

CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO

Técnico de Produção em Metalomecânica

Variantes:

Programação e Maquinação – Controle da Qualidade

PROGRAMA

Componente de Formação Técnica

Disciplina de

Tecnologia e Processos

Autores

Escola Secundária Soares Basto (Oliveira de Azeméis)

Escola Secundária Eng. A. Calazans Duarte (Marinha G.)

Escola Tecnológica, Artística e Profissional (Pombal)

Eng.^a Branca Pacheco

Eng. Manuel Queiróz

Eng. Luís Semedo

Dr. Cesário Silva

Eng. Baptista Cabarrão

Outros autores

Escola P. da Fundação Mariana Seixas (Castro Daire)

Escola Profissional Amar Terra Verde (Vila Verde)

Escola Profissional de Tondela

Eng. Alexandre Figueiredo

Eng. Norton de Matos

Eng. Amândio Oliveira

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2006 / 2007

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver.	3
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	3
5. Elenco Modular	5
6. Bibliografia	6

1. Caracterização da Disciplina

A disciplina de Tecnologia e Processos faz parte da Componente de Formação Técnica do Curso Profissional de Técnico de Produção em Metalomecânica, com as variantes de Programação e Maquinação e de Controle da Qualidade, que visam as saídas profissionais, respectivamente de Técnico de Programação e Maquinação e de Técnico de Produção em Metalomecânica/Controle da Qualidade.

O seu elenco modular contempla, exclusivamente, módulos comuns a cada uma das variantes acima indicadas.

Com os módulos desta disciplina pretende-se que, através da sensibilização, informação e desenvolvimento da capacidade para a aplicação das várias tecnologias e técnicas utilizadas no âmbito da produção em metalomecânica, o aluno adquira os conhecimentos básicos sobre os processos de fabrico e controle da qualidade. Estes, em articulação com os conhecimentos adquiridos através dos módulos das disciplinas de Práticas Oficiais, de Desenho Técnico e de Organização Industrial, permitirão o desenvolvimento de competências científicas e técnicas essenciais para o desempenho da actividade profissional.

Para além do desenvolvimento das competências científicas e técnicas conseguido através da utilização de metodologias adequadas, a disciplina contribui também de forma activa para o desenvolvimento das competências pessoais e sociais necessárias ao cidadão em formação, nomeadamente alertando e sensibilizando o aluno para as implicações ambientais.

2. Visão Geral do Programa

O programa da disciplina abrange, através do seu elenco modular, um conjunto de temas relativos a tecnologias e a técnicas imprescindíveis para a aquisição de conhecimentos, tanto ao nível da cultura tecnológica em geral, como ao nível da cultura tecnológica específica.

Os temas tratados nesta disciplina são essencialmente teóricos e teórico-práticos e servirão de base à disciplina de Práticas Oficiais, com especial incidência nos processos de produção.

Entre outros, serão tratados os seguintes temas:

Metrologia	Tribologia
Materiais	Pneumática e Hidráulica
Processos de Fabrico	Mecânica
Corrosão	Processos de Acabamento

3. Competências a Desenvolver

O aluno deverá:

- Desenvolver a prática de pesquisa informática, aperfeiçoando o raciocínio crítico, a selecção criteriosa e o tratamento da informação recolhida;
- Usar a terminologia científica apropriada nas suas intervenções técnicas e científicas;
- Compreender e interpretar correctamente as normas técnicas e a legislação, aplicáveis no âmbito da sua actividade;
- Entender o comportamento dos materiais sujeitos a solicitações diversas, agindo em conformidade;
- Ser capaz de recorrer a métodos avançados de produção, nomeadamente na área do controlo numérico e da produção assistida por computador;
- Contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade dos serviços prestados;
- Adquirir o domínio de conhecimentos, competências e técnicas diversificadas, de modo a formar um perfil facilitador do acesso à vida activa, especialmente no âmbito da sua área de especialização;
- Desenvolver o respeito pelas regras e o exercício de comportamentos de higiene, segurança e protecção ambiental.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

O docente da disciplina deve desenvolver os conteúdos modulares recorrendo sempre que possível a exemplos de aplicabilidade, no quotidiano da actividade profissional, no sentido de:

- Motivar o aluno na busca de soluções para os problemas propostos;
- Evidenciar a aplicabilidade dos conceitos.

No processo de ensino/aprendizagem deverá haver articulação entre os conteúdos dos módulos desta disciplina e os conteúdos dos módulos da disciplina de Práticas Oficiais, no sentido de os alunos usufruírem de um maior aproveitamento dos conteúdos leccionados, relacionando a teoria com a prática.

Deverão efectuar-se visitas de estudo a empresas ou feiras técnicas, no sentido de complementar e actualizar a formação dos alunos.

O docente deverá privilegiar a realização de trabalhos práticos sobre os temas em que tal seja viável, no sentido de promover a participação e empenhamento do aluno, tanto individualmente como em grupo.

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

Quanto aos critérios de avaliação:

Deverão ser aplicados os definidos e aprovados ao nível de Escola conforme o estabelecido no Projecto Curricular de Escola e de Turma e documentos decorrentes.

O processo de avaliação constituirá uma vertente importante para o sucesso na aprendizagem. Assim, é da máxima conveniência atribuir-lhe uma cuidada metodologia, que passe por uma avaliação diagnóstica, sempre que o docente o considere necessário, com o objectivo de favorecer o interesse dos alunos pela disciplina e permitir detectar eventuais insuficiências ao nível dos pré-requisitos, de forma a melhor definir as estratégias facilitadoras para a concretização dos objectivos da disciplina.

A avaliação contínua poderá assumir as formas de formativa e sumativa, através de testes e trabalhos realizados e corrigidos, num ensino que se pretende, o mais possível, individualizado. O professor deverá servir-se de grelhas de observação, onde recolha elementos referentes aos comportamentos, evidência de capacidades, conhecimentos e rigor, que o aluno vai demonstrando ao longo do processo de formação.

