



# PORTFÓLIO

CURSOS DE ATUALIZAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO



Aprimore seu conhecimento com a ABM!

A tradição e excelência dos cursos da ABM contribuem para a capacitação e atualização dos profissionais dos setores minerometalúrgico e de materiais.

Disponibilizamos neste portfólio mais de 180 cursos nas modalidades presencial, *in company* e online.

Os **cursos presenciais** são uma excelente opção para quem pretende se inscrever individualmente. As turmas são formadas por pessoas de empresas e áreas diferentes, possibilitando a troca de informações e maior interação entre os participantes.

Já os **cursos online** são flexíveis por permitir a participação de qualquer lugar do país, com interação ao vivo entre alunos e professores.

Há ainda a opção de **cursos *in company***, que permitem um alinhamento mais efetivo às necessidades das empresas. A customização reduz investimentos e proporciona flexibilidade e adequação da carga horária. Qualquer curso do portfólio pode ser realizado na modalidade *in company* e a ABM também está capacitada para formatar novos cursos sob demanda.

Escolha o curso e o modelo que melhor atendem às suas necessidades e entre em contato conosco.

## Sumário

<b>APLICAÇÃO DE MATERIAIS</b>	11
AÇOS AVANÇADOS COM ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA PARA APLICAÇÕES AUTOMOTIVAS	12
AÇOS PARA APLICAÇÃO EM DUTOS DE TRANSPORTE DE GÁS E PETRÓLEO	13
APLICAÇÃO DE AÇOS LAMINADOS A QUENTE DE ÚLTIMA GERAÇÃO	14
APLICAÇÃO DOS AÇOS PLANOS: NORMAS E SETORES	15
FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO DE PRODUTOS LAMINADOS PLANOS DE AÇO	16
SELEÇÃO DE MATERIAIS NÃO METÁLICOS	17
SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS METÁLICOS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA	18
UTILIZAÇÃO DOS AÇOS INOXIDÁVEIS E DAS LIGAS RESISTENTES À CORROSÃO PARA APLICAÇÕES DE ELEVADA CORROSIVIDADE	19
TECNOLOGIA E SELEÇÃO DE MATERIAIS	20
<b>AUTOMAÇÃO</b>	21
AUTOMAÇÃO E INTEGRAÇÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS E ELÉTRICOS – SISTEMA IEC 61850	22
QUALIDADE E DISTÚRBIOS NA ENERGIA ELÉTRICA CAUSAS E REDUÇÃO DE CUSTOS	23
REDES INDUSTRIAIS DE COMUNICAÇÕES E O OPC	24
SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NA AUTOMAÇÃO E REDES DE CAMPO	25
SISTEMAS WIRELESS EM AUTOMAÇÃO E COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL	26
TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO E CONTROLE AVANÇADO DE PROCESSO	27
<b>CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS METÁLICOS E CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS NÃO METÁLICOS</b>	29
ANÁLISE DE FALHAS	30
ANÁLISE DE FRATURAS	31
ANÁLISE METALOGRÁFICA	32
ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL DE METAIS E LIGAS METÁLICAS	33
CORROSÃO DAS LIGAS FERROSAS COM ÊNFASE EM AÇOS	34
CORROSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS	35
CORROSÃO EM AÇOS INOXIDÁVEIS	36
DEFORMAÇÃO, RECRISTALIZAÇÃO E TEXTURA	37
DIAGRAMAS DE EQUILÍBRIO DO SISTEMA Fe-C: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES PARA AÇOS E FERROS FUNDIDOS	38
ENSAIOS DOS MATERIAIS	39
FADIGA E FRATURA DE MATERIAIS	41
FUNDAMENTOS DE MECÂNICA DA FRATURA E APLICAÇÕES À INTEGRAÇÃO ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS E COMPONENTES	42
FUNDAMENTOS, MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES DOS LAMINADOS	43
MATERIAIS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS: FUNDAMENTOS, TECNOLOGIA E APLICAÇÃO	44
MECÂNICA DA FRATURA ELASTO-PLÁSTICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES À INTEGRIDADE ESTRUTURAL	45
MECÂNICA DE MATERIAIS COMPOSTOS	46
METALOGRAFIA APLICADA: MICROSCOPIA ÓPTICA E ELETRÔNICA	47
METALURGIA FÍSICA E MECÂNICA APLICADA	49
METALURGIA GERAL: FUNDAMENTOS BÁSICOS E APLICAÇÕES	50
MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E MICROANÁLISE: TEORIA E PRÁTICA	51
PREPARAÇÃO DE CORPOS DE PROVA PARA METALOGRAFIA	52
USO ESTRATÉGICO DE PATENTES PARA ENGENHEIROS, TÉCNICOS E PROFISSIONAIS	53

<b>CONFORMAÇÃO</b>	55
APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DE LASERS: CORTE, SOLDAGEM E TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE	56
CONTROLE DE TEMPERATURA PARA OTIMIZAÇÃO DA EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO	57
CORTE E SOLDAGEM COM LASERS	58
ENGENHARIA DE FORJAMENTO	59
ESTAMPAGEM DOS AÇOS AO CARBONO	60
EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO	61
FUNDAMENTOS DO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS	62
FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO	63
GALVANIZAÇÃO	64
INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE SOLDAGEM	65
LAMINAÇÃO DO ALUMÍNIO	66
LAMINAÇÃO E CALIBRAÇÃO DE PRODUTOS LONGOS DE AÇO	67
METALURGIA DA SOLDAGEM	68
METALURGIA DO PÓ – PROCESSOS E PRODUTOS	69
OFICINA DE CILINDROS – GESTÃO E PROCESSOS LAMINADOS PLANOS	70
SIDERURGIA PARA NÃO SIDERURGISTAS	72
SIDERURGIA UMA VISÃO GERAL	73
SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS	74
SOLDAGEM DOS AÇOS	75
TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO I: FUNDAMENTOS DE METALURGIA, MATÉRIAS-PRIMAS E FABRICAÇÃO DE AÇOS	76
TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO II: FUNDAMENTOS DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA APLICADOS A PRODUTOS FORJADOS	77
TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO III: PROJETO DE PRODUTOS FORJADOS, TUBULARES E FERRAMENTAS	78
TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO IV: ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS, CONTROLE DE PROCESSO E INSPEÇÃO	79
TREFILAÇÃO	80
TREFILAÇÃO DO ALUMÍNIO	81
TREFILAÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS	82
<b>ENERGIA</b>	83
COMBUSTÃO INDUSTRIAL – OLÉO E GÁS	84
FORNOS DE REAQUECIMENTO	85
GESTÃO DE ENERGIA	86
DIVISÃO TÉCNICA ENGENHARIA E PROJETOS INDUSTRIAIS	87
ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS DE OBRAS E SERVIÇOS	88
AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DE PROJETOS	89
FORMAÇÃO DE AUDITORES INTERNOS DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA –	90
PATENTES NA ÁREA METALÚRGICA	91
<b>FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO</b>	93
ACIARIA A OXIGÊNIO	94
ACIARIA ELÉTRICA	96
FUNDIÇÃO APLICADA: TEORIA E PRÁTICA	97
LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE BLOCOS E TARUGOS	98
LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE PLACAS	101
MODELAMENTO DE PROCESSOS DE ACIARIA	104



PRÉ-TRATAMENTO DE GUSA .....	105
REFINO SECUNDÁRIO DOS AÇOS .....	106
REFRATÁRIOS E INSUMOS PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO .....	108
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO ACIARIA ELÉTRICA .....	110
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA: MÓDULO REDUÇÃO .....	111
TERMODINÂMICA: PRÁTICA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS NA FABRICAÇÃO DE AÇO LÍQUIDO E LIGAS FERROSAS .....	112
<b>LOGÍSTICA</b> .....	113
CADEIA DE SUPRIMENTOS SIDERÚRGICA .....	114
GESTÃO DE ESTOQUES NA SUPPLY CHAIN .....	115
LOGÍSTICA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS .....	116
CUSTOS E TARIFAS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS .....	117
CUSTOS LOGÍSTICOS .....	118
GESTÃO ESTRATÉGICA DE FROTAS .....	119
LOGÍSTICA BÁSICA .....	120
LOGÍSTICA E COMPETITIVIDADE .....	121
MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS SIDERÚRGICOS .....	122
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES APLICADO .....	123
PLANO DIRETOR DE LOGÍSTICA .....	124
REDUÇÃO DE CUSTOS LOGÍSTICOS .....	125
ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS: ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS .....	126
SISTEMA ABC: CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES .....	127
TRANSPORTE MARÍTIMO INTERNACIONAL DE CONTEINERES .....	128
<b>MANUTENÇÃO</b> .....	129
EMENDAS DE CORREIAS TRANSPORTADORAS - ESTRUTURA DE AÇO .....	130
EMENDAS E REPAROS EM CORREIAS TRANSPORTADORAS TÊXTIL .....	131
INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE SOLDAGEM .....	132
PERÍCIA EM ENGENHARIA: APLICAÇÃO À SIDERURGIA .....	133
TECNOLOGIA DE CERÂMICA DE ÓXIDO DE ALUMINA (AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	134
TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS COM ELASTÔMEROS - COATINGS ESPECIAIS - CORROSÃO .....	135
TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS COM ELASTÔMEROS ESPECIAIS .....	136
TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS DE MOINHO .....	137
TECNOLOGIA DE VULCANIZAÇÃO A FRIO .....	138
<b>MEIO AMBIENTE</b> .....	139
COMBUSTÃO E MEIO AMBIENTE .....	140
GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E RECICLAGEM .....	141
PRODUÇÃO MAIS LIMPA E A VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS .....	142
RECICLAGEM DE MATERIAIS E RESÍDUOS .....	143
SEPARAÇÃO E REVALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS SÓLIDOS .....	144
<b>METALURGIA DE NÃO-FERROSOS</b> .....	145
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO MÓDULO I: APLICADOS ÀS LIGAS DE ALUMÍNIO .....	146
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO II: MICROESTRUTURA E ANÁLISE MICROESTRUTURAL DAS LIGAS DO ALUMÍNIO .....	147
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO III: PROPRIEDADES DAS LIGAS DE ALUMÍNIO ....	148
FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO IV: FUNDAMENTOS DA DEFORMAÇÃO PLÁSTICA DA LIGAS DO ALUMÍNIO .....	149

FUNDIÇÃO DAS LIGAS DE ALUMÍNIO .....	150
FUNDIÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS.....	151
LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE COBRE E DE SUAS LIGAS .....	152
METALURGIA DE LIGAS LEVES (ALUMÍNIO, MAGNÉSIO E TITÂNIO).....	153
METALURGIA DO ALUMÍNIO PARA NÃO METALURGISTAS.....	154
METALURGIA DO COBRE PARA NÃO METALURGISTAS .....	155
METALURGIA EXTRATIVA PARA NÃO METALURGISTAS: DO MINERAL AO METAL .....	156
<b>METALURGIA DO PÓ.....</b>	<b>157</b>
METALURGIA DO PÓ – PROCESSOS E PRODUTOS .....	158
<b>QUALIDADE E PRODUTIVIDADE .....</b>	<b>159</b>
APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS EM METALURGIA E SIDERURGIA .....	160
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO .....	161
ESTATÍSTICA AVANÇADA .....	162
ESTRATÉGIA COMERCIAL E COMPETITIVA.....	163
FINANÇAS PARA NÃO FINANCEIROS .....	164
FORMAÇÃO DE AUDITORES INTERNOS – ISO 9000 .....	165
GERENCIAMENTO DE OBRAS .....	166
IMPLANTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA ROTINA EM PROCESSOS .....	167
MÉTODO DE AVALIAÇÃO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS – MASP .....	168
MÉTODOS PRÁTICOS PARA MELHORIA DA QUALIDADE .....	169
O NEGOCIADOR DE SUCESSO .....	170
OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS ATRAVÉS DO EMPREGO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE	
PLANEJAMENTO E CONTROLE .....	171
PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS .....	172
REVISÃO NORMA NBR ISO 9001: 2008 .....	173
SISTEMAS DE GESTÃO INDUSTRIAL APLICADO AO SETOR METALÚRGICO – MES.....	174
<b>REDUÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS SIDERÚRGICAS .....</b>	<b>175</b>
AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS DE FERRO .....	176
CARVÃO APLICADO À FABRICAÇÃO DE COQUE DE ALTO-FORNO .....	178
FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA EM ALTO-FORNO.....	179
FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA EM ALTO-FORNO A CARVÃO VEGETAL.....	180
INJEÇÃO DE MATERIAIS PULVERIZADOS EM ALTOS-FORNOS .....	181
MINÉRIO DE FERRO - PROCESSOS DE OBTENÇÃO E SUA UTILIZAÇÃO NA SIDERURGIA.....	182
MODELAMENTO DE PROCESSOS METALÚRGICOS .....	183
MODELAMENTO FÍSICO E MATEMÁTICO DE PROCESSOS METALÚRGICOS .....	184
NOVOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE FERRO PRIMÁRIO .....	185
REDUÇÃO CARBOTÉRMICA DE ÓXIDOS METÁLICOS .....	186
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO ACIARIA ELÉTRICA .....	187
REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA: MÓDULO REDUÇÃO .....	188
<b>ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS, TECNOLOGIA MINERAL DE FERROSOS E TECNOLOGIA MINERAL DE</b>	
<b>NÃO FERROSOS .....</b>	<b>189</b>
BARRAGENS DE REJEITOS: METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	190
BOMBEAMENTO DE POLPAS E CLASSIFICAÇÃO.....	191
BRITAGEM E PENEIRAMENTO .....	192
BRITAGEM E PENEIRAMENTO DE CARVÃO MINERAL.....	193

COMINUIÇÃO: BRITAGEM E MOAGEM.....	194
CONCEITOS DE BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS .....	195
ESPESSAMENTO E FILTRAGEM.....	196
FLOTAÇÃO NO TRATAMENTO DE MINÉRIOS .....	197
GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE MINERAÇÃO.....	198
INTRODUÇÃO À POLÍTICA MINERAL.....	200
MOAGEM E CLASSIFICAÇÃO .....	201
OPERAÇÕES AUXILIARES – PROCESSAMENTO DE SUSPENSÕES DE SÓLIDOS EM ÁGUA.....	202
OPERAÇÕES UNITÁRIAS DE TRATAMENTOS DE MINÉRIOS .....	203
PÁTIOS DE ESTOCAGEM .....	204
PENEIRAMENTO .....	205
PENEIRAS VIBRATÓRIAS .....	206
PROCESSAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS: .....	207
OPERAÇÕES AUXILIARES, ESTOCAGEM E MANUSEIO DE SÓLIDOS GRANULADOS .....	207
SEPARAÇÃO GRAVÍTIMA.....	208
TÓPICOS DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E RESÍDUOS .....	209
VARIÁVEIS DE CONTROLE E BALANÇO DE MASSAS DE PROCESSOS DE CONCENTRAÇÃO MINERAL .....	210
<b>TRATAMENTOS TÉRMICOS E ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE .....</b>	<b>211</b>
ANODIZAÇÃO E PINTURA .....	212
FOSFATIZAÇÃO DE METAIS FERROSOS .....	213
METALIZAÇÃO - DEPOSIÇÃO DE MATERIAIS NA FABRICAÇÃO E NA MANUTENÇÃO DE COMPONENTES MECÂNICOS E ESTRUTURAS METÁLICAS.....	214
REVESTIMENTOS METÁLICOS PARA PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO .....	215
TÉCNICAS INOVADORAS DE TRATAMENTOS TERMOQUÍMICOS BASEADOS EM PLASMA.....	216
TÓPICOS AVANÇADOS EM TRATAMENTOS TÉRMICOS E TERMOQUÍMICOS DOS AÇOS .....	217
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE COM LASERS .....	218
TRATAMENTO TÉRMICO DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS.....	219
TRATAMENTOS TÉRMICOS DO COBRE E SUAS LIGAS.....	220
TRATAMENTOS TÉRMICOS E SUPERFICIAIS DOS AÇOS FERRAMENTA.....	221
TRATAMENTOS TÉRMICOS E TERMOQUÍMICOS DOS AÇOS .....	222





... **APLICAÇÃO DE MATERIAIS**



# **AÇOS AVANÇADOS COM ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA PARA APLICAÇÕES AUTOMOTIVAS**

## **OBJETIVO**

Apresentar os novos aços avançados com alta resistência mecânica (dual phase, TRIP, Complex Phase, TWIP, entre outros) que estão sendo introduzidos na indústria automotiva, seus processos de fabricação, fundamentos metalúrgicos, diretrizes exemplos práticos de sua aplicação

## **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos experientes que aplicam e desenvolvem aços para aplicações automotivas e correlatas

## **CARGA HORÁRIA**

16 horas

## **PROGRAMA**

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Histórico</li> <li>1.2 Motivações para o uso de aços avançados com alta resistência mecânica (advanced high strength steels, AHSS)</li> </ul> </li> <li>2 Fundamentos dos Processos de Produção dos Aços AHSS               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Laminação a quente                   <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 Laminação de chapas grossas</li> <li>2.1.2 Laminação de tiras a quente</li> </ul> </li> <li>2.2 Laminação a frio                   <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Recozimento: em caixa, contínuo</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3 Especificações e Ensaio para Controle de Qualidade               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Tração</li> <li>3.2 Impacto</li> <li>3.3 Dureza</li> <li>3.4 Dobramento</li> <li>3.5 Estampabilidade</li> </ul> </li> <li>4 Tipos de Aços               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Aço carbono-manganês (C-Mn)</li> <li>4.2 Aços-mola</li> <li>4.3 Corda de piano</li> <li>4.4 Avançados com alta resistência mecânica                   <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1 Alta resistência e baixa liga (ARBL)</li> <li>4.4.2 Bifásico (dual phase)</li> <li>4.4.3 Ferrítico-bainítico</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.4 TRIP (plasticidade induzida por transformação)</li> <li>4.4.5 Fase complexa (complex phase)</li> <li>4.4.6 Bainítico</li> <li>4.4.7 Martensítico</li> <li>4.4.8 Com grão ultra-fino</li> <li>4.4.9 TWIP (plasticidade induzida por maclação)</li> <li>4.4.10 Bake hardening</li> <li>4.4.11 Livre de intersticiais (IF) e Livre de intersticiais com alta resistência</li> <li>4.4.12 Isotrópico</li> <li>4.4.13 Ultra-alta resistência mecânica (UHSS)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>5 Mecanismos de Endurecimento               <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Tamanho de grão</li> <li>5.2 Mistura de fases</li> <li>5.3 Precipitação</li> <li>5.4 Microestrutura bifásica</li> <li>5.5 Equações empíricas</li> </ul> </li> <li>6 Aplicações               <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Diretrizes para a adaptação dos projetos de peças aos novos tipos de aço</li> <li>6.2 Exemplos escolhidos                   <ul style="list-style-type: none"> <li>6.2.1 Hidroconformação</li> <li>6.2.2 Estampagem a quente</li> <li>6.2.3 Rodas</li> <li>6.2.4 Longarinas</li> <li>6.2.5 Tanques de combustível</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **AÇOS PARA APLICAÇÃO EM DUTOS DE TRANSPORTE DE GÁS E PETRÓLEO**

### **OBJETIVO**

Propiciar aos profissionais um embasamento metalúrgico sobre os aços para transporte de petróleo e gás (API), englobando a evolução dos graus de resistência, laminação a quente de aços API e sua aplicação na fabricação de tubos e montagem dos dutos

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que atuam nas áreas de exploração e transporte de petróleo, gás e derivados e em laminação a quente de aços

### **CARGA HORÁRIA**

8 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Evolução dos Aços para Dutos de Transporte de Petróleo e Gás ("API")
- 2 Propriedades Mecânicas e Resistência a Corrosão
- 3 A Norma API 5L
- 4 A Fabricação de Bobinas e Chapas Grossas
  - 4.1 A evolução microestrutural durante a laminação a quente de chapas grossas e bobinas
  - 4.2 Propriedades mecânicas
- 5 Fabricação de Tubos
  - 5.1 Processo com solda reta UOE/JCO
  - 5.2 Processo com solda helicoidal
  - 5.3 Processo com solda por resistência elétrica
- 6 Revestimento e Soldagem em Campo

## **APLICAÇÃO DE AÇOS LAMINADOS A QUENTE DE ÚLTIMA GERAÇÃO**

### **OBJETIVO**

Aprofundar os conhecimentos metalúrgicos por trás da produção e aplicação de produtos planos e não-planos laminados a quente, incluindo os produtos mais recentes desenvolvidos nessas áreas

### **PÚBLICO-ALVO**

Pessoal técnico das áreas de desenvolvimento de produtos e de processos das usinas siderúrgicas e relaminadoras; usuários de produtos planos e não-planos, incluindo distribuidores de aço, que desejem adquirir conceitos metalúrgicos mais avançados sobre sua matéria-prima

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

#### **1 Fundamentos**

- 1.1 Austenitização e Solubilização
- 1.2 Processos de restauração e evolução microestrutural na laminação a quente
- 1.3 Transformação austenítica (inclusive sob resfriamento acelerado)
- 1.4 Fundamentos da laminação controlada (solubilização de micro-ligantes, interação recristalização x precipitação, evolução microestrutural, efeito no tamanho de grão final)
- 1.5 Mecanismos de endurecimento atuantes nos vários tipos de aços modernos (refino de grão, precipitação, dual phase, martensítico, TRIP)

#### **2 Aços Laminados a Quente Planos**

- 2.1 Conceitos gerais de produtos planos de aço
  - 2.1.1 Definições de produtos laminados
  - 2.1.2 Classificação e designação de aços para produtos planos
  - 2.1.3 Normas sobre tolerâncias dimensionais
  - 2.1.4 Principais defeitos
- 2.2 Aço para rodas
- 2.3 Aço para longarinas
- 2.4 Aço para tubos de pequeno e grande diâmetro
- 2.5 Aço para estruturas (inclusive navais)

#### **3 Aços para Relaminação a Frio**

- 3.1 Efeito da laminação a quente sobre o processamento posterior de chapas finas a frio
  - 3.1.1 Temperaturas de acabamento / Bobinamento conforme tipo de recozimento
  - 3.1.2 Aços ao C, ARBL, bifásicos e TRIP
- 3.2 Laminação ferrítica e seus efeitos
- 3.3 Efeitos na textura cristalográfica
- 3.4 Aços com médio e alto teor de C
- 3.5 Substituição de laminados a frio por laminados a quente de baixa espessura

#### **4 Aços Laminados a Quente Não-Planos**

- 4.1 Conceitos gerais de produtos não-planos de aço
  - 4.1.1 Definições de produtos laminados
  - 4.1.2 Classificação e designação de aços para produtos não-planos
  - 4.1.3 Normas sobre tolerâncias dimensionais
  - 4.1.4 Principais defeitos
- 4.2 Aço estrutural de alta resistência baixa liga (ARBL)
  - 4.2.1 Versões resistentes à corrosão atmosférica
  - 4.2.2 Versões para aplicação naval
- 4.3 Aço estrutural para aplicação em construções de prédios e pontes em áreas sujeitas a abalos sísmicos

## **APLICAÇÃO DOS AÇOS PLANOS: NORMAS E SETORES**

### **OBJETIVO**

Oferecer uma visão geral dos tipos de aços planos existentes no mercado em termos de suas especificações e normas técnicas de qualidade e a associação com o uso final recomendado. Serão analisados e exercitados casos práticos de aplicação de aços planos em diferentes situações

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais em nível médio, técnico e superior das áreas de vendas, compras, controle de qualidade e produção que trabalhem com aços planos, e que necessitem de informações técnicas ou parâmetros de especificação para a correta especificação e uso desses materiais

### **CARGA HORÁRIA**

8 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Processo de fabricação do aço
- 2 Particularidades dos aços planos
- 3 Principais normas técnicas de aços planos (produtos)
- 4 Tipos de aplicações e requisitos
- 5 Demandas e riscos nas aplicações
- 6 Análise de casos

## **FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO DE PRODUTOS LAMINADOS PLANOS DE AÇO**

### **OBJETIVO**

Fornecer aos seus usuários informações técnicas relativas aos processos de refino e laminação e aplicações dos produtos planos de aços ao carbono

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos envolvidos nesses processos e aplicações

### **CARGA HORÁRIA**

40 horas

### **PROGRAMA**

#### 1 Aciaria

##### 1.1 Tecnologia da Fabricação do Aço

#### 2 Escopo

##### 2.1 Introdução

##### 2.2 Fabricação dos Aços Planos ao Carbono

##### 2.3 Lingotamento e Solidificação

#### 3 Chapas Grossas

##### 3.1 Laminação de Chapas Grossas

###### 3.1.1 Introdução

###### 3.1.2 Principais Equipamentos – Funções e objetivos

###### 3.1.3 Ensaios Mecânicos

#### 4 Laminação a Quente

##### 4.1 Laminação de Tiras a Quente

##### 4.2 Introdução

##### 4.3 Aspectos Microscópicos da Conformação a quente

##### 4.4 Principais Equipamentos – Funções e objetivos

##### 4.5 Tendências de Processos e Equipamentos da Linha de Laminação de Tiras a Quente

#### 5 Laminação a Frio

##### 5.1 Decapagem

##### 5.2 Laminação de Acabamento, corte de chapas e embalagem

##### 5.3 Laminação de Tiras a Frio

##### 5.4 Recozimento

##### 5.5 Laminador de Encruamento

#### 6 Gestão de Desenvolvimento de Produtos Revestidos

##### 6.1 Finalidades

##### 6.2 Características dos diferentes tipos de revestimentos dos aços laminados

##### 6.3 Princípios Básicos dos Processos

##### 6.4 Principais Aplicações dos Produtos

##### 6.5 Aspectos de Qualidade

#### 7 Aplicação de Produtos

##### 7.1 Norma Técnica

##### 7.2 Recomendações para emissão de pedidos sob o ponto de vista técnico.

##### 7.3 Aplicações



## **SELEÇÃO DE MATERIAIS NÃO METÁLICOS**

### **OBJETIVO**

Fornecer conhecimento dos materiais poliméricos termoplásticos e termofixos e materiais compósitos, abordando a estrutura e propriedades mecânicas, aplicações, seleção das matérias-primas e conceitos de fabricação

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais das áreas de engenharia do produto, pesquisa & desenvolvimento e projeto, como também a técnicos e profissionais que buscam conhecimento de novos materiais

### **CARGA HORÁRIA**

4 horas

### **PROGRAMA**

Uma boa parte do conforto oferecido pela vida moderna poder ser atribuída aos materiais poliméricos, que permitem a fabricação de uma elevada quantidade de bens de consumo e representam a força tecnológica de muitas nações.

