



**EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO NA FORMA CONCOMITÂNCIA
EXTERNA/ SUBSEQUENTE EM METALURGIA**

Timóteo, Agosto de 2011

I - IDENTIFICAÇÃO

- **EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA DE NÍVEL MÉDIO NA FORMA CONCOMITÂNCIA EXTERNA/
SUBSEQUENTE EM METALURGIA.**

Unidade Timóteo - Coordenação do curso Técnico em Metalurgia

- **EIXO: CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS**

II - APRESENTAÇÃO

A designação do curso está definida no catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), instituído pelo parecer CNE/CEB 11/2008, implantado pela resolução n° 3 de 9 de julho de 2008. As formas de oferta dos cursos estão de acordo com os Artigos 36-B e 36-C da Lei N° 9.394 de 20 de Dezembro de 1996.

O Curso Técnico em Metalurgia do CEFET-MG – Campus Timóteo, em consonância com as sugestões apresentadas no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (2008), tem como perspectiva pedagógica a seleção de um conjunto de disciplinas que visam formar um profissional com uma base mais sólida nas ciências que governam os processos metalúrgicos. Não obstante, este projeto aborda, além dos materiais metálicos, outras classes de materiais. Tal proposta aumenta a inserção dos egressos do curso, o que equivale a um atendimento mais amplo às empresas da Região Metropolitana do Vale do Aço – RMVA.

O curso será ministrado em dois anos com carga horária total de 1440 horas/aula, sendo 18 horas/aula por semana.

III - JUSTIFICATIVA

A área dos materiais é muito abrangente e a sua evolução histórica acompanha a própria evolução da humanidade e do mundo civilizado. É praticamente impossível imaginar uma atividade humana sem a utilização de um material qualquer. O ferro, o aço, o papel e as ligas de cobre são exemplos de materiais utilizados diariamente pelas pessoas, sendo que grande parte destes indivíduos desconhece as indústrias e as tecnologias necessárias à extração e ao beneficiamento destes materiais. A divisão dos diferentes tipos de materiais encontrados na natureza ou desenvolvidos pela ação humana pode ser feita de diversas maneiras. Um dos métodos utilizados consiste na interpretação e posterior classificação das reações dos materiais após a aplicação de um estímulo externo que perturbe o ambiente no qual os mesmos estão inseridos. Deste modo, materiais que apresentem reações semelhantes para uma mesma condição de intervenção do meio são organizados em grandes grupos, como os materiais metálicos, os materiais cerâmicos e os materiais poliméricos, considerando famílias, de acordo com as propriedades identificadas. Este método de classificação é limitado, porque um mesmo material pode apresentar respostas diferentes para o mesmo estímulo externo em função da condição inicial do mesmo, envolvendo aspectos relacionados, por exemplo, com a história de deformação e com o processamento termo-mecânico. Desta forma, a maneira mais difundida e utilizada para a classificação dos materiais considera a composição química e a estrutura atômica de cada material. Assim, os materiais sólidos podem ser classificados em materiais metálicos, em materiais cerâmicos e em materiais orgânicos. Esses grupos de materiais são mostrados na Figura 1, com suas principais áreas de utilização. No entanto, qualquer método utilizado para a classificação dos materiais é sujeito a falhas, sendo a principal delas de permitir a inserção de um único material em dois ou mais grupos, por não haver uma definição clara e específica da propriedade preponderante do referido material.

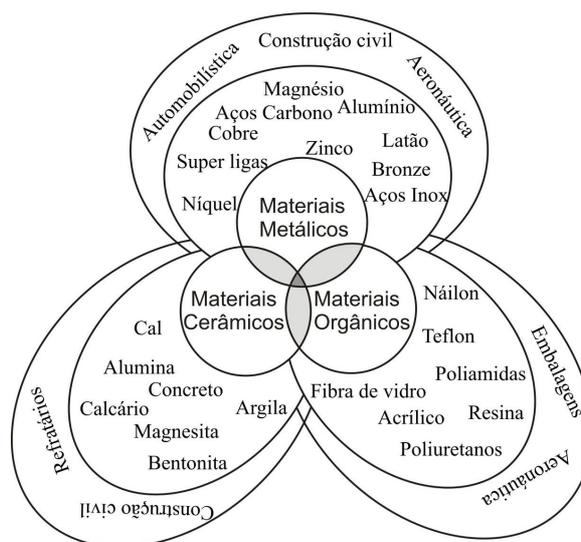


Figura 1 – Os três grandes grupos dos materiais

Embora os materiais estejam disponíveis ao homem há milhares de anos, estes só receberam a atenção e o estudo adequados no momento em que o ser humano foi capaz de fazer uso dos materiais para aproveitamento próprio. Deste modo, a Metalurgia surge como um elo importante para a ciência dos materiais, ou seja, o estudo da relação entre as propriedades, a estrutura microscópica, o desempenho e o processamento (maneira de fabricar). A Metalurgia estabelece as condições para a extração industrial de um metal e suas ligas (naturais ou preparadas), além de purificá-lo e conferir propriedades adequadas a sua utilização pelo homem. O grupo dos metais compreende a inserção de diversos tipos de materiais, sendo comum a divisão deste grupo em dois subgrupos: o subgrupo dos metais ferrosos e o subgrupo dos metais não ferrosos.

O primeiro subgrupo (metais ferrosos) é economicamente mais importante que o segundo subgrupo. Os metais ferrosos abrangem a Metalurgia do ferro, também conhecida como siderurgia, sendo o seu uso catalogado há cerca de 4.500 anos, com a utilização do ferro metálico encontrado *in natura* proveniente de meteoritos recolhidos por tribos nômades. O advento da Metalurgia do ferro promoveu as grandes mudanças na sociedade primitiva, seja através do desenvolvimento da agricultura pelo uso de novos utensílios fabricados a partir do ferro assim como pela confecção de armas mais modernas que viabilizou a expansão territorial de diversos povos. De maneira semelhante, a evolução da siderurgia sustentou a Revolução Industrial, transformando as comunidades essencialmente agrárias em sociedades urbanas e mecanizadas.

No Brasil, de acordo com o Instituto Aço Brasil (IABr), antigo Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), os primeiros avanços da siderurgia ocorreram impulsionados pela evolução industrial verificada entre 1917 e 1930. Contudo, somente em 1946, com a inauguração da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) no município de Volta Redonda (RJ), foi quando o Brasil deu os primeiros passos para se tornar um dos líderes dos produtos siderúrgicos no cenário mundial. As estatísticas do Instituto Aço Brasil apresentam o Brasil como o 15º exportador mundial de aço, sendo o 1º produtor da América Latina, possuindo 26 usinas (12 integradas a partir do minério de ferro) e 14 semi-integradas (a partir do ferro gusa com uso de sucata). No primeiro trimestre de 2010, a produção brasileira de aço bruta alcançou a marca de 2,7 milhões de toneladas, representando aumento de 4,4% em relação a dezembro de 2009 e crescimento de 66,6% quando comparado com o mesmo período de 2009, comprovando tendência de recuperação deste setor em função da crise financeira internacional ocorrida no final de 2008. Estes dados trazem o estado de Minas Gerais como líder do mercado regional do Brasil, respondendo por 35,2% da produção de aço bruto no mês de janeiro de 2010. Embora a atividade dos materiais ferrosos apresente um potencial de exploração elevado, a Metalurgia também se aplica a um conjunto de procedimentos e técnicas usadas para a extração, a fabricação, a fundição e o tratamento de metais não ferrosos como a prata, o ouro, o nióbio, o vanádio, o níquel, o cobre, o alumínio, dentre outros. Esse subgrupo dos metais é amplamente utilizado pela sociedade moderna, destacando-se a produção e o uso das ligas de alumínio. Embora o uso comercial desse metal seja recente, há aproximadamente 150 anos, o processo de fabricação do alumínio sofreu melhorias que permitiram a redução do consumo de energia necessário ao processamento desse metal.

Além disso, cita-se ainda o fato de essa liga ser comumente utilizada por uma atividade humana em constante melhoria: a aviação, isso contribui para a aplicação da ciência e desenvolvimento de ligas mais leves e resistentes.

O estudo dos materiais pela Metalurgia não é restrito ao grupo dos materiais metálicos, mas estende-se a outros grupos de materiais, como os cerâmicos e os materiais orgânicos. Estes materiais auxiliaram as grandes mudanças ocorridas na segunda metade do século vinte, período marcado pela utilização comercial da energia nuclear, pelo desenvolvimento da eletrônica e da microeletrônica, pelo início da exploração do espaço e pela implantação dos sistemas de comunicação via satélites. Esses projetos evidenciaram um problema crítico na área dos materiais, como a falta de materiais para uma atividade específica. Essa demanda de novos materiais exigiu uma cooperação intensa da Ciência e da Engenharia de Materiais, como meios utilizados para a compreensão do comportamento dos diversos tipos de materiais e a definição das condições de fabricação necessárias à obtenção do referido material. Isso significa que os profissionais atuantes nessa área tiveram que fazer o uso adequado dos materiais existentes, aproveitando todas as funções dos mesmos, além de definir as bases para a criação de novos materiais de acordo com os novos critérios de uso, desde a fase produtiva até a efetiva utilização do material em diversos componentes.

Como definido anteriormente, o profissional da área de Metalurgia e de Materiais poderá contribuir não só nos aspectos relacionados ao processamento dos materiais (modo de fabricação), mas também nas atividades necessárias à obtenção das propriedades necessárias ao uso destes (controle da microestrutura, por exemplo) para que o desempenho (propriedade aplicada) apresentado pelo material quando em condições de uso possa atender às exigências requeridas pelo usuário. A figura 2 exibe um prisma contendo em cada um dos seus vértices, as atividades consideradas críticas para o aproveitamento dos diversos tipos de materiais, constituindo cada qual, uma área de atuação para o profissional de Metalurgia e de Materiais.

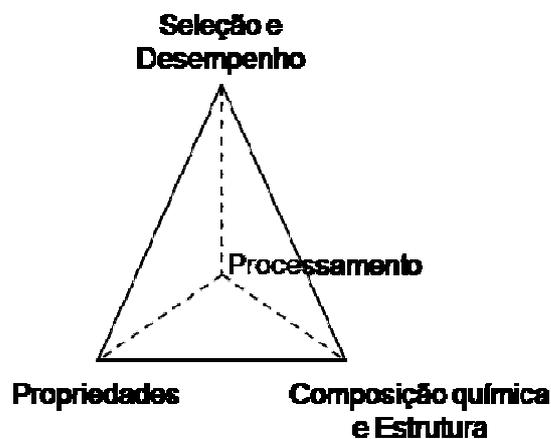


Figura 2 – Representação esquemática do campo de atuação do profissional do campo da metalurgia e dos materiais.

Ademais, os processos de transformação da metalurgia implicam “aspectos e impactos ambientais” em toda cadeia produtiva, seja na mineração da matéria prima ou na captação de água até na reciclagem dos resíduos e tratamento de efluentes. Assim, compreender os aspectos ambientais da metalurgia, as tecnologias de controle e minimização dos impactos, bem como, as normas e legislações específicas é fundamental na formação técnica e cidadã do profissional.

Diante do exposto, o curso técnico de Metalurgia do CEFET-MG abrange as três grandes áreas do segmento de ciência dos materiais (propriedades, processamento e estrutura), possibilitando aos estudantes um aprendizado técnico e amplo. Essa disposição do curso técnico possibilita a inserção do aluno no mercado de trabalho em Metalurgia em suas diversas áreas, assim como a habilidade para a atuação em outros segmentos, valorizando o ambiente (a comunidade) do técnico metalurgista recém formado.

O Campus Timóteo do CEFET MG está instalado numa região em que a principal matéria-prima para o estabelecimento de diversas atividades é o aço, sendo desta forma, conhecida pelo nome de Vale do Aço. Essa região compreende uma série de municípios (cerca de vinte e seis municípios) da região leste do estado de Minas Gerais.

A região metropolitana do Vale do Aço, cujo município sede é Ipatinga, possui população estimada em 440.440 habitantes com densidade demográfica de 551 hab/Km² (dados de 2006). Esses dados devem ser associados à presença de grandes empresas siderúrgicas como a Aperam South America (localizada no município de Timóteo/MG) e a Usiminas (localizada no município de Ipatinga/MG), as quais favorecem a integração com o ensino tecnológico do CEFET-MG, mediante a formação de alunos que podem vir a compor o quadro de funcionários destas empresas.