Será de privilegiar a realização de trabalhos práticos sobre os temas em que tal seja viável, no sentido de promover a participação e empenhamento do aluno e a avaliação criteriosa quer do processo, quer do produto final.

5. Elenco Modular

Número	Designação	Duração (horas)	Variantes	
			Programação e Maquinação	Controle da Qualidade
			Sequência de Referência	
1	Metrologia	30	1	1
2	Tecnologia dos Materiais	35	2	2
3	Mecânica dos Materiais	30	3	3
4	Processos de Fabrico	35	4	4
5	Corrosão, Atrito e Lubrificação	30	5	5
6	Transmissão e Transformação de Movimento	25	6	6
7	Tratamentos dos Metais	25	7	7
8	Pneumática e Hidráulica	30	8	8
9	Processos de Acabamento	20	9	9

6. Bibliografia

- ALMEIDA, G., (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*. 2.^a ed. Lisboa: Plátano.
- ANTUNES, S. D. (1994), *Metrologia e Qualidade*. Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.
- ASHBY, M. F.; JONES, D. R. H. (1980/1982), *Engineering Materials. Volumes I e II*. Oxford: Pergamon Press.
- BRANCO, C. M. (1998), *Mecânica dos Materiais*. 3.^a ed., Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- BHUSHAM, B.; GUPTA, B. K. (1991), *Handbook of Tribology: Materials, coatings and Surface Treatments*. New York: McGraw-Hill.
- BUZZONI, H. A. (s.d.), *Manual de Solda Eléctrica*. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações S. A.:
- CABRAL, P. (1994), *Metrologia Industrial, uma função de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Instituto Electrotécnico Português.
- CHIAVERINI, V. (1986), *Tecnologia Mecânica*. 2.^a ed., São Paulo: McGraw-Hill.
- CLARK, G. H. (1988), *Industrial and Marine Fuels Reference Book*. London: Butterworths.
- Comissão Técnica de Metrologia - CT62 (1985), *Vocabulário Internacional de Metrologia: Termos Fundamentais e Gerais*. Lisboa: Direcção Geral da Qualidade.
- COSTA, L. (1978), *Tecnologia do Metal. Coleção: Metalomecânica*. Lisboa: Plátano Editora.
- CREUS, J. A. (1978), *Tratado Prático de Refrigeração Automática*. Lisboa: Editora Dinalivro.
- CRUZ, A. C.; CARREIRA, J. (1992), *Ensaios mecânicos*. Lisboa: ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

- CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.
- DAVIM, J. P. (1995), *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Livraria Almedina.
- DRAPINSKI, J. (1979), *Hidráulica e Pneumática Industrial e Móvel: Elementos e manutenção. Manual prático de oficina*. São Paulo: McGraw Hill.
- FARINHA, J. S. B.; REIS, A. C. (2000), *Tabelas Técnicas*. Lisboa: Edições Técnicas, ETL.
- FIALHO, A. B. (2004), *Automação Hidráulica – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos*. São Paulo: Editora Érica.
- FOX, W. J., et al. (1965), *Maquinaria Marítima Auxiliar*. México: UTEHA.
- FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica. Volumes I-II-III-IV-V*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.
- Fundamentos da Lubrificação* (1976), Coleção Técnica. Lisboa: Edição Mobil.
- GENTIL, V. (1996), *Corrosão*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos Editora, S.A.
- GONZÁLEZ, J. (1998), *Manual de Soldadura Eléctrica. 3.ª ed.* Lisboa: Plátano.
- HAMROCK, B. J.; JACOBSON, B.; SCHMID, S. R. (1999), *Fundamentals of Machine Elements*. Boston: McGraw-Hill.
- HARRINGTON, R. L. (1992), *Marine Engineering (reviewed edition)*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- HONEYCOMBE, R. W. K. (1982), *Aços - Microestrutura e Propriedades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- JACKSON, L.; MORTON, T. D. (1990), *General Engineering Knowledge for Marine Engineers. 5th ed.* London: Thomas Reed Publications Ltd.
- KHETAGUROV, M. (2004), *Marine Auxiliary Machinery and Systems*. Moscow: University Press of the Pacific.
- LEAKE, K., HENTHORNE, N. J. (1980), *Soldadura a Arco Eléctrico. Coleção Técnica Básica, nº 17*. Lisboa: Editorial Presença.
- LIRA, F. A. (2003), *Metrologia na Indústria. 3.ª ed.* São Paulo: Editora Érica, Lda.
- MEIXNER, H.; KOBLE, R. (1987), *Manual de Introdução à Pneumática. 5.ª ed.* São Paulo: Festo Didatic.
- NASH, W. A. (1973), *Resistência dos Materiais*. São Paulo: McGraw-Hill.
- ORNELAS, Alberto; RIBEIRO, José; SILVA, Manuel (1995), *Práticas Oficiais e Laboratoriais de Mecânica*. Porto: Edições ASA.
- PORTELA, A.; SILVA, A. (1996), *Mecânica dos Materiais*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- RAMOS, A. M. (1963), *Máquinas Auxiliares. Volumes I e II*. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.
- RAMOS, A. M. (1965), *Nomenclatura e Funcionamento de Máquinas. Volumes I e II*. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.
- RELVAS, C. (2000), *Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais*. Porto: Publindústria.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.ª ed.* Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- ROSEIRA, A. (1971), *Elementos de Mecânica. Ensino técnico Profissional*. Porto: Porto Editora.
- ROSSI, M. (1971), *Estampado en frío de la chapa*. Barcelona: Editorial Científico-Médica.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Coleção formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