Com o contínuo aperfeiçoamento do material e o desenvolvimento de novos polímeros com propriedades físicas e mecânicas atrativas para aplicações na engenharia, segmentos importantes da indústria, tais como a automobilística, a aeronáutica, a química e a naval têm investido na área de conhecimento desses materiais, ampliando, dessa forma, suas possibilidades de uso.

O curso está dividido em dois módulos, sendo que primeiro aborda alguns dos principais fundamentos dos materiais poliméricos termoplásticos e termofixos, destacando suas propriedades e utilizações. O segundo módulo expõe conceitos importantes dos compósitos poliméricos fabricados com fibra de carbono, fibra de vidro e fibra aramida, que podem competir com o aço e o alumínio em projetos que necessitam de elevadas propriedades mecânicas, rigidez e resistência química.

## SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS METÁLICOS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA

### OBJETIVO

Fornecer aos profissionais informação e formação sobre a identificação, busca, localização e utilização dos parâmetros adequados para a seleção e especificação de materiais metálicos para construção mecânica. Apresenta também as relações entre cálculo mecânico de componentes e os ensaios padrão dos materiais metálicos, bem como análise da temperabilidade e processos de tratamento térmico

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais das áreas de qualidade, projeto, especificação, desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de processos e produção das indústrias de autopeças, automobilística, ferroviária, implementos agrícolas e máquinas operatrizes e seus fornecedores e profissionais da área de manutenção em geral.

É desejável que o participante tenha conhecimentos básicos de resistência dos materiais e de tratamento térmico.

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Etapas e os fatores de seleção dos materiais metálicos, dimensão do problema
- 2 Fluxograma básico para a seleção dos materiais
- 3 O conceito de propriedade tecnológica, os ensaios padronizados
- 4 A importância do ensaio de dureza
- 5 Relações entre os ensaios de dureza e o LR (limite de resistência)
- 6 Relações microestrutura x dureza, temperabilidade dos aços
- 7 Efeito de massa, relação entre a barra Jominy e determinada posição no componente
- 8 Relação LE (limite de escoamento) x LR (limite de resistência)
- 9 Exemplo 01: Cálculo mecânico básico x definição da propriedade crítica no material
- 10 Considerações sobre o tratamento térmico dos aços e os tratamentos superficiais. Endurecimento somente na superfície
- 11 Conceito do desenvolvimento das tensões residuais, limite de fadiga, acabamento superficial e tenacidade
- 12 Critério para a escolha correta da têmpera e revenido
- 13 Exemplo 02: Como abordar às tensões máximas de tração na flexão e de cisalhamento na torção
- 14 Referências de componentes “que deram certo”, debate sobre os exemplos práticos dos participantes

# UTILIZAÇÃO DOS AÇOS INOXIDÁVEIS E DAS LIGAS RESISTENTES À CORROSÃO PARA APLICAÇÕES DE ELEVADA CORROSIVIDADE

## OBJETIVO

Apresentar os aços inoxidáveis e as LRC's, dando conhecimento sobre a sua corrosão e sobre a correta especificação destes materiais, com ênfase às técnicas de prevenção da corrosão

## PÚBLICO-ALVO

Graduados de nível superior, técnicos de nível médio, que atuam na área e demais profissionais interessados no assunto. Com destaque para profissionais das áreas de manutenção, projeto, seleção de materiais, qualidade, compras e vendas

## CARGA HORÁRIA

24 horas

## PROGRAMA

- 1 Introdução aos Aços Inoxidáveis
  - 1.1 Histórico e evolução dos aços inoxidáveis
  - 1.2 Definição de aço inoxidável
  - 1.3 Mecanismo de proteção (camada passiva)
  - 1.4 Exemplos de produtos planos e longos; fundidos e forjados
- 2 Corrosão Metálica - Conceitos Fundamentais e Tipos
- 3 Aços Inoxidáveis – Famílias e Ligas de Aços Inoxidáveis – Comuns e para Aplicações Avançadas
- 4 Ligas Resistentes à Corrosão (LRC's) a Base de Níquel
  - 4.1 Definição de LRC's
  - 4.2 Exemplos de produtos planos e longos, fundidos e forjados
  - 4.3 Ligas pertencentes ao grupo das LRC's
- 5 Principais Normas Técnicas sobre Aços Inoxidáveis e LRC's
- 6 Corrosão dos Aços Inoxidáveis
  - 6.1 Fatores que influenciam a passivação dos aços inoxidáveis
  - 6.2 Corrosão generalizada versus corrosão localizada
  - 6.3 Principais tipos de corrosão localizada nos aços inoxidáveis (por pites, em frestas, intergranular, sob tensão e galvânica)
  - 6.4 Maneiras de se evitar a corrosão nos aços inoxidáveis
- 7 Cuidados no Manuseio dos Aços Inoxidáveis e LRC's
  - 7.1 Riscos de contaminação
  - 7.2 Boas práticas de manuseio e estocagem
  - 7.3 Respeito ao produto
  - 7.4 Casos reais de manuseio inadequado
- 8 Especificação de Aços Inoxidáveis e LRC's a partir dos Riscos de Corrosão Localizada
  - 8.1 PRE – Pitting Resistance Equivalent
  - 8.2 CPT – Critical Pitting Temperature
  - 8.3 CCT – Critical Crevice Temperature
  - 8.4 CCP – Critical Chloride Pitting
- 8.5 CCC – Critical Chloride Crevice
- 9 Boas Práticas de Projeto e de Fabricação de Produtos e Equipamentos
  - 9.1 Conformação e deformação a frio
  - 9.2 Soldagem
  - 9.3 Esmerilhamento
  - 9.4 Decapagem e passivação
  - 9.5 Eletropolimento
  - 9.6 Conceito de projeto CIP (Clean In Place)
  - 9.7 Cuidados na entrega de um produto final ou de uma obra
  - 9.8 Casos reais de não observância às boas práticas nas etapas de projeto e fabricação
- 10 Ensaios Laboratoriais e Normas Técnicas Aplicáveis à Corrosão dos Aços Inoxidáveis e das LRC's
- 11 Oxidação a Alta Temperatura de Aços Inoxidáveis e LRC's
- 12 Casos de Falhas por Corrosão
- 13 Boas Práticas Aplicáveis à Manutenção de Estruturas e Equipamentos
  - 13.1 Riscos de contaminação
  - 13.2 Programa de manutenção versus garantia do fabricante
  - 13.3 Lavagens periódicas
  - 13.4 O que evitar
- 14 Aplicações Seleccionadas em Segmentos Industriais Específicos
  - 14.1 Indústria alimentícia e de bebidas
  - 14.2 Indústria farmacêutica e de cosméticos
  - 14.3 Indústria química e petroquímica
  - 14.4 Celulose & papel
  - 14.5 Sucroalcooleira
  - 14.6 Água e esgoto – tratamento, coleta e distribuição
  - 14.7 Petróleo & gás natural – downstream e upstream
  - 14.8 Offshore & naval
  - 14.9 Arquitetura & construção civil
  - 14.10 Transportes

## **TECNOLOGIA E SELEÇÃO DE MATERIAIS**

### **OBJETIVO**

Capacitar os participantes com princípios de ciência e tecnologia de materiais, visando o estabelecimento de correlações entre estrutura, processamento e propriedades, assim como a correta seleção do material a ser empregado em cada aplicação. O curso enfatizará os materiais metálicos, porém as outras classes de materiais (cerâmicos, poliméricos, compósitos) também serão abordadas

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros, tecnólogos, técnicos, docentes ou estudantes de graduação e pós-graduação com interesse em ciência e engenharia de materiais

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Ciência dos materiais: papel da estrutura interna e das imperfeições nos materiais metálicos
- 2 Difusão, diagramas de equilíbrio e tratamentos térmicos
- 3 Introdução ao processamento dos materiais metálicos
- 4 Panorama sobre as propriedades mecânicas dos materiais
- 5 O método de Ashby para seleção de materiais: índices de mérito e diagramas de propriedades
- 6 Teoria da decisão aplicada à seleção de materiais



## **AUTOMAÇÃO**



## **AUTOMAÇÃO E INTEGRAÇÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS E ELÉTRICOS – SISTEMA IEC 61850**

### **OBJETIVO**

A evolução da tecnologia e a tendência do mercado em migrar o sistema de comunicação IEC 61850 na integração dos processos de energia elétrica para área industrial. A troca de dados por meios eletrônicos é cada vez mais eficiente e necessária assim a existência de Sistemas de Comunicação se torna fundamental no ambiente empresarial

### **PÚBLICO-ALVO**

Dedicado aos profissionais das áreas de siderurgia, mineração, metalurgia, concessionárias de energia elétrica e empresas em geral

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução aos sistemas industriais e elétricos
- 2 Protocolos industriais
  - 2.1 Sistemas de comunicação serial
  - 2.2 Protocolos industriais abertos: modbus, profibus dp, pa, devicenet, hart, ff, as-i e interbus
  - 2.3 Ethernet; tcp/ip;
- 3 Comunicação e integração para sistemas de potência
  - 3.1 Sistemas de energia elétrica. conceitos, especificação e aplicação
  - 3.2 Protocolos dnp 3.0, iec 60870 e iec 61850 com foco em subestações de alta tensão
  - 3.3 Introdução e filosofia da proteção dos sistemas de potência
- 4 Análise comparativa e interoperabilidade dos protocolos - modbus; dnp 3.0; uca e iec 60870–5–101
- 5 Lógicas de intertravamento entre equipamentos existentes
- 6 Introdução à arquitetura cliente/servidor opc
  - 6.1 Noções fundamentais fundação opc
  - 6.2 Especificação opc data access
  - 6.3 Drivers de comunicação

## QUALIDADE E DISTÚRBIOS NA ENERGIA ELÉTRICA CAUSAS E REDUÇÃO DE CUSTOS

### OBJETIVOS

Conheça todos os distúrbios da energia elétrica que afetam funcionamento, desempenho e eficiência energética dos equipamentos eletro-eletrônicos. Soluções: corrigir ou mitigar? Estudo dos diversos distúrbios causados nas instalações elétricas de forma a se obter uma economia no consumo da energia elétrica com a melhoria da eficiência energética. Informações fundamentais sobre as causas dos distúrbios mais comuns, variação de tensão, interrupção de energia, ruído, surtos de tensão, Flicker com apresentação de soluções para uma melhoria do funcionamento de equipamentos elétricos e eletrônicos em automação, informática, telecomunicações

### PÚBLICO ALVO

Profissionais das áreas elétricas, automação, TA, TI e Informática. Técnicos Engenheiros de empresas, projetistas bem como estudantes de engenharia, eletrotécnica, que desejem complementar as informações e conceitos fundamentais sobre os distúrbios na energia elétrica

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- 1 Definição dos distúrbios da energia elétrica
- 2 Variação de tensão e frequência
- 3 Interrupção de fornecimento de energia, surto de tensão, Flicker e Notching
- 4 Desequilíbrio de tensão, harmônicas, inter-harmonicas e fator de potência
- 5 Inter-relação entre os distúrbios com discussão das principais causas e efeitos dos distúrbios apresentados
- 6 Forma de mitigação dos distúrbios da energia elétrica visando melhoria funcionamento e redução do consumo
- 7 Normalização Nacional e Internacional
- 8 Apresentação de soluções aplicados a casos típicos
- 9 Avaliação de resultados das soluções apresentadas
- 10 Apresentação e discussão de casos reais

## REDES INDUSTRIAIS DE COMUNICAÇÕES E O OPC

### OBJETIVO

Apresentação das principais definições, características gerais, normas e aplicações sobre os protocolos de redes digitais mais utilizadas nos Processos Industriais e noções fundamentais sobre a tecnologia e aplicativos em OPC (OLE for Process Control), padrão utilizado em instalações de Sistemas de Controle, Supervisão e Gerenciamento

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível técnico, engenharia e “tomadores de decisão” envolvidos na especificação, projeto e utilização de Redes bem como, pessoal de montagem e manutenção com foco no conhecimento das diversas tecnologias disponíveis no mercado, voltado à escolha e implantação de Redes Industriais e Corporativas

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução – Redes de Comunicação - Noções básicas
  - 1.1 Tecnologias de Automação e o Aprendizado
  - 1.2 Enfoque Geral
  - 1.3 Fundamentos de Redes Industriais
  - 1.4 Conceituação de Redes Industriais e Corporativas
  - 1.5 Conceitos gerais sobre: Ethernet; TCP/IP; TI; Web; WLAN;
  - 1.6 O Gerenciamento das Informações no Processo Industrial
- 2 Protocolos Industriais - Noções Fundamentais
  - 2.1 Comunicação Serial
  - 2.2 Sistemas Industriais de Comunicação – Noções básicas
  - 2.3 Meios Físicos e Classificação de Protocolos
  - 2.4 Modelos ISO/OSI
  - 2.5 Protocolos Abertos – Noções básicas
  - 2.6 Profibus, Fieldbus Foundation, Devicenet, Modbus, Hart, DPN 3.00, AS-I e outros
  - 2.7 Estudos de casos
- 3 Introdução ao OPC
  - 3.1 Histórico
  - 3.2 Conceitos
  - 3.3 Vantagens na aplicação
- 4 Conceitos tecnológicos envolvidos
  - 4.1 OLE, COM, DCOM, XML, WEB Services, entre outros
- 5 Introdução à arquitetura Cliente/Servidor
  - 5.1 Especificações OPC
  - 5.2 Data Access 2.0x, 3.0
  - 5.3 XML Data Access 1.0
  - 5.4 Data eXchange 1.0
  - 5.5 Alarmes e Eventos 1.10
  - 5.6 Historical Data Access 1.20
- 6 Aplicações práticas e implementação de OPC
  - 6.1 Instalação do sistema Cliente/Servidor OPC
  - 6.2 Configuração do sistema Cliente/Servidor OPC
  - 6.3 Conexão Cliente/Servidor OPC
  - 6.4 Aplicações práticas e discussões

## SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NA AUTOMAÇÃO E REDES DE CAMPO

### OBJETIVO

Proporcionar aos participantes o conhecimento de segurança na área de automação, sistemas supervisão, SDCD e SCADA. Interesse técnico em particular: compreender vulnerabilidades em protocolos de comunicação de automação e as formas de mitigá-las. Expectativas de aprendizado ou aperfeiçoamento: entender melhor os conceitos e elementos de segurança da informação visando a aplicação na melhoria dos projetos de integração de sistemas de automação de instalações operacionais de saneamento ambiental sob o pronto "cybersegurança" mitigando as possibilidades de um "cyber attack". Estamos habituados com os antivírus, firewalls, trojan e worms comuns, analisamos agora os novos termos "malware", o temido "struxnet" e as recomendações atuais da norma ISA-99 no estudo e proteção dos sistemas industriais em TI, TA, Redes de PLC, Sistemas Supervisão, SDCD e SCADA

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, técnicos, estudantes e profissionais de TI e demais atuantes ou interessados nas áreas de segurança da informação. Destaque principal dedicado ao público de TI, TA, automação, instrumentação e comunicação, em sistemas supervisão, SDCD e SCADA no ambiente industrial

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### 1 Introdução aos Conceitos de Segurança em Comunicação Industrial

- 1.1 Objetivos
- 1.2 Gerência de risco
- 1.3 Política de segurança
- 1.4 Segurança de acesso e de dados

#### 2 Pontos Críticos de Acesso:

- 2.1 Redes e Protocolos Industriais de Campo
- 2.2 USB e drives
- 2.3 LAN – Local Área Network
- 2.4 Redes de PLCs

#### 3 Autenticação e controle de acesso

- 3.1 Senhas
- 3.2 Certificação digital

#### 4 Criptografia

- 4.1 Criptografia simétrica
- 4.2 Criptografia assimétrica
- 4.3 Assinatura digital

#### 5 Segurança em redes de campo

- 5.1 Vulnerabilidade das redes de campo
- 5.2 Controle de acesso: Físico e Lógico
- 5.3 Criptografia aplicada
- 5.4 Medida de confiabilidade

#### 6 Análise de segurança em alguns sistemas

- 6.1 Profibus, DeviceNet, ModBus, DNP3
- 6.2 IEC 60870 e IEC 61850
- 6.3 OPC, SDCD, SCADA

#### 7 Segurança de redes Ethernet, TCP/IP

- 7.1 Wired e - Wireless
- 7.2 Protocolo e serviços TCP/IP
- 7.3 Firewalls
- 7.4 Virtual private Network (VPN)

#### 8 Planejamento de segurança da informação

- 8.1 Etapas
- 8.2 Normas
- 8.3 Novas Recomendações da ISA-99

## SISTEMAS WIRELESS EM AUTOMAÇÃO E COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL

### OBJETIVO

Apresentar redes industriais de comunicação, seus projetos, topologias, protocolos, configuração, aplicações, benefícios, aspectos físicos e erros comuns no projeto e instalação. Capacitar o profissional para os aspectos teóricos e práticos para projetar e implantar sistemas wireless, baseados no ISA 100 e Release 1.1ª aplicados em automação na indústria e processos de energia elétrica, bem como avaliar os diversos protocolos e diferentes tecnologias Wireless. Este módulo pretende transmitir as informações necessárias dos conhecimentos básicos e fundamentais nas áreas de automação, informática, informação, comunicação, TA, TI, TIA e demais tecnologias de sistemas corporativos

### PÚBLICO-ALVO

Destinado a engenheiros e demais profissionais de nível técnico responsáveis por especificação montagem, operação manutenção, bem como integradores de sistemas envolvidos em projeto de automação e configuração de sistemas nos segmentos de indústrias em geral e empresas de energia elétrica

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução aos Sistemas Industriais de Informação
  - 1.1 A evolução da Instrumentação à Tecnologias de Automação
  - 1.2 Fundamentos de Redes Industriais Wireless
  - 1.3 A Integração dos Processos Industriais, Administração e Corporativos
  - 1.4 Integração da Tecnologia de Automação e da Tecnologia da Informação
  - 1.5 Gerenciamento de ativos e a conectividade com sistemas de gestão.
- 2 Introdução à comunicação sem-fio (wireless) Noções Fundamentais:
  - 2.1 Enfoque Geral – Fundamentos de Redes Industriais em Wireless
- 3 Padrões de comunicação sem-fio
  - 3.1 Bluetooth; WiFi; ZigBee; IEEE 802.11x; WiMax e Wi-Hart
  - 3.2 Protocolos Industriais - Noções Fundamentais:
  - 3.3 Ethernet; TCP/IP, HSE
  - 3.4 Comunicação Serial - Sistemas Industriais de Comunicação
- 4 Protocolos Industriais Abertos: Profibus DP, PA, FF, Devicenet, Modbus, Hart, AS-I
  - 4.1 Protocolos aplicados em Sistemas Elétricos: DNP 3.0, IEC 60870 e IEC 61850
- 5 Caracterização do canal de comunicação
  - 5.1 Modulação, Método de acesso, Ruído
  - 5.2 Campos eletromagnéticos e eletrostáticos
  - 5.3 Interferência gerada por manobras
- 6 Requisitos para redes sem-fio
  - 6.1 Segurança; Qualidade de Serviço; Interoperabilidade; Energia
- 7 Topologias e arquiteturas de redes sem-fio
  - 7.1 Infra-estrutura, ad-hoc; mesh
- 8 Redes de instrumentos sem-fio Iniciativa ISA-100 e ISA-100.11a
- 9 Tecnologia da Informação Aplicada no Controle e Supervisão
- 10 Tópicos de especificação e projeto de redes sem-fio para automação com os diversos sistemas Wireless e sua aplicação na indústria. Estudo comparativo de aplicação dos diversos protocolos



## **TÉCNICAS DE OTIMIZAÇÃO E CONTROLE AVANÇADO DE PROCESSO**

### **OBJETIVO**

Apresentar de modo prático e objetivo, noções de otimização e controle avançado de processo. O curso mostra as principais técnicas usadas atualmente em aplicações práticas nas plantas industriais.

### **PÚBLICO ALVO**

Engenheiros e técnicos de processo e controle, operadores e instrumentistas, envolvidos com atividades de projeto, coordenação, operação e manutenção de sistemas de controle.