As regiões do Vale do Aço e do Vale do rio Doce apresentam dados de crescimento econômico que se destacam em Minas Gerais. O Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) divulgou dados referentes ao crescimento do número de trabalhadores ocupados em Minas Gerais. Como exemplo, durante o mês de janeiro de 2010, 20.492 empregos formais foram criados em Minas Gerais, o que indica uma variação positiva de 0,55%, em relação ao mesmo período do ano de 2009. Neste caso, a cidade de Ipatinga, localizada no Vale do Aço, registrou 4.157 admissões, contra 2.895 demissões, gerando um saldo positivo de 1.262 empregos, o que corresponde a uma variação positiva de 1,94%, mais de três vezes superior à média estadual

Além da oferta de emprego, as principais empresas, como a Aperam South America e a Usiminas, possuem planos ambiciosos de investimento para os próximos anos. A Usiminas planeja manter a liderança no mercado brasileiro de aço plano e aumentar a participação no mercado internacional de placas e laminados que, em Ipatinga, será de 2,2 milhões de toneladas de aço por ano, com início imediato das obras e previsão de entrada em operação entre 2010 e 2011. Serão utilizados US\$ 4,3 bilhões na planta da

empresa em Ipatinga, no Vale do Aço. Em Minas Gerais serão gerados 10 mil empregos diretos durante a fase de expansão e, no início das operações, mais 1,7 mil empregos diretos e 3,5 mil indiretos.

Com investimento da ordem de R\$ 635 milhões, o Gasoduto do Vale do Aço é uma das principais apostas da Aperam South America para aumentar a competitividade de seus produtos. Ao final das obras de instalação, a Rede de Distribuição de Gás Natural do Vale do Aço terá 333 quilômetros de extensão e capacidade para transportar 2,4 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia. A iniciativa permitirá à Aperam South America substituir o consumo de mais de 60 mil t/ano de gás liquefeito de petróleo (GLP), que tem peso expressivo na matriz energética da planta industrial de Timóteo, uma das maiores consumidoras individuais de GLP do Brasil. Fonte de energia menos poluente e mais barata, o gás natural (GN) proporcionará ganhos econômicos e ambientais, com a redução nos níveis de emissão de CO₂.

A Arcelor Mittal Timóteo deverá consumir até 70 milhões de Nm³ de gás natural (GN) por ano. Para isso, estão sendo feitos investimentos da ordem de R\$ 25 milhões na adequação da planta de Timóteo e estarão concluídos junto com as obras do gasoduto.

Desta forma, a presença de uma instituição de ensino público de nível técnico e superior na região do Vale do Aço é um dos meios de inclusão social de jovens e de adultos mediante a capacitação técnica necessária à execução de tarefas próprias às áreas de formação do estudante. Deve-se destacar ainda a atualização de conhecimentos e melhoria da qualidade da mão-de-obra daquelas pessoas que já atuam no mercado, mas que, através da escolarização, provavelmente terão condições de ascenderem a melhores posições, pela oportunidade que terão de promover melhorias no ambiente de trabalho.

Desta maneira, um dos pilares que sustentam o curso técnico de Metalurgia será a metalurgia do ferro, ou seja, a siderurgia que busca atender às demandas da comunidade em que o Campus Timóteo do CEFET-MG está inserido.

A proposta deste curso é evitar que o técnico recém-formado seja apenas uma pessoa que executa tarefas, mas que compreenda o ambiente de trabalho em que está inserido e seja capaz de propor soluções novas para os diversos problemas inerentes. No entanto, a formação do aluno para atingir esse objetivo chave deve ser necessariamente, multidisciplinar, como destacado em itens anteriores deste projeto de curso. O aluno deve conhecer as tendências do mercado em que ele está atuando e principalmente, reconhecer as necessidades da sociedade, para que, sob a orientação de outros profissionais (técnicos, engenheiros, administradores, pesquisadores, dentre outros) possa aprimorar e desenvolver novos métodos de execução das tarefas.

Diante disso, o ensino técnico deixa o lugar antes reservado como atividade de treino, ou seja, de repetição de atividades para o futuro profissional e se torna uma ferramenta para o aprendizado e uso do conhecimento adquirido pela pessoa.

Nesse sentido, o foco principal é a educação escolar e a formação para a cidadania, que é fundamental para o profissional capacitado. A Resolução CEB04/99 assegura que: “a educação profissional, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, objetiva garantir ao cidadão o direito ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva e social”.

Atualmente, o CEFET-MG Campus Timóteo oferece o curso Técnico em Metalurgia nas modalidades Subseqüente e Concomitância Externa, com matriz curricular aprovada em 2009. Uma pesquisa da coordenação desse curso identificou um elevado índice de desistência, em muito devida à grade curricular. Desse modo, e após discussões extensas, optou-se por reestruturar a grade curricular do curso, de modo a oferecer ao aluno uma maior carga horária técnica, com ênfase em atividades práticas, e um menor volume de disciplinas pouco relacionadas à área Metalúrgica. Espera-se, com isso, elevar a motivação dos alunos e otimizar seu tempo dentro da instituição. A reestruturação da grade curricular foi realizada em concordância com o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, proposto pelo MEC.

IV - OBJETIVOS

- **OBJETIVO GERAL**

Capacitar profissionais para atuarem nas mudanças da realidade regional e nacional vigente, em segmentos da Metalurgia, com conhecimentos científicos e tecnológicos para atuarem nas empresas destas áreas, sendo capaz de propor soluções para os problemas relativos aos processos de fabricação, ao desenvolvimento de materiais novos e à qualidade dos produtos metálicos, cerâmicos e poliméricos, propondo ações criativas, guiadas pelo conhecimento da legislação específica, dos procedimentos e das técnicas adequadas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de operação e de supervisão de processos de transformação mecânica em indústrias siderúrgicas;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de operação e de supervisão de processos de transformação mecânica em indústrias metalúrgicas extrativas;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de operação e de supervisão de processos de transformação mecânica em indústrias de polímeros (plásticos);
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de operação e de supervisão de processos de transformação mecânica em indústrias cerâmicas;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de vendas, assistência técnica, emissão de relatório técnico e especificação de materiais;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de supervisão de montagem, de operação e de reparo em máquinas e em equipamentos;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de planejamento, de estudos e no desenvolvimento de pesquisas técnico-científicas;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de tratamento e de beneficiamento de minérios;
- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de caracterização de materiais em laboratórios específicos;

- Capacitar profissionais para auxiliar as atividades de controle da qualidade;
- Formar profissionais qualificados e competentes às necessidades do ambiente profissional;
- Promover o ensino, a pesquisa e a extensão para a produção de conhecimento tecnológico e humanístico.

V - REQUISITOS DE ACESSO

O aluno deverá ter concluído o ensino fundamental, de acordo com o inciso II do parágrafo 1º do 4º artigo do Decreto 5.154/04, de 23 de julho de 2004, e atender aos demais requisitos que constem no edital do processo seletivo do CEFET-MG Campus Timóteo.

VI - PERFIL PROFISSIONAL DE CONCLUSÃO

O Técnico em Metalurgia é o profissional de nível médio que atua em trabalhos relativos à análise, à transformação e ao emprego dos materiais com ênfase aos metais e ligas metalúrgicas. Além disso, este profissional supervisiona as tarefas desenvolvidas por outros trabalhadores, contribuindo assim, para o desenvolvimento da indústria brasileira, através do trabalho qualificado, do apoio técnico e do controle de qualidade em geral.

Esse profissional será direcionado para as indústrias metalúrgicas (metais não-ferrosos, tais como cobre, estanho, alumínio, dentre outros), siderúrgicas (produção de ligas ferrosas, como os ferros fundidos e os aços), indústrias de materiais cerâmicos (materiais refratários e cerâmicos), indústrias de materiais poliméricos (borrachas, plásticos, dentre outros) além de centros de pesquisa e laboratórios de prestação de serviços para o controle de qualidade e também em empresas dedicadas à execução de tratamentos térmicos e termoquímicos e indústrias automobilísticas, dentre outras.

Assim, o Técnico em Metalurgia após a conclusão do curso apresentará capacidade de liderança, desenvoltura no relacionamento interpessoal, habilidade para supervisionar, capacidade para aperfeiçoar processos produtivos e implementar normas, além da habilidade experimental. O profissional poderá atuar nas áreas de vendas e de assistência técnica; acompanhando pesquisas tecnológicas, controlando e especificando os materiais, emitindo laudos ou pareceres técnicos, supervisionando a montagem, a operação e o reparo de equipamentos.

Desta forma, o técnico em Metalurgia deve dominar um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que tornem este profissional capaz de prever, de projetar e de executar as inovações tecnológicas necessárias ao ambiente em que o mesmo irá desenvolver suas atividades.

VII - ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

- **ESTRUTURA CURRICULAR**

A estrutura curricular do Curso Profissional Técnico em Metalurgia foi elaborada de acordo com a Lei nº 9.394/96, as Resoluções CNE/CEB 03/98 e 04/99, os Pareceres CNE/CEB 15/98 e 16/99 e o Catálogo Nacional de Cursos Técnico, de junho de 2008, tomando como base na hora/aula de 50 (cinquenta) minutos.

Os cursos ofertados no CEFET-MG deverão ter correspondência em todas as modalidades, conforme resolução CEPE-18/07, de 12 de Abril de 2007.

Em se tratando de um curso técnico nas modalidades Concomitância Externa e Subseqüente, a estrutura curricular a ser ofertada pelo CEFET-MG Campus Timóteo baseia-se apenas nas partes específica e diversificada:

Tabela 3 – Matriz Curricular do Curso de Educação Profissional Técnica em Metalurgia

Disciplina	1º ano	2º ano	Carga Horária	
			H/A	H
Ensaio de Materiais	3	0	120	100
Termodinâmica Metalúrgica	3	0	120	100
Siderurgia I	4	0	160	133,3
Metrologia e Desenho Técnico	3	0	120	100
Ciência dos Materiais	2	0	80	66,7
Processos de Fabricação I	3	0	120	100
Carga Horária Semanal	18	0	720	600
Estatística Aplicada	0	2	80	66,7
Gerenciamento Empresarial	0	3	120	100
Metalurgia Física	0	4	160	133,3
Corrosão e Proteção de Superfícies	0	2	80	66,7
Metalurgia dos Não-ferrosos	0	2	80	66,7
Siderurgia II	0	2	80	66,7
Processos de Fabricação II	0	3	120	100
Carga Horária Semanal	0	18	720	600
Carga Horária Total	18	18	1440	1200
Estágio Orientado à Profissão – EOP				480
Carga Horária Total do Curso				1680

**VIII - EMENTÁRIO DO CURSO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA EM METALURGIA –
PARTE ESPECÍFICA**

• **ENSAIOS DE MATERIAIS**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Ensaaios de Materiais</i>	1ª	CE/Sub	3	120
METALOGRAFIA				
Unidade 1 - Noções Preliminares de Metalografia				
Unidade 2 - Macrografia				
Unidade 3 - Micrografia				
ENSAIOS MECÂNICOS				
Unidade 4 - Ensaaios Mecânicos Introdução				
Unidade 5 - Propriedades dos Materiais				
Unidade 6 - Ensaio de Tração				
Unidade 7 - Ensaio de Compressão				
Unidade 8 - Ensaio de Dobramento e de Flexão				
Unidade 9 - Ensaio de Embutimento				
Unidade 10 - Ensaio de Torção				
Unidade 11 - Ensaio de Dureza				
Unidade 12 - Ensaio de Fluência				
Unidade 13 - Ensaio de Fadiga				
Unidade 14 - Ensaio de Impacto				
PARTICULADOS				
Unidade 15 - Amostragem e análises de materiais particulados				

• **TERMODINÂMICA METALÚRGICA**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Termodinâmica Metalúrgica</i>	1ª	CE/Sub	3	120
Unidade 1 - Conceitos Fundamentais				
Unidade 2 - Primeira Lei da termodinâmica				
Unidade 3 - Segunda Lei da termodinâmica				
Unidade 4 - Terceira Lei da termodinâmica				
Unidade 5 - Soluções Metalúrgicas				
Unidade 6 - Balanços Térmico e de Massas				

• **SIDERURGIA I**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Siderurgia I</i>	1ª	CE/ Sub	4	160
METALURGIA GERAL				
Unidade 7 -	Definições gerais metalurgia			
Unidade 8 -	Oxidantes			
Unidade 9 -	Tratamento de Minério			
Unidade 10 -	Fundentes. Combustível			
Unidade 11 -	Aplicações da escória.			
Unidade 12 -	Classificação de combustíveis			
Unidade 13 -	Coque e Carvão vegetal			
Unidade 14 -	Combustíveis líquidos e Combustíveis gasosos			
SIDERURGIA I				
Unidade 15 -	Siderurgia			
Unidade 16 -	Processo de Coqueria			
Unidade 17 -	Processo de Aglomeração de Minério			
Unidade 18 -	Processo de Nodulização e Briquetagem			
Unidade 19 -	Processo de Aglomeração por Sinterização			
Unidade 20 -	Processo de Aglomeração por Pelotização			
Unidade 21 -	Fluxograma de Usinas Siderúrgicas			
Unidade 22 -	Metalurgia do Ferro – Siderurgia			
Unidade 23 -	Alto-Forno			

• **METROLOGIA E DESENHO TÉCNICO**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Metrologia e Desenho Técnico</i>	3ª	CE/ Sub	3	120
DESENHO TÉCNICO				
Unidade 1 -	Introdução			
Unidade 2 -	Desenho Geométrico			
Unidade 3 -	Projeções Ortográficas			
Unidade 4 -	Perspectivas			
Unidade 5 -	Cotagem			