- SAF - Soudure Autogène Française (1981), *Guia do utilizador de soldadura manual: noções de tecnologia e de metalurgia, materiais e produtos*. 1.^a ed. Lisboa: Arlúquido - Sociedade Portuguesa de Ar Líquido.
- SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), *Processos de Soldadura. Volumes I e II*. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.
- SENA, L. A. (1973), *Units of Physical Quantities and their Dimensions*. Moscow: Mir Publishers.
- SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. (1976), *Controle Automático de Processos Industriais: Instrumentação*. 2.^a ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- SILVA, F. A. P. (2000), *Tribologia*. 2.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- SILVA, V. D. (2004), *Mecânica e Resistência dos Materiais*. 3.^a ed. Coimbra: Zuari - Edição de Livros Técnicos.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- SOARES, P. (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.
- SOKOLOV, F., USOV, P. (1977), *Mecânica Industrial*. 3.^a ed. Moscow: Editorial Mir.
- STERLING, L. (1973), *Marine Engineering Practice: Selection, Installation and Maintenance of Marine Compressors. Volume 1*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- STERLING, L. (1976), *Marine Engineering Practice: Pumping Systems and their Ancillary Equipment*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- STOTT, J. R. (1974), *Marine Engineering Practice: Refrigerating Machinery & Air Conditioning Plant*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- TODD, B.; LOVETT, P. A. (1976), *Marine Engineering Practice: Selecting Materials for Sea Water Systems*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- VALENTE, A. J. M.; LOBO, V. M. M. (2000), *Corrosão: Fundamentos, Prevenção e Efluentes*. Rio Tinto: Cenertec (Centro de Energia e Tecnologia).

Parte II

Módulos

Índice:

	Página
Módulo 1 Metrologia	9
Módulo 2 Tecnologia dos Materiais	12
Módulo 3 Mecânica dos Materiais	15
Módulo 4 Processos de Fabrico	17
Módulo 5 Corrosão, Atrito e Lubrificação	19
Módulo 6 Transmissão e Transformação de Movimento	21
Módulo 7 Tratamentos dos Metais	23
Módulo 8 Pneumática e Hidráulica	25
Módulo 9 Processos de Acabamento	28

MÓDULO 1

Metrologia

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

A Metrologia é definida como a ciência da medição. A medição é uma operação de grande importância para diversas actividades, porque através dela será possível garantir o nível de Qualidade definido para o processo produtivo, produto ou serviço. Neste módulo, pretende-se sensibilizar o aluno para os conceitos e processos de medição, para a utilização do instrumento de medição mais adequado para medir determinada grandeza, para o cumprimento das normas aplicáveis em determinado processo, para o conhecimento da influência dos erros associados a cada medição e para a gestão dos equipamentos de metrologia.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Tomar conhecimento do Subsistema Nacional de Metrologia;
- Tomar conhecimento das normas utilizadas no âmbito da Metrologia;
- Identificar e caracterizar o conceito e o domínio de actividade da metrologia;
- Identificar e caracterizar os termos fundamentais e gerais do vocabulário internacional de metrologia;
- Distinguir os conceitos de unidade, grandeza e dimensão;
- Distinguir os conceitos de medir, verificar, medição directa, medição indirecta e medição por estimativa;
- Identificar os diferentes sistemas de unidades utilizados em metrologia;
- Reconhecer as unidades de base, as unidades suplementares e as unidades derivadas do Sistema Internacional de Unidades;
- Identificar os múltiplos e submúltiplos, bem como os respectivos símbolos e prefixos;
- Proceder à conversão de unidades de sistemas diferentes;
- Identificar os instrumentos de medição mais utilizados em cada tipo de grandeza;
- Utilizar correctamente os instrumentos de medição;
- Identificar as principais qualidades dos instrumentos de medição;
- Identificar os principais factores geradores de erro numa medição e controlá-los;
- Efectuar medições com instrumentos de leitura directa e escala auxiliar (nónio);
- Detectar a necessidade de calibrar os instrumentos de medição;
- Classificar os equipamentos de medida e organizar um banco de dados destinado ao controlo e calibração dos instrumentos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Subsistema Nacional de Metrologia
 - 1.1. Conceitos
 - 1.2. Domínio de actividade
 - 1.3. Estrutura nacional
2. Sistemas de unidades
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. A metrologia em Portugal
 - 2.3. O sistema internacional de unidades (S.I.)
 - 2.4. Outros sistemas utilizados em Portugal
 - 2.5. Vocabulário internacional de metrologia
 - 2.6. Normas
3. Cadeias hierarquizadas de padrões
 - 3.1. Conceitos
 - 3.2. Rastreabilidade e calibração
 - 3.3. Cadeias hierarquizadas de padrões
4. Gestão dos instrumentos de medição
 - 4.1. Selecção dos instrumentos de medição
 - 4.2. Recepção e entrada em serviço
 - 4.3. Calibração e verificação
 - 4.4. Exemplos de calibração
5. Factores de influência da medição
 - 5.1. Generalidades
 - 5.2. Métodos de medição
 - 5.3. Erros de medição
 - 5.3.1. Conceitos
 - 5.3.2. Tipos de erros
 - 5.4. Uso incorrecto dos instrumentos
6. Técnicas e instrumentos de medição
 - 6.1. Generalidades
 - 6.2. Metrologia dimensional
 - 6.3. Metrologia da temperatura
 - 6.4. Metrologia das massas
 - 6.5. Metrologia eléctrica
 - 6.6. Metrologia do tempo
 - 6.7. Metrologia da intensidade luminosa
 - 6.8. Metrologia das pressões

4. Bibliografia / Outros Recursos

ALMEIDA, G., (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*. 2.^a ed. Lisboa: Plátano.

ANTUNES, S. D. (1994), *Metrologia e Qualidade*. Lisboa: IPQ - Instituto Português da Qualidade.

CABRAL, P. (1994), *Metrologia Industrial, uma função de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Instituto Electrotécnico Português.