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução
  - 1.1 Motivação objetivos de controle
  - 1.2 Conceito de variabilidade: medição, causas e consequências
  - 1.3 Método para redução de variabilidade e estimativa de benefícios
  - 1.4 Avaliação de oportunidades, diagnóstico e monitoração de variabilidade
- 2 Noções de Lógica Nebulosa, Sistemas Especialistas e Controle "Fuzzy"
  - 2.1 Conceitos de lógica nebulosa
  - 2.2 Conceitos de sistemas especialistas
  - 2.3 Controle Fuzzy
  - 2.4 Controlador PID Fuzzy
- 3 Controle Adaptativo
  - 3.1 Conceito de controle adaptativo
  - 3.2 PID adaptativo
  - 3.3 Controle MFA
  - 3.4 Aplicações práticas
- 4 Analisadores Virtuais
  - 4.1 Conceito de analisadores virtuais técnicas de estimação
  - 4.2 Estimadores lineares
  - 4.3 Desenvolvimento de VOA usando estimadores lineares
  - 4.4 Noções de redes neurais
  - 4.5 Desenvolvimento de um VOA usando redes neurais
  - 4.6 Validação de um VOA
  - 4.7 Aplicações práticas
- 5 Controle Preditivo Com Otimização
  - 5.1 Conceito de MPC características e aplicação
  - 5.2 Noções de otimização
  - 5.3 Conceitos de identificação de modelo de processo
  - 5.4 Estrutura e algoritmo do MPC
  - 5.5 Desenvolvimento de um projeto de controle MPC: análise do processo, projeto funcional, avaliação e revisão do controle regulatório, pré-testes, identificação do processo, geração análise e validação dos modelos, configuração do sistema de controle, sintonia e testes, comissionamento, acompanhamento e manutenção
  - 5.6 Aplicações práticas





**CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS METÁLICOS E  
CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS NÃO METÁLICOS**

## ANÁLISE DE FALHAS

### OBJETIVO

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre resistência dos materiais à fratura, mecânica de fratura e tipos de falha para a aplicação destes conceitos, juntamente com metodologias padrão de análise, na elaboração de análise de falhas. Além das aulas teóricas, ao longo da semana deverão ser lecionadas aulas práticas, para demonstração e discussão de técnicas experimentais sobre análise de superfície de fratura (macro), análise de superfície de fratura (MEV), análises metalográficas, ensaios mecânicos, análise de casos dos participantes. Os instrutores farão análise preliminar de casos de falha práticos apresentados pelos participantes, com a possibilidade de se empregar algumas das técnicas contidas no curso

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais que trabalham na área de manutenção e controle de qualidade de produtos metalúrgicos

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

#### PARTE I FUNDAMENTOS

- 1 Falha de um Componente Estrutural
  - 1.1 Definição de falha em uma estrutura
  - 1.2 Razões para a falha de uma estrutura
  - 1.3 O processo de falha
  - 1.4 A Fratura
  - 1.5 Funções da análise de falhas
  - 1.6 Procedimento investigativo
- 2 Resistência dos Materiais à Fratura
  - 2.1 Resistência coesiva teórica
  - 2.2 População de defeitos nos sólidos
  - 2.3 Critérios de fratura
  - 2.4 Fator de concentração de tensão
  - 2.5 Endurecimento pelo entalhe
  - 2.6 Variáveis externas que afetam a fratura
  - 2.7 Energia para fratura
- 3 A Mecânica de Fratura
  - 3.1 Caracterização da mecânica de fratura
  - 3.2 Interdisciplinaridade da mecânica de fratura
  - 3.3 Tenacidade à fratura
  - 3.4 Comparação com a tradicional resistência dos materiais
  - 3.5 A estrutura da mecânica de fratura
  - 3.6 Comportamento dos materiais
  - 3.7 Crescimento subcrítico de trinca
- 4 Tipos de Falhas em Serviço
  - 4.1 Introdução
  - 4.2 Fratura de corpos-de-prova (CPS) ensaiados em Tração
  - 4.3 Principais tipos de fratura monotônica
    - 4.3.1 Fratura dúctil
    - 4.3.2 Fratura semifrágil
    - 4.3.3 Fratura frágil
    - 4.3.4 Fratura intergranular
  - 4.4 Fratura por fadiga
    - 4.4.1 Mecanismos de iniciação de trincas características microscópicas
    - 4.4.2 Macrofractografia de falhas por fadiga
  - 4.5 Fratura por fluência

#### PARTE II TÉCNICAS DE ANÁLISE

- 5 Primeiros Passos em uma análise de falhas
  - 5.1 Início de uma análise de falha
  - 5.2 Análise macroscópica
  - 5.3 Ensaios não destrutivos
- 6 Análises Fractográficas
  - 6.1 Introdução
  - 6.2 Microscopia eletrônica de varredura
  - 6.3 Microscopia eletrônica de transmissão

- 7 Análises Metalográficas
  - 7.1 Introdução
  - 7.2 Metalografia dos materiais envolvidos
  - 7.3 Metalografia da região da falha
- 8 Ensaios Mecânicos
  - 8.1 Ensaio de tração
  - 8.2 Ensaio de dureza
  - 8.3 Ensaio de tenacidade a fratura
  - 8.4 Ensaio de impacto
  - 8.5 Ensaio de fadiga
  - 8.6 Ensaio de fluência
  - 8.7 Ensaio de corrosão sob tensão

#### PARTE III EXECUÇÃO DA ANÁLISE DE FALHA

- 9 A condução de uma análise de falha
  - 9.1 Ênfase e objetivo de uma análise de falha
  - 9.2 Necessidade e utilização das ferramentas de análise
- 10 Prática da Análise de Falha em Componentes e por Mecanismos
  - 10.1 Falhas em componentes rotativos
  - 10.2 Falhas em componentes com concentração de tensão
  - 10.3 Falhas em pequenos componentes
  - 10.4 Falhas em grandes componentes
  - 10.5 Falhas pelo mecanismo de fadiga
  - 10.6 Falhas por outros processos degradativos (corrosão, fluência, etc.)
  - 10.7 Falhas monotônicas
  - 10.8 Falhas durante a fabricação

## ANÁLISE DE FRATURAS

### OBJETIVO

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre os tipos de fratura, metodologia padrão para análise de falhas, ensaios para caracterização da resistência à fratura

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais que trabalham na área de manutenção e controle de qualidade de produtos metalúrgicos

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- 1 Fundamentos Utilizados na Análise de Falha
  - 1.1 Resistência dos materiais
    - 1.1.1 Introdução
    - 1.1.2 Resistência coesiva teórica
    - 1.1.3 População de defeitos
    - 1.1.4 Critério de fratura
  - 1.2 Fatores mecânicos
    - 1.2.1 Fator de concentração de tensões
    - 1.2.2 Propagação de trinca com plasticidade
  - 1.3 Fatores metalúrgicos/estruturais
    - 1.3.1 Endurecimento pelo entalhe
    - 1.3.2 Variáveis externas que afetam a fratura
  - 1.4 Mecânica de fratura
    - 1.4.1 Avaliação da tenacidade à fratura.
- 2 Tipos de Falhas em Serviço
  - 2.1 Fratura frágil
  - 2.2 Fratura dúctil
  - 2.3 Fratura por fadiga
  - 2.4 Fratura em elevadas temperaturas
  - 2.5 Fratura em ambientes agressivos
  - 2.6 Fratura por desgaste
- 3 Metodologias Empregadas na Determinação da Causa de Falha
  - 3.1 Análise macroscópica e ensaios não destrutivos
  - 3.2 Análises Fractográficas
    - 3.2.1 Microscopia ótica
    - 3.2.2 Microscopia eletrônica
  - 3.3 Ensaios mecânicos
    - 3.3.1 Tração
    - 3.3.2 Tenacidade à fratura
    - 3.3.3 Fadiga
    - 3.3.4 Fluência
    - 3.3.5 Corrosão e corrosão sob tensão
- 4 Prática de Análise de Falha (Estudo de Casos)
  - 4.1 Problemas estruturais
  - 4.2 Problemas geométricos
  - 4.3 Problemas no tratamento pós-fabricação do material
  - 4.4 Problemas no carregamento
  - 4.5 Estudo de casos de falha por outros mecanismos

## ANÁLISE METALOGRÁFICA

### OBJETIVO

Fornecer os conhecimentos básicos para a correta utilização da metalografia na análise de estruturas dos metais. Serão abordados aspectos fundamentais e práticos sobre preparação de amostras, normas técnicas, documentação, os princípios e as vantagens da metalografia quantitativa automatizada em relação metalografia quantitativa manual e aplicações em tratamentos de imagens

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais, engenheiros ou técnicos que atuam na área metalúrgica e de materiais, os envolvidos direta ou indiretamente com preparação, caracterização quantitativa, qualitativa e interpretação estrutural que necessitam de uma introdução ao campo da metalografia

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                  |                                                      |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 Introdução                                                     | 6 Documentação Fotográfica                           |
| 1.1 Histórico e evolução do microscópio ótico                    | 6.1 Exemplos de erros na documentação foto gráfica   |
| 1.2 Banco metalográfico versus analisador de imagens             | 6.2 Inserção de escala na documentação foto gráfica  |
| 1.3 Lay-out de laboratório de metalografia e o uso do computador | 6.3 Importância da legenda auto explicativa          |
| 1.4 Classificação ou divisão da metalografia                     | 6.4 O uso de computador na impressão da documentação |
| 2 Importância da Metalografia                                    | 7 Normas ASTM-E-112, E-562, E-1382                   |
| 2.1 Relação estrutura propriedade e processamento                | 7.1 Conteúdo e adequações                            |
| 2.2 Conceito de estrutura                                        | 7.2 Exemplos de aplicações e usos                    |
| 2.3 Conceito de processamento                                    | 8 Metalografia Quantitativa Manual                   |
| 2.4 Conceito de propriedade ou característica                    | 8.1 Fundamentos e importância                        |
| 3 Microscopia Ótica versus Microscopia Eletrônica                | 8.2 Aspectos gerais de medidas quantitativas         |
| 3.1 Princípio de funcionamento dos equipamentos                  | 8.3 Métodos de medidas de tamanho de grão            |
| 3.2 Vantagens                                                    | 8.4 Métodos de medidas de proporção de fase          |
| 3.3 Desvantagens                                                 | 8.5 Conceitos estatísticos:                          |
| 3.4 Relação Custo Benefício                                      | 8.5.1 Limite de confiança                            |
| 4 Preparação de Amostras                                         | 8.5.2 Precisão etc.                                  |
| 4.1 As etapas de preparação da amostra metalográfica             | 9 Metalografia Quantitativa Automatizada             |
| 4.2 Cuidados Especiais                                           | 9.1 Fundamentos                                      |
| 4.2.1 Deformação                                                 | 9.2 Escolha de procedimentos                         |
| 4.2.2 Aquecimento                                                | 9.3 Algumas aplicações                               |
| 4.2.3 Trincas                                                    | 10 Apresentação do Processo de Análise de Imagem     |
| 4.3 Reagentes Químicos para Ataque                               | 10.1 Objetivos da análise de imagem                  |
| 4.4 Armazenamento das Amostras                                   | 10.2 Adequação das imagens para medições             |
| 5 Como Analisar Estrutura de Metais e Ligas Metálicas            | 11 Princípios Gerais da Análise de Imagem            |
| 5.1 Fundamentos em ciência dos Materiais                         | 11.1 Parâmetros de tratamento de imagem              |
| 5.2 Fundamentos em Processamento de Metais                       | 11.1.1 Melhoria na qualidade da imagem               |
| 5.3 Fundamentos em Ensaio de Materiais                           | 11.1.2 Segmentação                                   |
|                                                                  | 11.1.3 Binarização                                   |
|                                                                  | 11.2 Uso de softwares de análise de imagem           |

## **ASPECTOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL DE METAIS E LIGAS METÁLICAS**

### **OBJETIVO**

Fornecer conhecimentos para a análise e interpretação de estruturas dos metais e ligas metálicas baseados em fundamentos de ciência dos materiais. Serão abordados aspectos fundamentais da caracterização quantitativa e qualitativa de estruturas com a aplicação de processamento digital de imagens

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e profissionais que atuam direta ou indiretamente com análise e interpretação estrutural de metais e ligas metálicas através da aplicação da análise de imagens e/ou envolvidos com emissão de laudos e/ou relatórios técnicos. Profissionais, engenheiros ou técnicos com conhecimentos básicos em ciências dos materiais e que desejem aprimorar conhecimentos sobre a análise quantitativa e qualitativa da microestrutura dos materiais metálicos

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Análise de Estruturas de Metais e Ligas Metálicas
  - 1.1 Fundamentos em ciência dos materiais
  - 1.2 Conceito de estrutura e microestrutura
  - 1.3 Conceito de processamento
  - 1.4 Conceito de propriedades mecânicas e ensaio de materiais
- 2 Caracterização Estrutural de Metais e Ligas Metálicas
  - 2.1 Introdução aos diagramas de equilíbrio
  - 2.2 Estrutura de grãos, constituintes e fases
  - 2.3 Estrutura bruta de fusão
  - 2.4 Estruturas de materiais tratados termicamente ou termomecanicamente
  - 2.5 Estruturas de materiais deformados
  - 2.6 Estruturas de materiais sinterizados
- 3 Caracterização Estrutural de Metais e Ligas Metálicas Utilizando Análise de Imagens
  - 3.1 Apresentação do processo de análise de imagens
  - 3.2 Objetivos e princípios da análise de imagens
  - 3.3 O conceito de imagens: vídeo, digitalizada e binária
  - 3.4 O processo de captura de imagens
  - 3.5 Parâmetros de tratamento de imagens
    - 3.5.1 Melhoria na qualidade da imagem em níveis de cinza: ajustes, correções e filtros
    - 3.5.2 Segmentação de imagens de estruturas monofásicas, bifásicas ou multifásicas
    - 3.5.3 Processamento binário: transformações e operações morfológicas
- 4 Uso de Softwares de Análise de Imagem
  - 4.1 Análise estrutural quantitativa automatizada
  - 4.2 Adequação das imagens para medições
    - 4.2.1 Detecção de contornos de grãos, grãos, constituintes, inclusões, poros, fases
  - 4.3 Fundamentos e escolha de procedimentos
  - 4.4 Uso de normas ASTM
  - 4.5 Algumas aplicações

## **CORROSÃO DAS LIGAS FERROSAS COM ÊNFASE EM AÇOS**

### **OBJETIVO**

Desenvolver uma compreensão aprofundada dos problemas de corrosão, centrando as análises sobre a corrosão de aços e outras ligas ferrosas, de forma tal a facilitar a compreensão e preparar os assistentes para que possam resolver questões da área

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros em geral, mecânicos e químicos em particular, químicos, físicos, podendo também participar técnicos com formação ou experiência em química ou materiais

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Corrosão de Ligas Ferrosas, em Especial Aços, em Imersão
  - 1.1 Mecanismo eletroquímico da Corrosão
  - 1.2 Corrosão generalizada e passivação. Diagramas de Pourbaix
  - 1.3 Aspectos metalúrgicos da corrosão
  - 1.4 Efeito da composição dos meios corrosivos
  - 1.5 Inibidores da corrosão
- 2 Tipos de Corrosão de Ligas Ferrosas, em Especial Aços
  - 2.1 Descrição da corrosão
  - 2.2 Corrosão galvânica
  - 2.3 Corrosão por frestas
  - 2.4 Corrosão por pites
  - 2.5 Corrosão sob tensão
  - 2.6 Corrosão por fadiga
  - 2.7 Corrosão intergranular
  - 2.8 Corrosão por aeração diferencial
  - 2.9 Corrosão por dissolução seletiva
  - 2.10 Corrosão por erosão
- 3 Corrosão Atmosférica de Ligas Ferrosas , em Especial Aços
  - 3.1 Mecanismos da corrosão atmosférica
  - 3.2 Contaminantes ambientais na corrosão atmosférica
  - 3.3 Tipos de atmosferas
- 4 Corrosão de Ligas Ferrosas Enterradas, em Especial Aços
  - 4.1 Mecanismos da corrosão de sistemas enterrados
  - 4.2 Corrosão por aeração diferencial
  - 4.3 Corrosão por correntes parasitas
  - 4.4 Corrosão microbiológica
  - 4.5 Proteção catódica e corrosão por hidrogênio
- 5 Proteção contra a Corrosão de Ligas Ferrosas e em Especial Aços
  - 5.1 Proteção por metais e ligas
  - 5.2 Proteção por recobrimentos inorgânicos
  - 5.3 Proteção por recobrimentos orgânicos
  - 5.4 Proteção anódica
- 6 Teste de Corrosão
  - 6.1 Ensaio de laboratório
  - 6.2 Ensaio eletroquímico



## **CORROSÃO DE METAIS NÃO FERROSOS**

### **OBJETIVO**

Fornecer as noções básicas sobre a corrosão dos metais não ferrosos através do estudo dos principais tipos de corrosão e de aulas experimentais de laboratório, com o intuito de dar aos participantes capacitação para a diagnose das falhas por corrosão em serviço, bem como, condições para selecionar e definir meios de proteção anticorrosiva desses materiais

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos em geral envolvidos tanto com a produção como com a utilização dos metais não ferrosos. Em particular, ele é recomendado aos encarregados da manutenção de estruturas, equipamentos e dispositivos em praticamente todos os setores de atividade industrial

### **CARGA HORÁRIA**

40 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Bases eletroquímicas da corrosão
- 2 Corrosão generalizada e galvânica
- 3 Corrosão atmosférica, revestimentos metálicos – zinco e alumínio
- 4 Corrosão por pite e em frestas
- 5 Corrosão microbiana
- 6 Laboratório: corrosão galvânica
- 7 Corrosão seletiva, intergranular e filiforme
- 8 Laboratório: corrosão por pite
- 9 Corrosão associada a tensões mecânicas
- 10 Laboratório: medida da taxa de corrosão
- 11 Oxidação a alta temperatura
- 12 Exame de casos de falhas em serviço

## **CORROSÃO EM AÇOS INOXIDÁVEIS**

### **OBJETIVO**

Fornecer conhecimento sobre a corrosão de aços inoxidáveis com ênfase às técnicas de prevenção da corrosão

### **PÚBLICO-ALVO**

Graduados de nível superior, técnicos de nível médio que atuam na área e demais profissionais interessados no assunto. Ressaltem-se profissionais na área de manutenção, de projeto e de seleção de materiais

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução
- 2 Conceitos Fundamentais de Corrosão Metálica
- 3 Tipos de Corrosão
- 4 Aços Inoxidáveis
- 5 Corrosão dos Aços Inoxidáveis
  - 5.1 Fatores que influenciam a passivação dos aços inoxidáveis
  - 5.2 Corrosão generalizada
  - 5.3 Corrosão por pite
  - 5.4 Corrosão em frestas
  - 5.5 Corrosão galvânica
  - 5.6 Corrosão intergranular
  - 5.7 Corrosão sob tensão
  - 5.8 Corrosão-erosão
  - 5.9 Corrosão pelas águas naturais
  - 5.10 Corrosão atmosférica
- 6 Ensaio Laboratoriais Aplicáveis para Aços Inoxidáveis
- 7 Casos de Falhas em Serviço Envolvendo Aços Inoxidáveis

## DEFORMAÇÃO, RECRISTALIZAÇÃO E TEXTURA

### OBJETIVO

Atualizar conceitos sobre os estados deformado, recuperado e recristalizado e sobre texturas de deformação e de recristalização dos metais

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, formandos e técnicos das engenharias metalúrgica e de materiais

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

#### 1 Introdução

Caracterização e classificação dos fenômenos de deformação, restauração, recuperação, recristalização (primária), crescimento normal de grão, crescimento anormal de grão (recristalização secundária); importância do estado deformado; noções básicas de tensão, deformação, rotação de corpo rígido; curvas tensão-deformação; leis de encruamento usuais, coeficiente de encruamento, anisotropia plástica, normal e planar; estados complexos de tensão, critérios de escoamento de von Mises e anisotrópico e de Hill; redes cristalinas ccc, cfc, hc; discordâncias, interação entre discordâncias e partículas, deslizamento cruzado, escalagem; sistemas de deslizamento (cfc, ccc).

#### 2 O Estado Deformado

Característica mecânica e microestruturais; deformação homogênea: linhas e bandas de deformação; deformação heterogênea: bandas de transição, bandas de cisalhamento, maclas; energia de deformação armazenada, métodos de medida da energia de deformação armazenada; fatores que afetam a formação da estrutura deformada; subestrutura, estrutura celular, subgrãos; teorias de deformação plástica de policristais (Sachs e Taylor-Bishop-Hill).

#### 3 Recuperação

Propriedades afetadas e como o são pela recuperação, cinética; mecanismos: migração e anulação de discordâncias, poligonização, formação de subgrãos, crescimento de subgrãos, força motriz para o crescimento de subgrãos, crescimento por migração de contorno, crescimento por rotação e coalescência, efeito de partículas no crescimento de subgrãos.

#### 4 Recristalização (primária)

Leis de recristalização, quantificação, fatores que afetam a recristalização: o estado deformado, tamanho de grão inicial, grau de deformação anterior, temperatura e taxa da deformação, orientação dos grãos deformados, condições do recozimento; força motriz para a recristalização, energia armazenada nos grãos deformados como função da orientação; cinética formal da recristalização, modelo de Johnson-Mehl-Avrami-Kosmogorov; microestrutura da recristalização: forma, tamanho e orientação dos grãos recristalizados; nucleação: modelo clássico, migração de contorno induzida por deformação, núcleos pré-existentes; locais preferenciais de nucleação.

#### 5 Crescimento de Grão

Fatores que afetam o crescimento de grão, análise clássica da cinética de crescimento de grão (Burke e Turnbull), cinética experimental; efeito de partículas de segunda fase: cinética, tamanho de grão limite, arraste de partículas pelo contorno, instabilidade das partículas (durante o crescimento), rotação de grão; crescimento anormal de grão: efeito de partículas, efeito da textura de recristalização primária, efeito de interface, efeito de deformação; recristalização secundária.

#### 6 Textura Cristalográfica

Definição, origem da textura, componente de textura, representação e quantificação: figuras de pólo diretas e inversas, função de distribuição de orientação (FDOC); métodos de medida das texturas: difração de raio-x, EBSD; texturas de deformação nos materiais CFC, CCC e HC: efeito da deformação, efeito de partículas; teoria de Taylor-Bishop-Hill; texturas de recristalização nos materiais CFC, CCC e HC: efeito das características da microestrutura deformada, do grau de deformação, das condições do recozimento, da energia de falha de empilhamento; teorias de formação das texturas de recristalização: nucleação orientada versus crescimento seletivo; características das texturas para estampagem: relação com R, relação com o embutimento, com orelhamento; texturas para fins magnéticos.

## **DIAGRAMAS DE EQUILÍBRIO DO SISTEMA Fe-C: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES PARA AÇOS E FERROS FUNDIDOS**

### **OBJETIVO**

Apresentar os fundamentos sobre ciência dos materiais para entendimento dos diagramas de equilíbrio do Sistema Fe-C e sua aplicação.

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam na área metalúrgica, engenheiros e técnicos envolvidos na utilização de aços e ferros fundidos.