Unidade 6 -	Escalas
Unidade 7 -	Cortes
Unidade 8 -	Seção e encurtamento
Unidade 9 -	Vistas auxiliares
METROLOGIA	
Unidade 10 -	Introdução
Unidade 11 -	Sistemas de Unidades
Unidade 12 -	Instrumentos de medição
Unidade 13 -	Tolerância Dimensional
Unidade 14 -	Estado de Superfície
Unidade 15 -	Tolerância Geométrica

• **CIÊNCIA DOS MATERIAIS**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Ciência dos Materiais</i>	1 ^a	CE/ Sub	2	80
Unidade 1 -	Introdução			
Unidade 2 -	Estrutura Atômica e Ligação Interatômica			
Unidade 3 -	Estrutura Cristalina			
Unidade 4 -	Propriedades Mecânicas			
Unidade 5 -	Diagramas de Fase			
Unidade 6 -	Tipos de Materiais			
Unidade 7 -	Princípio de Seleção de Materiais			

• **PROCESSOS DE FABRICAÇÃO I**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Processos de Fabricação I</i>	1 ^a	CE/ Sub	3	120
FUNDIÇÃO E SOLIDIFICAÇÃO				
Unidade 1 -	Introdução			
Unidade 2 -	Conceitos Fundamentais			
Unidade 3 -	Solubilidade de gases			
Unidade 4 -	Solidificação			
Unidade 5 -	Confecção de Modelos			
Unidade 6 -	Alimentação			

Unidade 7 -	Processos de Fundição
Unidade 8 -	Inspeção e Controle de peças fundidas
Unidade 9 -	Projeto de Peças Fundidas
Unidade 10 -	Areias de Fundição
SOLDAGEM	
Unidade 11 -	Introdução
Unidade 12 -	Processos de Soldagem
Unidade 13 -	Metalurgia da Soldagem
Unidade 14 -	Considerações Finais

• **ESTATÍSTICA APLICADA**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Estatística Aplicada</i>	3 ^a	Integrada	2	80
Unidade 15 -	Elementos de Probabilidade			
Unidade 16 -	Distribuição de Probabilidades			
Unidade 17 -	Tratamento de dados			
Unidade 18 -	Amostragem e Distribuições Amostrais			
Unidade 19 -	Estimação			
Unidade 20 -	Teste de Hipótese e Intervalo de Confiança			
Unidade 21 -	Correlação e Regressão			
Unidade 22 -	Controle Estatístico de Processos			

• **GERENCIAMENTO EMPRESARIAL**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Gerenciamento Empresarial</i>	3 ^a	Integrada	3	120
Unidade 23 -	Conceitos e Fundamentos do Empreendedorismo			
Unidade 24 -	Liderança			
Unidade 25 -	Regras de Mercado			
Unidade 26 -	Plano de Negócios			
Unidade 27 -	Técnicas de Venda			
Unidade 28 -	Relacionamento com Clientes			
Unidade 29 -	Gestão Empresarial			

• **METALURGIA FÍSICA**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Metalurgia Física</i>	2ª	CE/ Sub	4	160
METALURGIA FÍSICA				
Unidade 30 - Revisão de ciência dos materiais.				
Unidade 31 - Imperfeições dos sólidos cristalinos.				
Unidade 32 - Discordâncias				
Unidade 33 - Difusão.				
Unidade 34 - Métodos de endurecimento dos metais				
Unidade 35 - Teoria das Ligas				
Unidade 36 - Diagramas de Equilíbrio				
Unidade 37 - Diagramas de Transformação				
TRATAMENTO TÉRMICO				
Unidade 38 - Tratamentos termofísicos				
Unidade 39 - Têmpera e Revenimento				
Unidade 40 - Tratamentos Termoquímicos				

• **CORROSÃO E PROTEÇÃO DE SUPERFÍCIE**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Corrosão e Proteção de Superfície</i>	2ª	CE/ Sub	2	80
Unidade 1 - Introdução				
Unidade 2 - Oxidação-Redução				
Unidade 3 - Diagramas Pourbaix				
Unidade 4 - Pilhas Eletroquímicas				
Unidade 5 - Mecanismos Básicos				
Unidade 6 - Meios Corrosivos				
Unidade 7 - Heterogeneidades				
Unidade 8 - Corrosão Galvânica				
Unidade 9 - Corrosão Eletrolítica				
Unidade 10 - Corrosão Seletiva				
Unidade 11 - Corrosão Microbiológica				
Unidade 12 - Velocidade de Corrosão				
Unidade 13 - Corrosão a altas temperaturas				
Unidade 14 - Ação Corrosiva da Água				

Unidade 15 -	Inibidores
Unidade 16 -	Revestimentos
Unidade 17 -	Proteção Catódica
Unidade 18 -	Proteção Anódica
Unidade 19 -	Ensaaios de Corrosão

• **METALURGIA DOS NÃO FERROSOS**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Metalurgia dos não ferrosos</i>	2ª	CE/ Sub	2	80
Unidade 1 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino do alumínio. Propriedades e Aplicações do alumínio e suas ligas				
Unidade 2 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino do cobre. Propriedades e Aplicações do cobre e suas ligas				
Unidade 3 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino do zinco. Propriedades e Aplicações do zinco e suas ligas				
Unidade 4 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino do magnésio. Propriedades e Aplicações do magnésio e suas ligas				
Unidade 5 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino do chumbo Propriedades e Aplicações do chumbo e suas ligas				
Unidade 6 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino do estanho				

• **SIDERURGIA II**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Siderurgia II</i>	2ª	CE/ Sub	2	80
SIDERURGIA II				
Unidade 7 - Classificação e Norma dos Aços:				
Unidade 8 - Introdução à Fabricação dos aços:				
Unidade 9 - Pré-tratamento de gusa:				
Unidade 10 - Metalurgia Primária - Processo LD;				
Unidade 11 - Metalurgia Primária - Fornos Elétricos a arco				
Unidade 12 - Metalurgia Secundária				
Unidade 13 - Processo com aquecimento químico : CAS-OB e IR-UT				
Unidade 14 - Processo Forno Panela				
Unidade 15 - Processos a vácuo: VOD e RH				

Unidade 16 -	Processo AOD
Unidade 17 -	Lingotamento dos aços
ELETROSIDERURGIA	
Unidade 18 -	Recapitulação de Eletrotécnica
Unidade 19 -	O Arco Elétrico
Unidade 20 -	O Circuito elétrico nos fornos elétricos a arco
Unidade 21 -	Levantamento das curvas características
Unidade 22 -	Eletrodos
Unidade 23 -	Fornos elétricos a arco submerso
Unidade 24 -	Fornos elétricos a arco direto
PRODUTOS SIDERÚRGICOS	
Unidade 25 -	Aços inoxidáveis.
Unidade 26 -	Fenômeno de corrosão.
Unidade 27 -	Corrosão sob tensão.
Unidade 28 -	União dos aços inox.
Unidade 29 -	Soldabilidade.
Unidade 30 -	Aplicação dos aços Silícios e Carbono

• **PROCESSOS DE FABRICAÇÃO II**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
<i>Processos de Fabricação II</i>	2ª	CE/ Sub	3	120
CONFORMAÇÃO MECÂNICA				
Unidade 1 -	Introdução			
Unidade 2 -	Fundamentos da conformação mecânica dos metais			
Unidade 3 -	Aspectos metalúrgicos na conformação mecânica dos metais			
Unidade 4 -	Laminação			
Unidade 5 -	Forjamento			
Unidade 6 -	Trefilação e extrusão			
Unidade 7 -	Conformação de chapas metálicas			
Unidade 8 -	Metalurgia do pó			
USINAGEM				
Unidade 9 -	Introdução			
Unidade 10 -	Grandezas físicas no processo de corte			
Unidade 11 -	Nomenclatura e geometria das Ferramentas de corte			
Unidade 12 -	Formação e controle do cavaco			

- | | |
|--------------|-------------------------------|
| Unidade 13 - | Processos de usinagem |
| Unidade 14 - | Parâmetros da usinagem |
| Unidade 15 - | Fluidos de corte |
| Unidade 16 - | Condições econômicas de corte |
| Unidade 17 - | Integridade superficial |

**IX - PROGRAMAS DO CURSO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL TÉCNICA EM METALURGIA –
PARTE ESPECÍFICA**• **CIÊNCIA DOS MATERIAIS**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Ciência dos Materiais	1ª	CE/ Sub	2	80

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Reconhecer a importância da indústria de materiais no cenário nacional;
- Conhecer os principais materiais e suas características;
- Conhecer os tipos de ligação entre os materiais assim como as formas como estes se organizam;
- Conhecer aspectos microestruturais dos materiais
- Compreender os diagramas de fase assim como sua importância no processo produtivo;
- Compreender as relações entre o processo produtivo, a estrutura dos materiais e suas propriedades;
- Conhecer aspectos econômicos e ambientais envolvidos na ciência e tecnologia dos materiais;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Introdução

- 1.1. Perspectiva Histórica
- 1.2. Ciência e Tecnologia dos Materiais
- 1.3. Classificação dos materiais
- 1.4. O curso de Metalurgia no CEFET MG
- 1.5. Usinas Siderúrgicas Integradas
- 1.6. Fluxo de produção - Estudo de Caso

Unidade 2 - Estrutura Atômica e Ligação Interatômica

- 2.1. Conceitos Fundamentais
- 2.2. Elétrons nos átomos
- 2.3. Tabela Periódica
- 2.4. Forças e Energias de Ligação
- 2.5. Tipos de ligações químicas

Unidade 3 - Estrutura Cristalina

- 3.1. Conceitos Fundamentais

3.2. Células Unitárias 3.3. Estruturas Cristalinas dos Metais e das Cerâmicas 3.4. Cálculos de Densidade 3.5. Polimorfismo e alotropia 3.6. Materiais monocristalinos e policristalinos 3.7. Anisotropia 3.8. Sólidos Não-Cristalinos
Unidade 4 - Propriedades Mecânicas 4.1. Comportamento Tensão-Deformação 4.2. Comportamento Mecânico dos Metais 4.3. Comportamento Mecânico das Cerâmicas 4.4. Comportamento mecânico dos polímeros
Unidade 5 - Diagramas de Fase 5.1. Definições e Conceitos Básicos 5.2. Diagramas de Fase em Condições de Equilíbrio 5.3. O Sistema Ferro-Carbono
Unidade 6 - Tipos de Materiais 6.1. Materiais Metálicos 6.2. Materiais Poliméricos 6.3. Materiais Cerâmicos 6.4. Compósitos 6.5. Semicondutores 6.6. Materiais Naturais
Unidade 7 - Princípio da seleção de materiais 7.1. Escolha do material 7.2. Escolha do processo de fabricação 7.3. Aspectos Econômicos e Ambientais

Bibliografia

- CALLISTER JR., W. D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais**, Rio de Janeiro:LTC, 2006, 2^a ed.
- VAN VLACK, L. H. **Princípios de Ciência e Tecnologia dos Materiais**, 7a ed., 1988.
- MOFFATT, W. G., PEARSALL, G. W. & WULFF, J. **Ciência dos Materiais: Estrutura**, Rio de Janeiro: LTC, 1972, Vol. 1
- SMITH, W. F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. Tradução e revisão técnica de Maria Emilia Rosa Lisboa : McGraw-Hill, 1998, 3^a ed
- ASKELAND, S.I. **The science and engineering of materials**. adaptação de Frank Haddleton, Phil Green e Howard Robertson. Londres: Chapman & Hall, 1996, 3^a ed

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA

Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____ / ____ / ____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

Laboratório para a Disciplina

Laboratório: Metalografia e Tratamento Térmico		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Lixadeira Metalográfica Manual MAX-S	2
2	Bancada Retangular 120x180	2
3	Secador p/ cabelo 1200W	1
4	Cadeira Giratória	1
5	Politriz Motorizada APL C/2 VEL	3
6	Microscópio Metalúrgico (Optech)	1
6	Placa aquecedora p/ laboratório marca GP-Científica	1
8	Forno elétrico tipo Mufla 4900W	1
9	Dispositivo para ensaio Jominy	1

• **SIDERURGIA I**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Siderurgia I	1ª	CE/ Sub	4	160

OBJETIVOS GERAIS

Ao final da série, o aluno deverá ser capaz de:

- Compreender os principais processos de lavra e beneficiamento mineral.
- Apresentar tanto os fundamentos científicos como os processos tecnológicos de redução dos minérios de ferro, obtendo-se como produto: o ferro gusa e o ferro esponja e como subprodutos, gás de topo, escórias e pós.
- Mostrar os contextos mundial e brasileiro do mercado dos produtos siderúrgicos.
- Identificar os principais processos pré-extrativos aplicados aos minérios previamente à extração de seu metal.
- Identificar os principais componentes de uma COQUERIA, SINTERIZAÇÃO, PELOTIZAÇÃO e um ALTO-FORNO e reatores que usam reações de redução direta.
- Analisar os aspectos termodinâmicos e cinéticos das reações metalúrgicas envolvidas nesses processos.
- Interpretar as principais variáveis de uma instalação siderúrgica na fase de extração do metal a partir de seu minério.
- Valorizar o conhecimento como instrumento de transformação social.

