.

4.2-Ligações desmontáveis por peças roscadas (parafusos, porcas e anilhas, normas e designações respectivas).

SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEGI

19950323

O Regente da disciplina

*Joaquim Oliveira Fonseca*

O Coordenador da secção

*José Manuel de Sousa Vieira*

LICENCIATURA EM ENGENHARIA QUÍMICA  
PROGRAMA DA DISCIPLINA DE **DESENHO INDUSTRIAL** --1ºano -1ºsemestre  
1994/1995

1 - NORMALIZAÇÃO

- 1.1-Normalização Geral.
- 1.2-Normalização em Desenho Técnico.  
Material de Desenho: tipo e utilização.  
Formatos das folhas; elementos gráficos; traços; letras e algarismos.

2 - PROJECCÕES

- 2.1-Definição de projecção. Tipos de sistemas de projecção.
- 2.2-Método diédrico (breves referências).
- 2.3-Desenho geométrico de um objecto.  
Cubo de projecções. Métodos do 1º e 3º diedros e das vistas referenciadas.  
Seleção de vistas. Vistas parciais. Vistas auxiliares primárias e secundárias.
- 2.4-Cortes e secções.  
Representação de peças com cavidades interiores. Cortes totais e parciais.  
Cortes por planos paralelos, por planos concorrentes e por planos sucessivos. Representação de perfis.
- 2.5-Leitura de projecções.  
Leitura de multivistas. Elaboração de perspectivas técnicas.

3 - COTAGEM

- 3.1-Cotagem nominal.
- 3.2-Cotagem funcional.  
Toleranciamentos dimensional e geométrico. Estados de superfície - rugosidade.
- 3.3-Breves referências à metrologia.

4 - LIGAÇÕES MECÂNICAS

- 4.1-Tipos de ligações mecânicas.
- 4.2-Ligações desmontáveis por peças roscadas (parafusos, porcas e anilhas).
- 4.3-Ligações permanentes por soldadura.

SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEGI

19941006

O Regente da disciplina

O Coordenador da secção

*Jose António Duaculas*

*Jose Manuel de Simões Moura*

# PROGRAMA DE DESENHO INDUSTRIAL DO CURSO DE GESTÃO E ENGENHARIA INDUSTRIAL

Escolaridade de: T = 1+1h = 2h TP = 1,5+1,5h = 3h .

## Desenho Industrial

### 1 - NORMALIZAÇÃO

#### 1.1-Normalização Geral

#### 1.2-Normalização em Desenho Técnico

Material de Desenho: tipo e utilização;

Formatos das folhas; Elementos gráficos; Traços; Letras e algarismos; etc..

### 2 - PROJECCÕES

#### 2.1-Definição de projecção e tipos de representação;

#### 2.2-Método diédrico (breves referências);

#### 2.3-Desenho geométrico de um objecto

Cubo de projecções; selecção de vistas; vistas parciais; Métodos do 1º e 3º diedros e vistas referenciadas; vistas auxiliares.

#### 2.4-Cortes e secções

Representação de peças com ocos; cortes parciais e totais; cortes por planos paralelos e oblíquos. Representação de perfis .

#### 2.5-Leitura de projecções

Perspectivas técnicas; leitura de multivistas .

### 3 - COTAGEM

#### 3.1-Cotagem nominal

#### 3.2-Cotagem funcional

Tolerâncias dimensional e geométrico; estados de superfície e rugosidade;

Breves referências à metrologia.

### 4 - LIGAÇÕES MECÂNICAS FIXAS

#### 4.1-Tipos de ligações mecânicas

#### 4.2-Peças roscadas; parafusos, porcas, anilhas, etc.

#### 4.3-Outros elementos de ligação fixa: pinos, anéis elásticos, chavetas, etc.

#### 4.4-Ligações mecânicas permanentes por soldadura, colagem e rebite.

### 5 - TRANSMISSÕES DE MOVIMENTO

#### 5.1-Veios, pontas de veios, altura dos eixos, etc.

#### 5.2-Apoios dos veios, casquilhos, rolamentos

#### 5.3-Acoplamentos veio cubo

Unões; Tambores e correias; rodas de fricção; engrenagens; rodas e correntes; pares cinemáticos: parafuso-porca, biela-manivela, etc.

### 6 - ALGUMAS APLICAÇÕES EM CAD

SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEC

19950601

Silvino Morais

# LICENCIATURA EM ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

## PROGRAMA DA DISCIPLINA DE DESENHO TECNICO - I

Ano lectivo 1994-95 -- 1º semestre

### 1 - NORMALIZAÇÃO

#### 1.1-Normalização Geral

#### 1.2-Normalização em Desenho Técnico

Material de Desenho: tipo e utilização;

Formatos das folhas; Elementos gráficos; Traços; Letras e algarismos; Micrografia; etc..