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Os materiais metálicos
- 2 Estrutura dos materiais metálicos
- 3 A importância dos defeitos na estrutura dos materiais metálicos
- 4 Princípios de ciência dos materiais
- 5 Introdução aos diagramas de equilíbrio
- 6 Diagrama de equilíbrio do sistema Fe-C
- 7 Relação entre diagramas de equilíbrio e a metalografia
- 8 Aspectos práticos de metalografia aplicado aos aços e ferros fundidos

## ENSAIOS DOS MATERIAIS

### OBJETIVO

Transmitir conceitos e metodologia dos principais ensaios mecânicos (estáticos e dinâmicos), bem como noções sobre os principais ensaios não-destrutivo

### PÚBLICO-ALVO

Técnicos, engenheiros e estudantes de graduação das áreas de mecânica, metalurgia e materiais, controle de qualidade. O conteúdo do curso terá também aspectos de interesse para profissionais que atuam na área de engenharia civil

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução aos Ensaios dos Materiais
  - 1.1 Propriedades mecânicas
  - 1.2 Finalidade dos ensaios dos materiais
  - 1.3 Vantagens da normalização dos materiais e métodos de ensaios
  - 1.4 Classificação dos ensaios dos materiais
  - 1.5 Relação Estrutura Propriedades dos Materiais
- 2 Ensaio de Tração
  - 2.1 O ensaio de tração
  - 2.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de tração
  - 2.3 Deformação elástica e deformação plástica
  - 2.4 Instabilidade plástica e estricção
  - 2.5 Curva de engenharia versus curva real
  - 2.6 Confecção de corpos de prova
  - 2.7 Efeitos da taxa de deformação
  - 2.8 Efeitos da temperatura
  - 2.9 Efeitos da presença de entalhes
  - 2.10 Efeitos da máquina de ensaio
- 3 Ensaio de Compressão
  - 3.1 O ensaio de compressão
  - 3.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de compressão
  - 3.3 Compressão em metais dúcteis
  - 3.4 Compressão em metais frágeis
  - 3.5 Flambagem e atrito sob compressão
  - 3.6 Confecção de corpos de prova
  - 3.7 Comparação entre ensaios de tração e compressão
- 4 Ensaio de Dobramento e Flexão
  - 4.1 O ensaio de dobramento
  - 4.2 Ensaio de ductilidade por dobramento
  - 4.3 Ensaio de resistência por dobramento
  - 4.4 Dispositivos utilizados em ensaios de dobramento
  - 4.5 Confecção de corpos de prova
  - 4.6 Ensaio de dobramento em barras para construção civil
  - 4.7 Ensaio de dobramento em corpos de prova soldados
- 6.5 Correlação entre dureza brinell e limite de resistência
- 6.6 Correlação entre escalas de dureza
- 6.7 Microdureza por penetração
- 6.8 Micropenetrador vickers
- 6.9 Micropenetrador knoop
- 7 Ensaio do Impacto
  - 7.1 Ensaio de impacto
  - 7.2 Influência da temperatura na transição dúctil-frágil
  - 7.3 Impacto charpy
  - 7.4 Impacto izod
  - 7.5 Confecção de corpos de prova
  - 7.6 Aplicação na inspeção de juntas soldadas
  - 7.7 Ensaio de impacto por queda de peso em corpo de prova entalhado e variações
  - 7.8 Aplicação na determinação da temperatura de transição dúctil-frágil de aços ferríticos
  - 7.9 Procedimentos padronizados para medida de áreas fraturadas no ensaio de queda por peso
- 8 Ensaio da Fluência
  - 8.1 Introdução à fluência
  - 8.2 Ensaio de fluência
  - 8.3 Ensaio de ruptura por fluência
  - 8.4 Ensaio de relaxação
  - 8.5 Estágios da fluência
  - 8.6 Aplicações
- 9 Ensaio de Tenacidade à Fratura
  - 9.1 Teoria de griffith
  - 9.2 Fator de intensidade de tensão (k)
  - 9.3 Análise de tensões nas trincas
  - 9.4 Divisão da mecânica da fratura e respectivos ensaios
  - 9.5 Projeto de componentes mecânicos baseado na mecânica da fratura
  - 9.6 Outras informações sobre o ensaio de tenacidade à fratura
- 10 Ensaio de Fadiga
  - 10.1 Tipos de tensões cíclicas
  - 10.2 Resultados do ensaio de fadiga: Curva de

- 4.8 Ensaio de flexão em materiais frágeis
- 5 Ensaio de Torção
  - 5.1 O ensaio de torção
  - 5.2 Parâmetros físicos determinados pelo ensaio de torção
  - 5.3 Tensão e deformação no regime plástico
  - 5.4 Tipos de fratura em torção
  - 5.5 Estudo de casos: Aplicações
- 6 Ensaio de Dureza
  - 6.1 O ensaio de dureza por penetração
  - 6.2 Dureza brinell
  - 6.3 Dureza rockwell
  - 6.4 Dureza vickers

- Wöhler
- 10.3 A fratura de fadiga
- 10.4 Fatores influentes na resistência à fadiga
- 11 Noções Ensaios Não Destrutivos
  - 11.1 Especificações técnicas
  - 11.2 Emissão de raios-X e raios Gama (aspectos gerais)
  - 11.3 Ensaios por partículas magnéticas (aspectos gerais)
  - 11.4 Ensaios por líquidos penetrantes (aspectos gerais)
  - 11.5 Ensaios por tomografia computadorizada (aspectos gerais)
  - 11.6 Ensaios por ultra-som

## **FADIGA E FRATURA DE MATERIAIS**

### **CONCEITOS E APLICAÇÃO À AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE COMPONENTES MECÂNICOS**

#### **OBJETIVO**

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre a degradação dos materiais metálicos e não metálicos, por mecanismo de fadiga, com ênfase na avaliação de iniciação, propagação de trinca e ocorrência de fratura. Aplicar as metodologias para avaliação de componentes estruturais, além de apresentar (com especialistas em cada área) tópicos especiais sobre materiais poliméricos e compósitos, práticas experimentais de ensaios e identificação/análise de falhas por fadiga

#### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros, professores e técnicos que atuam nas áreas de projeto, fabricação, operação e manutenção de componentes, estruturas e equipamentos metalúrgico-mecânicos

#### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

#### **PROGRAMA**

- 1 Introdução e Motivação ao Estudo da Fadiga
  - 1.1 Histórico e a participação da fadiga nas falhas reais
  - 1.2 Abordagens total-life (vida total) e defect-tolerant (tolerância ao defeito)
- 2 Conceitos Fundamentais da Elasticidade e Plasticidade
  - 2.1 Componentes de tensões e deformações
  - 2.2 Elasticidade linear e a lei de Hooke generalizada
  - 2.3 Critérios de escoamento e comentários sobre encruamento
- 3 Fadiga
  - 3.1 Mecanismos, Definições e Abordagens Total-life
    - 3.1.1 Mecanismos de nucleação e propagação de trincas
    - 3.1.2 Abordagem Tensão-Vida em fadiga
    - 3.1.3 Abordagem Deformação-Vida em fadiga
    - 3.1.4 Tópicos sobre efeitos de variáveis de solicitação, fadiga multiaxial e contagem de ciclos
- 4 Fratura
  - 4.1 Conceitos e aplicação ao crescimento de trinca (defect-tolerant).
    - 4.1.1 Mecânica da fratura elástica-linear: forças motrizes de trinca (K)
    - 4.1.2 Mecânica da fratura elasto-plástica: forças motrizes de trinca (J e CTOD)
    - 4.1.3 Abordagem de crescimento de trinca por fadiga ( $da/dN$  vs.  $\Delta K$ ).
      - 4.1.3.1 limiar de propagação
      - 4.1.3.2 propagação estável
      - 4.1.3.3 propagação instável
- 5 Tópicos Especiais sobre Avaliação de Polímeros e Compósitos
- 6 Práticas Experimentais para Caracterização de Propriedades de Fadiga
  - 6.1 Ensaios controlados por tensão vs. ensaios controlados por deformação
  - 6.2 Metodologias e tipos de ensaios e equipamentos
- 7 Análise de Falhas
  - 7.1 Aspectos macroscópicos
    - 7.1.1 Detecção e identificação
    - 7.1.2 Análise de falhas por fadiga
  - 7.2 Aspectos microscópicos
    - 7.2.1 Micromecanismos de falha
    - 7.2.2 Efeitos de microestrutura
    - 7.2.3 Efeitos ambientais
  - 7.3 Efeitos de processo e projeto na vida em fadiga

# FUNDAMENTOS DE MECÂNICA DA FRATURA E APLICAÇÕES À INTEGRAÇÃO ESTRUTURAL DE EQUIPAMENTOS E COMPONENTES

## OBJETIVO

Fornecer fundamentos da mecânica da fratura linear e elasto-plástica aplicada à avaliação da fratura em materiais estruturais em regimes frágil e dútil. Capacitar os participantes com metodologias utilizadas na mecânica da fratura elasto-plástica aplicadas à análise e avaliação da fratura e integridade estrutural em componentes e equipamentos

## PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, professores e técnicos que atuam nas áreas de avaliação e reabilitação de estruturas e componentes estruturais com defeitos, ensaios mecânicos, controle de qualidade, projeto e desenvolvimento de estruturas e componentes estruturais em indústrias, centros de pesquisa e universidades

## CARGA HORÁRIA

32 horas

## PROGRAMA

### 1 Introdução

- 1.1 Fratura de materiais estruturais e sua relação com integridade mecânica.
- 1.2 Aspectos microestruturais da fratura em regimes frágil e dútil.
- 1.3 Relação entre a tenacidade e deformação plástica, efeitos geométricos e efeitos estatísticos.
- 1.4 Correlação de resultados experimentais e valores de tenacidade.
- 1.5 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil. Efeitos geométricos e de carregamento. Efeitos dinâmicos.
- 1.6 Utilização de valores de tenacidade na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais.

### 2 Revisão da Mecânica da Fratura Linear Elástica

- 2.1 Fator de intensificação de tensões K.
- 2.2 O parâmetro K como medida das condições de fratura.
- 2.3 Zona plástica e fratura sob estado plano de tensões e deformações.
- 2.4 Instabilidade e curvas de resistência à fratura (curvas R).

### 3 Mecânica da Fratura Elasto-Plástica

- 3.1 Fundamentos fenomenológicos da mecânica da fratura elasto-plástica.
- 3.2 A integral J.
- 3.3 Relação entre CTOD e a integral J.
- 3.4 Condições de validade da integral J.
- 3.5 Caracterização de crescimento de trincas utilizando a integral J.
- 3.6 Determinação experimental da Integral J e CTOD.

### 4 Correlação de Resultados Experimentais

- 4.1 Limitações da mecânica da Fratura convencional.
- 4.2 Efeitos estatísticos sobre a fratura. Dispersão de valores de tenacidade. Tratamento estatístico de valores de tenacidade.
- 4.3 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil. O conceito de triaxialidade na ponta da trinca.
- 4.4 Efeitos geométricos e de condições de carregamento sobre a fratura frágil e dútil.
- 4.5 Transferência de resultados laboratoriais na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais.
- 5 Integridade Mecânica de componentes Estruturais e Aplicações
- 5.1 Análise do comportamento à fratura de aços ligados de alta resistência.
- 5.2 Análise do comportamento à fratura de juntas soldadas.
- 5.3 Exemplo de aplicação: previsão dos valores críticos de tenacidade ( $J_c$ ) para um aço estrutural de alta resistência utilizando amostras de fratura SE(B) com diferentes tamanhos de trinca.
- 5.4 Utilização do conceito de Curva Mestra (ASTM E-1921) para determinação da temperatura de transição de aços estruturais.
- 5.5 Utilização de procedimentos de avaliação de integridade estrutural através de diagramas de análise de falhas: API 579 e BS 7910.



## FUNDAMENTOS, MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES DOS LAMINADOS

### OBJETIVO

Fornecer aos profissionais o embasamento necessário para o bom desenvolvimento de suas atividades

### PUBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que atuam na área de desenvolvimento de produtos e processos de laminação

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- 1 Tensões e deformações
  - 1.1 Conceito de tensão em um ponto
  - 1.2 Tipos de deformação
  - 1.3 Tensão e deformação convencionais
  - 1.4 Tensão e deformação verdadeiras
- 2 Deformação plástica dos metais
  - 2.1 Elasticidade e plasticidade
  - 2.2 Comportamento à tração
  - 2.3 Critérios de escoamento
- 3 Classificação dos processos de conformação
  - 3.1 Classificação quanto ao tipo de esforço
  - 3.2 Classificação quanto à temperatura de trabalho
- 4 Diagrama de equilíbrio ferro-carbono
  - 4.1 Introdução
  - 4.2 Constituintes Presentes: Estrutura interna, propriedades e transformações
- 5 Tratamentos térmicos e termomecânicos dos aços
  - 5.1 Curvas de aquecimento e resfriamento
  - 5.2 Tipos de tratamentos térmicos: definição, microestrutura e propriedades
  - 5.3 Tratamentos termomecânicos
- 6 Mecanismos de endurecimento de metais e ligas: tipos suas influências
- 7 Encruamento e recozimento
  - 7.1 Recuperação
  - 7.2 Recristalização
  - 7.3 Crescimento de grão
- 8 Textura dos materiais laminados
  - 8.1 Introdução ao conceito de textura cristalográfica
  - 8.2 Tipos de texturas em aços e suas influências nas propriedades finais
- 9 Laminação
  - 9.1 Laminação a quente: etapas, características principais e influência de variáveis do processo nas propriedades finais do produto
  - 9.2 Laminação a frio: características principais.
- 10 Abordagem específica sobre os aços que serão laminados em sua empresa

# MATERIAIS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS: FUNDAMENTOS, TECNOLOGIA E APLICAÇÃO

## OBJETIVO

Novos materiais assumem uma posição cada vez mais relevante no cenário dos materiais, oferecendo propriedades que muitas vezes não conseguidas pelos materiais tradicionais de engenharia. Os compósitos poliméricos são uma classe de material que possuem requisitos sempre considerados em projetos que buscam redução de peso, resistência química e elevada resistência mecânica e rigidez. No curso serão transmitidos conceitos e técnicas que permitirão uma maior familiaridade com o material e poderão colaborar na tomada de decisão em relação à utilização do material. Haverá aulas de laboratório para maior fixação de algumas das técnicas de fabricação de materiais compósitos

## PÚBLICO-ALVO

Graduados de nível superior e técnicos que atuam na área de materiais, pesquisa e desenvolvimento, engenharia do produto e garantia da qualidade e aos profissionais que necessitam de conhecimento sobre novos materiais e estudantes das áreas de engenharia de materiais, mecânica e naval

## CARGA HORÁRIA

32 horas

## PROGRAMA

- |                                                                       |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução                                                          | 7 Caracterização mecânica                                             |
| 2 Polímeros                                                           | 7.1 Introdução                                                        |
| 2.1 Termoplásticos                                                    | 7.2 Normalização dos ensaios                                          |
| 2.2 Termofixos                                                        | 7.3 Classificação dos ensaios dos materiais                           |
| 2.3 Ligações moleculares                                              | 7.4 Conceito de algumas das principais propriedades obtidas em ensaio |
| 3 Matrizes poliméricas                                                | 7.5 Caracterização da fibra (roving)                                  |
| 3.1 Resinas poliéster insaturada                                      | 7.5.3 Caracterização da matriz                                        |
| 3.2 Resinas éster vinílicas                                           | 7.5.4 Caracterização do compósito                                     |
| 3.3 Resinas epóxi                                                     |                                                                       |
| 3.4 Cura de matrizes poliméricas                                      | 8 Processos de Fabricação                                             |
| 3.4.1 Mecanismo de cura de resinas poliéster e epóxi                  | 8.1 Introdução                                                        |
| 4 Fibras                                                              | 8.2 Forma de combinação dos materiais constituintes (fibra e matriz)  |
| 4.1 Fibra de vidro                                                    | 8.3 Agentes desmoldantes                                              |
| 4.2 Fibra aramida                                                     | 8.4 Gel coat                                                          |
| 4.3 Fibra de carbono                                                  | 8.5 Laminação por contato (hand lay-up)                               |
| 4.4 Forma de apresentação das fibras                                  | 8.6 Laminação por projeção (spray-up)                                 |
| 5 Compósitos.1- Introdução                                            | 8.7 Enrolamento filamentar (filament winding)                         |
| 5.2 Definição de Material Compósito                                   | 8.8 Moldagem por prensagem                                            |
| 5.3 Classificação dos Materiais Compósitos                            | 8.9 Moldagem por injeção                                              |
| 5.4 Código de identificação de laminados                              | 8.10 Moldagem a vácuo                                                 |
| 6 Propriedades físicas e mecânicas                                    | 8.11 Moldagem por injeção e vácuo                                     |
| 6.1 Determinação da densidade de compósitos                           | 8.12 Infusão a vácuo                                                  |
| 6.1.1 Densidade teórica                                               | 8.13 Pultrusão                                                        |
| 6.1.2 Densidade real                                                  |                                                                       |
| 6.1.3 Determinação das frações de massa de fibra e matriz             | 9 Aula de Laboratório                                                 |
| 6.1.4 Determinação das frações volumétricas de fibra, matriz e poros. |                                                                       |
| 6.2 Propriedades mecânicas                                            |                                                                       |
| 6.2.1 Laminados unidirecionais                                        |                                                                       |
| 6.2.2 Laminados com tecidos                                           |                                                                       |
| 6.2.3 Laminados com mantas                                            |                                                                       |

# MECÂNICA DA FRATURA ELASTO-PLÁSTICA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES À INTEGRIDADE ESTRUTURAL

## OBJETIVO

Fornecer fundamentos da mecânica da fratura linear e elasto-plástica aplicada à avaliação da fratura em materiais estruturais em regimes frágil e dútil. Capacitar os participantes com metodologias utilizadas na mecânica da fratura elasto-plástica aplicadas à análise e avaliação da fratura e integridade estrutural em componentes e equipamentos.

## PÚBLICO ALVO

Engenheiros, professores e técnicos que atuam nas áreas de avaliação e reabilitação de estruturas e componentes estruturais com defeitos, ensaios mecânicos, controle de qualidade, projeto e desenvolvimento de estruturas e componentes estruturais em indústrias, centros de pesquisa e universidades.

## CARGA HORÁRIA

32 horas

## PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução</li> <li>1.1 Fratura de materiais estruturais e sua relação com integridade mecânica</li> <li>1.2 Aspectos microestruturais da fratura em regimes frágil e dútil</li> <li>1.3 Relação entre a tenacidade e deformação plástica</li> <li>1.3.1 Efeitos geométricos</li> <li>1.3.2 Efeitos estatísticos</li> <li>1.4 Correlação de resultados experimentais e valores de tenacidade</li> <li>1.5 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil</li> <li>1.5.1 Efeitos geométricos e de condições de carregamento</li> <li>1.5.2 Efeitos dinâmicos</li> <li>1.6 Utilização de valores de tenacidade na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais</li> <li>2 Revisão da Mecânica da Fratura Linear Elástica</li> <li>2.1 Fator de intensificação de tensões K</li> <li>2.2 O parâmetro K como medida das condições de fratura</li> <li>2.3 Zona plástica e fratura sob estado plano de tensões e deformações</li> <li>2.4 Instabilidade e curvas de resistência à fratura (curvas R)</li> <li>3 Mecânica da Fratura Elasto-Plástica</li> <li>3.1 Fundamentos fenomenológicos da mecânica da fratura elasto-plástica</li> <li>3.2 A integral J</li> <li>3.3 Relação entre CTOD e a integral J</li> <li>3.4 Condições de validade da integral J</li> <li>3.5 Caracterização de crescimento de trincas utilizando a integral J</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6 Determinação experimental da Integral J e CTOD</li> <li>4 Correlação de Resultados Experimentais</li> <li>4.1 Limitações da mecânica da fratura convencional</li> <li>4.2 Efeitos estatísticos sobre a fratura.</li> <li>4.2.1 Dispersão de valores de tenacidade</li> <li>4.2.2 Tratamento estatístico de valores de tenacidade</li> <li>4.3 Efeitos do estado triaxial de tensões sobre a fratura frágil e dútil</li> <li>4.3.1 O conceito de triaxialidade na ponta da trinca</li> <li>4.4 Efeitos geométricos e de condições de carregamento sobre a fratura frágil e dútil</li> <li>4.5 Transferência de resultados laboratoriais na avaliação do comportamento à fratura de componentes estruturais</li> <li>5 Integridade Mecânica de Componentes Estruturais e Aplicações</li> <li>5.1 Análise do comportamento à fratura de aços ligados de alta resistência</li> <li>5.2 Análise do comportamento à fratura de juntas soldadas</li> <li>5.3 Exemplo de aplicação: previsão dos valores críticos de tenacidade (<math>J_c</math>) para um aço estrutural de alta resistência utilizando amostras de fratura SE(B) com diferentes tamanhos de trinca</li> <li>5.4 Utilização do conceito de Curva Mestra (ASTM E-1921) para determinação da temperatura de transição de aços estruturais</li> <li>5.5 Utilização de procedimentos de avaliação de integridade estrutural através de diagramas de análise de falhas: API 579 e BS 7910</li> </ul> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **MECÂNICA DE MATERIAIS COMPOSTOS**

### **OBJETIVO**

O curso tem como principal objetivo fornecer os fundamentos da teoria clássica de placas laminadas para materiais compostos de resina polimérica reforçada por fibras contínuas. esse tipo de material, devido às suas elevadas propriedades de rigidez e resistência específicas, atingiu sua maturidade saindo das aplicações aeroespaciais de alta tecnologia para uma utilização mais abrangente nas diversas áreas da engenharia. Através de uma exposição simplificada e conceitual da teoria e com o auxílio de exemplos utilizando ferramentas computacionais disponibilizadas aos alunos, pretendesse estabelecer o embasamento tecnológico necessário aos profissionais que lidam com esse tipo de material sem possuir nem a familiaridade e nem o conhecimento de suas particularidades, dando-lhes a oportunidade de explorar o máximo de seu potencial

### **PÚBLICO-ALVO**

Curso é direcionado a graduados, técnicos, estudantes e profissionais de pesquisa e desenvolvimento em engenharia que atuam na área de caracterização, projeto, manutenção e controle de qualidade de componentes em laminados de materiais compostos de resina polimérica reforçada por fibras contínuas

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução
- 2 Conceitos e Características Básicas
- 3 Micromecânica
- 4 Comportamento Elástico da Lâmina Unidirecional
- 5 Comportamento Elástico de Laminados Multidirecionais
- 6 Efeitos Higrotérmicos
- 7 Resistência da Lâmina Unidirecional
- 8 Análise de Tensões e de Falha em Laminados Multidirecionais
- 9 Métodos Experimentais de Caracterização e Teste
- 10 Aplicações
  - 10.1 Projetos de estruturas em materiais compostos

## METALOGRAFIA APLICADA: MICROSCOPIA ÓPTICA E ELETRÔNICA

### OBJETIVO

Apresentar técnicas e cuidados quanto a preparação de amostras, identificação de fases, precipitados e segregados em produtos oriundos dos mais diversos processos da indústria metal mecânica, como fundição, conformação, soldagem, tratamentos térmicos e outros. Apresentar informações práticas e fundamentais quanto à relação entre as propriedades, a microestrutura e o processamento dos mais diferentes processos de produção de peças metálicas. Estabelecer uma correlação direta entre os principais problemas observados nas etapas de produção, com os resultados dos métodos de análises metalográficas

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais experientes e a novos profissionais da área metal-mecânica que trabalham ou atuam nos setores de qualidade, análise de matéria prima, identificação de defeitos e ajustes de processo. Destina-se também ao treinamento e atualização de siderurgistas, gerentes de área e profissionais ligados a área de vendas e marketing de produtos metálicos em geral. Em particular aqueles profissionais que desejam elevar seus conhecimentos quanto às técnicas de análises metalográficas em microscopia óptica e eletrônica