TRATAMENTO DE MINÉRIOS

Unidade 1 - Tratamento de minérios

- 1.1 Mineralogia
- 1.2 Lavra
- 1.3 Cominuição
- 1.4 Peneiramento
- 1.5 Espessamento
- 1.6 Filtragem
- 1.7 Separação Magnética

SIDERURGIA

Unidade 2 - Siderurgia

- 2.1 Conceitos e definição
- 2.2 Processos pré-extrativos
- 2.3 Secagem
- 2.4 Desidratação
- 2.5 Calcinação
- 2.6 Tostação/Ustulação

Unidade 3 - Processo de coqueria

- 3.1 Conceitos e definição sobre coqueria e coque

<p>3.2 Aplicação do coque metalúrgico</p> <p>3.3 Carvão mineral e carvão coqueificáveis</p> <p>3.4 Carvão mineral de origem nacional</p> <p>3.5 Características químicas e físicas analisadas nos carvões coqueificáveis</p> <p>3.6 Fases de coqueificação</p> <p>3.7 Produtos obtidos a partir da destilação do carvão mineral</p> <p>3.8 Transformação do carvão durante a coqueificação</p> <p>3.9 Preparação do carvão – estocagem, cominuição e blendagem</p> <p>3.10 Características da mistura de carvão</p> <p>3.11 Fluxograma de uma coqueria</p> <p>3.12 Operação de retorta</p> <p>3.13 Extinção do coque e as vantagens e desvantagens entre a extinção a úmido e a seco</p> <p>3.14 Tratamento do coque</p> <p>3.15 Características químicas e físicas analisadas no coque metalúrgico</p> <p>3.16 Cálculo de produção de uma coqueria</p>
<p>Unidade 4 - Processo de aglomeração de minério</p> <p>4.1 Tipos de processos de aglomeração do minério de ferro</p> <p>4.2 Objetivos dos processos de aglomeração de minérios para a mineração e siderurgia</p> <p>4.2.1 Processo de nodulização</p> <p>4.2.2 Processo de briquetagem</p> <p>4.2.3 Processo de sinterização</p> <p>4.2.4 Processo de pelotização</p>
<p>Unidade 5 - Processo de nodulização e briquetagem</p> <p>5.1 Definição dos processos</p> <p>5.2 Vantagens dos processos</p>
<p>Unidade 6 - Processo de aglomeração por sinterização</p> <p>6.1 Definição e finalidades do processo</p> <p>6.2 Esquema simplificado do princípio de sinterização</p> <p>6.3 Fluxograma de uma usina de sinterização</p> <p>6.4 Tipos de sinteres</p> <p>6.5 Características exigidas para o sinter metalúrgico</p> <p>6.6 Etapas/fases de sinterização</p> <p>6.7 Composição da mistura a sinterizar</p> <p>6.8 Processo de sinterização Greenawalt e processo Dwigght-Lloyd</p> <p>6.9 Preparação da matéria prima, deposição na maquina de sinterizar</p> <p>6.10 Mecanismo de sinterização</p> <p>6.11 Fenômenos químicos e físicos do processo</p> <p>6.12 Camada de forramento ou falsa grelha e suas vantagens no processo</p> <p>6.13 Perfil térmico do leito de sinterização</p> <p>6.14 Reações que ocorrem durante o desenvolvimento do processo</p> <p>6.15 Tratamento do sinter/ Classificação granulométrica</p> <p>6.16 Resfriamento do sinter</p> <p>6.17 Controle de qualidade/ Testes comuns ao sinter</p>
<p>Unidade 7 - Processo de aglomeração por pelotização</p> <p>7.1 Conceitos e definições</p> <p>7.2 Finalidades do processo</p> <p>7.3 Classificação das pelotas quanto ao processo de redução</p> <p>7.4 Classificação das pelotas quanto a basicidade e quanto ao teor de sílica</p>

7.5 Desenvolvimento das técnicas de pelotização
7.6 Mercado de Pelotização no Brasil
7.7 Fluxogramas de uma unidade pelotizadora
7.8 Tipos de processo de pelotização
7.9 Fases/etapas do processo de pelotização
7.9.1 Preparação da matéria prima
7.9.1.1 Minério/estocagem
7.9.1.2 Concentração
7.9.1.3 Homogeneização
7.9.1.4 Moagem
7.9.1.5 Classificação granulométrica da polpa
7.9.1.6 Espessamento
7.9.1.7 Homogeneização da polpa
7.9.1.8 Filtragem
7.9.1.9 Prensagem
7.9.1.10 Adições de aglomerantes
7.9.2 Fase do pelotamento
7.9.2.1 Formação das pelotas cruas
7.9.2.2 Classificação granulométrica das pelotas cruas
7.9.3 Fase/etapas do processo térmico ou queima das pelotas
7.9.3.1 Secagem
7.9.3.2 Pré-aquecimento ou pré-queima
7.9.3.3 Queima das pelotas.
7.9.3.4 Resfriamento pós queima
7.9.3.4 Classificação das pelotas queimadas
7.10 Perfil térmico do forno de queima das pelotas
7.11 Controle de qualidade/testes comuns ao sinter e pelotas
Unidade 8 - Fluxograma de usinas siderúrgicas
8.1 Conceitos e objetivos
8.2 Usinas siderúrgicas não-integradas
8.3 Usinas siderúrgicas semi-integradas
8.4 Usinas siderúrgicas integradas
Unidade 9 - Metalurgia do ferro – siderurgia
9.1 Conceitos e definições
9.2 Minério de ferro
9.3 Matérias primas e combustíveis
9.4 Processo de redução dos óxidos de ferro contidos nos minérios de ferro
9.4.1 Alto-forno
9.4.2 Forno elétrico de redução
9.4.3 Redução direta
9.5 Produtos metálicos e subprodutos obtidos
9.5.1 Ferro gusa ou gusa líquido
9.5.2 Escória
9.5.3 Gás de alto forno
9.5.4 Pó de alto forno
Unidade 10 - Alto-forno
10.1 Introdução ao processo de alto-forno
10.2 Equipamentos de descarga e pesagem de matérias primas

10.3	Generalidades do processo
10.4	Partes essenciais de um alto-forno
10.4.1	Topo ou goela
10.4.2	Cuba
10.4.3	Ventr
10.4.4	Rampa
10.4.5	Cadinho
10.5	Volumes de um alto-forno. (Stock-Line, Volume Total, Volume Interno, Volume Útil)
10.6	Composição da carga metálica para o alto-forno
10.7	Comportamento da carga no interior do forno
10.8	Características das zonas internas do alto-forno (Zona Granular, Zona Coesiva, Zona Ativa de Coque, Zona Úmida)
10.9	Funcionamento do alto-forno e suas reações (com o coque, com o minério, sinter ou pelotas)
10.10	Sistema de carregamento do alto-forno
10.11	Reações do processo
10.12	Área de corrida-vazamento e transporte do produto

Bibliografia	
ARAÚJO, Luiz Antonio.	Manual da Siderurgia. 1V. 500p. Editora LEMA LTDA. 1997. São Paulo.
CAMPOS FILHO, Mauricio Prates.	Introdução a Metalurgia e Siderurgia. 1. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. Editora S. A 1981.
CHIAVERINI, Vicente.	Tecnologia Mecânica. 2 ed. SP. 1986.
APOSTILA – Curso.	ABM – Associação Brasileira de Metais. 1 ed. São Paulo.
BRADASCHIA, Clovis.	Siderurgia para Não Siderurgista – Curso. 1 ed. ABM. São Paulo, 1986.
MOURÃO, M.B. et al.	Introdução à Siderurgia. São Paulo: ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 2007, 428p.

Metodologias de Ensino
Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação
Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM _____ / _____ / _____
--

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

• **METALURGIA FÍSICA**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Metalurgia Física	2 ^a	CE/ Sub	4	160

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Conhecer e aplicar as técnicas de macrografia e de micrografia para a análise microestrutural dos materiais de aços comuns e das ligas de cobre e de zinco;
- Compreender a relação entre as imperfeições dos sólidos e as propriedades mecânicas;
- Conhecer o processo de difusão dos materiais metálicos;
- Conhecer e aplicar as normas ABNT, SAE, AISI e DIN para a nomenclatura das ligas metálicas;
- Compreender os mecanismos de aumento da resistência mecânica dos materiais metálicos;
- Compreender os conceitos associados às transformações de fase;
- Compreender a necessidade de uso dos principais tipos de tratamentos térmicos;
- Conhecer as variáveis de processo mais importantes para a execução dos tratamentos térmicos dos materiais;
- Identificar a relação entre os processos de tratamentos térmicos e as propriedades dos materiais.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 – Revisão ciência dos materiais 1.1. Materiais cristalinos e não-cristalinos 1.2. Principais tipos de estruturas cristalinas 1.3. Cálculo do fator de empacotamento atômico
Unidade 2 - Imperfeições dos sólidos cristalinos 2.1. Defeitos pontuais 2.2. Defeitos interfaciais 2.3. Defeitos lineares
Unidade 3 - Contornos de grão 3.1. Técnicas de medição do tamanho do grão 3.2 Equação Hall-Petch
Unidade 4 – Discordâncias

4.1. Conceitos básicos 4.2. Sistemas de escorregamento 4.3. Deformação plástica em policristais 4.4. Propriedades mecânicas x discordâncias 4.5. Deformação por maclagem
Unidade 5 – Difusão 5.1. Mecanismos de difusão 5.2. Difusão no estado estacionário e não estacionário 5.3. Variáveis que influenciam a difusão
Unidade 6 – Métodos de endurecimento dos metais 6.1. Aumento da resistência mecânica pela redução do tamanho de grão 6.2. Aumento da resistência mecânica por solução sólida 6.3. Aumento da resistência mecânica por encruamento 6.4. Aumento de resistência mecânica por precipitação
Unidade 7 - Teoria das ligas 7.1. Conceitos e terminologia 7.2. Classificação das ligas 7.3. Conceito de fases e de constituintes 7.4. Composto químico 7.5. Especificação da porcentagem em peso e atômica
Unidade 8 – Diagrama de equilíbrio 8.1. Diagrama Ferro – Carboneto de Ferro (Fe-Fe ₃ C) 8.2. Fases e Constituintes 8.3. Revisão metalografia 8.4. Aços 8.5. Ferros Fundidos
Unidade 9 - Diagramas de Transformação 9.1. Diagramas Transformação-Tempo-Temperatura:TTT; 9.2. Diagramas Transformação por Resfriamento Contínuo: TRC.
Unidade 10 - Tratamentos Termofísicos 10.1. Recozimento total e de homogeneização 10.2. Normalização 10.3. Esferoidização ou coalescimento
Unidade 11 - Tratamentos Termofísicos: têmpera e revenimento 11.1. Têmpera superficial 11.2. Temperabilidade 11.3. Ensaio Jominy 11.4. Meios de resfriamento 11.5. Defeitos de peças temperadas 11.6. Propriedades mecânicas dos aços temperados 11.7. Revenimento: definições, relação com as propriedades mecânicas e fragilização.
Unidade 12 - Tratamentos Termoquímicos 12.1. Cementação 12.2. Nitretação 12.3. Cianetação e carbonitretação

Bibliografia

CALLISTER, W.D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 589 p.

MOFFATT, W. G. & PEARSALL, G. W. & WULFF, J. **Ciência dos Materiais: Estrutura**, Rio de Janeiro: LTC, 1972, Vol. 1

ASKELAND, D.R. **The science and engineering of materials**. Adaptação de Frank Haddleton, Phil Green e Howard Robertson. Londres: Chapman & Hall, 1996, 3ª ed.

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**. S. Paulo; 1977.

COLPAERT, H. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns**. S.Paulo, Edgard Blucher; 1974.