### 2 - REPRESENTAÇÃO ORTOGRÁFICA

#### 2.1-Definição de projecção e tipos de representação;

#### 2.2-Método diédrico (breves referências);

#### 2.3-Representação ortográfica de um objecto

Cubo de projecções nos métodos do 1º e 3º diedros. Vistas referenciadas. Selecção de vistas. Vistas parciais. Vistas auxiliares.

#### 2.4-Cortes e secções:

Representação de peças comocos; cortes parciais e totais; cortes por planos paralelos e oblíquos.

Representação de perfis.

### 3 - REPRESENTAÇÃO AXONOMÉTRICA

#### 3.1-Tipos de representações axonométricas.

#### 3.2-Leitura de desenhos ortográficos.

### 4 - COTAGEM

#### 4.1-Cotagem nominal

---

Escolaridade de:  $T = 1+1h = 2h$      $P = 2h + 2h = 4h$

### AValiação

Teste e informação das aulas prática; ou

Exame final.

O Coordenador da Secção de Desenho Industrial do Departamento de Mecânica

José Manuel de Simões Martins

# LICENCIATURA EM ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

## PROGRAMA DA DISCIPLINA DE DESENHO TÉCNICO - II

Ano lectivo 1994-95 -- 2º semestre

### 1 - COTAGEM

1.1-Cotagem nominal (complementos)

1.2-Cotagem funcional

Toleranciamentos dimensional e geométrico; estados de superfície e rugosidade;  
Breves referências à metrologia.

### 2 - LIGAÇÕES MECÂNICAS FIXAS

2.1-Tipos de ligações mecânicas

2.2-Peças roscadas; parafusos, porcas, anilhas, etc.

2.3-Outros elementos de ligação fixa: pinos, anéis elásticos, chavetas, etc.

2.4-Ligações mecânicas permanentes por soldadura, colagem e rebtagem.

### 3 - TRANSMISSÕES DE MOVIMENTO

3.1-Veios, pontas de veios, altura dos eixos, etc.

3.2-Apoios dos veios, casquilhos, rolamentos

3.3-Acoplamentos veio cubo

Uniões; Tambores e correias; rodas de fricção; engrenagens; rodas e correntes; pares cinemáticos;  
parafuso-porca, biela-manivela, etc.

### 4 - TUBAGENS

4.1-Representação de instalações de tubagens

### 5 - ALGUMAS APLICAÇÕES EM CAD

### 6 - REALIZAÇÃO DE DESENHOS DE DEFINIÇÃO E DESENHOS DE CONJUNTOS

---

Escolaridade de: T = 1+1h = 2h      P = 2h + 2h = 4h

### AVALIAÇÃO

Teste e informação das aulas prática; ou

Exame final.

O Coordenador da Secção de Desenho Industrial do Departamento de Mecânica

*Jose Manuel de Simões Mourais*



DESENHO GEOLOGICO E TOPOGRAFICO

ENGENHARIA DE MINAS 1994-95

1º SEMESTRE - 4 semanas

1. Método Cotado

1.1. Ponto.Recta

- 1.1.1. Projecção de um ponto
- ~~1.1.2. Projecção de uma recta~~
- 1.1.3. Graduação de uma recta

1.2. Plano

- 1.2.1. Definição de um plano
- 1.2.2. Recta de máximo declive de um plano

1.3. Intersecção

- 1.3.1. Intersecção de uma recta com um plano
- 1.3.2. Intersecção de dois planos

1.4. Rebatimentos

1.5. Desenho topográfico

1.6. Resolução de problemas de aplicações

# DESENHO DE MAQUINAS

ENGENHARIA DE MINAS 1994/95

## 2º SEMESTRE

### 1. Desenho Técnico

#### 1.1. Noções gerais

#### 1.2. Multivistas

- 1.2.1. Vistas principais
- 1.2.2. Vistas necessárias (representação mais conveniente)
- 1.2.3. Vistas parciais. Vistas locais. Vistas interrompidas
- 1.2.4. Vistas deslocadas
- 1.2.5. Vistas auxiliares de 1ª e 2ª ordem