### CARGA HORÁRIA

20 horas

### PROGRAMA

- |                                                                         |                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução aos Ensaios Metalográficos                                 | 6 Visualização de Macro e Micrografias e Preparação de Amostras (Prática)                                                  |
| 1.1 Objetivos                                                           | 6.1 Estruturas bruta de fusão                                                                                              |
| 1.2 Estruturas dos materiais e relação com processamento e propriedades | 6.1.1 Aços-carbono                                                                                                         |
| 1.3 Macrografia                                                         | 6.1.2 Ferro fundido branco, cinzento, nodular                                                                              |
| 1.4 Micrografia                                                         | 6.1.3 Materiais não-ferrosos                                                                                               |
| 1.5 Objetivos das análises                                              | 6.1.4 Metais puros                                                                                                         |
| 1.6 Lay-out de um laboratório de metalografia                           | 6.2 Estruturas conformadas                                                                                                 |
| 2 Corpos de Prova ou Amostras                                           | 6.2.1 Tração                                                                                                               |
| 2.1 Seleção da região de análise                                        | 6.2.2 Compressão                                                                                                           |
| 2.2 Processo de fabricação ou processamento                             | 6.2.3 Laminação                                                                                                            |
| 2.3 Localização da amostra                                              | 6.3 Estruturas tratadas termicamente                                                                                       |
| 2.4 Precauções na retirada das amostras                                 | 6.3.1 Cementação                                                                                                           |
| 2.5 Corte                                                               | 6.3.2 Endurecimento por precipitação                                                                                       |
| 2.6 Montagem ou embutimento                                             | 6.3.3 Têmpera                                                                                                              |
| 2.7 Identificação                                                       | 6.3.4 Têmpera e revenimento                                                                                                |
| 2.8 Lixamento                                                           | 6.3.5 Laser                                                                                                                |
| 2.8.1 Manual                                                            | 6.4 Metalurgia do pó                                                                                                       |
| 2.8.2 Automático                                                        | 7 Microscopia Eletrônica                                                                                                   |
| 2.8.3 Sequenciamento                                                    | 7.1 Princípios teóricos de funcionamento do MEV e equipamentos periféricos (canhão de elétrons, lentes, geração de imagem) |
| 2.9 Polimentos                                                          | 7.2 Tipos de imagens e emissões características; Imagens BE, SE e AE (elétrons retroespalhados, secundários e absorvidos)  |
| 2.9.1 Manual                                                            | 7.3 Influência de parâmetros de operação na qualidade e características de imagens BE e SE                                 |
| 2.9.2 Automático                                                        | 7.3.1 Distância de trabalho,                                                                                               |
| 2.9.3 Eletroquímico                                                     | 7.3.2 Tensão,                                                                                                              |
| 2.10 Armazenamento                                                      | 7.3.3 Diâmetro de feixe ou corrente                                                                                        |
| 3 Ataques                                                               | 7.3.4 Astigmatismo                                                                                                         |
| 3.1 Ataques químicos                                                    | 7.3.5 Diâmetro da abertura                                                                                                 |
| 3.2 Macro-ataque                                                        | 7.3.6 Velocidade de varredura                                                                                              |
| 3.3 Micro-ataque                                                        | 7.3.7 Inclinação da amostra                                                                                                |
| 3.4 Ataques especiais                                                   | 7.4 Interpretação de imagens de MEV e exemplos                                                                             |
| 3.4.1 Eletrolítico                                                      | 7.5 Geração e análise de espectros de raios-X.                                                                             |
| 3.4.2 Iônico                                                            |                                                                                                                            |
| 3.4.3 Oxidação                                                          |                                                                                                                            |
| 3.5 Principais reagentes e procedimentos                                |                                                                                                                            |
| 3.6 Impressão de Baumann                                                |                                                                                                                            |

#### 4 Métodos de Visualização

- 4.1 Visual
- 4.2 Fotografia
- 4.3 Microscopia
- 4.4 Confecção de réplicas
- 4.5 Superfície de fratura

#### 5 Análises Quantitativas

- 5.1 Métodos de determinação de tamanho de grão (ASTM E 112-96)
  - 5.1.1 Método da comparação
    - 5.1.1.1 Grãos austenítico e ferrítico
    - 5.1.1.2 Grãos na fratura
  - 5.2 Método planimétrico ou de Jeffries
  - 5.3 Método da intersecção
    - 5.3.1 Procedimento linear de intersecção ou de Heyn
    - 5.3.2 Procedimento circular simples (Hilliard) ou de três círculos (Abrams)
  - 5.4 Grãos não-equiaxiais
  - 5.5 Materiais com multi-fases ou constituintes (ASTM E 1181)

#### 7.6 Geração e análise de espectros de difração de elétrons retroespalhados

#### 7.7 Princípios que regem a adequada preparação de amostras para MEV.

#### 8 Prática Microscopia Eletrônica

- 8.1 Preparação de amostras
- 8.2 Introdução de amostras no MEV
- 8.3 Fazer e alinhar feixe de elétrons
- 8.4 Otimizar imagens para alta resolução e aumento
- 8.5 Microanálise química elementar (EDS)

## METALURGIA FÍSICA E MECÂNICA APLICADA

### OBJETIVO

Repassar, objetivamente, a teoria da metalurgia física e mecânica, apresentando suas inúmeras aplicações práticas na produção e utilização dos metais e de suas ligas, com enfoque natural, mas não exclusivo, em aços. Fundir experiência acadêmica e teórica com conhecimentos profissionais e cotidianos de forma a demonstrar as relações diretas e indiretas da metalurgia física e mecânica com o desempenho de um metal ou liga na sua utilização final. O curso foi planejado de tal forma que os participantes possam interagir para melhor sedimentar e aplicar os conhecimentos obtidos diretamente nas suas atividades profissionais, estudos e nas discussões técnicas

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos, assim como estudantes de graduação e pós-graduação que se interessem pela especificação, produção e avaliação de metais (ou ligas) ou que necessitem de conhecimentos sobre a origem e descrição das técnicas de controle das propriedades dos metais e ligas e das formas de caracterização destas, em particular do aço

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Fundamentação               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Ligações químicas e propriedades físicas/mecânicas inerentes</li> <li>1.2 A estrutura dos materiais</li> <li>1.3 A estrutura dos metais                   <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1 Tipos</li> <li>1.3.2 Características</li> </ul> </li> <li>1.4 Defeitos e discordâncias: implicações nas propriedades</li> <li>1.5 Características microestruturais</li> <li>1.6 Soluções sólidas e diagramas de fases: aplicações e exemplos</li> </ul> </li> <li>2 Tratamentos Térmicos               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Transformações de fase</li> <li>2.2 Difusão</li> <li>2.3 Tratamentos térmicos</li> <li>2.4 Tratamentos termoquímicos</li> <li>2.5 Equipamentos industriais para tratamentos térmicos</li> <li>2.6 Avaliação da qualidade</li> </ul> </li> <li>3 Conformabilidade               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Fundamentos mecânicos (metalurgia mecânica)</li> <li>3.2 Ensaio mecânicos</li> <li>3.3 Recristalização e crescimento de grão</li> <li>3.4 Plasticidade dos metais</li> </ul> </li> <li>4 Resistência Mecânica               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Aumento da resistência mecânica (endurecimento)</li> <li>4.2 Avaliação da microestrutura e limpidez</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3 O processo da fratura, fadiga e fluência dos metais</li> <li>4.4 Introdução à análise de falhas</li> <li>5 Desenvolvimento de Produtos               <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Evolução histórica dos requisitos</li> <li>5.2 Normas técnicas</li> <li>5.3 O desafio da correlação entre a estrutura, processamento e propriedades</li> <li>5.4 Relação entre o uso final e as características</li> <li>5.5 Introdução ao desenvolvimento de produtos</li> </ul> </li> <li>6 Módulo prático (laboratorial)               <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Ensaio de composição química (Espectrografia/Absorção/via úmida)</li> <li>6.2 Ensaio mecânicos (tração/dureza/Charpy/tenacidade à fratura-CTOD)</li> <li>6.3 Avaliação estrutural (MEV/Difração Raios-X)</li> </ul> </li> </ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## METALURGIA GERAL: FUNDAMENTOS BÁSICOS E APLICAÇÕES

### OBJETIVO

Fornecer ampla visão da metalurgia, de forma a apresentar: as principais características dos metais, a nomenclatura e principais entidades normativas do setor, os fundamentos das operações de produção e processamento dos metais e suas ligas e exemplificar como estes conhecimentos podem ser utilizados pelos participantes no relacionamento com empresas da área de metalurgia

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível superior de formação fora do setor da metalurgia, a profissionais de nível técnico ou estudantes da área metalúrgica (engenharia, tecnólogos ou técnicos) que se interessem pela especificação, produção e avaliação de metais (ou ligas) ou que necessitem de conhecimentos sobre a origem e descrição das operações de produção e processamentos dos metais e suas diversas ligas para a execução de suas atividades profissionais

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                        |                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução à Metalurgia                                              | 3.4 Processamento final                                           |
| 1.1 Introdução aos metais e suas ligas                                 | 3.4.1 Corte                                                       |
| 1.2 Fontes dos materiais metálicos                                     | 3.4.2 Dobra                                                       |
| 1.3 A estrutura dos metais                                             | 3.4.3 Usinagem                                                    |
| 1.3.1 Átomos e estrutura cristalina                                    | 3.4.4 Conformação (trefilação, estampagem, extrusão)              |
| 1.4 Equilíbrio químico, calor e temperatura                            | 3.4.5 Soldagem                                                    |
| 1.5 Propriedades físicas, químicas e mecânicas dos metais e suas ligas | 3.5 Principais aplicações setoriais dos metais                    |
| 1.6 Ensaio de caracterização dos metais:                               | 3.6 Fundamentos da análise de falhas dos metais                   |
| 1.6.1 Químicos                                                         |                                                                   |
| 1.6.2 Mecânicos                                                        |                                                                   |
| 2 Operações de Obtenção dos Metais e suas Ligas                        | 4 Aplicações da Metalurgia (Opcional / Promocional da Metalurgia) |
| 2.1 Fluxogramas de produção dos principais metais                      | 4.1 Engenharia Metalúrgica: uma visão do curso                    |
| 2.2 Elementos de mineração e metalurgia extrativa                      | 4.2 Empresas do setor: siderurgia                                 |
| 2.3 Refino dos metais:                                                 | 4.3 Empresas do setor: metalurgia de não ferrosos                 |
| 2.3.1 Ajuste da composição química                                     | 4.4 Normatização: entidades normativas e aplicações               |
| 2.4 Solidificação dos metais e semi produtos                           | 4.5 Perspectivas da indústria metalúrgica                         |
| 2.5 Produtos metalúrgicos obtidos a quente                             |                                                                   |
| 2.6 Produtos metalúrgicos obtidos a frio                               |                                                                   |
| 2.7 Processos especiais                                                |                                                                   |
| 3 Processamento dos Metais e suas Ligas                                |                                                                   |
| 3.1 Fundamentos da criação de ligas                                    |                                                                   |
| 3.1.1 Soluções sólidas                                                 |                                                                   |
| 3.2 Fundamentos da criação de ligas                                    |                                                                   |
| 3.2.1 Diagramas de fase                                                |                                                                   |
| 3.3 Tratamentos térmicos:                                              |                                                                   |
| 3.3.1 Tipos                                                            |                                                                   |
| 3.3.2 Aplicações                                                       |                                                                   |



## MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA E MICROANÁLISE: TEORIA E PRÁTICA

### OBJETIVO

Capacitar profissionais para a análise avaliação de imagens geradas por MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) quanto ao conteúdo, modo de obtenção e rastreabilidade. Aperfeiçoar profissionais em técnicas metalográficas exclusivas para MEV. Apresentar técnicas de operação para uma correta formação das imagens por MEV e obtenção de microanálise por EDS. Apresentar detalhes sobre a forma de interpretação dos resultados, confecção de relatórios e manutenção preventiva do equipamento.

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, técnicos, operadores das áreas de mecânica, metalurgia, materiais, controle de qualidade e demais profissionais que atuam de modo direto ou indireto no tema metalografia e microanálises. Profissionais dedicados que carecem de conhecimento em microscopia eletrônica de varredura para o entendimento e o desenvolvimento de seu trabalho, para tomadas de decisões, como para o seu crescimento profissional.

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução à Microscopia</li> <li>1.1 Microscopia óptica x microscopia eletrônica (MEV e MET)</li> <li>1.2 Princípios ópticos e físicos</li> <li>2 Formação das Imagens</li> <li>2.1 Elétrons Secundários (Secondary Electrons – SE)</li> <li>2.2 Elétrons Retroespalhados (Back Scattered Electrons – BSE)</li> <li>2.3 Elétrons Auger (Auger Electrons)</li> <li>2.4 Espectrometria de energia dispersiva por raios-X (Energy Dispersive Spectrometry – EDS)</li> <li>2.5 Espectrometria de energia dispersiva por raios-X (Wavelength Dispersive Spectrometry – WDS)</li> <li>2.6 Difração de elétrons retroespalhados (Electron Back Scattered Diffraction – EBSD)</li> <li>3 Preparação de Amostras Metálicas</li> <li>3.1 Introdução teórica</li> <li>3.1.1 Corte</li> <li>3.1.2 Lixamento</li> <li>3.1.3 Polimento</li> <li>3.1.4 Ataque químico</li> <li>3.3 Superfícies de Fratura</li> <li>4 Preparação de Amostras Não-metálicas</li> <li>4.1 Limpeza</li> <li>4.2 Metalização</li> <li>4.3 Réplicas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>5 Operação do MEV</li> <li>5.1 Componentes do equipamento</li> <li>5.2 Posicionamento da amostra</li> <li>5.3 Controle de vácuo e feixe</li> <li>5.4 Parâmetros de operação</li> <li>5.4.1 Distância de trabalho</li> <li>5.4.2 Abertura do feixe</li> <li>5.4.3 Corrente do feixe</li> <li>5.4.5 Tensão</li> <li>5.5 Análise por EDS</li> <li>6 Análises em Metais e Não-metais</li> <li>6.1 Metais ferrosos</li> <li>6.2 Metais não-ferrosos</li> <li>6.3 Não-metais</li> <li>7 Interpretação dos resultados</li> <li>7.1 Interpretação das imagens (elétrons secundários e retroespalhados)</li> <li>7.2 Distorção das Imagens (astigmatismo, foco e medições)</li> <li>7.3 Análises químicas</li> <li>8 Confecção de Relatórios e Normas</li> <li>8.1 Roteiro para confecção de relatório</li> <li>8.2 Imagens e microanálises</li> <li>8.3 Principais normas nacionais e internacionais</li> <li>9 Manutenção</li> <li>9.1 Manutenção do sistema de vácuo</li> <li>9.2 Manutenção da câmara e da coluna</li> <li>9.3 Calibração do EDS e da imagem</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## PREPARAÇÃO DE CORPOS DE PROVA PARA METALOGRAFIA

### OBJETIVO

Fornecer os conhecimentos básicos para a correta preparação de corpos de prova para metalografia. Serão abordados aspectos fundamentais e práticos sobre preparação de amostras, análise estrutural, procedimentos laboratoriais, normas técnicas e documentação

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais, engenheiros ou técnicos da área metalúrgica, principalmente os envolvidos com preparação, caracterização quantitativa, qualitativa e interpretação estrutural

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                         |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 Introdução à Metalografia                                             | 6 Métodos de Visualização                       |
| 1.1 Objetivos                                                           | 6.1 Visual                                      |
| 1.2 Estruturas dos materiais e relação com processamento e propriedades | 6.2 Fotografia                                  |
| 1.3 Micrografia                                                         | 6.3 Microscopia                                 |
| 1.4 Objetivos das análises                                              | 6.4 Confeção de laminas finas                   |
| 1.5 Lay-out de um laboratório de metalografia                           | 6.5 Superfície de fratura                       |
| 2 Equipamentos de Laboratório                                           | 7 Cuidados na Manipulação de um Microscópio     |
| 3 Normas Utilizadas em Metalografia                                     | 8 Documentação Fotográfica e Captura de Imagens |
| 4 Preparação de Corpos de Prova                                         | 9 Visualização de Macro e Micrografias          |
| 4.1 Extração e seleção da amostra                                       | 10 Estruturas                                   |
| 4.2 Corte                                                               | 10.1 Bruta de fusão                             |
| 4.3 Alternativas de embutimentos                                        | 10.1.1 Aços-carbono                             |
| 4.4 Identificação                                                       | 10.1.2 Ferro fundido branco                     |
| 4.5 Lixamento de amostras manual e mecânico                             | 10.1.3 Ferro fundido cinzento                   |
| 4.6 Polimento                                                           | 10.1.4 Ferro fundido nodular                    |
| 4.6.1 Manual                                                            | 10.1.5 Materiais não ferrosos                   |
| 4.6.2 Automático                                                        | 10.1.6 Metais puros                             |
| 4.6.3 Eletroquímico                                                     | 10.2 Estruturas conformadas                     |
| 4.7 Secamento e análise preliminar                                      | 10.2.1 Tração,                                  |
| 4.8 Cuidados especiais:                                                 | 10.2.2 Compressão                               |
| 4.8.1 Eeformação                                                        | 10.3.3 Laminação                                |
| 4.8.2 Aquecimento                                                       | 10.3 Estruturas tratadas termicamente           |
| 4.8.3 Trincas                                                           | 10.3.1 Cementação                               |
| 4.9 Ataques                                                             | 10.3.2 Endurecimento por precipitação           |
| 4.9.1 Ataques químicos                                                  | 10.3.3 Têmpera                                  |
| 4.9.2 Macroataques                                                      | 10.3.4 Revenimento                              |
| 4.9.3 Microataques,                                                     | 10.4 Metalurgia do pó                           |
| 4.9.4 Ataques especiais                                                 |                                                 |
| 4.9.4.1 Eletrolítico                                                    | 11 Aplicações Práticas                          |
| 4.9.4.2 Iônico                                                          |                                                 |
| 4.9.4.3 Oxidação                                                        |                                                 |
| 4.9.5 Principais reagentes e procedimentos                              |                                                 |
| 4.10 Armazenamento                                                      |                                                 |
| 5 Análise da Estrutura Obtida                                           |                                                 |

## **USO ESTRATÉGICO DE PATENTES PARA ENGENHEIROS, TÉCNICOS E PROFISSIONAIS**

### **OBJETIVO**

Fornecer aos participantes os fundamentos básicos sobre patentes, seus conceitos e aplicações, juntamente com metodologias de análise para atender as diversas demandas tecnológicas e de mercado relacionadas ao conhecimento sobre patentes

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos em qualquer área, além de profissionais atuantes em organizações públicas e privadas

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Conceitos básicos de patentes
- 2 Classificação Internacional de Patentes
- 3 Uso de patentes como fonte de informação
- 4 Bases de dados para busca e análise de patentes
- 5 Análise de conteúdo de patentes
- 6 Elaboração de indicadores tecnológicos a partir de patentes





## **CONFORMAÇÃO**

## **APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DE LASERS: CORTE, SOLDAGEM E TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

### **OBJETIVO**

Estabelecer bases de conhecimento de óptica, lasers e interação laser-materiais que auxiliem na tomada de decisão para aquisição, operação e expansão dos equipamentos. Desenvolver conhecimentos técnicos para o controle de processos e da qualidade de corte, soldagem e tratamentos de superfície com lasers. Criar e desenvolver competências técnico-administrativas para novas aquisições e parcerias com institutos de pesquisa e universidades, que trabalham com lasers

### **PÚBLICO-ALVO**

Gerentes, supervisores, consultores, engenheiros ou técnicos que trabalham, ou planejam trabalhar, com lasers na produção industrial. Graduados em ciências exatas, tecnologia ou engenharias, concluída ou em curso

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Fundamentos de Lasers e Óptica.
  - 1.1 Geração e propagação da radiação em meios materiais.
  - 1.2 Conceitos básicos de lasers.
  - 1.3 Lasers para processamento de materiais.
  - 1.4 Caracterização e controle dos feixes de laser.
  - 1.5 Normas de segurança na utilização de lasers.
- 2 Fundamentos de Interação de Lasers com Materiais.
  - 2.1 Processos de absorção de radiação em materiais.
  - 2.2 Propriedades térmicas e termodinâmicas na interação laser-matéria.
  - 2.3 Regime dos parâmetros de laser em aplicações de corte, soldagem e tratamento de superfícies com laser.
- 3 Transformações de fase.
  - 3.1 Efeitos do aquecimento do laser.
  - 3.2 Transformações durante o resfriamento.
  - 3.3 Energia para retirada de material.
  - 3.3 Solidificação rápida na junta.
  - 3.4 Resfriamento no cordão e na zona afetada termicamente.
- 4 Tratamentos de superfície com lasers.
  - 4.1 Marcação e gravação.
  - 4.2 Texturização.
  - 4.3 Têmpera.
  - 4.4 Refusão, alloying e revestimentos (cladding).
  - 4.5 Processamento por choque – laser shot peening.
- 5 Soldagem a laser.
  - 5.1 Diferença entre soldagem convencional e com lasers.
  - 5.2 Soldagem a laser por condução e por penetração.
  - 5.3 Projeto da junta.
  - 5.4 Soldagem de blanques.
  - 5.5 Soldagem de não-ferrosos.
  - 5.6 Defeitos na soldagem: vazios, trincas e empenamento.
  - 5.7 Técnicas híbridas e derivativas.
  - 5.8 Casos industriais selecionados.
- 6 Corte a laser.
  - 6.1 Comparativo sobre processos de corte.
  - 6.2 Corte com gás ativo e inerte.
  - 6.3 Furação a laser.
  - 6.4 Parâmetros para controle da qualidade do corte.
  - 6.5 Casos industriais selecionados.
- 7 Oportunidades.
  - 7.1 Panorama geral das atividades de processamento de materiais no Brasil.
  - 7.2 Comentários gerais e recapitulação.