Comissão Técnica de Metrologia - CT62 (1985), *Vocabulário Internacional de Metrologia: Termos Fundamentais e Gerais*. Lisboa: Direcção Geral da Qualidade.

LIRA, F. A. (2003), *Metrologia na Indústria*. 3.^a ed. São Paulo: Editora Érica, Lda.

SENA, L. A. (1973), *Units of Physical Quantities and their Dimensions*. Moscow: Mir Publishers.

MÓDULO 2

Tecnologia dos Materiais

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Neste módulo, será feita uma abordagem às principais classes de materiais utilizados em engenharia (metálicos e não metálicos) incidindo, nomeadamente sobre a sua constituição e propriedades, os processos da sua obtenção, os tratamentos a que podem ser sujeitos para alterar as suas propriedades e as suas principais aplicações. Também se pretende com este módulo sensibilizar o aluno para as tendências actuais, no âmbito da Ciência e Engenharia dos Materiais, no que concerne à utilização racional dos materiais.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer a constituição da matéria;
- Identificar as principais classes de materiais;
- Reconhecer as propriedades que permitem distinguir os materiais;
- Identificar os ensaios oficiais e laboratoriais,
- Identificar registos de ensaios, nomeadamente diagramas de tensão-deformação, diagramas de ultra-sons, raios-X e outros;
- Identificar os metais ferrosos e não ferrosos mais utilizados na indústria;
- Enunciar as propriedades e especificações técnicas dos materiais metálicos, ferrosos e não ferrosos, assim como os processos metalúrgicos para a sua obtenção;
- Enumerar as principais aplicações industriais dos materiais metálicos;
- Indicar os diferentes tipos de classificação dos aços.
- Seleccionar os materiais ferrosos e não ferrosos, de acordo com as suas classificações normalizadas;
- Caracterizar os tratamentos aplicáveis aos materiais e os efeitos daí resultantes;
- Interpretar o diagrama de equilíbrio das ligas ferro-carbono;
- Ler o diagrama TTT (tempo, temperatura e transformação);
- Distinguir os tipos de materiais não metálicos mais utilizados na indústria, bem como as suas propriedades e aplicações.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Constituição da matéria, estrutura atómica e molecular dos materiais
2. Propriedades físico-químicas, mecânicas e tecnológicas dos materiais
3. Metais
 - 3.1. Metais ferrosos
 - 3.1.1. Diagrama das ligas ferro-carbónicas
 - 3.1.2. Ligas ferrosas; aços-carbono, aços de liga, ferros fundidos
 - 3.1.3. Metalurgia do ferro. Processo siderúrgico e alto-forno
 - 3.1.4. Aços e processos de obtenção dos aços. Conversores, forno Siemens-Martin, fornos eléctricos, cadinho e outros
 - 3.1.5. Classificação dos aços
 - 3.2. Metais não ferrosos
 - 3.2.1. Metais simples
 - 3.2.2. Ligas metálicas
4. Tratamentos
 - 4.1. Generalidades
 - 4.2. Tratamentos térmicos
 - 4.3. Tratamentos termomecânicos
 - 4.4. Tratamentos termoquímicos
 - 4.5. Tratamentos de superfície
5. Materiais não metálicos
 - 5.1. Generalidades
 - 5.2. Compósitos
 - 5.3. Polímeros (plásticos)
 - 5.4. Borrachas
 - 5.5. Madeiras e seus derivados
 - 5.6. Amianto

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ASHBY, M. F.; JONES, D. R. H. (1980/1982), *Engineering Materials. Volumes I e II*. Oxford: Pergamon Press.
- CHIAVERINI, V. (1986), *Tecnologia Mecânica. 2ª ed.* São Paulo: McGraw-Hill.
- COSTA, L. (1978), *Tecnologia do Metal. Coleção: Metalomecânica*. Lisboa: Plátano Editora.
- FARINHA, J. S. B.; REIS, A. C. (2000), *Tabelas Técnicas*. Lisboa: Edições Técnicas, ETL.
- FREIRE, J. M. (1978), *Tecnologia Mecânica. Volumes I-II-III-IV-V*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A.
- HONEYCOMBE, R. W. K. (1982), *Aços - Microestrutura e Propriedades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.ª ed.* Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- RUAS, M. (1982), *Tecnologia Mecânica. Coleção formação profissional*. Lisboa: Plátano Editora.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. 3.ª ed.* Lisboa: McGraw-Hill.
- SOARES, P. (1992), *Aços: Características e Tratamentos. 5.ª ed.* Porto: Ed. Livroluz.
- TODD, B.; LOVETT, P. A. (1976), *Marine Engineering Practice: Selecting Materials for Sea Water Systems*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