#### 1.3. Cortes e secções

#### 1.4. Cotagem. Casos gerais

- 1.4.1. Inclinação, convergência e conicidade

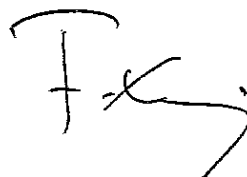
#### 1.5. Leitura de multivistas

- 1.5.1. Perspectiva isométrica

#### 1.6. Cotagem funcional

- 1.6.1. Toleranciamento dimensional
- 1.6.2. Toleranciamento geométrico
- 1.6.3. Ajustamentos
- 1.6.4. Toleranciamento geral
- 1.6.5. Estados de superfície. Rugosidade
- 1.6.6. Resolução de problemas

FEUP, 31 de Julho de 1995



Programa da disciplina: **Concepção e Fabrico Assistido por Computador**

3ºano -2ºsemestre 1994/1995

Escolaridade: T = 1h + 1h

TP= 2.5h

1 - SISTEMAS de CAD

Utilização de sistemas de desenho assistido por computador (CAD) 2D e de concepção 3D. Parametrização de desenhos na área de Projecto de Máquinas.

2 - INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO GRÁFICA

- Sistemas de coordenadas reais e de ecrã.
- Algoritmos para o traçado de segmentos de recta, arcos de circunferência e circunferências (algoritmos diferencial e de Bresenham).
- Transformações de Coordenadas. Transformações de translação, rotação e de escala. Transformações compostas. Noção de coordenadas homogéneas e sua aplicação matricial nas operações de transformação. Estudo da aplicação das projecções axonométricas em computação gráfica.
- Implementação de algoritmos para a representação gráfica de curvas de interpolação e de aproximação (spline, Bézier e b-spline) e preenchimento de áreas.
- Organização de uma base de dados em aplicações gráficas. Definição geométrica e de características (cor, tipo de linha, etc.) de cada entidade. Desenvolvimento de exemplos.

3 - MÁQUINAS FERRAMENTAS CNC - SISTEMAS DE PROGRAMAÇÃO

- Classificação e designação dos eixos numa máquina CNC. Conceitos gerais.
- Introdução à linguagem CNC/ISO. Funções preparatórias e auxiliares. Aplicação de ciclos fixos e subprogramas. Introdução à programação paramétrica para o desenvolvimento de curvas e superfícies passíveis de definição matemática.
- Interfaces CAD/CAM. Formatos de escrita de instruções de maquinagem intermédia (APT e CLDATA). Utilização de formatos de definição geométrica geral (DXF e IGES). Utilização de sistemas CAD/CAM simples para 2D.

SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEGI

19950609

O Regente da disciplina

*Joaquim Oliveira Fonseca*

O Coordenador da secção

Programa da disciplina: **Concepção e Fabrico Assistido por Computador**

5ºano -1ºsemestre 1994/1995

Escolaridade: T = 1h + 1h

P = 2.0h

1 - SISTEMAS de CAD

Utilização de sistemas de desenho assistido por computador (CAD) 2D e de concepção 3D. Parametrização de desenhos na área de Projecto de Máquinas.

2 - INTRODUÇÃO À COMPUTAÇÃO GRÁFICA

- Sistemas de coordenadas reais e de ecrã.
- Algoritmos para o traçado de segmentos de recta, arcos de circunferência e circunferências (algoritmos diferencial e de Bresenham).
- Transformações de Coordenadas. Transformações de translação, rotação e de escala. Transformações compostas. Noção de coordenadas homogéneas e sua aplicação matricial nas operações de transformação. Estudo da aplicação das projecções axonométricas em computação gráfica.
- Implementação de algoritmos para a representação gráfica de curvas de interpolação e de aproximação (spline, Bézier e b-spline) e preenchimento de áreas.
- Organização de uma base de dados em aplicações gráficas. Definição geométrica e de características (cor, tipo de linha, etc.) de cada entidade. Desenvolvimento de exemplos.

3 - MÁQUINAS FERRAMENTAS CNC - SISTEMAS DE PROGRAMAÇÃO

- Classificação e designação dos eixos numa máquina CNC. Conceitos gerais.
- Introdução à linguagem CNC/ISO. Funções preparatórias e auxiliares. Aplicação de ciclos fixos e subprogramas. Introdução à programação paramétrica para o desenvolvimento de curvas e superfícies passíveis de definição matemática.
- Interfaces CAD/CAM. Formatos de escrita de instruções de maquinagem intermédia (APT e CLDATA). Utilização de formatos de definição geométrica geral (DXF e IGES). Utilização de sistemas CAD/CAM simples para 2D.