## CONTROLE DE TEMPERATURA PARA OTIMIZAÇÃO DA EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO

### OBJETIVO

A temperatura ao longo do processo de extrusão do alumínio é a variável mais importante no ambiente industrial, e do seu controle depende o sucesso da operação de extrusão. Serão abordados os principais tópicos referentes ao controle de temperatura ao longo de todo o processo de extrusão, desde a homogeneização dos tarugos até o envelhecimento dos perfis, com ênfase no controle de temperatura nas etapas operacionais do processo de extrusão de ligas de alumínio

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais que atuam em setores técnicos, de engenharia, de produção e de controle de qualidade em empresas de extrusão de alumínio

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Importância do controle de temperatura na extrusão
- 2 Problemas associados à falta de controle de temperatura: Extrudabilidade e Propriedades Mecânicas
- 3 Métodos de controle de temperatura na extrusão de alumínio
- 4 Fatores que controlam a evolução de temperatura na extrusão
- 5 Métodos para cálculo/estimativa do aumento de temperatura na extrusão
- 6 Exemplos de estudos e dados de literatura sobre a variação de temperatura na extrusão de alumínio
- 7 Extrusão em temperatura constante (extrusão isotérmica)

## **CORTE E SOLDAGEM COM LASERS**

### **OBJETIVO**

Estabelecer bases de conhecimento de óptica, lasers e interação laser-materiais que auxiliem na tomada de decisão para aquisição, operação e expansão dos equipamentos; Desenvolver conhecimentos técnicos para o controle de processos e da qualidade de corte e soldagem com lasers; Criar e desenvolver competências técnico-administrativas para novas aquisições e parcerias com institutos de pesquisa e universidades, que trabalham com lasers

### **PÚBLICO-ALVO**

Gerentes, supervisores, consultores, engenheiros ou técnicos que trabalham, ou planejam trabalhar, com lasers na produção industrial

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Fundamentos de Lasers e Óptica
  - 1.1 Geração e propagação da radiação em meios materiais.
  - 1.2 Conceitos básicos de lasers
  - 1.3 Lasers para processamento de Materiais
  - 1.4 Caracterização e controle dos feixes de laser
  - 1.5 Normas de segurança na utilização de lasers
- 2 Fundamentos de Interação de Lasers com Materiais
  - 2.1 Processos de absorção de radiação em materiais
  - 2.2 Propriedades térmicas e termodinâmicas na interação laser-matéria
  - 2.3 Regime dos parâmetros de laser em aplicações de corte e soldagem
- 3 Transformações de fase
  - 3.1 Efeitos do aquecimento do laser
  - 3.2 Transformações durante o resfriamento
  - 3.3 Energia para retirada de material
  - 3.3 Solidificação rápida na junta
  - 3.4 Resfriamento no cordão e na zona afetada termicamente
- 4 Corte a laser
  - 4.1 Comparativo sobre processos de corte
  - 4.2 Corte com gás ativo e inerte
  - 4.3 Furação a laser
  - 4.4 Parâmetros para qualidade do corte
  - 4.5 Casos industriais selecionados
- 5 Soldagem a laser
  - 5.1 Diferença entre soldagem convencional e com lasers
  - 5.2 Soldagem a laser por condução e por penetração
  - 5.3 Projeto da junta
  - 5.4 Soldagem de blanques
  - 5.5 Soldagem de não-ferrosos
  - 5.6 Defeitos na soldagem: vazios, trincas e empenamento
  - 5.7 Técnicas híbridas e derivativas
  - 5.8 Casos industriais selecionados
- 6 Oportunidades
  - 6.1 Panorama geral das atividades de processamento de materiais no Brasil
  - 6.2 Comentários gerais e recapitulação



## ENGENHARIA DE FORJAMENTO

### OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos uma formação básica, com informações teóricas e práticas, sobre o processo de forjamento. Capacitar empresas e seus colaboradores na análise dos principais aspectos técnicos de interesse da indústria de forjaria

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que trabalhem ou que irão trabalhar em forjarias e que necessitam se reciclar e/ou adquirir conhecimentos mais profundos sobre a área e também profissionais que trabalham em fornecedores de equipamentos, matérias primas e serviços para forjarias

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

#### 1.º DIA

- 1 Conceitos de conformação plástica
- 2 Aplicação de produtos forjados
- 3 Processo de forjamento
- 4 Forjamento em matriz aberta e fechada
- 5 Características dos equipamentos de forjamento
- 6 Considerações iniciais do projeto de forjados

#### 2.º DIA

- 7 Principais aspectos da metalurgia do forjamento
- 8 Escoamento de metal durante forjamento
- 9 Defeitos de produtos forjados
- 10 Cálculo de força ou energia de forjamento (Métodos empíricos, analíticos e numéricos)
- 11 Simulação por elementos finitos

#### 3.º DIA

- 12 Projeto dos forjados e suas tolerâncias
- 13 Planejamento de processo de forjamento
- 14 Projeto de matrizes de preparação ou pré-forma
- 15 Exemplos práticos de projetos de ferramentas
- 16 Projeto de ferramentas de rebarbação e de furação
- 17 Palestra técnica: Aços Ferramenta para Trabalho a Quente

#### 4.º DIA

- 18 Vida e falha de ferramentas de forjamento
- 19 Correlação entre as variáveis de forjamento e vida de matriz
- 20 Tecnologia de fabricação de ferramentas
- 21 Exemplos práticos de análise de falha de ferramentas
- 22 Conceitos de gerenciamento de vida de ferramentas
- 23 Palestra técnica: Aços Especiais para Forjamento

## ESTAMPAGEM DOS AÇOS AO CARBONO

### OBJETIVO

Dar noções dos mecanismos de deformação plástica. Descrever os ensaios mecânicos nas chapas de aço e sua correlação com a estampabilidade. Fatores que afetam a estampagem: processo, lubrificação, prensa e ferramenta. Análise de deformações via CLC. Análise de casos trazidos pelos participantes

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que atuam na área de estampagem e demais profissionais interessados no assunto

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### Parte I

- 1 Fatores que Influem na Estampagem
- 2 Tensões Atuantes
- 3 Composição Química e Propriedades Mecânicas de Chapas para Estampagem
- 4 Estágios do Processo de Fabricação
- 5 Microestruturas Características
- 6 Tipos de Equipamentos e seu Efeito sobre a Microestrutura
- 7 Parâmetros:  $n$ ,  $r$  e  $\Delta r$
- 8 Noções Básicas de Textura e Efeitos do Processo
- 9 Ensaios Característicos de Chapas
- 10 Interdependência entre Variáveis do Processo e os Parâmetros  $n$ ,  $r$  e  $\Delta r$
- 11 Curva Limite de Conformação: Conceito e Aspectos Práticos
- 12 Textura e a Função de Orientação Cristalina
- 13 Aplicação da Análise por Elementos Finitos (FEA) na Estampagem
- 14 Novas Tendências de Aços para Estampagem

#### Parte II

- 1 Conceito do Sistema de Estampagem
- 2 Operações básicas de Estampagem
  - 2.1 Cortar
  - 2.2 Dobrar
  - 2.3 Estampar
- 3 Prensas
  - 3.1 Hidráulicas
  - 3.2 Mecânicas
  - 3.3 Transfer
  - 3.4 Fine blanking
  - 3.5 Hidroconformação

#### 4 Ferramentas

- 4.1 Cortar
- 4.2 Dobrar
- 4.3 Repuxar
- 4.4 Fine blanking
- 4.5 Hidroconformação

#### 5 Tipos de Blanks

- 5.1 Tailored blanks
- 5.2 Patchwork
- 5.3 Tubos
- 5.4 Hot stamping

#### 6 Lubrificantes para Conformação

#### 7 Qualidade dos Estampados

- 7.1 Defeitos de forma
- 7.2 Defeitos de superfície
- 7.3 Fatores que afetam a estampagem

#### 8 Simulação de Estampagem e Análise de Conformabilidade

- 8.1 Softwares de simulação de estampagem
- 8.2 Gravação de blanks
- 8.3 Curva limite de conformação
- 8.4 Método de análise de deformações

#### 9 Análise de casos práticos

## **EXTRUSÃO DO ALUMÍNIO**

### **OBJETIVO**

Apresentar e discutir, por meio de uma abordagem básica e de fácil entendimento, os principais conceitos envolvidos na produção e utilização de extrudados de ligas de alumínio

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam em áreas técnicas ou não-técnicas de empresas produtoras ou usuárias de extrudados de alumínio, que necessitam de informações básicas dos diversos aspectos relevantes da produção e características destes produtos

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

#### **1 O Setor de Extrusão de Alumínio no Brasil**

##### **1.1 Generalidades**

#### **2 As Ligas de Alumínio**

##### **2.1 Nomenclatura**

##### **2.2 Têmperas**

##### **2.3 Elementos de Liga**

#### **3 Extrudados de Alumínio**

##### **3.1 Propriedades e aplicações**

#### **4 Lingotamento DC**

##### **4.1 Tarugos para a extrusão**

#### **5 Tratamento Térmico antes da Extrusão**

##### **5.1 Homogeneização**

#### **6 Processo de Extrusão de Alumínio**

##### **6.1 Equipamentos**

##### **6.2 Processamento**

#### **7 Ferramental para a Extrusão de Alumínio**

#### **8 Tratamentos Térmicos após a Extrusão**

##### **8.1 Solubilização e envelhecimento**

## FUNDAMENTOS DO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS METÁLICOS

### OBJETIVO

Apresentar os princípios de fabricação dos materiais metálicos, desde sua obtenção como minério até o produto acabado (peça final). Apresentar informações práticas e fundamentais quanto a relação entre as propriedades, a microestrutura e o processamento dos mais diferentes tipos de produtos metálicos. Estabelecer uma correlação direta entre os principais problemas observados nas etapas de produção, com os métodos e tecnologias de processamento.

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais experientes e novos profissionais da área metal-mecânica. Destina-se também ao treinamento e atualização de siderurgistas, gerentes de área e profissionais ligados a área de vendas e marketing de produtos metálicos. Em particular aqueles profissionais que desejam elevar seus conhecimentos quanto a produção e fabricação de produtos oriundos da indústria de metais.

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- |                                                               |                                                                |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1 Obtenção dos Metais                                         | 7 Transformação Sólido/Sólido                                  |
| 1.1 Introdução                                                | 7.1 Conceitos fundamentais                                     |
| 1.2 Processos de redução                                      |                                                                |
| 1.3 Casos específicos                                         | 8 Processos Near Net Shape – Metalurgia do Pó                  |
| 2 Processos de Refino                                         | 8.1 Conformação de pós metálicos                               |
| 2.1 Introdução                                                | 8.2 Sinterização                                               |
| 2.2 Processos de refino                                       | 8.3 Produtos sinterizados                                      |
| 2.3 Casos específicos                                         | 8.4 Metalurgia do pó versus outros processos                   |
|                                                               | 8.5 Caracterização de produtos sinterizados                    |
| 3 Transformação Líquido/Sólido                                | 9 Processos de Usinagem e Soldagem                             |
| 3.1 Solidificação de ligas metálicas                          | 9.1 Soldagem                                                   |
| 3.2 Formação de estruturas e defeitos                         | 9.2 Processos de corte e ruptura                               |
| 4 Fundição                                                    | 10 Conceitos dos Principais Ensaios Mecânicos                  |
| 4.1 Conceitos da engenharia de fundição                       | Utilizados na Indústria de Metais                              |
| 5 Lingotamento Contínuo                                       | 10.1 Ensaios de carga crescente                                |
| 5.1 Processo de lingotamento contínuo                         | 10.2 Ensaios de carga variável ou instantânea                  |
| 5.1.1 Placas                                                  | 10.3 Ensaios de carga constante                                |
| 5.1.2 Blocos                                                  |                                                                |
| 5.1.3 Tarugos                                                 | 11 Conformação Mecânica dos Metais                             |
| 5.1.4 Tiras                                                   | 11.1 Conceitos básicos da metalurgia da                        |
| 5.2 Defeitos no processo de lingotamento contínuo             | conformação mecânica                                           |
| 5.3 Propriedades mecânicas dos aços a altas temperaturas      | 11.2 Os processos de conformação dos metais                    |
| 6 Pós Metálicos Obtidos por Solidificação Rápida (Atomização) | 12 Visita Técnica ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT |
| 6.1 Introdução                                                | 12.1 Laboratório de Processamento                              |
| 6.2 Métodos comerciais de atomização                          | Pirometalúrgico                                                |
| 6.3 Outros métodos de atomização                              | 12.2 Visita ao Laboratório de Metalurgia do Pó                 |
| 6.4 Caracterização e propriedades de pós atomizados           | 12.3 Visita ao Laboratório de Transformação Mecânica           |

## FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE LAMINAÇÃO

### OBJETIVO

Propiciar aos envolvidos na fabricação de produtos laminados de aço, um maior embasamento sobre os principais aspectos dos fundamentos de caráter físico e metalúrgico que regem seus processos. Estas informações e dados permitirão não apenas uma atualização de conhecimentos, mas também uma revisão dos mesmos

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que militam nas áreas de produção de laminados de aço planos, longos e perfis

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- |                                                                 |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução                                                    | 9 Cilindros de Laminação                                                         |
| 1.1 Classificação dos processos de fabricação                   | 9.1 Introdução                                                                   |
| 1.2 Processo de conformação por laminação                       | 9.2 Propriedades dos cilindros                                                   |
| 1.3 Classificação dos produtos laminados                        | 9.3 Materiais e processos de fabricação de cilindros                             |
| 2 Tipos de Laminadores e suas Aplicações                        | 9.4 Principais defeitos e suas causas                                            |
| 3 Principais Componentes de um Laminador                        | 10 Preparação do Material Inicial para Laminação                                 |
| 4 Força de Laminação                                            | 11 Aquecimento Inicial                                                           |
| 5 Condições de Agarramento do Esboço pelos Cilindros            | 11.1 Fornos-poço                                                                 |
|                                                                 | 11.2 Fornos de reaquecimento                                                     |
| 6 Relações Geométricas na Laminação                             | 12 Transformação de Fases nos Aços                                               |
| 6.1 Região de deformação                                        | 13 Mecanismos de Deformação, Endurecimento e Amaciamento dos Metais e suas Ligas |
| 6.2 Coeficiente de deformação                                   | 13.1 Tipos de deformação dos materiais                                           |
| 6.3 Arco de contato                                             | 13.2 Mecanismos de deformação plástica dos metais                                |
| 6.4 Ângulo de mordida                                           | 13.3 Principais mecanismos de endurecimento                                      |
| 6.5 Condições de mordida e arraste                              | 13.4 Efeitos do encruamento                                                      |
| 6.6 Ângulo neutro e plano neutro                                | 13.5 Amaciamento de metais e ligas metálicas                                     |
| 6.7 Deslizamento                                                | 13.6 Influência da taxa de deformação na resistência à deformação                |
| 6.8 Alargamento na laminação                                    |                                                                                  |
| 7 Carga, Torque e Potência de Laminação                         | 14 Processamento Termodinâmico                                                   |
| 7.1 Fatores que afetam a resistência à deformação dos materiais | 14.1 Tratamentos termodinâmicos                                                  |
| 7.2 Determinação da carga de laminação                          | 14.2 Laminação controlada                                                        |
| 7.3 Torque e potência                                           | 14.3 Outros tratamentos termodinâmicos                                           |
| 8 Atrito e Lubrificação na Laminação                            |                                                                                  |
| 8.1 Introdução                                                  |                                                                                  |
| 8.2 Característica das forças de atrito                         |                                                                                  |
| 8.3 Valores Indicativos do coeficiente de atrito                |                                                                                  |
| 8.4 Lubrificação                                                |                                                                                  |
| 8.5 Características de um lubrificante ideal                    |                                                                                  |
| 8.6 Tipos de lubrificantes mais comuns                          |                                                                                  |
| 8.7 Exemplo de aplicação                                        |                                                                                  |

## **GALVANIZAÇÃO**

### **OBJETIVO**

Transmitir aos profissionais e interessados, de forma mais aprofundada, o conhecimento do processo de galvanização e suas aplicações práticas no dia-a-dia. Entre os temas abordados estão: Insumos para o processo, processos de desbobinamento, decapagem, tratamento térmico, fluxagem, zincagem, cromatização e bobinamento. Tipos de fornos de tratamento térmico. Tipos de decapagem. Fornos de zincagem. Fabricação de arames camada leve e pesada. Qualidade dos produtos galvanizados. Galvanização por batelada ou individual

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros, profissionais do setor e estudantes dos cursos de engenharia e áreas técnicas afins, que tenham interesse em se aprofundar no processo de galvanização, para seu conhecimento e aplicabilidade em serviço

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução - Conceitos e Definições
  - 1.1 Aço (tipos e características; aplicações)
  - 1.2 Produtos em aço com baixo, médio e alto teor de Carbono
- 2 Processo de Galvanização
  - 2.1 Introdução
  - 2.2 Vantagens
  - 2.3 Mecanismos de proteção contra a corrosão
  - 2.4 Preparação superficial
  - 2.5 Influência do metal base
  - 2.6 Insumos para o processo de galvanização
  - 2.7 Influência das condições operacionais
  - 2.8 Processo de galvanização (Contínua e Batelada)
  - 2.9 Desbobinamento
  - 2.10 Tratamentos térmicos pré-galvanização
  - 2.11 Decapagem – Lavagem – Fluxagem – Secagem – Resfriamento
  - 2.12 Zincagem
  - 2.13 Tratamento após a galvanização
  - 2.14 Bobinamento de produtos galvanizados
  - 2.15 Equipamentos de galvanização
  - 2.16 Produtos camada leve e camada pesada
  - 2.17 Cuidados com estocagem, transporte e manuseio de produtos
  - 2.18 Qualidade dos produtos galvanizados
  - 2.19 Consumo de energia e cuidados operacionais
  - 2.20 Indicadores do processo de galvanização
- 3 Aspectos ambientais do processo de galvanização
  - 3.1 Tratamento e disposição de resíduos e efluentes gerados no processo
  - 3.2 Recuperação e reaproveitamento de co-produtos do processo de galvanização

## INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE SOLDAGEM

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico nos diversos processos de soldagem capacitando o profissional para melhor desempenho de suas funções

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível técnico, instrutores, representantes técnicos, estudantes de tecnologia, encarregados de manutenção, segurança e qualidade e demais profissionais que atuam direta ou indiretamente na área de soldagem e técnicas correlatas nos diferentes segmentos da indústria

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                        |                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 Introdução                                                           | 6 Ensaios                                        |
| 1.1 Definição de soldagem                                              | 6.1 Descontinuidades                             |
| 1.2 Histórico                                                          | 6.2 Ensaios destrutivos                          |
| 1.3 Estrutura do mercado: tendências em processos                      | 6.3 Ensaios não destrutivos                      |
| 1.4 Formação e qualificação de profissionais                           | 6.4 Ensaios de soldabilidade                     |
| 1.5 Entidades - homologação e certificado                              |                                                  |
|                                                                        | 7 Processos de Corte Térmico                     |
| 2 Apresentação dos Processos                                           | 7.1 Oxicorte                                     |
| 2.1 Soldagem em fase sólida                                            | 7.2 Plasma                                       |
| 2.2 Soldagem termoquímica                                              | 7.3 Laser                                        |
| 2.3 Soldagem por resistência elétrica                                  |                                                  |
| 2.4 Soldagem por arco elétrico                                         | 8 Higiene e Segurança                            |
|                                                                        | 8.1 Perigos causados por partículas              |
| 3 Descrição dos Principais Processos                                   | 8.2 Perigos elétricos                            |
| 3.1 Terminologia e simbologia                                          | 8.3 Perigos causados por radiação                |
| 3.2 Processo eletrodo revestido                                        | 8.4 Fumos e gases                                |
| 3.3 Processo oxiacetilênico                                            | 8.5 Medidas de segurança                         |
| 3.4 Processo tig/plasma                                                |                                                  |
| 3.5 Processos mig/mag/arames tubulares                                 | 9 Qualificação e Certificação                    |
| 3.6 Processo arco submerso                                             | 9.1 Noções básicas                               |
| 3.7 Outros processos (laser, resistência, aspersão)                    | 9.2 Qualificação e certificação de profissionais |
|                                                                        | 9.3 Qualificação e certificação de procedimentos |
| 4 Automação e Robótica                                                 |                                                  |
| 4.1 Noções básicas                                                     |                                                  |
| 4.2 Automação de sistemas                                              |                                                  |
| 4.3 Otimização dos processos de soldagem                               |                                                  |
| 5 Metalurgia da Soldagem                                               |                                                  |
| 5.1 Introdução                                                         |                                                  |
| 5.2 Conceito de soldabilidade                                          |                                                  |
| 5.3 História térmica na soldagem                                       |                                                  |
| 5.4 Regiões da junta soldada: metal de solda e zona afetada pelo calor |                                                  |
| 5.5 Soldabilidade de alguns materiais                                  |                                                  |
| 5.6 Tensões residuais e deformações                                    |                                                  |

## **LAMINAÇÃO DO ALUMÍNIO**

### **OBJETIVO**

Apresentar os principais conceitos que regem a laminação de alumínio e suas ligas, com foco no processo de fabricação e equipamentos, abrangendo laminação de chapas e de folhas. Especial ênfase será dada aos aspectos práticos de laminação e uma abordagem sobre defeitos oriundos de matéria prima e laminação também será contemplada no curso

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam indústria do alumínio nas áreas de produção, técnica e assistência técnica relacionadas com laminação de chapas e folhas

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução
- 2 Ligas de Laminação e Aplicações
- 3 Matéria-prima de Laminação: Placas e Bobinas Produzidas por Fundição Contínua
- 4 Tratamentos térmicos
  - 4.1 Homogeneização
  - 4.2 Recozimento Total e Parcial
  - 4.3 Estabilização
- 5 Processo de Deformação Mecânica a Quente e a Frio
- 6 Equipamentos para Laminação
- 7 Controle de Espessura
- 8 Planicidade e Perfil do Laminado
- 9 Sistema de Refrigeração e Lubrificação
- 10 Condições da Operação de Laminar
- 11 Retífica de Cilindros e Ripos de Acabamento Superficial
- 12 Propriedades e Características dos Produtos Laminados
- 13 Discussão sobre Defeitos de Laminação
  - 13.1 Causas
  - 13.2 Soluções



## LAMINAÇÃO E CALIBRAÇÃO DE PRODUTOS LONGOS DE AÇO

### OBJETIVO

Apresentar informações sobre as características dos produtos não-planos de aço, princípios básicos de laminação, projetos de calibração para barras, perfis e fio-máquina, configuração industrial e os principais equipamentos, fabricação, utilização, refrigeração e usinagem de cilindros de laminação

### PÚBLICO ALVO

Gerentes, engenheiros e profissionais ligados à operação, processos, cálculo de calibração e oficina de cilindros na laminação de produtos longos

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

#### 1 Produtos Longos

Conceitos de Produtos Longos de Aço. Tipos de produtos. Classificação e Designação de aços. Aços Especiais para Construção Mecânica (Aços para Cementação, Beneficiamento, Aços Microligados, Aços para Molas, Aços para Rolamentos e Aços para Usinagem fácil). Aços de Alta Liga (Aços Inoxidáveis, Aços Ferramentas e Aços Válvulas). Usos e Aplicações. Aços para Perfis Estruturais, Trilhos e Acessórios. Utilização do Aço no Brasil.

#### 2 Princípios Básicos de Laminação

Deformação plástica. Estrutura dos metais. Deformação a frio e a quente. Critério de escoamento. Condições de atrito. Laminação e compressão simples. Ensaio de torção. Força, torque e potência.

#### 3 Configuração Industrial

Lay-out de laminações modernas, blocos de laminação, blocos calibradores, free sizing rolling, laminação termo-mecânica, controle dimensional e superficial on-line

#### 4 Cilindros de Laminação

Princípios metalúrgicos aplicados aos processos de fabricação dos cilindros. Principais características dos cilindros. Projeto e escolha do cilindro. Utilização de cilindros, do desbastador ao laminador de fio-máquina. Usinagem de cilindros. Solicitações em serviço. Esforços mecânicos. Refrigeração. Utilização de cilindros na laminação de perfilados. Cilindros encamisados. Fabricação e utilização de discos e roletes de metal duro.

#### 5 Projetos de Canais para Barras Redonda, Quadrada, Sextavada e Retangular

Deformação em laminação. Alargamento. Principais variáveis que influenciam o alargamento e modelos matemáticos utilizados no seu cálculo. Redução em altura na laminação em canais. Temperatura de Laminação. Condições de atrito e agarre. Esforços em laminação. Calibração, Sequências de passes e suas características. Reduções médias em laminadores de barras e fio-máquina. Laminação em canais. Análise do arco de contato. Sequência acabadora para produtos redondos. Sequência acabadora para produtos quadrados. Sequência acabadora para barras chatas. Sequência acabadora para produtos sextavados. Canais preparadores para produtos laminados.