MÓDULO 3

Mecânica dos Materiais

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem aos aspectos básicos da mecânica dos materiais, aos conceitos fundamentais do comportamento mecânico dos materiais e aos ensaios a que estes podem ser submetidos para determinação das suas propriedades mecânicas. Pretende-se com este módulo que o aluno adquira conceitos fundamentais de Mecânica dos Materiais, que lhe permitirão avaliar a aptidão de dado material, para suportar determinado tipo de solicitação mecânica, em condições de funcionamento definidas. Através deste módulo, o aluno adquirirá também conhecimentos sobre as técnicas de ensaios mecânicos mais utilizados na caracterização dos materiais e sobre os ensaios não destrutivos, mais utilizados na Indústria Metalomecânica, para avaliação da conformidade do processo ou para detecção de defeitos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir força e identificar os elementos característicos de força e momento;
- Reconhecer o comportamento dos materiais quando sujeitos a esforços;
- Interpretar os diagramas resultantes de ensaios laboratoriais, nomeadamente o diagrama de tensão-deformação;
- Avaliar a aptidão de dado material para determinada aplicação;
- Realizar cálculos elementares de resistência de materiais para escolha de perfis comerciais a utilizar em estruturas metálicas simples.
- Caracterizar os vários tipos de ensaios, destrutivos ou não destrutivos, utilizados na determinação das propriedades dos materiais ou detecção de defeitos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Noções básicas de estática
 - 1.1. Tipos de esforços sobre os materiais: Tracção, compressão, corte, flexão e torção
 - 1.2. Diagrama de tracção – deformação
 - 1.3. Deformação elástica e plástica
 - 1.4. Resistência à tracção – compressão, Leis de Hooke e de Poisson
 - 1.5. Tensão admissível e coeficiente de segurança
 - 1.6. Encurvadura, Fórmula de Euler
 - 1.7. Resistência ao corte
 - 1.8. Resistência à flexão, módulo de inércia e momento flector
 - 1.9. Diagrama dos momentos flectores e esforços transversos
 - 1.10. Resistência à torção, momento torsor
 - 1.11. Fadiga e concentração de tensões
 - 1.12. Rotura frágil; rotura dúctil; temperatura
2. Ensaios
 - 2.1. Oficiais
 - 2.2. Laboratoriais
 - 2.2.1. Destrutivos: Tracção, dureza, dobragem, choque, fadiga e fluência
 - 2.2.2. Não destrutivos: métodos visuais, magnetoscopia, líquidos penetrantes, radiografia industrial, ultra sons e outros

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BRANCO, C. M. (1998), *Mecânica dos Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CRUZ, A. C.; CARREIRA, J. (1992), *Ensaios mecânicos*. Lisboa: ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.
- CRUZ, A. C.; CARREIRA, J. (1992), *Ensaios mecânicos*. Lisboa: ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade.
- NASH, W. A. (1973), *Resistência dos Materiais*. São Paulo: McGraw-Hill.
- PORTELA, A.; SILVA, A. (1996), *Mecânica dos Materiais*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III*. 8.^a ed. Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- SILVA, V. D. (2004), *Mecânica e Resistência dos Materiais*. 3.^a ed. Coimbra: Zuari - Edição de Livros Técnicos.
- SOARES, P. (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.
- SOKOLOV, F., USOV, P. (1977), *Mecânica Industrial*. 3.^a ed. Moscow: Editorial Mir.

MÓDULO 4

Processos de Fabrico

Duração de Referência: **35 horas**

1. Apresentação

Neste módulo será feita uma abordagem aos processos tecnológicos, conceitos e técnicas mais utilizados na Indústria Metalomecânica, associados principalmente, aos processos de deformação plástica, maquinação, fundição e processos de ligação. Terá também por objectivo fornecer informação que permita aos alunos associar a cada produto metálico um processo de fabrico adequado. Deverá ser feita uma articulação com a disciplina de Práticas Oficiais, onde os alunos terão oportunidade de por em prática os conhecimentos adquiridos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Reconhecer as peças e métodos de as obter por deformação plástica;
- Distinguir os diversos processos tecnológicos que utilizam o corte por arranque de apara;
- Reconhecer os processos tecnológicos de produção de peças por fundição;
- Identificar o tipo de peças obtidas por qualquer um dos processos de fabrico;
- Justificar a necessidade de acabamento final das peças;
- Caracterizar os processos de fabrico, a partir dos desenhos técnicos e especificações definidas;
- Indicar os processos simples ou integrados de produção automática assistida por computador e as suas vantagens nos ganhos de produtividade e qualidade dos produtos;
- Tomar conhecimento das tecnologias de Comando Numérico e respectiva utilização.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Fabricação de peças por deformação dos materiais
2. Processos de fabrico sem arranque de apara
 - 2.1. Laminagem
 - 2.2. Estampagem
 - 2.3. Extrusão
 - 2.4. Trefilagem
 - 2.5. Corte mecânico
 - 2.6. Dobragem
 - 2.7. Quinagem

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

MÓDULO 4: *Processos de Fabrico*

- 2.8. Calandragem
- 3. Processos de fabrico com arranque de apara
 - 3.1. Furacão
 - 3.2. Torneamento
 - 3.3. Fresagem
 - 3.4. Corte
 - 3.5. Aplainamento
 - 3.6. Mandrilagem
 - 3.7. Rectificação
- 4. Outros processos de fabrico
 - 4.1. Fundição
 - 4.2. Oxi-corte
 - 4.3. Corte por plasma
 - 4.4. Corte por laser
 - 4.5. Corte por jacto de água
 - 4.6. Electro-erosão
 - 4.7. Projecção a quente
 - 4.8. Moldação
 - 4.9. Lamelagem
- 5. Aplicações de comando numérico computadorizado (cnc)

4. Bibliografia / Outros Recursos

- BUZZONI, H. A. (s.d.), *Manual de Solda Eléctrica*. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações S. A.:
- CHIAVERINI, V. (1986), *Tecnologia Mecânica. 2ª ed.* São Paulo: McGraw-Hill.
- DAVIM, J. P. (1995), *Princípios da Maquinagem*. Coimbra: Livraria Almedina.
- GONZÁLEZ, J. (1998), *Manual de Soldadura Eléctrica. 3.ª ed.* Lisboa: Plátano.
- LEAKE, K., HENTHORNE, N. J. (1980), *Soldadura a Arco Eléctrico. Coleção Técnica Básica, nº 17.* Lisboa: Editorial Presença.
- RELVAS, C. (2000), *Controlo Numérico Computorizado: Conceitos Fundamentais*. Porto: Publiindústria.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.ª ed.* Coimbra: Coimbra Editora, Lda.
- ROSSI, M. (1971), *Estampado en frio de la chapa*. Barcelona: Editorial Científico-Médica.
- SAF - Soudure Autogène Française (1981), *Guia do utilizador de soldadura manual: noções de tecnologia e de metalurgia, materiais e produtos. 1.ª ed.* Lisboa: Arlíquido - Sociedade Portuguesa de Ar Líquido.
- SANTOS, J. F. O.; QUINTINO, L. (1993), *Processos de Soldadura. Volumes I e II.* Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade.