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA

Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

Laboratório para a Disciplina

Laboratório: Metalografia e Tratamento Térmico		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Lixadeira Metalográfica Manual MAX-S	2
2	Bancada Retangular 120x180	2
3	Secador p/ cabelo 1200W	1
4	Cadeira Giratória	1
5	Politriz Motorizada APL C/2 VEL	3
6	Microscópio Metalúrgico (Optech)	1

6	Placa aquecedora p/ laboratório marca GP-Científica	1
8	Forno elétrico tipo Mufla 4900W	1
9	Dispositivo para ensaio Jominy	1

• **TERMODINÂMICA METALÚRGICA**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Termodinâmica Metalúrgica	1ª	CE/ Sub	3	120

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Compreender os conceitos básicos relativos à termodinâmica aplicada a processos metalúrgicos
- Compreender os conceitos básicos relativos à 1ª, 2ª e 3ª leis da termodinâmica.
- Compreender balanços de massa e térmicos
- Definir os vários tipos de soluções de interesse na metalurgia
- Compreender os conceitos básicos relativos a físico-química aplicada a processos metalúrgicos

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Conceitos Fundamentais

- 1.1. Mol
- 1.2. Lei dos gases ideais
- 1.3. Estequiometria de reações químicas
- 1.4. Balanços de Massa
- 1.5. Aplicações dos balanços de massa ao alto-forno
- 1.6. Aplicações dos balanços de massa ao convertedor LD

Unidade 2 - Primeira Lei da termodinâmica

- 2.1. Definição e Utilização da entalpia
- 2.2. Tipos de entalpia
- 2.3. Primeira Lei da Termodinâmica
- 2.4. Aplicações da primeira lei a processos industriais

Unidade 3 - Segunda e Terceira Lei da termodinâmica

- 3.1. Entropia
- 3.2. Segunda Lei da termodinâmica
- 3.3. Aplicação da segunda lei da termodinâmica
- 3.4. Energia Livre
- 3.5. Princípio de Le Chatelier
- 3.6. Potencial de Oxigênio
- 3.7. Aplicação do Potencial de Oxigênio

<p>Unidade 4 - Soluções Metalúrgicas</p> <p>4.1. Definições</p> <p>4.2. Solução Ideal</p> <p>4.3. Soluções não-ideais</p> <p>4.4. Soluções diluídas</p> <p>4.5. Soluções regulares</p>
<p>Unidade 5 - Balanços Térmico e de Massa</p> <p>5.1. Definição de velocidade de reação</p> <p>5.2. Equação geral de balanço Molar</p> <p>5.3. Reatores Industriais no setor metalúrgico</p> <p>5.4. Aplicações de balanços térmico e de massa a processos metalúrgicos</p>

Bibliografia
JORDAN, Ivo. Físico-Química , São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2000, 4ª edição.
CASTELAN, G. Fundamentos de Físico-Química , Rio de Janeiro: LTC, 2003.
LEVENSPIEL, O. Engenharia das Reações Químicas , Editora Edgard Blücher, São Paulo:2000, 3ª edição

Metodologias de Ensino
Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo.

Recursos de Avaliação
Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____ / ____ / ____

DE ACORDO:	
COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

- **ESTATÍSTICA APLICADA**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Estatística Aplicada	2ª	CE/ Sub	2	80

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Conhecer as principais técnicas de coleta, amostragem e tratamento de dados estatísticos;
- Conhecer as principais ferramentas de análise de dados estatísticos;
- Compreender a importância da análise estatística na tomada de decisões;
- Interpretar diagramas de controle estatístico;
- Aplicar os conhecimentos aprendidos a processos industriais.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Elementos de Probabilidade 1.1. Introdução 1.2. Cálculo de Probabilidades
Unidade 2 - Distribuição de Probabilidades 2.1. Conceitos Fundamentais 2.2. Uso de tabelas de distribuição
Unidade 3 - Tratamento de Dados 3.1. Média 3.2. Mediana 3.3. Desvio Padrão 3.4. Variância
Unidade 4 - Amostragem e Distribuições Amostrais 4.1. Conceito de amostragem 4.2. Cálculo do tamanho da amostra 4.3. Distribuição Normal 4.4. Distribuição Binomial 4.5. Distribuições Diversas
Unidade 5 - Estimação 5.1. Definições e Conceitos Básicos 5.2. Estimação de valores
Unidade 6 - Teste de Hipótese e Intervalo de Confiança 6.1. Comparação de médias 6.2. Comparação de tendência 6.3. Cálculo do Intervalo de Confiança
Unidade 7 - Correlação e Regressão 7.1. Correlação de dados 7.2. Regressão Linear
Unidade 8 - Controle Estatístico de Processos 8.1. Definições

8.2. Diagramas de dispersão
8.3. Tomada de decisões baseadas em análises de dados

Bibliografia
HINES, William W.; BORROR, Connie M.; MONTGOMERY, Douglas C.; GOLDSMAN, David M. Probabilidade e Estatística na Engenharia . LTC, 4ª edição, 2006.
MEYER, Paul L. Probabilidade: aplicações à estatística . LTC, 2ª edição, 2000.
PAPOULIS, Athanasios; PILLAI, Unnikrishna. Probability, Random Variables and Stochastic Processes . McGraw-Hill, 4th edition, 2001.
SPIEGEL, Murray R.; SCHILLER, John; SRINIVASAN, R. Alu. Probabilidade e Estatística . Bookman, 1ª edição, 2004.

Metodologias de Ensino
Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação
Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:	
COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

• **GERENCIAMENTO EMPRESARIAL**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Gerenciamento Empresarial	2ª	CE/ Sub	3	120

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Conhecer as principais ferramentas gerenciais.
- Desenvolver habilidades de liderança.
- Entender as regras de mercado.
- Ser capaz de criar um plano de negócios.
- Conhecer as regras de relacionamento com o cliente e técnicas de venda.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Conceitos e Fundamentos do Empreendedorismo

- 1.1. Introdução
- 1.2. O Empreendedorismo
- 1.3. O Empreendedorismo no Brasil
- 1.4. Políticas públicas de fomento ao empreendedorismo.

Unidade 2 - Liderança

- 2.1. Conceitos Fundamentais
- 2.2. Diferenças entre Liderança e Chefia
- 2.3. Habilidades de um líder
- 2.4. Motivação e Relacionamento Interpessoal

Unidade 3 - Regras de Mercado

- 3.1. Introdução
- 3.2. Lei da Oferta e da Procura
- 3.3. Conceitos de Qualidade
- 3.4. Prazos

Unidade 4 - Plano de Negócios

- 4.1. Criação de um plano de negócios
- 4.2. Análise dos pontos fortes e pontos fracos do negócio

Unidade 5 - Técnicas de Venda

- 5.1. Como conquistar e manter um cliente
- 5.2. Políticas de venda
- 5.3. Técnicas de negociação

Unidade 6 - Relacionamento com Clientes

- 6.1. Desenvolvimento de uma política de relacionamento com os clientes
- 6.2. Pesquisa de satisfação de clientes
- 6.3. Principais canais de contato com clientes

Unidade 7 - Gestão Empresarial

- 7.1. Noções básicas de contabilidade empresarial
- 7.2. Noções de direito empresarial
- 7.3. Noções de gestão de recursos humanos
- 7.4. Noções de gestão de patrimônio

Bibliografia

SOTO, H. **O Mistério do Capital. Porque o Capitalismo dá certo nos Países Desenvolvidos e fracassa no resto do Mundo.** Rio/SP: Record. 1ª Edição, 2001.

PNUD. Programa de Microcrédito no Brasil. Brasília. PNUD, 2002.

Metodologias de Ensino
Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação
Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:	
COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

• **SIDERURGIA II**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Siderurgia II	2ª	CE/ Sub	2	80

OBJETIVOS GERAIS
<p>Ao concluir este módulo o aluno deverá:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer as normas, nomes e aplicação dos aços; ▪ Conhecer a influência dos elementos de ligas na aplicação dos aços; ▪ Conhecer o histórico e desenvolvimento da técnica de fabricação de aço; ▪ Reconhecer os principais equipamentos envolvidos na fabricação do aço; ▪ Conhecer os processos e etapas na fabricação de aço líquido e produtos de uma aciaria; ▪ Relacionar as limitações das matérias-primas, equipamentos e processos com o tipo de aço a ser produzido;

- Aliar os conhecimentos teóricos com a prática em visitas a aciarias das empresas siderúrgicas da região;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Classificação e Norma dos Aços

- 1.1. Classificação
- 1.2. Normas Técnicas
- 1.3. Influência dos elementos de ligas nas propriedades
- 1.3. Nomenclatura dos aços

Unidade 2 - Introdução à Fabricação dos aços

- 2.1. Histórico
- 2.2. Processos Bessemer e Siemens-Martin
- 2.3. Algumas propriedades de interesse em metais líquidos

Unidade 3 - Pré-tratamento de gusa

- 3.1. Objetivos
- 3.2. O Carro-torpedo
- 3.3. Matérias-primas
- 3.4. Reações envolvidas
- 3.5. Processos de tratamento de gusa

Unidade 4 - Refino Primário - Processo LD

- 4.1. Objetivo
- 4.2. Desenvolvimento do processo
- 4.3. Equipamento
- 4.4. Matérias-primas e insumos
- 4.5. Revestimento refratário
- 4.6. Operação
- 4.7. Reações
- 4.8. Padrão de sopro
- 4.9. Tendências no processo LD

Unidade 5 - Refino Primário - Fornos Elétricos a arco

- 5.1. Objetivo
- 5.2. Equipamento
- 5.3. Matérias-primas, insumos e sucata
- 5.4. Revestimento refratário
- 5.5. Eletrodo de grafite
- 5.6. Conceitos de circuito elétrico
- 5.5. Operação
- 5.7. Reações
- 5.8. Tendências

Unidade 6 - Refino Secundário

- 6.1. Conceitos fundamentais
- 6.2. Técnicas utilizadas
- 6.3. Controle da desoxidação
- 6.4. Ajuste da composição química
- 6.5. Aquecimento do banho metálico
- 6.6. Controle da limpidez do aço
- 6.7. Características das escórias

6.8. Agitação do banho metálico 6.9. Dessulfuração 6.10. Metalurgia do vácuo 6.11. Equipamentos de refino secundário
Unidade 7 - Processos com aquecimento químico: CAS-OB e IR-UT 7.1. Objetivo 7.2. Equipamento 7.3. Processos 7.4. Vantagens e limitações
Unidade 8 - Processo Forno Panela 8.1. Objetivo 8.2. Equipamento 8.3. Processo 8.4. Vantagens e limitações
Unidade 9 - Processos a vácuo: VOD e RH 9.1. Objetivo 9.2. Equipamento 9.3. Processo 9.4. Vantagens e limitações
Unidade 10 - Processo AOD 10.1. Objetivo 10.2. Princípios da fabricação de aços inoxidáveis 10.3. Equipamento 10.4. Processo 10.5. Vantagens e limitações
Unidade 11 - Lingotamento dos aços 11.1. Tipos de lingotamentos 11.2. Lingotamento convencional (equipamentos, processo, estrutura do lingote) 11.3. Lingotamento contínuo (equipamentos, processo, solidificação) 11.4. Defeitos de lingotamento
Unidade 12 - Controle ambiental na fabricação dos aços 12.1. Sistemas de despoejamento 12.2. Tratamento de efluentes 12.3. Tratamento de escória 12.4. Tratamento de resíduos 12.5. Reciclagem dos efluentes, escórias e resíduos

Bibliografia

- RIZZO, E. M. S. **Introdução aos processos de refino primário dos aços nos convertedores a oxigênio**, São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2006, 1^a edição.
- RIZZO, E. M. S. **Introdução aos processos de refino primário dos aços nos Fornos Elétricos a arco**, São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2006, 1^a edição
- RIZZO, E. M. S. **Introdução aos processos de refino secundário dos aços**, São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2006, 1^a edição

RIZZO, E. M. S. **Introdução aos processos de lingotamento dos aços**, São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2006, 1ª edição

ARAÚJO, L. A. **Manual de Siderurgia**, São Paulo, Editora Arte e Ciência, 1997

MOURÃO, M.B. et al. **Introdução à Siderurgia**. São Paulo: ABM - Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 2007, 428p.