#### 6 Calibração de Perfilados (Trilho, Vigas I, U e Cantoneiras)

Conceito de calibração e de redução. Determinações do arco de contato, ângulo de contato e condições de agarramento. Linha neutra (LN) e diâmetro de trabalho (DT). Alargamento e alongamento. Fluxo lateral do material. Pressão positiva e negativa. Etapas para projeto de canais.

## **METALURGIA DA SOLDAGEM**

### **OBJETIVO**

Desenvolver competência para selecionar processos e condições de soldagem visando o auxílio na elaboração de especificação de procedimento de soldagem

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e profissionais que atuam na área de soldagem

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Histórico da Soldagem
- 2 Higiene, Segurança e Postura Ética na Soldagem
- 3 Terminologia e Simbologia da Soldagem Segundo AWS
- 4 Processos de Soldagem
  - 4.1 Eletrodo revestido
  - 4.2 Tig
  - 4.3 MIG/MAG e arame tubular
  - 4.4 Arco submerso
  - 4.5 Resistência elétrica
  - 4.6 Oxicorte e plasma
- 5 Metalurgia da Soldagem
  - 5.1 Aços carbono
  - 5.2 Aços inoxidáveis
- 6 Controle de Qualidade na Soldagem – Noções de Ensaios Não Destrutivos

## METALURGIA DO PÓ – PROCESSOS E PRODUTOS

### OBJETIVO

Proporcionar fundamentos técnicos em Metalurgia do Pó que auxiliem profissionais desta área específica, ou mesmo de áreas correlatas, no desenvolvimento de suas funções, considerando a empresa na qual atuem

### PÚBLICO-ALVO

Destinado a engenheiros, técnicos e estudantes vinculados a empresas produtoras ou consumidores de produtos produzidos por Metalurgia do Pó (pós-metálicos e materiais sinterizados)

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- |                                                 |                                               |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1 Técnicas de Produção de Pós Metálicos         | 5 Sinterização                                |
| 1.1 Processos físicos                           | 5.1 Mecanismos de sinterização                |
| 1.2 Moagem                                      | 5.2 Sinterização de metais puros e pré-ligas  |
| 1.3 Atomização                                  | 5.3 Sinterização multi-componente             |
| 1.3.1 Ar                                        | 5.4 Sinterização com fase líquida             |
| 1.3.2 Água                                      | 5.5 Sinterização sob pressão                  |
| 1.3.3 Gás inerte                                | 5.6 Equipamentos e atmosferas de sinterização |
| 1.4 Processos químicos                          |                                               |
| 1.5 Precipitação                                | 6 Produtos Sinterizados                       |
| 1.6 Redução                                     | 6.1 Aços                                      |
|                                                 | 6.1.1 Média densidade                         |
| 2 Caracterização de Produtos Particulados       | 6.1.2 Alta densidade                          |
| 2.1 Terminologia                                | 6.2 Cobre e ligas                             |
| 2.2 Determinação de distribuição granulométrica | 6.3 Ligas de cobalto e de níquel              |
| 2.3 Área superficial                            | 6.4 Ligas de alumínio                         |
| 2.4 Determinação de ilpurezas                   | 6.5 Metal duro                                |
| 2.5 Propriedades tecnológicas                   | 6.6 Materiais magnéticos                      |
| 2.5.1 Escoabilidade                             | 6.6.1 Imãs                                    |
| 2.5.2 Densidade aparente                        | 6.6.2 Materiais magneticamente moles          |
| 2.5.3 Compressibilidade                         | 6.7 Materiais elétricos                       |
|                                                 | 6.7.1 Contatos                                |
| 3 Toxidade e Aspectos de Segurança              | 6.7.2 Escovas                                 |
|                                                 | 6.8 Materiais porosos                         |
| 4 Conformação de Pós Metálicos                  | 6.9 Materiais compostos                       |
| 4.1 Compactação uniaxial a frio                 |                                               |
| 4.2 Compactação isostática                      | 7 Controle de Qualidade Aplicado à Metalurgia |
| 4.3 Compactação a quente                        | do Pó                                         |
| 4.3.1 Uniaxial                                  |                                               |
| 4.3.2 Isostática                                |                                               |
| 4.4 Moldagem de pós por injeção                 |                                               |
| 4.5 Forjamento de pós                           |                                               |
| 4.6 Extrusão de pós                             |                                               |

## OFICINA DE CILINDROS – GESTÃO E PROCESSOS LAMINADOS PLANOS

### OBJETIVO

Fornecer aos profissionais que atuam na área de laminação de produtos planos (aço, alumínio e outros metais) conhecimentos sobre cilindros e rolamentos de mancais de laminação; sua produção, função, características, acabamentos, defeitos, etc.; e do gerenciamento da oficina de cilindros

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, técnicos, supervisores que atuam na oficina de cilindros

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Cilindros de Laminação</li> <li>1.1 Visão geral</li> <li>1.2 Materiais de cilindros para laminação de planos</li> <li>1.2.1 Ferro fundido de coquilhamento indefinido</li> <li>1.2.1 Aço de alto teor de cromo</li> <li>1.2.2 Ferro fundido branco de alto cromo</li> <li>1.2.3 Aço rápido</li> <li>1.2.4 Aços ferramenta</li> <li>1.3 Processos de fabricação de cilindros para produtos planos</li> <li>1.3.1 Fundição estática</li> <li>1.3.2 Fundição centrífuga</li> <li>1.3.3 Forjamento</li> <li>1.3.4 Fundição estática</li> <li>1.3.5 Continuous pouring cladding</li> <li>1.3.6 Hot isostatic pressing/process</li> <li>2 Processos de Usinagem e Acabamento Superficial</li> <li>2.1 Retificação</li> <li>2.1.1 Principais parâmetros do cilindro controlados e garantidos no processo de retificação</li> <li>2.1.2 Rugosidade</li> <li>2.1.3 Principais componentes de uma retífica</li> <li>2.1.4 Características das retíficas</li> <li>2.1.5 Parâmetros de controle do processo de retificação</li> <li>2.1.6 Estágios do processo de retificação</li> <li>2.1.7 Sistema de refrigeração da retífica</li> <li>2.2 Texturização</li> <li>2.2.1 Exigências do mercado para superfícies texturizadas</li> <li>2.2.2 Exigências do mercado automobilístico europeu – peças expostas</li> <li>2.2.3 Existem basicamente cinco técnicas de texturização</li> <li>2.2.4 Exemplos de texturas</li> <li>2.2.5 EBT: Electron Beam Texturing</li> <li>2.2.6 EDT: Electrical Discharge Texturing</li> <li>2.3 Cromagem</li> <li>2.3.1 Processos de cromagem</li> <li>2.3.2 Objetivos da cromagem de cilindros de trabalho</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.4 Lubrificação dos cilindros</li> <li>3.2.5 Gerador de calor</li> <li>3.2.6 Introdução à lubrificação</li> <li>3.3 Ensaio – Práticas operacionais</li> <li>3.3.1 Ultrassom</li> <li>3.3.2 Líquidos penetrantes</li> <li>3.3.3 Partículas magnéticas</li> <li>3.3.4 Ataque ácido</li> <li>3.3.5 Dureza</li> <li>3.3.6 Eddy current</li> <li>4 Gestão</li> <li>4.1 Cilindros: consumo, controles e manutenção</li> <li>4.1.1 Planejamento de compra dos cilindros de laminação</li> <li>4.1.2 Controles iniciais</li> <li>• Cadastro</li> <li>• Inspeção</li> <li>• Programação</li> <li>4.1.3 Seleção (Par-Família-Formação)</li> <li>4.1.4 Padrões operacionais</li> <li>4.1.5 Consumo de cilindros</li> <li>4.1.6 Plano de inspeções</li> <li>4.1.7 Ensaio (funções)</li> <li>4.1.8 Controle de histórico</li> <li>4.1.9 Auditorias</li> <li>4.2 Mancais – Manutenção e controles</li> <li>4.2.1 Padrões de inspeção e padrões de manutenção</li> <li>4.2.2 Rolamentos</li> <li>4.2.3 Sistema por filme de óleo</li> <li>4.2.4 Elementos de vedação</li> <li>4.2.5 Retentor para mancal de rolamento</li> <li>4.2.6 Retentor do mancal de filme de óleo</li> <li>4.2.7 Lubrificadores</li> <li>5 Rolamentos Aplicados em Mancais de Laminação</li> <li>5.1 Introdução</li> <li>5.2 Informações básicas, função e importância</li> <li>5.3 Tipos de dispositivos anti-atrito</li> <li>5.4 Mancais de rolamento</li> <li>5.5 Aplicação de rolamentos na laminação</li> <li>5.6 Tipos de rolamentos na laminação</li> <li>5.7 Análise de falhas em rolamentos</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2.3.3 Consequências da cromagem no processo de laminação

2.4 Rebolo

2.4.1 Aplicação

2.4.2 Composição do rebolo

2.4.3 Características dos rebolos

2.4.4 Especificação de rebolos

2.4.5 Dressagem do rebolo

3 Ocorrências Operacionais com Cilindros

3.1 Ocorrências durante o processo de laminação e análise de causas

3.2 Refrigeração dos cilindros

3.2.1 Princípios de refrigeração de dispositivos

3.2.2 Fatores que influenciam na refrigeração dos cilindros

3.2.3 Efeito das variações de temperatura na superfície do cilindro

5.8 Reparo de rolamentos

6 Mancais Hidrodinâmicos

6.1 Introdução

6.2 Principais componentes dos mancais hidrodinâmicos

6.3 Sistema de lubrificação – Mancais hidrodinâmicos

6.4 Problemas típicos e análise rápida

6.4.1 Condições do óleo

6.4.2 Habilidade do mancal/chock de seguir a deflexão do cilindro

6.4.3 Posicionamento axial adequado do conjunto de encosto

6.4.4 Distorção da Caixa (chock) do mancal

6.4.5 Entrada de água / Coolant no sistema de lubrificação

6.4.6 Vazamento de óleo

## **SIDERURGIA PARA NÃO SIDERURGISTAS**

### **OBJETIVO**

O objetivo do curso é fornecer uma visão geral do processo siderúrgico, incluindo a situação atual da siderurgia brasileira e mundial, a descrição do processo siderúrgico desde as matérias primas, passando pelos principais processos intermediários e até o produto final, e as principais tendências tecnológicas e de mercado de produtos siderúrgicos

### **PÚBLICO-ALVO**

O curso destina-se aos profissionais que, mesmo sem atuarem diretamente na indústria siderúrgica, precisam de informações básicas relacionadas à siderurgia por a ela estarem ligados por interesses profissionais

### **CARGA HORÁRIA**

40 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Visão Geral dos Mercados Nacional e Mundial de Aço
- 2 Visão Geral dos Processos Siderúrgicos
- 3 Matérias Primas Siderúrgica
- 4 Redução de minério de ferro: altos-fornos
- 5 Redução de minério de ferro: redução direta e processos emergentes
- 6 Fabricação de Aço em Conversor à Oxigênio
- 7 Fabricação de Aços em Fornos Elétricos
- 8 Refino Secundário dos Aços
- 9 Lingotamento Contínuo de Placas e Tarugos
- 10 Laminação de Produtos Planos
- 11 Laminação de Produtos Não-Planos
- 12 Siderurgia e meio ambiente
- 13 Produtos Siderúrgicos
- 14 Tendências Tecnológicas e de mercado
- 15 Visita Técnica

## SIDERURGIA UMA VISÃO GERAL

### OBJETIVO

Fornecer uma visão geral da siderurgia, seus processos produtivos, matérias primas e insumos, suas relações com o meio ambiente, aplicação dos produtos siderúrgicos e tecnologias atuais

### PÚBLICOALVO

Profissionais ligados direta ou indiretamente à siderurgia, interessadas em ter uma visão geral sobre o assunto

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução à Siderurgia</li> <li>1.1 Panorama da produção siderúrgica</li> <li>1.2 Principais propriedades dos aços</li> <li>1.3 Os principais processos e produtos e siderúrgicos e suas aplicações</li> <li>1.4 A importância da siderurgia para o desenvolvimento econômico local e nacional</li> <li>2 Área de Redução</li> <li>2.1 Introdução ao processo de produção de ferrogusa</li> <li>2.2 Coqueria</li> <li>2.3 Sinterização</li> <li>2.4 Altoforno</li> <li>2.5 Processos alternativos para produção de ferro primário</li> <li>3 Área de Refino e Lingotamento do Aço</li> <li>3.1 Introdução</li> <li>3.2 Matérias primas e insumos utilizados para a produção do aço</li> <li>3.3 Refino primário empregando convertedores</li> <li>3.4 Refino primário empregando fornos elétricos a arco</li> <li>3.4 Refino secundário</li> <li>3.5 Lingotamento</li> <li>4 Área de Laminação</li> <li>4.1 Considerações gerais</li> <li>4.2 Laminação de produtos planos</li> <li>4.3 Laminação de produtos não planos ou longos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>5 Área de Utilidades</li> <li>5.1 Principais insumos utilizados em uma usina siderúrgica,</li> <li>5.2 Produção de gases industriais</li> <li>5.3 Fornecimento de água</li> <li>5.4 Os gases combustíveis</li> <li>6 Balanços de Massa e Energéticos na Siderurgia</li> <li>6.1 Balanços de fluxo de materiais (carga metálica, fundentes, combustíveis/redutores, água, gases industriais, etc.)</li> <li>6.2 Balanços energéticos dos processos siderúrgicos</li> <li>6.3 Resíduos e coprodutos dos processos siderúrgicos</li> <li>7 Sustentabilidade do Processo Siderúrgico</li> <li>7.1 Ciclo de vida dos produtos siderúrgicos</li> <li>7.2 Principais impactos ambientais dos processos siderúrgicos</li> <li>7.3 Classificação dos resíduos dos processos siderúrgicos</li> <li>7.4 Principais indicadores de desempenho ambiental da siderurgia</li> <li>7.5 Principais marcos regulatórios da legislação ambiental aplicada à siderurgia</li> <li>7.6 principais tipos de processos, equipamentos e ações para mitigação de impactos ambientais dos processos siderúrgicos</li> <li>7.7 O papel da siderurgia como unidade recicladora de materiais (resíduos internos e externos)</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **SOLDAGEM DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS**

### **OBJETIVO**

Proporcionar aos participantes conhecimentos técnicos sobre a soldagem do alumínio e suas ligas. Demonstração prática dos processos de soldagem em alumínio e suas ligas

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que tenham necessidades de conhecer ou aprofundar conhecimentos sobre a soldagem do alumínio e suas ligas

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Alumínio e suas Ligas
  - 1.1 Propriedades
  - 1.2 Classificação
  - 1.3 Aplicações.
- 2 Metalurgia da Soldagem
- 3 Metal da Adição
- 4 Preparação do Metal a Soldar
- 5 Operações Adicionais
- 6 Novos Desenvolvidos na Soldagem do Alumínio
  - 6.1 Equipamentos: MIG, TIG, brasagem e corte
  - 6.2 Características
  - 6.3 Vantagens
  - 6.4 Desvantagens.
- 7 Manutenção dos Sistemas MIG eTIG
- 8 Soldagem com Processo MIG
  - 8.1 Convencional
  - 8.2 Pulsado.
- 9 Soldagem com Processo TIG
- 10 Brasagem
- 11 Controle da Qualidade na Soldagem



## **SOLDAGEM DOS AÇOS**

### **OBJETIVO**

Desenvolver competências na área de soldagem visando, selecionar processos de união, conhecer a influência dos parâmetros de processo e avaliar propriedades mecânicas e microestruturais das juntas de aço para auxiliar na elaboração da EPS (Especificação de Procedimento de Soldagem), segundo normas vigentes. Estudo de caso envolvendo a recuperação e o reparo por soldagem de componentes industriais

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e profissionais com formação nas áreas de engenharia metalúrgica, materiais e mecânica ou profissional com experiência na área de soldagem

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Histórico da Soldagem
- 2 Higiene, Segurança e Postura Ética na Soldagem
- 3 Terminologia e Simbologia da Soldagem Segundo AWS
- 4 Processos de Soldagem
  - 4.1 Eletrodo revestido.
  - 4.2 TIG.
  - 4.3 MIG/MAG e arame tubular,
  - 4.4 Arco submerso
  - 4.5 Resistência elétrica
  - 4.6 Oxicorte e plasma
5. Descontinuidades em Juntas Soldadas
6. Metalurgia da Soldagem
  - 6.1 Aços carbono
  - 6.2 Aços de alta resistência e baixa liga
  - 6.3 Aços duplex
  - 6.4 Aços inoxidáveis
7. Documentação Técnica e Requisitos Básicos da Soldagem com Base no Código ASME – Seção IX

# **TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO I: FUNDAMENTOS DE METALURGIA, MATÉRIAS-PRIMAS E FABRICAÇÃO DE AÇOS**

## **OBJETIVO**

Promover a uniformização dos conceitos fundamentais e aprimorar a competência técnica no mercado de fabricação de flanges forjados, conexões forjadas, conexões tubulares com e sem costura e niples para o segmento de óleo e gás. O curso tecnologia de conexões e produtos forjados para a ind. de óleo e gás será realizado em 4 módulos. O participante que realizar os 4 módulos receberá o certificado de aperfeiçoamento, os demais receberão o certificado de participação de cada módulo

## **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais, engenheiros ou técnicos que atuam na área metalúrgica e de materiais, os envolvidos direta ou indiretamente com preparação, caracterização quantitativa, qualitativa e interpretação estrutural que necessitam de uma introdução ao campo da metalografia.

## **CARGA HORÁRIA**

36 horas

## **PROGRAMA**

### **1.1 Introdução a Metalurgia**

#### **1.1.1 Tipos de aços**

#### **1.1.2 Estrutura dos aços**

#### **1.1.3 Diagrama de equilíbrio Fe-C**

#### **1.1.4 Propriedades dos aços (Dureza, Resistência Mecânica, Tenacidade, etc.)**

#### **1.1.5 Influência dos elementos de liga nas propriedades dos aços**

#### **1.1.6 Recristalização e recuperação**

#### **1.1.7 Noções de tratamentos térmicos aplicáveis ao mercado de conexões**

#### **1.1.8 Curvas TTT e CCT**

#### **1.1.9 Aços especiais – foco em forjados e laminados (dúplex, superdúplex, inconel, ligas de NI)**

### **1.2 Matérias-Primas / Fabricação de Aço**

#### **1.2.1 Processos de obtenção de aço (fluxo geral, principais equipamentos: □ altos-fornos, refino primário, refino secundário, desgaseificação, dessulfuração, lingotamento etc.)**

#### **1.2.2 Fabricação de aços aplicados ao mercado de Óleo e Gás (características específicas requisitadas 1.2.3 pelas normas e clientes do mercado: aciaria, laminação, produção de tubos com e sem costura)**

#### **1.2.4 Fornos e equipamentos (utilizados p/ Indústria de óleo e gás)**

#### **1.2.5 Aços para Forjamento, Principais normas de aços (SAE/AISI/ASTM/API, etc.)**

#### **1.2.6 Introdução à análise de falhas aplicada a aços**

#### **1.2.7 Desvios nos processos de fabricação e critérios de aceitação para defeitos**

#### **1.2.8 Caracterização do nível de inclusões nos aços e critérios de aceitação**

#### **1.2.9 Caracterização do nível de segregação (macro e micro) nos aços e critérios de aceitação**

#### **1.2.10 Caracterização do tamanho de Grão Austenítico e Ferrítico: implicações nas aplicações**

#### **1.2.11 Microestruturas típicas: dendrítica, autenítica, ferrítica (ferrita alfa e delta)**

#### **1.2.12 Critério de amostragem e descarte das extremidades**

#### **1.2.13 Condições de aceite de matéria-prima**

#### **1.2.14 Tópicos sobre a fabricação de aços especiais (dúplex, superdúplex, inconel, ligas de NI)**

Avaliação 01 e 02 - 4 horas

# **TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO II: FUNDAMENTOS DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA APLICADOS A PRODUTOS FORJADOS**

## **OBJETIVO**

Promover a uniformização dos conceitos fundamentais e aprimorar a competência técnica no mercado de fabricação de flanges forjados, conexões forjadas, conexões tubulares com e sem costura e niples para o segmento de óleo e gás

## **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que atuem ou que irão atuar na fabricação, compra, venda, manutenção e inspeção de flanges e conexões forjadas, conexões tubulares e niples e que necessitam se atualizar e/ou adquirir e aprofundar conhecimento sobre a área

## **CARGA HORÁRIA**

28 horas

## **PROGRAMA**

### **2.1 Conceitos Básicos**

- 2.1.1 Metalurgia da conformação e forjamento;
- 2.1.2 Conceito de tensão, Conceito de deformação;
- 2.1.3 Critério de escoamento e limite máximo de deformação
- 2.1.4 Atrito e lubrificação;
- 2.1.5 Transferência de calor e influência da temperatura;
- 2.1.6 Estrutura dos produtos conformados / forjados;
- 2.1.7 Temperatura de conformação/forjamento (materiais, taxas de deformação, contração, escoamento, perda de espessura, etc.);
- 2.1.8 Forjamento/conformação a quente;
- 2.1.9 Forjamento/Conformação a frio;
- 2.1.10 Forjamento/conformação a morno;
- 2.1.11 Forjamento/Conformação com aquecimento parcial;
- 2.1.12 Forjamento/Conformação termomecânica (recristalização dinâmica).

### **2.2 Conceito de Conformação (Forjamento)**

- 2.2.1 Fundamentos dos forjados (flanges e forjados de alta pressão);
- 2.2.2 Aplicação de produtos forjados (Óleo e Gás);
- 2.2.3 Processos de forjamento: Matriz aberta, Matriz fechada, Laminação;
- 2.2.4 Equipamentos de forjamento: Prensas (hidráulicas, martelo, laminadoras, etc.);
- 2.2.5 Fornos de aquecimento para forjamento.

### **2.3 Conceito de Conformação (Tubular)**

- 2.3.1 Fundamentos dos produtos conformados (Tee, curva, redução, cap, niples, etc);
- 2.3.2 Aplicação de produtos tubulares (Óleo e Gás);
- 2.3.3 Materiais (aços) – normas e tolerâncias;
- 2.3.4 Processos de conformação: matriz fechada, hidroconformação, curvamento a frio, calandragem, repuxo, conformação na bengala; forjamento de peças (aplicações tubulares): processos alternativos de fabricação, tipos de equipamentos e temperaturas de forjamento, problemas metalúrgicos, materiais para ferramentas, simulações de processo (MEF) , estimativa de esforços ,projeto de forjados para aplicações tubulares.