MÓDULO 5

Corrosão, Atrito e Lubrificação

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Neste módulo pretende-se fazer uma abordagem aos vários tipos de corrosão, bem como analisar o desgaste das peças devido ao efeito do atrito, aliados a uma boa selecção dos materiais/lubrificantes.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Definir os conceitos de atrito e corrosão;
- Tomar conhecimento dos fenómenos físico-químicos envolvidos nos processos de corrosão e atrito bem como suas correlações;
- Fazer cálculos elementares sobre forças de atrito;
- Identificar os diferentes tipos ou formas de corrosão;
- Indicar as formas de prevenir a corrosão ou reduzir os seus efeitos;
- Aplicar os métodos de tratamento de corrosão;
- Identificar tipos de lubrificantes, formas de utilização, metodologias de selecção, armazenamento e manuseamento.
- Descrever o funcionamento dos dispositivos e sistemas mecânicos usados na lubrificação.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Corrosão dos materiais metálicos

1.1. Generalidades

1.2. Tipos de corrosão

1.2.1. Uniforme

1.2.2. Localizada

1.2.3. Intergranular

1.3. Causas da corrosão

1.3.1. Química

1.3.2. Electroquímica

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

MÓDULO 5: Corrosão, Atrito e Lubrificação

- 1.4. Protecções contra a corrosão
 - 1.4.1. Metalização
 - 1.4.2. Pintura
 - 1.4.3. Plastificação
 - 1.4.4. Protecção catódica
- 1.5. Metais autoprotectores
- 2. Atrito
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2. Tipos de atrito - Atrito de escorregamento e Atrito de rolamento
 - 2.3. Força de atrito
 - 2.4. Lei do atrito de escorregamento
- 3. Lubrificação e lubrificantes
 - 3.1. Generalidades
 - 3.2. Tipos de óleos e massas lubrificantes
 - 3.2.1. Propriedades dos lubrificantes
 - 3.2.2. Aditivos e factores de escolha de um lubrificante
 - 3.3. Sistemas de lubrificação
 - 3.3.1. Intermitente
 - 3.3.2. Por imersão
 - 3.3.3. Por chapinhagem
 - 3.3.4. Sob pressão
 - 3.3.5. Automática
 - 3.4. Dispositivos de lubrificação
 - 3.4.1. Bombas e sistemas de refrigeração dos óleos
 - 3.4.2. Elementos de um dispositivo de lubrificação
 - 3.5. Manipulação e armazenamento de lubrificantes

4. Bibliografia / Outros Recursos

Fundamentos da Lubrificação (1976), Colecção Técnica. Lisboa: Edição Mobil.

GENTIL, V. (1996), *Corrosão*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos Editora, S.A.

ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III. 8.ª ed.* Coimbra: Coimbra Editora, Lda.

SILVA, F. A. P. (2000), *Tribologia. 2.ª ed.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

VALENTE, A. J. M.; LOBO, V. M. M. (2000), *Corrosão: Fundamentos, Prevenção e Efluentes*. Rio Tinto: Cenertec (Centro de Energia e Tecnologia).

MÓDULO 6

Transmissão e Transformação de Movimento

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Neste módulo irão ser estudados os vários tipos de transmissão e transformação de movimento. Deverá efectuar-se uma articulação com a disciplina de Práticas Oficiais, onde os alunos terão oportunidade de desmontar/montar órgãos de transmissão e analisar os mecanismos de transformação de movimento.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar os diversos tipos de movimento.
- Relacionar os conceitos físicos e matemáticos envolvidos nas diversas transformações de movimento.
- Reconhecer os diversos dispositivos mecânicos utilizados na transformação de movimento.
- Realizar cálculos simples relativos às diversas transformações de movimento.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Transmissão de movimento
 - 1.1. Tipos de transmissão de movimento
 - 1.2. Elementos característicos
 - 1.2.1. Sentido de rotação
 - 1.2.2. Variação de velocidade
 - 1.2.3. Transmissões simples e transmissões múltiplas
 - 1.2.4. Orientação dos veios entre si
 - 1.2.5. Razão de transmissão
 - 1.3. Cálculos de transmissão de movimento
2. Sistemas de transmissão de movimento
 - 2.1. Rodas de fricção
 - 2.2. Tambores e correias
 - 2.3. Rodas dentadas

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

MÓDULO 6: *Transmissão e Transformação de Movimento*

- 2.3.1. Tipos de engrenagens
- 2.3.2. Elementos característicos da roda dentada
- 2.3.3. Condições de engrenamento
- 2.3.4. Razão de transmissão

3. Transformação de movimento

- 3.1. Parafuso sem-fim e roda helicoidal
- 3.2. Roda dentada e cremalheira
- 3.3. Parafuso e porca
- 3.4. Manivela e corrediça oscilante
- 3.5. Cadeias ou correntes e rodas dentadas
- 3.6. Biela e manivela
- 3.7. Excêntricos e ressaltos
- 3.8. Cruz de malta
- 3.9. Cadeias cinemáticas

4. Bibliografia / Outros Recursos

HAMROCK, B. J.; JACOBSON, B.; SCHMID, S. R. (1999), Fundamentals of Machine Elements. Boston: McGraw-Hill.

ROSEIRA, A. (1971), Elementos de Mecânica. Ensino técnico Profissional. Porto: Porto Editora.