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA

Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____ / ____ / ____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

• **PROCESSOS DE FABRICAÇÃO I**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Processos de Fabricação I	1ª	CE/ Sub	3	120

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Reconhecer a importância dos principais processos de fundição e de soldagem no setor industrial;

- Compreender as propriedades de interesse envolvidas nos processos de fundição;
- Compreender os mecanismos envolvidos na solidificação dos materiais;
- Conhecer e aplicar os principais processos de fundição: cera perdida, moldes permanentes e shell molding (molde em casca);
- Conhecer aspectos de interesse no projeto de moldes e peças fundidas;
- Relacionar os efeitos dos processos de fundição e de soldagem na microestrutura e nas propriedades do material;
- Compreender e aplicar a importância da análise e inspeção de peças fundidas;
- Conhecer aspectos ambientais envolvidos em processos de fundição;
- Reconhecer e compreender os principais tipos de soldagem;
- Compreender e associar os conceitos metalúrgicos às características dos produtos soldados;
- Reconhecer as principais técnicas de mecanização e controle de qualidade de peças soldadas.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

FUNDIÇÃO E SOLIDIFICAÇÃO

Unidade 1 - Introdução

- 1.1. Resumo dos processos de conformação mecânica dos metais
- 1.2. Contexto histórico das operações de fundição

Unidade 2 - Conceitos Fundamentais

- 2.1. Etapas do processo de fundição
- 2.2. Aspectos gerais: vantagens e desvantagens da fundição

Unidade 3 - Solubilidade de gases

- 3.1. Solubilidade de gases em metais líquidos e sólidos
- 3.2. Efeitos dos gases dissolvidos nas propriedades do produto do fundido
- 3.3. Processos de eliminação de gases dissolvidos

Unidade 4 - Solidificação

- 4.1. Nucleação e crescimento
- 4.2. Solidificação de ligas mono e polifásicas
- 4.4. Macroestruturas de solidificação
- 4.5. Heterogeneidades de solidificação

Unidade 5 - Confecção de Modelos

- 5.1. Definições: tipos de modelos
- 5.2. Técnicas de confecção dos modelos
- 5.3. Equipamentos
- 5.4. Marcações e caixas de macho

Unidade 6 - Alimentação

- 6.1. Definições: técnicas de alimentação
- 6.2. Dimensionamento de canais
- 6.3. Canais alimentadores e massalotes
- 6.4. Tipos de massalotes

Unidade 7 - Processos de Fundição

- 7.1. Fundição em areia verde
- 7.2. Fundição em areia seca
- 7.3. Fundição em casca
- 7.4. Fundição shell molding (em casca)
- 7.5. Fundição em cera perdida

7.6. Fundição em moldes permanentes 7.7. Fundição sob pressão 7.8. Fundição centrífuga 7.9. A escolha do processo de fundição
Unidade 8 - Inspeção e Controle de peças fundidas 8.1. Principais tipos de defeitos das peças fundidas 8.2. Métodos de inspeção 8.3. Recuperação de peças fundidas
Unidade 9 - Projeto de Peças Fundidas 9.1. Considerações gerais 9.2. Projetos visando aspectos funcionais e as características do material
Unidade 10 - Aspectos Ambientais 10.1. Classificação dos resíduos gerados no processo de fundição 10.2. Uso dos resíduos sólidos
SOLDAGEM
Unidade 11 - Introdução 11.1. Definições dos principais processos de união dos metais 11.2. Classificação dos processos de soldagem 11.3. Segurança na soldagem
Unidade 12 - Processos de Soldagem 12.1. Arco elétrico: definições 12.2. Soldagem por eletrodos revestidos 12.3. Processo TIG 12.4. Processos MIG/MAG 12.5. Tipos de transferência metálica 12.6. Soldagem oxiacetilênica 12.7. Soldagem por arco submerso 12.8. Soldagem por deformação 12.9. Brasagem 12.10. Oxicorte e processos afins 12.11. Processos não-convencionais de soldagem
Unidade 13 - Metalurgia da soldagem 13.1. Transferência de calor 13.2. Solidificação da poça de fusão 13.3. Transformações no estado sólido de aços de baixo teor de carbono 13.4. Descontinuidades na soldagem
Unidade 14 - Considerações finais 14.1. Automação na soldagem 14.2. Controle da qualidade de produtos soldados 14.3. Previsão de custos nos processos de soldagem

Bibliografia
SIEGEL, M. Fundição , São Paulo: Associação Brasileira de Materiais, 1977, 9ª edição.
LAING, J. ROLFE, R. T. A manual of foundry practice . Londres: Chapman & Hall, 1948, 2a ed
SYLVIA, J. GERIN. Cast metals technology , Massachusetts: Addison-Wesley, 1972
MARQUES, P. V. , MODENESI, P. J., BRACARENSE, A. Q. Soldagem: fundamentos e tecnologia . Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
WAINER, E. Soldagem: Processos e Metalurgia . Editora Edgard Blücher. São Paulo: 2004

DRAPINSKI, J. **Elementos de soldagem: Manual prático de oficina**. São Paulo: McGraw-Hill, 1979.

Metodologias de Ensino
Aulas expositivas; Aulas Práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação
Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____ / ____ / ____

DE ACORDO:	
COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

Laboratório para a Disciplina		
Laboratório: Fundição		Postos de trabalho: 15 (deve ser construído)
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Forno elétrico para temperatura aquecimento de até 2000°C	1
2	Óculos de segurança	30
3	Avental de raspa de couro	30
4	Bancadas	1
5	Luvas de raspa de couro	30
6	Bancada para armazenamento de modelos e de moldes	2
7	Cadinhos	3
Laboratório: Soldagem		Postos de trabalho: 15 (deve ser construído)
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Estufa aquecedora de eletrodos	1
2	Óculos de segurança	10
3	Avental de raspa de couro	3
4	Bancos de madeira	5
5	Luvas de raspa de couro	3
6	Dispositivo para soldagem TIG (com defeito)	1
7	Fonte de energia 50/60Hz, 220V	2
8	Tocha soldagem eletrodos revestidos	1
9	Tocha soldagem TIG	1

• **ENSAIOS DE MATERIAIS**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Ensaaios de Materiais	1ª	CE/ Sub	3	120

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Reconhecer a importância da caracterização morfológica dos materiais metálicos na sociedade;
- Compreender a técnica de macrografia, os equipamentos envolvidos e as informações por ela fornecidas;
- Conhecer imagens macroscópicas de fraturas metálicas;
- Compreender a técnica de microscopia, os equipamentos envolvidos e as informações por ela fornecidas;
- Conhecer imagens microscópicas de produtos siderúrgicos comuns;
- Conhecer imagens microscópicas de materiais não-ferrosos
- Diferenciar propriedades físicas e químicas
- Diferenciar elasticidade, plasticidade e resistência mecânica
- Diferenciar ensaios mecânicos estáticos e cíclicos
- Realizar os ensaios mecânicos de: tração, flexão, compressão; dobramento e flexão, embutimento, torção, dureza, fluência, fadiga, impacto.
- Realizar amostragem e análise granulométrica de particulados.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Noções Preliminares de Metalografia

- 1.1. Aços e ferros fundidos
- 1.2. Ferro Puddled
- 1.3. Ferro de pacote
- 1.4. Ferro esponja
- 1.5. Ferro Eletrolítico
- 1.6 Ferro-Ligas
- 1.7. Heterogeneidades dos aços
- 1.1. Não-Ferrosos

Unidade 2 - Macrografia

- 2.1. Definições
- 2.2. Preparo de corpos de prova
- 2.3. Exame e interpretação do resultado de ataque
- 2.4. Escopo dos exames macrográficos
- 2.5. Estudos de Caso

Unidade 3 - Micrografia

- 3.1. Definição
- 3.2. Alotropia do ferro

3.3. Técnica e equipamentos de micrografia 3.4. Constituintes dos aços carbono 3.5. Avaliação do teor de carbono 3.6. Impurezas do aço 3.7. Aços Extra-Doces 3.8. Aços Recozidos, temperados e revenidos 3.9. Estudo de Casos 3.3. Ferros Fundidos Brancos 3.11. Ferros Fundidos Cinzentos 3.12. Ferro Fundido Mesclado 3.13. Ferro Fundido Coquilhado 3.14. Ferro Fundido Nodular 3.15. Não-Ferrosos 3.16 Estudos de Caso
Unidade 4 - Introdução – Ensaio Mecânicos 4.4. Objetivos; 4.2. Ensaio destrutivo 4.3. Ensaio não destrutivo
Unidade 5 - Propriedades dos Materiais: 5.1. Propriedades Físicas X Química 5.5. Elasticidade 5.5. Plasticidade 5.3. Resistência Mecânica
Unidade 6 - Ensaio de Tração 6.1. Para que serve o ensaio de tração 6.2. Cálculo de Tensão 6.6. Deformação Elástica X Deformação Plástica 6.4. Diagrama Tensão-Deformação 6.5. Módulo de elasticidade 6.6. Escoamento 6.7. Limite de Resistência 6.8. Limite de Ruptura 6.9. Estricção 6.10. Tensão verdadeira X Tensão de engenharia 6.11. Corpo de prova 6.12. Como calcular o alongamento 6.16. Coeficiente de encruamento 6.14. Instabilidade na tração
Unidade 7 - Ensaio de Compressão 7.1. Características comuns dos ensaios de tração e compressão 7.2. Limitações do ensaio de compressão 7.3. Ensaio de materiais dúcteis 7.7. Ensaio de produtos acabados.
Unidade 8 - Ensaio de Dobramento e de Flexão 8.1. Da flexão ao dobramento 8.2. Técnica dos ensaio 8.3. Processo de dobramento 8.4. Propriedades mecânicas avaliadas

Unidade 9 - Ensaio de Embutimento: 9.1. Ductilidade de chapas 9.2. Técnica do ensaio 9.3. Ensaio Erichsen 9.4. Ensaio Olsen
Unidade 10 - Ensaio de Torção 10.1. Rotação e torção 10.2. Momento torsor 10.3. Propriedades avaliadas no ensaio de torção 10.4. Corpo de prova 10.5. Fratura
Unidade 11 - Ensaio de Dureza 11.1. Formas de avaliar a dureza 11.2. Dureza Brinell 11.2.1. Condições de ensaio 11.2.2. Representação dos resultados 11.2.3. Vantagens e limitações 11.3. Dureza Rockwell 11.3.1. Condições de ensaio 11.3.2. Representação dos resultados 11.3.3. Vantagens e limitações 11.4. Dureza Vickers 11.4.1. Condições de ensaio 11.4.2. Representação dos resultados 11.4.3. Vantagens e limitações 11.5. Comparação dos Resultados
Unidade 12 - Ensaio de Fluência 12.1. Definição 12.2. Variáveis Tempo e temperatura 12.3. Condições de ensaio 12.4. Curva de fluência 12.5. Propriedades medida
Unidade 13 - Ensaio de Fadiga 13.1. Quando começa a fadiga 13.2. Tensões cíclicas 13.3. Tipos de ensaio 13.4. Corpo de prova 13.5. Curva de fadiga 13.6. Variáveis que influenciam
Unidade 14 - Ensaio de Impacto 14.1. Comportamento frágil X dúctil 14.2. Fatores que influenciam o comportamento frágil 14.3. Descrição do ensaio de impacto 14.4. Corpos de prova 14.5. Impacto a baixas temperaturas 14.6. Temperatura de transição 14.7. Fatores que influenciam a transição

Unidade 15 - Materiais Particulados

- 15.1. Amostragem de materiais particulados
- 15.2. Análise Granulométrica de materiais particulados
- 15.3. Construção de curvas e interpretação de resultados

Bibliografia

SOUZA, S. A. de. **Ensaio mecânicos de materiais metálicos: fundamentos teóricos e práticos**. 5. ed. São Paulo: c1982. 286p.

GARCIA, A; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. dos. **Ensaio dos materiais**. Rio de Janeiro: LTC, c2000. 247 p.

CALLISTER JR., W. D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais**, Rio de Janeiro:LTC, 2006, 2ª ed.

VAN VLACK, L. H. **Princípios de Ciência e Tecnologia dos Materiais**, 7a edição, 1988.

MOFFATT, W. G., PEARSALL, G. W., WULFF, J. **Ciência dos Materiais**, Rio de Janeiro: LTC, 1972, V. 1

SMITH, W. F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. tradução e revisão técnica de Maria Emilia Rosa, Lisboa: McGraw-Hill, 1998, 3ª ed

ASKELAND, D. R. **The science and engineering of materials**. Adaptação de Frank Haddleton, Phil Green e Howard Robertson. Londres: Chapman & Hall, 1996, 3ª ed

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA

Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

Laboratório para a Disciplina

Laboratório: Ensaio Físicos		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Bancada modular retangular com tampo modular.	2
2	Bancada 100x120 com tampo de fórmica.	2
3	Mesa de aço 1000x1100 com tampo de aço inoxidável	1

4	Kit quadro branco 200x116	1
5	Cadeira giratória regulável.	1
6	Armário de aço com 4 gavetas	1
7	Monitor SVGA 15"	1
8	Máquina de ensaio tipo Erichsen – Panambra	1
9	Durômetro de bancada	1
10	Bancada modular retangular com tampo modular.	2
11	Bancada 100x120 tampo de fórmica.	2
12	Mesa de Aço 1000x1100 com tampo de aço inoxidável.	1
13	Kit quadro branco 200x116.	1
14	Bancos de madeira.	15

Laboratório para a Disciplina		
Laboratório: Metalografia e Tratamento Térmico		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Lixadeira Metalográfica Manual MAX-S	2
2	Bancada Retangular 120x180	2
3	Secador p/ cabelo 1200W	1
4	Cadeira Giratória	1
5	Politriz Motorizada APL C/2 VEL	3
6	Microscópio Metalurgico (Optech)	1
6	Placa aquecedora p/ laboratório marca GP-Científica	1
8	Forno elétrico tipo Mufla 4900W	1
9	Dispositivo para ensaio Jominy	1

• **CORROSÃO E PROTEÇÃO DE SUPERFÍCIES**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Corrosão e Proteção de Superfícies	2ª	CE/ Sub	2	80