SECÇÃO DE DESENHO INDUSTRIAL DO DEMEGI

19950609

O Regente da disciplina

*Joaquim Oliveira Fonseca*

O Coordenador da secção

## ANEXO B

### OS PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE DESENHO DA RESPONSABILIDADE DA SECÇÃO DE CONSTRUÇÕES CIVIS DO DEC - FEUP

- Geometria e Desenho (Civil)
- Desenho Assistido por Computador (Civil)

**DISCIPLINA: GEOMETRIA E DESENHO**

Carga Horária: T TP4 P h/sem  
Créditos 5.0 C. Ponderação 2

Ano 1º Anual  
Opção Obrigatória  
Secção de Construções Cívicas

Docente Responsável: Profª Doutora Angela Cunha  
Outros Docentes: Engª Irene Chaves, Engº José Oliveira e Silva

**PROGRAMA**

Noções gerais. Métodos de Representação

Método de Monge, Ponto, Recta e Plano. Intersecções de Planos e Rectas com Planos. Paralelismo. Perpendicularidade. Rectas e Planos perpendiculares. Métodos Auxiliares e problemas Métricos. Substituição de Planos de Projecções. Rotações. Rebatimentos. Distâncias e Ângulos. Verdadeiras Grandezas.

Superfícies Poliédricas. Superfícies Curvas (Referências)

Método Cotado - Ponto, recta e Plano. União e Intersecção. Perpendicularidade. Problemas Métricos. Superfícies Topográficas. Definição. Representação. Curvas de Nível. Escalas. Equidistâncias. Intersecção com um Plano e com uma Recta. Perfis. Linhas de Máximo e de Igual declive. Aplicações Práticas.

Desenho Técnico

Formatos. Traços. Definição de vista. Disposição e Seleção de Vistas Principais. Vistas Auxiliares Primárias e Secundárias. Seleção e Disposição. Cortes. Cortes Parciais e com Rotação. Disposição. Secções. Secções Rebatidas e Deslocadas. Tracejados. Cotagem.

**DISCIPLINA: DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR**

**Ano 1º 2º Semestre**

**Opção Obrigatória**

**Secção de Construções Civas**

Carga Horária: T TP4 P h/sem  
Créditos 2,5 C. Ponderação 1

Docente Responsável: Prof. Doutor Alfredo Soeiro

Outros Docentes: Engº Pedro de Oliveira Pinho e Engº Miguel Gonçalves

**PROGRAMA**

Sistemas Gráficos Computarizados. Conversão de Varrimento. Transformações Dimensionais. Projecções. Modelos de Sólidos. Linhas e Superfícies Encobertas. Introdução ao GKS (Graphics Kernel System).

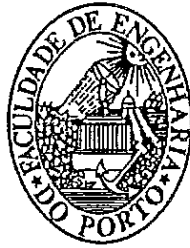
## ANEXO C

### OS PROGRAMAS DAS DISCIPLINAS DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA DA RESPONSABILIDADE DO DEEC - FEUP

- Computação Gráfica e Interfaces (Engenharia Informática e Computação)
- Laboratório de Computação Gráfica e Interfaces (Eng. Informática e Computação)
- Concepção e Fabrico Assistidos por Computador (Eng. Informática e Computação)



# Licenciatura em Engenharia Informática e Computação



## Computação Gráfica e Interfaces

Normas Gráficas. Software gráfico de 2D. Algoritmos básicos. Hardware gráfico. Transformações 2D e 3D. Visualização 3D. Software gráfico de 3D. Interação e caixas de ferramentas para construção de interfaces. Curvas e superfícies. Modelação de sólidos. Modelos de cor. Cálculo de visibilidade. Iluminação. Animação. Introdução ao CAD.

Monk, Andrew, 1985: *Fundamentals of Human-Computer Interaction*, Academic Press, xvii+293 pp.

## Laboratório de Computação Gráfica e Interfaces

Desenvolvimento de pequenos trabalhos sobre algoritmia de Computação Gráfica, normas gráficas e caixas de ferramentas para construção de interfaces.

## Concepção e Fabrico Assistido por Computador (Op)

Sistemas de Comando Numérico: elementos de accionamento e transdutores, sistemas em anel aberto e fechado. Máquinas-ferramentas de comando numérico: tipos e modos de operação. Programação de comando numérico: programação manual e programação assistida. Linguagens de alto nível - APT e COMPACT II. Pós-processamento. Comando numérico directo (DNC). Sistemas CAD/CAM; integração CAD/CAM; programação CN por métodos gráficos interactivos. Bibliotecas de ferramentas; bases de dados de maquinagem e de fabrico. Tecnologia de grupo. Gamas de fabrico e planeamento do processo assistido por computador.