MÓDULO 7

Tratamentos dos Metais

Duração de Referência: **25 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo dar continuidade aos conteúdos leccionados no módulo Tecnologia dos Materiais. Será feita uma abordagem aos processos tecnológicos, conceitos e técnicas mais utilizados na Indústria Metalomecânica nos processos de tratamento e transformação das características dos metais. Terá também por objectivo fornecer informação que permita aos alunos associar a cada produto metálico o(s) processo(s) de tratamento mais adequado à função que irá desempenhar. Deverá ser feita uma articulação com a disciplina de Práticas Oficiais, onde os alunos terão oportunidade de por em prática os conhecimentos adquiridos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e caracterizar os diversos tipos de tratamentos aplicados aos metais;
- Identificar os metais que podem ser sujeitos a tratamentos mecânicos, térmicos, termomecânicos, termoquímicos, superficiais e/ou outros;
- Relacionar o tratamento com as alterações originadas nas propriedades do metal tratado;
- Relacionar o tratamento com o respectivo campo de aplicação;
- Efectuar de forma correcta cada um dos tratamentos. Saber como se executam e quando devem ser aplicados;
- Capacitar o aluno, perante uma situação que se lhe depre, de escolher o tratamento mais adequado.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Tratamentos mecânicos
 - 1.1. A quente
 - 1.2. A frio
2. Tratamentos térmicos
 - 2.1. Recozido
 - 2.1.1. Temperaturas para recozido
 - 2.1.2. Tempo de estágio
 - 2.1.3. Tempo de arrefecimento

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

MÓDULO 7: *Tratamentos dos Metais*

- 2.2. Têmpera
 - 2.2.1. Princípios e finalidades
 - 2.2.2. Temperaturas para têmpera
 - 2.2.3. Sistemas de aquecimento
 - 2.2.4. Métodos de arrefecimento
- 2.3. Revenido
 - 2.3.1. Princípios e finalidades
 - 2.3.2. Temperaturas para revenido
 - 2.3.3. Sistemas de aquecimento
 - 2.3.4. Métodos de arrefecimento
- 3. Tratamentos termomecânicos - Princípios e finalidades
- 4. Tratamentos termoquímicos - Princípios e finalidades
 - 4.1. Cementação
 - 4.2. Nitruração
 - 4.3. Cianuração
 - 4.4. Carbonitruração
 - 4.5. Sulfunização
- 5. Tratamentos superficiais
 - 5.1. Cromado duro
 - 5.2. Metalização
 - 5.3. Outros
- 6. Outros tratamentos de metais

4. Bibliografia / Outros Recursos

- ALMEIDA, G., (1997), *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandeza e Unidade Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*. 2.^a ed. Lisboa: Plátano.
- ROCHA, A. T. (1982), *Tecnologia Mecânica. Volumes II e III*. 8.^a ed. Coimbra: Coimbra Editora.
- COSTA, L. (1978), *Tecnologia do Metal. Coleção: Metalomecânica*. Lisboa: Plátano Editora.
- SOARES, P. (1992), *Aços: Características e Tratamentos*. 5.^a ed. Porto: Ed. Livroluz.
- SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.
- CUNHA, L. S. (2002), *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Hemus.

MÓDULO 8

Pneumática e Hidráulica

Duração de Referência: **30 horas**

1. Apresentação

Este módulo permitirá ao aluno a aquisição dos fundamentos e princípios de pneumática e hidráulica, bem como o entendimento sobre a relação entre os diferentes dispositivos. Estes conhecimentos são indispensáveis para a participação no desenvolvimento de processos industriais com automatismos, regulação e controle de pressão, caudal e nível. É igualmente importante participar em rotinas de manutenção das instalações.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar as razões da utilização do ar comprimido nas instalações industriais;
- Explicitar as características necessárias ao ar comprimido para a função,
- Identificar os vários tipos de compressores,
- Indicar as várias fases de produção, tratamento e armazenamento do ar comprimido;
- Identificar e caracterizar os vários tipos de compressores, quanto à constituição, funcionamento e aplicação;
- Explicitar os problemas de lubrificação, conservação e manutenção deste tipo de máquinas;
- Descrever as rotinas de conservação das instalações de ar comprimido;
- Reconhecer as propriedades dos fluidos hidráulicos;
- Identificar e caracterizar os vários tipos de bombas hidráulicas, quanto à constituição, funcionamento e aplicação;
- Identificar os elementos constituintes das bombas hidráulicas, e as suas funções;
- Identificar os problemas específicos de manutenção e conservação das bombas hidráulicas;
- Efectuar cálculos que permitam seleccionar os componentes para um circuito pneumático/hidráulico;
- Identificar num circuito em esquema, pneumático/hidráulico, cada um dos seus elementos constituintes representados por simbologia normalizada, interpretar as suas funções e justificar aplicações;
- Identificar e caracterizar os componentes, equipamentos e instalações auxiliares de um circuito pneumático/hidráulico;
- Proceder ao diagnóstico de avarias e à manutenção de circuitos pneumáticos/hidráulicos;
- Executar a montagem de circuitos pneumáticos/hidráulicos;
- Relacionar os sistemas de accionamento e controlo dos processos industriais com os dispositivos pneumáticos, hidráulicos e eléctricos.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Pneumática

- 1.1. Ar comprimido. Aplicações gerais
- 1.2. Produção, tratamento e armazenagem de ar comprimido
- 1.3. Instalações de ar comprimido
- 1.4. Compressores pneumáticos. Classificação e funcionamento
- 1.5. Válvulas distribuidoras, reguladoras de caudal, pressostáticas, de segurança, de sequência e outras
- 1.6. Actuadores, cilindros e motores
- 1.7. Acessórios – tubagens e ligações, filtros, reservatórios, manómetros, termostatos, conversores de sinal, arrefecedores e aquecedores
- 1.8. Simbologia
- 1.9. Circuitos elementares – esquemas funcionais
- 1.10. Manutenção e conservação

2. Hidráulica

- 2.1. Fluidos hidráulicos. Tipos e propriedades
- 2.2. Bombas hidráulicas. Classificação e funcionamento
- 2.3. Válvulas distribuidoras, reguladoras de caudal, pressostáticas, de segurança, de sequência e outras
- 2.4. Actuadores, cilindros e motores
- 2.5. Acessórios – tubagens e ligações, filtros, reservatórios, manómetros, termóstatos, conversores de sinal, arrefecedores e aquecedores
- 2.6. Simbologia
- 2.7. Circuitos elementares – esquemas funcionais
- 2.8. Manutenção e conservação