OBJETIVOS GERAIS
<p>Ao concluir este módulo o aluno deverá:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconhecer a importância dos processos de corrosão dos materiais na sociedade assim como seu reflexo nos materiais; ▪ Avaliar os efeitos do meio ambiente na degradabilidade dos materiais; ▪ Identificar e definir os vários tipos de corrosão metálica; ▪ Definir inibidores e seu papel na proteção metálica; ▪ Compreender aspectos tecnológicos envolvidos no emprego de revestimentos para a proteção metálica; ▪ Compreender aspectos envolvidos nos ensaios padrões envolvendo a corrosão metálica como objetivo alvo;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Introdução 1.1. Conceitos 1.2. Importância 1.3. Custos 1.4. Estudos de Casos
Unidade 2 - Oxidação-Redução 2.1. Considerações 2.2. Conceitos 2.3. Reações redox
Unidade 3 - Diagramas Pourbaix 3.1. Soluções Eletrolíticas 3.2. Potencial de Eletrodo Padrão 3.3. Diagramas de Pourbaix 3.4. Potenciais de Eletrodo Irreversíveis 3.5. Espontaneidade das reações de corrosão
Unidade 4 - Pilhas Eletroquímicas 4.1. Considerações gerais 4.2. Tipos de Pilhas
Unidade 5 - Mecanismos Básicos 5.1. Mecanismo Eletroquímico
Unidade 6 - Meios Corrosivos 6.1. Atmosfera e águas naturais 6.2. Solo 6.3. Alimentos 6.4. Substâncias Fundidas 6.5. Produtos Químicos 6.6. Solventes Orgânicos
Unidade 7 - Heterogeneidades 7.1. Material metálico 7.2. Meio corrosivo
Unidade 8 - Corrosão Galvânica 8.1. Considerações 8.2. Mecanismo 8.3. Proteção
Unidade 9 - Corrosão Eletrolítica 9.1. Mecanismos 9.2. Casos 9.3. Proteção
Unidade 10 - Corrosão Seletiva 10.1. Grafítica 10.2. Dezincagem
Unidade 11 - Corrosão Microbiológica 11.1. Considerações 11.2. Casos 11.3. Mecanismos 11.4. Proteção

Unidade 12 - Velocidade de Corrosão 12.1. Polarização 12.2. Passivação
Unidade 13 - Corrosão a altas temperaturas 13.1. Películas de óxido 13.2. Relação Pilling-Bedworth 13.3. Meios Corrosivos
Unidade 14 - Ação Corrosiva da Água 14.1. Variáveis 14.2. Água potável e do mar 14.3. Água de resfriamento 14.4. Caldeiras
Unidade 15 - Inibidores 15.1. Considerações 15.2. Classificação 15.3. Eficiência
Unidade 16 - Revestimentos 16.1. Limpeza e Proteção de superfícies 16.2. Revestimentos metálicos 16.3. Revestimentos Inorgânicos 16.4. Tintas e polímeros
Unidade 17 - Proteção Catódica 17.1. Mecanismos 17.2. Sistemas 17.3. Critérios 17.4. Aplicações
Unidade 18 - Proteção Anódica 18.1. Mecanismos 18.2. Sistemas 18.3. Aplicações
Unidade 19 - Ensaios de Corrosão 19.1. Ensaios 19.2. Monitoramento 19.3. Taxa de corrosão

Bibliografia

- GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro : Ed. Guanabara, 1987 2ª ed
- EVANS, U. R, **An introduction to metallic corrosion**. Londres : E. Arnold, 1981. 3ª ed.
- SILVA, P. F. **Corrosão e proteção das superfícies metálicas**. Belo Horizonte : Escola de Engenharia-DEMÉT, UFMG, 1973. 3. ed.
- SCHWEITZER, P. A. **Corrosion and corrosion protection handbook**. Nova York: M. Dekker, 1989. 2ª ed
- CHAMPION, F. A. **Corrosion testing procedures**. London: Chapman & Hall, 1952.

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA

Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

• **METALURGIA DOS NÃO FERROSOS**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Metalurgia dos não ferrosos	2 ^a	CE/ Sub	2	80

OBJETIVOS GERAIS

Ao final da série, o aluno deverá ser capaz de:

- Identificar os fundamentos técnicos básicos nos processos metalúrgicos aplicados na extração de metais não ferrosos a partir de seus minérios.
- Estabelecer uma relação entre as propriedades dos metais não ferrosos com as diversas aplicações dos mesmos.
- Adquirir uma visão sistemática da metalurgia dos não ferrosos dentro da siderurgia compreendendo o parque siderúrgico brasileiro.
- Valorizar o conhecimento como instrumento de transformação social.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Metalurgia dos metais ferrosos e não ferrosos 1.1. Objetivos da Disciplina 1.2. Divisões da Metalurgia 1.3. Classificação dos metais ferrosos e dos não ferrosos 1.4. Metalurgia Extrativa dos metais não ferrosos
Unidade 2 - Propriedades, características e aplicações do metal e suas ligas 2.1. Cobre 2.2. Alumínio 2.3. Níquel 2.4. Zinco 2.5. Magnésio 2.6. Estanho e chumbo
Unidade 3 - Fundamentos de extração, processos de obtenção e refino 3.1. Cobre 3.2. Alumínio 3.3. Níquel 3.4. Zinco 3.5. Magnésio 3.6. Estanho e chumbo

Bibliografia

- BRADASCHIA, Clovis (Coordenador). **Fundição de Ligas Não Ferrosas** – ABM.
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica**. Vol. II, 2 ed. SP. 1986.
- SIEGEL, Miguel (Coordenador). **Fundição**. Associação brasileira de Metais.
- BRAY, J.L.. **Non Ferrous Production Metallurgy**, 2a. ed., John Wiley and Sons, New York, 1954.
- A. Butts (ed.) **Cooper, The Metals, Its Alloys and Compounds**, Reinold Publishind Co., 1954.
- Pquenau(ed.) **Extrative Metallurgy of Cooper, Nicked and Cobald, Interscienze**, NY,.
- DENNIS, W. H. "**Metallurgy of Non Ferrous Metals**"- Pitman & Sons - Ltd., 1966.
- London-GRUPO PECHINEY "**Enciclopédia del Aluminium**", V.1 - "Producción del Aluminium" - Ed. Urmo – 1967.
- BISWAS, A K. & Davenport, W. G. "**Extractive Metallurgy of Copper**" - Pergamon Press, 1976.
- SERVYUKOV, N. et al "**General Metallurgy**"- Peace Publisher, 1965, Moscou.
- WRIGHT, P. A "**Extractive Metallurgy of Tin**"- Elseiver Publishing - Co. - 1966.
- BUTTS, A "**Metallurgical Problems**"- Mc Graw Hill - 1943.
- AIME "**Proceedings of a World Symposium on Metallurgy and Environmental Control**"- TMS - AIME: Lead, Zinc and Tin", Las Vegas, EE. UU. - 1980.
- COUDURIER, L. et al "**Fundamentals of Metallurgical Processes**", Pergamon Press, 1978

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:	
COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

• **METROLOGIA E INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
MDT - Metrologia e Desenho Técnico	1ª	CE/ Sub	3	120

OBJETIVOS GERAIS
<p>Ao final da série, o aluno deverá ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicar medidas de conversão. ▪ Interpretar sistema internacional, inglês e métrico de unidades. ▪ Compreender os processos de fabricação e acabamentos das peças usadas na indústria metalúrgica. ▪ Reconhecer e utilizar os instrumentos de medidas, tal como: o paquímetro, o micrômetro, a régua graduada e o relógio comparador. ▪ Perceber a importância do desenho técnico na indústria. ▪ Projetar croquis. ▪ Confeccionar peças e rebater em diedros. ▪ Valorizar o conhecimento como instrumento de transformação social.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
DESENHO TÉCNICO
<p>Unidade 1 - Introdução</p> <p>1.1. Razão e importância do desenho técnico</p> <p>1.2. Materiais e instrumentos de desenho</p>

1.3. Normas técnicas 1.4. Caligrafia técnica
Unidade 2 - Desenho Geométrico 2.1. Definições de geometria plana 2.2. Linhas Convencionais 2.3. Posições relativas entre retas 2.4. Figuras geométricas 2.5. Concordância 2.6. Aplicações
Unidade 3 - Perspectivas 3.1. Definições 3.2. Tipos de perspectivas 3.2.1. Isométrica 3.2.2. Oblíqua ou cavaleira 3.2.3. Dimétrica ou bimétrica 3.2.4. Trimétrica 3.2.5. Cônica 3.3. Desenho de figuras cilíndricas em perspectivas
Unidade 4 - Projeções Ortográficas 4.1. Elementos de projeção 4.2. Diedros 4.3. Projeção ortográfica do ponto 4.4. Projeção ortográfica do segmento de reta 4.5. Projeção ortográfica da figura plana 4.6. Projeção ortográfica de sólidos geométricos 4.7. Rebatimento dos planos de projeção 4.8. Projeção ortográfica de elementos paralelos 4.9. Projeção ortográfica de elementos oblíquos 4.10. Projeção ortográfica de elementos diversos 4.11. Supressão de vistas 4.12. Projeção com rotação
Unidade 5 - Cotagem 5.1. Elementos de cotagem 5.2. Regras para cotagem 5.3. Cotagens especiais 5.4. Sistemas de cotagem
Unidade 6 - Escalas 6.1. Definições 6.2. Representação de escalas 6.3. Tipos de escalas
Unidade 7 - Cortes 7.1. Introdução 7.2. Tipos de cortes 7.2.1. Corte total 7.2.2. Corte composto ou em desvio 7.2.3. Meio-corte 7.2.4. Corte parcial 7.3. Omissão de corte

Unidade 8 - Seção e encurtamento
Unidade 9 - Vistas Auxiliares
METROLOGIA
Unidade 10 - Introdução 10.1. História das medidas 10.2. Definições 10.3. Vocabulário de metrologia
Unidade 11 - Sistemas de unidades 11.1. Sistema internacional, métrico e inglês 11.2. Representação gráfica de conversões de unidades
Unidade 12 - Instrumentos de medição 12.1. Régua graduada 12.2. Paquímetro 12.3. Micrômetro 12.4. Relógio comparador 12.5. Sistemas de medidas e aplicações
Unidade 13 - Tolerância Dimensional 13.1 Definições e Sistema ISO de tolerâncias 13.2 Aplicações de tolerâncias e ajustes 13.3 Regras de aplicação de Tolerâncias dimensionais
Unidade 14 - Estado de Superfície 14.1. Definições, Simbologias e aplicações 14.2. Simbologias 14.3. Aplicações nos desenhos
Unidade 15 - Tolerância geométrica 15.1. Definições e tipos de tolerâncias geométricas 15.2. Símbolos geométricos 15.3. Aspectos gerais da tolerância geométrica 15.4. Aplicação e Interpretação das tolerâncias geométricas
Bibliografia
SILVA, A. et al. Desenho Técnico Moderno . 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006. 475 p. CUNHA, L. V. Desenho Técnico . 12. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. 866p. PROVENZA, F.; SOUZA, H. R. Desenhista de Máquinas . São Paulo: F. Provenza, 1997, 414p. FRENCH, T. E; VIERCK, C. J. Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica . 7. ed. São Paulo: Globo, 2002. 1093p. GIONGO, A. R. Curso de Desenho Geométrico . 34ª ed. São Paulo: Nobel, 1984. 47p. SPEAK, H. J.; PEIXOTO, V. V. Manual Básico de Desenho . 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 179p. BACHMANN, Albert. Desenho técnico . 3. ed. Porto Alegre: Globo, 1977. 337p. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Coletânea de Normas de Desenho Técnico . São Paulo: SENAI-DTE-DMD,1990.

Metodologias de Ensino

Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação

Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA

Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____ / ____ / ____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino

Laboratório para a Disciplina

Laboratório: Metrologia		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Micrometro Ext. 0 - 25 mm	2
2	Micrometro Ext. 50 - 75 mm	2
3	Micrometro Ext. 75 - 100 mm	2
4	Suporte p/ Medição c/base Magnética	1
5	Micrometro Externo Digital 25 mm	1
6	Calibrador de Folga/20 Lâminas (mm)	2
7	Calibrador de boca 6-13 mm	1
8	Calibrador de boca 13-19 mm	1
9	Calibrador de boca 19-26 mm	1
10	Calibrador de boca 26-32 mm	1
11	Pentes de Rosca 0,4-7 mm 60/21 Lam.	2
12	Esquadro Combinado 300 mm 12"	1
13	Transferidor c/ Lâmina 300 mm	1
14	Escala de Aço Inox X300mm- 12" (2)	5
15	Bancada 100x120 tampo Form.	3
16	Luxímetro	2
17	Paquímetro Digital	4
18	Calibrador de Raio 1 a 7 mm	2
19	Lupa Iluminada (Kit comp. 04 itens)	4
20	Suporte de Contra Pontas	4

Laboratório: Desenho Técnico		Postos de Trabalho: 34
1	Pranchetas com régua paralela	34
2	Armário de aço	2

• **PROCESSOS DE FABRICAÇÃO II**

DISCIPLINA	SÉRIE	MODALIDADE	CARGA HORÁRIA H/A	
			SEMANAL	ANUAL
Processos de Fabricação II	2ª	CE/ Sub	3	120

OBJETIVOS GERAIS

Ao concluir este módulo o aluno deverá:

- Reconhecer a importância dos processos de conformação mecânica e usinagem nas indústrias siderúrgicas;
- Compreender os fluxos de produção industrial das principais operações de conformação mecânica, bem como os processos de usinagem;
- Conhecer os equipamentos mais comuns utilizados na conformação mecânica e na usinagem;
- Conhecer e aplicar o processo de reaquecimento dos materiais como etapa necessária a conformação do aço, bem como o ferramental necessário para usinagem dos materiais;
- Compreender a relação entre o processamento termo-mecânico e as propriedades mecânicas dos materiais;
- Conhecer os aspectos ambientais envolvidos nos processos de conformação mecânica e usinagem.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Unidade 1 - Introdução

- 1.1. Definições
- 1.2. Contexto histórico das operações de conformação mecânica
- 1.3. Resumo dos principais processos de conformação mecânica

Unidade 2 - Fundamentos da conformação mecânica dos metais

- 2.1. Tensões e deformações
- 2.2. Elasticidade e plasticidade
- 2.3. Atrito e lubrificação

Unidade 3 - Aspectos metalúrgicos na conformação mecânica dos metais

- 3.1. Deformação a frio e a quente
- 3.2. Influência da temperatura em processos de conformação mecânica de metais
- 3.3. Influência da taxa de deformação em processos de conformação mecânica de metais
- 3.4. Influência das variáveis metalúrgicas em processos de conformação mecânica de metais
- 3.5. Formabilidade dos metais

Unidade 4 - Laminação

- 4.1. Descrição do processo de laminação
- 4.2. Forças e relações geométricas na laminação
- 4.3. Tipos de laminadores
- 4.4. Laminação a frio e a quente
- 4.5. Condições de lubrificação
- 4.6. Laminação de produtos planos e não-planos
- 4.7. Defeitos em produtos laminados

4.8. Processo Mannesmann de laminação
Unidade 5 - Forjamento 5.1. Descrição do processo de forjamento 5.2. Forjamento em matriz aberta 5.3. Forjamento em matriz fechada 5.4. Cálculo de esforços no forjamento 5.5. Principais defeitos do produto forjado
Unidade 6 - Trefilação e extrusão 6.1. Descrição do processo trefilação e extrusão 6.2. Mecânica da trefilação e extrusão 6.3. Máquinas e ferramentas de trefilação e extrusão 6.4. Produtos trefilados e extrudados 6.5 Defeitos em produtos trefilados e extrudados
Unidade 7 - Conformação de chapas metálicas 7.1. Definições 7.2. Cisalhamento de chapas metálicas 7.3. Dobramento de chapas metálicas 7.4. Estampagem de chapas metálicas
Unidade 8 - Metalurgia do pó 8.1. Descrição do processo de metalurgia do pó 8.2. Principais produtos fabricados pela técnica de metalurgia do pó
USINAGEM
Unidade 9 - Introdução 9.1. Histórico da usinagem 9.2. Conceitos básicos sobre usinagem
Unidade 10 - Grandezas Físicas no Processo de Corte 9.1. Introdução 9.2. Movimentos 9.3. Direções dos Movimentos 9.4. Percursos da ferramenta na Peça 9.5. Velocidades
Unidade 11 - Nomenclatura e Geometria das Ferramentas de Corte 11.1. Definições 11.2. Sistemas de referência utilizados na determinação dos ângulos da cunha cortante
Unidade 12 - Formação e Controle do Cavaco 12.1. Grau de recalque 12.2. Tipos e formas de cavacos 12.3. Quebra-cavacos 12.4. Aspectos ambientais
Unidade 13 - Processos de Usinagem 13.1. Processos convencionais 13.2. Processos não-convencionais
Unidade 14 - Parâmetros da Usinagem 14.1. Força, Pressão Específica e Potência de Usinagem 14.2. Temperatura de Corte 14.3. Materiais para Ferramentas de Corte 14.4. Desgaste e vida das Ferramentas de Corte 14.5. Fluidos de corte

14.6. Integridade superficial
Unidade 15 - Condições Econômicas de Corte
15.1. Introdução
15.2. Velocidade de corte e a taxa de produção
15.3. Velocidade de corte e o custo de produção
15.4. Combinação da taxa de produção e custo em função da velocidade de corte

Bibliografia
ALTAN, T.; OH, S-I; GEGEL, H.L. Conformação de Metais - Fundamentos e Aplicações . Publicação EESC-USP. Projeto REENG. São Carlos-SP. 1999.
ARAÚJO, Luiz Antônio de, Manual de Siderurgia . São Paulo: Editora Arte & Ciência, 1997. V.2
CETLIN, Paulo Roberto; HELMAN, Horacio Fundamentos da Conformação mecânica dos metais . São Paulo: Artliber, 2005
BRESCIANI Filho, E., ZAVAGLIA, C.A.C., BUTTON, S.T., GOMES, E., NERY, F.A.C. Conformação Plástica dos Metais . 4ª ed., Campinas/SP. Editora Unicamp, 1991. 385p.
CALLISTER Jr, William D., Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais . Rio de Janeiro: LTC, 2006, 2ª edição.
DIETER, G. E. Metalurgia Mecânica . 2ª edição, Rio de Janeiro. Guanabara Koogan S.A. 1981.
SCHAEFFER, Lirio Conformação dos metais: metalurgia e mecânica . Porto Alegre : Rigel, 1995.
MACHADO, A.R.; Da Silva, M.B., 2000, "Usinagem dos Metais", UFU, Brasil.
DINIZ, A.E.; Marcondes, F.C.; Coppini, N.L., 2000, "Tecnologia da Usinagem dos Materiais", Artliber Editora, Brasil.
FERRARESI, D., 1981, "Fundamentos da Usinagem dos Metais", Editora Edgard Blucher Ltda, Brasil.
Trent, E.M., 1991, "Metal Cutting", Butterworths, 3a Ed., Londres, UK.

Metodologias de Ensino
Aulas expositivas; Aulas práticas; Pesquisas; Exercícios; Trabalhos em grupo; Visitas técnicas.

Recursos de Avaliação
Exercícios; Provas teóricas; Trabalhos; Relatórios.

EQUIPE ELABORADORA				
Carlos Frederico Campos de Assis	Felipe Ventura Oliveira	Valmir Dias Luiz	Wellington Lopes	

APROVADO EM ____/____/____

DE ACORDO:

COORDENADOR DE CURSO/ÁREA	N.A.E – Núcleo de Apoio ao Ensino
----------------------------------	--

Laboratório para a Disciplina		
Laboratório: Mecânica (disciplina Processos de Fabricação II)		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Dobradeira elétrica	1
2	Guilhotina manual	1
3	Mesa de madeira 1500x1600	1
4	Kit quadro branco 200x116	1
5	Bancada modular retangular com tampo modular.	1
6	Bancos de madeira	5
*7	Tornos semi-automáticos	6
*8	Centro de usinagem	1
Laboratório: Ensaios Físicos (disciplina Processos de Fabricação II)		Postos de Trabalho: 15
Item	Equipamentos	Quantidade
1	Bancada modular retangular com tampo modular.	2
2	Bancada 100x120 com tampo de fórmica.	2
3	Mesa de aço 1000x1100 com tampo de aço inoxidável	1
4	Kit quadro branco 200x116	1
5	Cadeira giratória regulável.	1
6	Armário de aço com 4 gavetas	1
7	Monitor SVGA 15"	1
8	Máquina de ensaio tipo Erichsen – Panambra	1
9	Durômetro de bancada	1
10	Bancada modular retangular com tampo modular.	2
11	Bancada 100x120 tampo de fórmica.	2
12	Mesa de Aço 1000x1100 com tampo de aço inoxidável.	1
13	Kit quadro branco 200x116.	1
14	Bancos de madeira.	15

*a comprar

X - SISTEMA DE DEPENDÊNCIA E PRÉ-REQUISITOS

Parte Específica		
Disciplina	Pré-requisito	Dependência
Ciência dos Materiais	Nenhum	Não Permite
Siderurgia I	Nenhum	Não Permite
Metalurgia Física	Ciência dos Materiais	Permite
Termodinâmica Metalúrgica	Ciência dos Materiais	Não Permite
Siderurgia II	Siderurgia I	Permite
Processos de fabricação I	Siderurgia I	Não Permite
Ensaio de Materiais	Ciência dos Materiais	Permite
Corrosão e Proteção de Superfícies	Ciência dos Materiais	Permite
Metalurgia dos não-ferrosos	Termodinâmica Metalúrgica	Permite
Metrologia e Desenho Técnico	Nenhum	Permite
Processos de fabricação II	Processos de fabricação I	Permite

XI - ESTÁGIO PROFISSIONAL SUPERVISIONADO

O estágio profissional supervisionado para o Curso Técnico em Metalurgia será obrigatório e terá carga horária mínima de 480 horas, a serem cumpridas em seis meses, seguindo as normas do Departamento de Integração Escola Empresa – DIEE.

XII - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O sistema de avaliação utilizado será o descrito pela resolução CD-037/94 válido para cursos seriados médios e integrados.

XIII - INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

• **ACERVO BIBLIOGRÁFICO:**

RELAÇÃO DE LIVROS - CET CEFET - TIMÓTEO/MG					
Metalurgia					
ITEM	AUTOR	TÍTULO	EDITORA	VOL.	QTDE.
1	Araujo, Luiz Antonio de	Manual de Siderurgia - Transformação Vol. 2	Arte e Ciência		2
2	James W. Fuchs	Dicionário de Mecânica e Metalurgia	Rigel		2
3	Araujo, Luiz Antonio de	Manual de Siderurgia - Transformação	Arte e Ciência	2	2
4	Araujo, Luiz Antonio de	Manual de Siderurgia - Transformação	Arte e Ciência	3	2
5	Wainer, Emilio	Soldagem Processos e Metalurgia	Edgard Blücher		2
6	Schaffer, Lirio	Conformação Mecânica	Imprensa Livre		2
7	Gere, James M.	Mecânica dos Materiais	Thomson		2
8	ABNT ISO/TR10017	Guia sobre técnicas estatísticas para ABNT NBR ISO 9001:2000	www.target.com.br		2
9	Paulo Cesar P. Neves, Flávia Schenato e Flávio Antônio Bachi	Introdução a Mineralogia Prática	Ulbra		2
10	Vicente Chiaverini	Aços e Ferros Fundidos			2
11	Souza, Sérgio Augusto	Composição Química dos Aços			2
12	James L. Taylor	Dicionário Metalúrgico (inglês-port.port-inglês)			2
13	Vicente Chiaverini	Tratamentos Térmicos das Ligas Metálicas			2
14	Rizzo, Ernandes Marcos da Silveira	Introdução aos Processos Siderúrgicos			2
15	Jaime A. Mauri Garcia C. A. dos Santos	Ensaio dos Materiais			2
16	Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais.	Análise de falhas: apresentação de casos	UFSCar		2
17	Sérgio Augusto de Souza	Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos	Edgard Blücher		2
18	Hubertus Colpaert	Metalografia dos Produtos Siderúrgicos comuns	Edgard Blücher		2
19	Arno Müller	Solidificação e análise térmica dos metais	UFRGS		2
20	Vicente Chiaverini	Aços Carbonos e Aços Liga	ABM		2
21	Vicente Gentil	Corrosão	LTC		2
22	ABM	Fundição	ABM		2

XIV - CORPO DOCENTE E TÉCNICO**• CORPO DOCENTE POTENCIAL**

A tabela abaixo apresenta a relação de nomes de professores efetivos que poderiam compor o quadro de professores para o curso técnico em Metalurgia do Campus Timóteo do CEFET-MG. Nesta relação estão indicados professores de outras coordenações (química e formação geral), além dos atuais professores da coordenação do curso técnico em Metalurgia.

No entanto, deve-se ressaltar a necessidade de contratação de outros professores, dentre os quais, das áreas de conhecimento de metalurgia física, caracterização de materiais, ciência dos materiais que compõem a relação das áreas de conhecimento para o preenchimento de 3 (três) vagas para concurso público para professor efetivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico a ser realizado no ano de 2011.

Item	Nome do Professor	Regime de Trabalho	Titulação
1	Ângelo Márcio Leite Denadai	DE	Doutor em Engenharia Química
2	Fabio Adriano Hering	DE	Doutor em História
3	Fernando Castro de Oliveira	DE	Mestre em Engenharia Química
4	Carlos Frederico Campos de Assis	DE	Mestre em Engenharia Metalúrgica
5	João Batista Queiroz Zuliani	DE	Mestre em Matemática
6	Leonardo Gabriel Diniz	DE	Mestre em Física
7	Felipe Ventura Oliveira	DE	Mestre em Engenharia Metalúrgica
8	Valmir Dias Luiz	DE	Mestre em Engenharia Mecânica