4. Bibliografia / Outros Recursos

- CLARK, G. H. (1988), *Industrial and Marine Fuels Reference Book*. London: Butterworths.
- CREUS, J. A. (1978), *Tratado Prático de Refrigeração Automática*. Lisboa: Editora Dinalivro.
- DRAPINSKI, J. (1979), *Hidráulica e Pneumática Industrial e Móvel: Elementos e manutenção. Manual prático de oficina*. São Paulo: McGraw Hill.
- FIALHO, A. B. (2004), *Automação Hidráulica – Projectos, Dimensionamento e Análise de Circuitos*. São Paulo: Editora Érica.
- FOX, W. J., *et al.* (1965), *Maquinaria Marítima Auxiliar*. México: UTEHA.

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

MÓDULO 8: *Pneumática e Hidráulica*

HARRINGTON, R. L. (1992), *Marine Engineering (reviewed edition)*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.

JACKSON, L.; MORTON, T. D. (1990), *General Engineering Knowledge for Marine Engineers. 5th ed.* London: Thomas Reed Publications Ltd.

KHETAGUROV, M. (2004), *Marine Auxiliary Machinery and Systems*. Moscow: University Press of the Pacific.

MEIXNER, H.; KOBLE, R. (1987), *Manual de Introdução à Pneumática. 5.ª ed.* São Paulo: Festo Didatic.

RAMOS, A. M. (1963), *Máquinas Auxiliares. Volumes I e II*. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.

RAMOS, A. M. (1965), *Nomenclatura e Funcionamento de Máquinas. Volumes I e II*. Lisboa: Escola Naval, Serviço de Publicações Escolares.

SIGHIERI, L.; NISHINARI, A. (1976), *Controle Automático de Processos Industriais: Instrumentação. 2.ª ed.* São Paulo: Edgard Blücher.

STERLING, L. (1973), *Marine Engineering Practice: Selection, Installation and Maintenance of Marine Compressors. Volume 1*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology .

STERLING, L. (1976), *Marine Engineering Practice: Pumping Systems and their Ancillary Equipment*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

STOTT, J. R. (1974), *Marine Engineering Practice: Refrigerating Machinery & Air Conditioning Plant*. London: The Institute of Marine Engineering, Science and Technology.

MÓDULO 9

Processos de Acabamento

Duração de Referência: **20 horas**

1. Apresentação

Pretende-se com este módulo fazer uma abordagem ao estudo dos diversos processos e técnicas de acabamento das peças, de modo a que o aluno possa seleccionar o tipo de acabamento e escolher o melhor método de execução na perspectiva da maior durabilidade e fiabilidade da peça. No processo ensino/aprendizagem, os conteúdos deste módulo deverão ser articulados com os contemplados noutros módulos, designadamente de “Tecnologia dos Materiais”, de “Processos de Fabrico”, “Tratamentos dos Metais”, de “Normalização e Desenho Geométrico” e de “Cotagem e Tolerâncias”. Caso o professor considere pertinente, esta articulação poderá estender-se a outros módulos.

2. Objectivos de Aprendizagem

O aluno deverá:

- Identificar e caracterizar as principais tecnologias de acabamento de moldes e de ferramentas;
- Interpretar as normas de tolerâncias de forma e de dimensão;
- Interpretar a simbologia dos acabamentos;
- Utilizar correctamente o rugosímetro e interpretar os valores obtidos na medição;
- Distinguir e caracterizar os diversos tipos de abrasivos utilizados no acabamento;
- Executar correctamente os processos de acabamento de máxima precisão, incluindo o polimento, conforme as normas e especificações técnicas indicadas;
- Identificar, caracterizar e aplicar revestimentos/tratamentos superficiais.

3. Âmbito dos Conteúdos

1. Tecnologias de acabamento de moldes e de ferramentas – Generalidades e princípios
 - 1.1. Maquinação a alta velocidade (*HSM – High Speed Machining*)
 - 1.2. Maquinação e polimento por ultra-sons (*USM – Ultrasonic Machining*)
 - 1.3. Maquinação por escoamento abrasivo (*AFM – Abrasive Flow Machining*)
 - 1.4. Rectificação na massa (*CFG – Creep Feed Grinding*)
 - 1.5. Electroerosão
2. Estado da superfície
 - 2.1. Normas de tolerância (de forma e dimensão)

TÉCNICO DE PRODUÇÃO EM METALOMECÂNICA

MÓDULO 9: *Processos de Acabamento*

2.2. Rugosidade

2.2.1. Tipos e simbologia

2.2.2. Rugosímetro – Princípios de funcionamento

3. Abrasivos

3.1. Classificação

3.2. Constituição

3.3. Natureza

3.4. Granulometria ou tamanho

3.5. Aglomerante

4. Processos de acabamento de máxima precisão

4.1. Repassagem de acabamento

4.2. Lapidagem

4.3. Super acabamento

4.4. Polimento

5. Tipos de revestimento

5.1. Electroquímicos (zincagem, cromagem, douragem e outros)

5.2. Imersão

5.3. Projecção (quente e frio)

5.4. Pintura (tintas e vernizes)

5.5. Plastificação

4. Bibliografia / Outros Recursos

BHUSHAM, B.; GUPTA, B. K. (1991), *Handbook of Tribology, Materials Coatings and Surface Treatments*. Lisboa: McGraw-Hill.

ORNELAS, Alberto; RIBEIRO, José; SILVA, Manuel (1995), *Práticas Oficinas e Laboratoriais de Mecânica*. Porto: Edições ASA.

SMITH, W. F. (1998), *Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. 3.^a ed. Lisboa: McGraw-Hill.