Avaliação 02 - 4 horas

## **TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO III: PROJETO DE PRODUTOS FORJADOS, TUBULARES E FERRAMENTAS**

### **OBJETIVO**

Promover a uniformização dos conceitos fundamentais e aprimorar a competência técnica no mercado de fabricação de flanges forjados, conexões forjadas, conexões tubulares com e sem costura e niples para o segmento de óleo e gás

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que atuem ou que irão atuar na fabricação, compra, venda, manutenção e inspeção de flanges e conexões forjadas, conexões tubulares e niples e que necessitam se atualizar e/ou adquirir e aprofundar conhecimento sobre a área

### **CARGA HORÁRIA**

48 horas

### **PROGRAMA**

#### **3.1 Projeto**

##### **3.1.1 Considerações de projeto de forjados e produtos tubulares**

3.1.2 Introdução as Normas de fabricação do mercado de óleo e gás: Normas API, ASME, MSS, DIN, B16.5, B16.9, B16.11, etc. - Fabricação de produtos tubulares: processos alternativos de fabricação(U-O-E, ERW), problemas metalúrgicos, tipos de soldagem, conformação de tubos, ensaios mecânicos para caracterização de tubos( parâmetros: K,n ,CLC), hidroconformação de tubos e conexões, ensaio convencional x ensaio “bulge test”, janela operacional - Grau de redução, taxa de deformação, temperaturas e tempos, simulação de processos(MEF), estimativa de esforços de conformação em cada processo, projetos de hidroconformação. - Determinação do blank e pré-forma. - Soldagem de aços especiais (dúplex, superdúplex, inconel, ligas de Ni) - Métodos modernos de análise de problemas industriais: redes neurais aptativas e o método da superfície de respostas empregados na análise e validação de projetos e de processos (a interação com o MEF)

#### **3.2 Ferramentas (Visão Óleo e Gás)**

##### **3.2.1 Projeto de matrizes de preparação ou pré-forma**

##### **3.2.2 Projeto de ferramentas de rebarbação e/ou furação**

##### **3.2.3 Tecnologia de fabricação de ferramentas**

##### **3.2.4 Materiais para ferramentas**

##### **3.2.5 Revestimento de matrizes e facas**

##### **3.2.6 Vida útil de ferramentas e seu gerenciamento**

##### **3.2.7 Falha de ferramentas (exemplos práticos)**

#### **3.3 Revestimentos/Tratamento Superficial**

3.3.1 Introdução aos revestimentos de proteção contra corrosão (de formação simples), galvanização eletrolítica, galvanização a quente (cuidados com roscas e área de vedação), passivação, decapagem, etc.

Avaliação 03 – 4 horas

## **TECNOLOGIA DE CONEXÕES E PRODUTOS FORJADOS PARA A INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS – MÓDULO IV: ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS, CONTROLE DE PROCESSO E INSPEÇÃO**

### **OBJETIVO**

Promover a uniformização dos conceitos fundamentais e aprimorar a competência técnica no mercado de fabricação de flanges forjados, conexões forjadas, conexões tubulares com e sem costura e niples para o segmento de óleo e gás

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que atuem ou que irão atuar na fabricação, compra, venda, manutenção e inspeção de flanges e conexões forjadas, conexões tubulares e niples e que necessitam se atualizar e/ou adquirir e aprofundar conhecimento sobre a área

### **CARGA HORÁRIA**

40 horas

### **PROGRAMA**

#### **4.1 Ensaios Destrutivos e Não Destrutivos**

- 4.1.1 Ensaios necessários para cada tipo de produto/processo
- 4.1.2 Método de retira de corpo de prova (localização, posição, etc.)
- 4.1.3 Visual, PM, LP, US e RX
- 4.1.4 Ensaio de dureza, tração e impacto
- 4.1.5 Micrografia e macrografia
- 4.1.6 Réplica metalográfica
- 4.1.7 Ensaios de corrosão

#### **4.2 Controle de Processo**

- 4.2.1 Controle de instrumentos de medição (termômetros, termopares, registradores)
- 4.2.2 Controle de equipamentos como fornos, prensas (manutenção preventiva)
- 4.2.3 Controle de temperatura durante processo
- 4.2.4 Rastreabilidade
- 4.2.5 Croqui das etapas do processo
- 4.2.6 Defeitos em produtos forjados
- 4.2.7 Corpo de prova de cada processo/material
- 4.2.8 Peça de sacrifício
- 4.2.9 Forjados representativos

#### **4.3 Inspeção**

- 4.3.1 Requisito de inspeção das principais normas (ASTM, ASME, ABNT, API)
- 4.3.2 Grau de forjamento, ferrita delta nos inoxidáveis, espécimes representativos para forjados (retirados de componentes ou simulados)
- 4.3.3 Requisitos e especificações do cliente
- 4.3.4 Inspetores qualificados (N-2033)

Avaliação 04 - 4 horas

## **TREFILAÇÃO**

### **OBJETIVO**

Apresentar os principais aspectos teóricos e práticos relacionados com o processo de trefilação de diversos materiais metálicos e produtos industriais

### **PÚBLICO ALVO**

Engenheiros, técnicos e profissionais atuantes em áreas correlatas, bem como estudantes de cursos relacionados com a indústria de transformação mecânica

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 O Processo de Trefilação
  - 1.1 Escoamento do material trefilado
  - 1.2 Tensões e esforços aplicados na trefilação
  - 1.3 Análise térmica da trefilação
  - 1.4 Critérios para o planejamento do processo de trefilação
  - 1.5 Métodos para cálculo de tensões e deformações na trefilação
- 2 Produtos Trefilados
  - 2.1 Geometrias características dos produtos trefilados
  - 2.2 Principais materiais trefilados
  - 2.3 Propriedades dos produtos trefilados
- 3 A Lubrificação na Trefilação
  - 3.1 Descrição dos processos de tratamentos das superfícies
  - 3.2 Lubrificantes empregados na trefilação
- 4 Ferramentas para Trefilação
  - 4.1 Descrição das características geométricas e dimensionais de ferramentas de trefilação
  - 4.1 Principais materiais e processos empregados na fabricação de ferramentas de trefilação
- 5 Equipamentos para Trefilação
  - 5.1 Descrição e especificação de máquinas trefiladoras
  - 5.2 Descrição e especificação de equipamentos auxiliares
- 6 Exercícios sobre Trefilação
  - 6.1 Estudo de casos
  - 6.2 Planejamento de processos

## TREFILAÇÃO DO ALUMÍNIO

### OBJETIVO

Apresentar e discutir os conceitos fundamentais e tecnológicos relativos à trefilação de ligas de alumínio. Para tanto, serão abordados temas conceituais fundamentais, como deformação plástica, encruamento e restauração das ligas de alumínio trefiladas. Serão discutidos também conceitos aplicados relativos aos aspectos tecnológicos da trefilação do alumínio e suas ligas. Ainda, serão abordados os tratamentos térmicos das ligas usadas em trefilação, as propriedades das ligas de alumínio trefiladas e os defeitos típicos encontrados em produtos trefilados de alumínio.

### PÚBLICO ALVO

Profissionais que atuem em áreas técnicas, de produção, de engenharia e controle de qualidade em indústrias de trefilação das ligas de alumínio. Este curso também será útil a profissionais que sejam usuários de trefilados de ligas de alumínio.

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 O processo de trefilação de alumínio – análise do processo
- 2 Esforços na trefilação de alumínio
- 3 Ferramental para trefilação de alumínio
- 4 Equipamentos na trefilação de alumínio
- 5 Lubrificantes, ensaios e defeitos na trefilação de alumínio
- 6 Deformação plástica e encruamento das ligas de alumínio
- 7 Restauração das ligas após encruamento
- 8 Tratamentos térmicos associados à trefilação de alumínio
- 9 Propriedades mecânicas das ligas de alumínio trefiladas
- 10 Estudo de casos

## TREFILAÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS

### OBJETIVO

Discutir os conceitos fundamentais e tecnológicos relativos à trefilação de cobre e suas ligas. Apresentará também os aspectos fundamentais da trefilação, com especial ênfase aos tipos de equipamentos, variáveis de processo, sistemas de lubrificação e tratamentos térmicos. O curso aborda os fundamentos teóricos que norteiam a trefilação, bem como serão propostos exercícios numéricos com o objetivo de simular condições encontradas na prática. Serão, também, apresentados os principais defeitos oriundos dos processos de trefilação, bem como formas de minimizá-los

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais e a estudantes que trabalhem nos setores de conformação mecânica, laboratórios físico e químico, controle da qualidade, programação e controle da produção e atividades correlatas. O curso destina-se, também, a usuários de produtos trefilados de cobre e suas ligas

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Produtos Trefilados de Cobre (formatos, proprieda- des, aplicações)
- 2 Histórico da Trefilação
- 3 Variáveis de Processo
- 4 Esforços e Mecanismos Atuantes Durante a Deformação
- 5 Ferramental
- 6 Lubrificação
- 7 Tratamentos Térmicos
- 8 Equipamentos
- 9 Defeitos e Formas de Minimizá-los
- 10 Exercícios Numéricos (estudos de caso e planeja- mento de processos)





## **ENERGIA**

## COMBUSTÃO INDUSTRIAL – OLÉO E GÁS

### OBJETIVO

Apresentar e discutir conceitos em combustão e suas aplicações em problemas reais

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de formação superior que trabalham em projeto, desenvolvimento, operação, gerenciamento ou análise de processos e equipamentos de combustão

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Princípios de Combustão
  - 1.1 Conservação de massa e energia
  - 1.2 Cálculos estequiométricos
  - 1.3 Relação ar/gás
  - 1.4 Determinação da composição dos gases de combustão
  - 1.5 Cálculo da composição de um combustível a partir da análise dos gases
  - 1.6 Determinação do excesso de ar
  - 1.7 Uso de resultado de analisadores de gás
  - 1.8 Cálculo da temperatura de chama adiabática
  - 1.9 Eficiência de combustão
  - 1.10 Recuperação de calor
  - 1.11 Influência do ar falso
  - 1.12 Noções sobre enriquecimento do ar com oxigênio puro
  - 1.13 Estabilidade da combustão
  - 1.14 Tempo de residência
  - 1.15 Noções de equilíbrio químico
  - 1.16 Exercícios práticos: cálculos, com planilhas Excel e com o aplicativo Gaseq, da composição dos gases de combustão, temperatura de chama adiabática e ar de excesso; uso de resultados de analisadores de gás; cálculo do volume de uma câmara de combustão
- 2 Chamas Pré Misturadas
  - 2.1 Velocidade de chama
  - 2.2 Teoria de Mallard e Lê Chatelier
  - 2.3 Métodos de medida de velocidade de chama
  - 2.4 Limites de flamabilidade
  - 2.5 Estabilização de uma chama pré misturada em um bico de Bunsen
  - 2.6 Conceitos básicos de explosões de misturas gasosas
  - 2.7 Aspectos de segurança
  - 2.8 Exercício: cálculo das massas mínima e máxima de um combustível para formar misturas inflamáveis com ar
- 3 Chamas de Difusão Tipo Jato
  - 3.1 Conceitos sobre jatos de gás
  - 3.2 Perfis de concentração e velocidade em um jato de gás
  - 3.3 Comprimento visível de chamas turbulentas
  - 3.4 Limites de extinção de chamas de difusão
  - 3.5 Chamas múltiplas
  - 3.6 Chamas confinadas
  - 3.7 Exercício prático: estudo sobre a troca de COG por GNP em equipamento industrial
- 4 Combustão de Líquidos
  - 4.1 Lei D2
  - 4.2 Evaporação de uma gota
  - 4.3 Constante de evaporação
  - 4.4 Tempo de queima
  - 4.5 Sprays
  - 4.6 Diâmetro médio de Sauter
  - 4.7 Atomizadores
- 5 Combustão de Sólidos
  - 5.1 Queima via pulverização
  - 5.2 Modelos de filme simples e filme duplo
  - 5.3 Hipóteses para solução
  - 5.4 Reações e equações para a fase sólida
  - 5.5 Reações e equações para a fase gasosa
- 6 Estabilização de Chamas:
  - 6.1 Efeitos da vazão de bloqueio na distribuição axial
  - 6.2 Combustão em zonas de recirculação
  - 6.3 Estabilização de chamas por rotação (Swirl)
  - 6.4 Jatos rotativos
  - 6.5 Recirculação em escoamentos com Swirl
  - 6.6 Características dos vórtices
  - 6.7 O número de Swirl
  - 6.8 Métodos de geração de Swirl
  - 6.9 Exercício prático: projeto de um atomizador tipo Y

## FORNOS DE REAQUECIMENTO

### OBJETIVO

Difundir conhecimentos básicos e avançados sobre o processo de reaquecimento de semi-produtos, com o objetivo de racionalizar o consumo de combustíveis, otimizar os procedimentos operacionais, garantir uma melhor qualidade do produto, adequar os padrões operacionais às características intrínsecas do material, garantir uma operação estável e suave dos fornos, diminuir as paradas e/ou acelerações ocasionais em função do ritmo da linha de laminação e controlar adequadamente a temperatura de desenformamento e a homogeneidade térmica do material, garantindo assim a eficiência operacional dos fornos

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que direta ou indiretamente estão envolvidos na operação, manutenção, controle de qualidade, programação de produção, automação, controle energético e gerenciamento dos processos de reaquecimento de semi-produtos nas usinas de produtos planos e longos. O aluno deverá ter experiência anterior sobre o funcionamento dos fornos de reaquecimento, suas características básicas e problemas associados a montante e a jusante nas linhas industriais de processamento de placas, blocos ou tarugos de aço

### CARGA HORÁRIA

28 horas

### PROGRAMA

#### Módulo I - Tecnologia Operacional

- 1 Introdução
- 2 Condições necessárias para um bom funcionamento dos fornos
- 3 Tipos de fornos de reaquecimento
- 4 Comparação de eficiência
- 5 Combustíveis, características e propriedades
- 6 Aspectos importantes na queima dos combustíveis
- 7 Temperatura de chama
- 8 Combustão
- 9 Controle do ambiente do forno
- 10 Ajuste da pressão dos fornos
- 11 Carepa, formação e ocorrência no produto
- 12 Componentes de um forno
- 13 Recuperadores
- 14 Canais de fumaça
- 15 Chaminé
- 16 Queimadores
- 17 Queimadores de chama larga
  - 17.1 Sistema de armazenamento de óleo
  - 17.2 Estação misturadora de gases
  - 17.3 Termopares
  - 17.4 Considerações sobre fixação de temperatura
  - 17.5 Técnicas para redução do consumo de energia
  - 17.6 Novas tecnologias
- 18 Sistema On-Off de Queima Seqüencial
- 19 Relacionamento entre parâmetros do aquecimento e propriedades mecânicas
  - 19.1 Parâmetros de controle operacional

#### Módulo II - Modelos matemáticos de otimização e cálculo do balanço térmico

- 1 Modelos matemáticos do processo
- 2 Método das diferenças finitas (integração explícita)
- 3 Equação básica de condução de calor
- 4 Condições de contorno
- 5 Avaliação da "Marca de skid"
- 6 Condição de estabilidade
- 7 Simulação numérica do aquecimento
  - 7.1 Implementação do método numérico
  - 7.2 Medição experimental da temperatura da placa
  - 7.3 Modelos alternativos
  - 7.4 Método explícito, com utilização do calor específico
  - 7.5 Método "Alternating Direction Implicit"
- 8 Modelo unidimensional (simplificado)
  - 8.1 Considerações sobre controle automático do processo
  - 8.2 Balanço térmico dos fornos
  - 8.3 Cálculo do calor de entrada
  - 8.4 Cálculo do calor de saída
  - 8.5 Exemplo de aplicação
  - 8.6 Cálculo do calor recuperado através do preaquecimento do ar

## GESTÃO DE ENERGIA

### OBJETIVO

Apresentar aspectos relacionados com o gerenciamento de energia em indústrias metalúrgicas. Os insumos energéticos considerados são os seguintes: combustíveis, oxigênio, nitrogênio, argônio, vapor, gases queimados e ar comprimido. A eletricidade é considerada em um módulo em separado

### PÚBLICO-ALVO

Gerentes e supervisores das áreas de utilizadas da empresa

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### I Módulo – Energia Elétrica

1 Panorama geral do Setor Energético Brasileiro

1.1 Introdução aos Modelos Estruturais dos Setores Elétrico e de Setor de Gás Natural.

2 Oportunidades de Ganhos Financeiros com a Gestão Energética

2.1 Contratação de energia elétrica:

2.2 Conceitos de tarifas: verde, azul, convencional, horo-sazonalidade. conceitos de faturamento ultrapassagem de demanda, ultrapassagem de fator de potência (capacitivo reativo), azul, verde, convencional.

2.3 Requisitos para contratação do fornecimento: conceitos mais relevantes da resolução 456 da ANEEL.

2.4 Comercialização de Energia - ACL

2.5 Uso racional e eficiente da energia:

2.6 Conceitos gerais: gestão de energia elétrica, usos finais, eficiência, hábitos de uso.

2.7 Diagnósticos Energéticos (PEE, Contratos de Performance, M&V)

#### II Módulo – Gerenciamento

1 Visão Geral Sobre:

1.1 A relação entre os processos de transformação das matérias primas e produtos, e a produção e o consumo de insumos energéticos;

1.2 As aplicações onde existem possibilidades de redução e/ou flexibilidade de consumo de insumos energéticos; e

1.3 As técnicas de monitoramento e de tomada de decisão sobre as estratégias de produção e consumo de insumos energéticos.

2 Tópicos a Serem Abordados

2.1 Apresentação dos principais equipamentos presentes em unidades fabris com grande consumo de energia. Serão preparados materiais de apresentação para usinas siderúrgicas integradas, fornos de fusão, fornos de vidro, fornos petroquímicos, fornos de pelotização, fornos de

cimento, secadores e fornos túneis.

Dependendo do perfil dos alunos inscritos no curso, será selecionado o material a ser apresentado.

2.2 Combustão:

2.2.1 Tipos de combustíveis (carvão, coque, óleo combustível, gás natural, GLP, gás de alto forno, gás de coqueria e gás de aciaria).

2.2.2 Características dos combustíveis (composição, poder calorífico, densidade, viscosidade, granulometria, relação ar combustível, temperatura de chama adiabática e emissividade);

2.2.3 Principais aplicações, vantagens e desvantagens de cada tipo de combustível;

2.2.4 Limitações dos índices de intercambiabilidade de gases combustíveis (índices de Wobbe, Weaver, AGA e PCI); e

2.2.5 Regulagem e projeto de queimadores, recuperação de calor e enriquecimento do ar de combustão com oxigênio.

2.3 Uso do oxigênio, nitrogênio, argônio, redutores e escorificantes nos processos pirometalúrgicos.

2.4 Geração termo-elétrica e turbinas:

2.4.1 Geradores de vapor;

2.4.2 Turbinas à gás;

2.4.3 Turbinas à vapor (turbo-geradores, turbo-compressores e turbo-sopradores) e turbinas de topo de alto forno; e

2.2.4 Cogeração.

2.5 Monitoramento e modelagem numérica

2.5.1 Medição, reconciliação e registro.

2.5.2 Modelagem 0D e 1D de equipamentos e processos;

2.5.3 Manutenção preditiva de trocadores de calor;

2.5.4 Modelagem de planta síntese;

2.5.5 Análise energética, exérgica e termoeconômica da planta síntese; e

2.5.6 Otimização



## **ENGENHARIA E PROJETOS INDUSTRIAIS**

## ADMINISTRAÇÃO DE CONTRATOS DE OBRAS E SERVIÇOS

### OBJETIVO

A boa administração dos contratos de prestação de serviços traz como resultado a redução dos custos (diretos e indiretos), melhoria na qualidade dos serviços e prazos cada vez mais confiáveis e otimizados. Para uma boa administração dos contratos é necessário que os contratos otimizem os parâmetros de qualidade, prazo e custo e que sejam administrados de acordo com as cláusulas contratuais. O curso estará atuando de forma a homogeneizar conceitos técnicos, administrativos, procedimentos e formas de trabalhar, entre gestores usuários e técnicos de contratação, tendo como foco a melhoria na gestão dos contratos

### PÚBLICO-ALVO

Gerentes, coordenadores, engenheiros de obras e serviços de construção civil e montagens industriais. Administradores e técnicos de contratação de serviços na área industrial

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Contratação – Considerações
  - 1.1 Fases da contratação
  - 1.2 Escopo técnico
  - 1.3 Proposta técnica
  - 1.4 Esclarecimentos técnicos
  - 1.5 Avaliação técnica
  - 1.6 Contratação
  - 1.7 Debates
  
- 2 Administração de Contratos
  - 2.1 Objetivo
  - 2.2 Tipos e formas de contrato
  - 2.3 Cláusulas contratuais
  - 2.4 Gestor de contratos
  - 2.5 Papel do gestor
  - 2.6 Pontos básicos de atuação do gestor
  - 2.7 Índices de controle
  - 2.8 Atividades do gesto
  - 2.9 Papel do técnico de compras
  - 2.10 Avaliação das contratadas
  - 2.11 Medidas administrativas
  - 2.12 Debates

## AVALIAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA DE PROJETOS

### OBJETIVO

Desenvolver e aperfeiçoar as habilidades necessárias para a avaliação econômico-financeira de projetos

### PÚBLICO-ALVO

Voltado para todos os que atuam em projetos, independente da sua extensão. É aplicado também para os profissionais das áreas de finanças, custos, assessoria, compras, vendas de equipamentos e outros que necessitem se atualizar, rever conceitos e/ou adquirir conhecimentos para ingressar na atividade. É desejável que o participante tenha informação técnica suficiente para permitir o uso de instrumentos adequados de análise econômico-financeira (calculadora financeira e planilha Excel)

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Conceituação das Etapas da Engenharia de Implantação de Empreendimentos
  - 1.1 Introdução
  - 1.2 Conceitual (scoping study)
  - 1.3 Pré-viabilidade
  - 1.4 Viabilidade
  - 1.5 Projeto básico
  - 1.6 Projeto detalhado
  - 1.7 Como construído (as built)
  - 1.8 Assistência técnica ao comissionamento, aos testes e a pré-operação
  - 1.9 Assistência técnica à fabricação, à construção e à montagem
  - 1.10 Fluxograma de atividades que envolvem o engenheiro de processo (podendo ser engenheiro de minas, engenheiro metalurgista e engenheiro químico)
- 2 Conceitos Básicos
  - 2.1 Fluxo de caixa - Diagramas de fluxo de caixa
  - 2.2 Juros simples e compostos
  - 2.3 Montante e valor presente
  - 2.4 Serie uniforme de pagamentos
- 3 Planos Equivalentes de Financiamento e Equivalência entre Fluxos de Caixa

- 4 Depreciação
  - 4.1 Conceito
  - 4.2 Métodos de depreciação
- 5 Métodos para Avaliação de Investimentos
  - 5.1 Conceito de taxa mínima de atratividade
  - 5.2 Método do valor presente líquido
  - 5.3 Método do benefício líquido anual uniforme
  - 5.4 Método da taxa interna de retorno
  - 5.5 Método do custo anual uniforme
  - 5.6 Método do pay-back
- 6 Comparação entre Alternativas de Investimento
- 7 Projeções Financeiras
  - 7.1 Conceitos financeiros básicos
  - 7.2 Demonstrativo de resultado
  - 7.3 Fluxo de caixa
  - 7.4 Avaliação econômica - Valor de uma empresa

# **FORMAÇÃO DE AUDITORES INTERNOS DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA – NBR ISO 9001:2008 - NBR ISO 14001:2004 – OHSAS 18001:2007 E AS 8000 RESPONSABILIDADE SOCIAL**

## **OBJETIVO**

A primeira parte do treinamento visa preparar o participante para interpretar os requisitos das normas NBR ISO 9001:2008, NBR ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e SA 8000 – responsabilidade social e entender a sistemática de implementação de um sistema de gestão integrada, antes de entender o processo de auditoria interna. A segunda parte do treinamento de formação de auditores internos de sgi foi estruturada para prover os conceitos básicos, princípios, conhecimento dos requisitos e estratégias que envolvem uma auditoria interna, baseando-se nas diretrizes da NBR ISO 19011:2002. Nesse treinamento, o participante terá a oportunidade de aprender sobre o sistema de gestão integrada e sobre os requisitos de um processo de auditoria interna, ouvindo apresentações, participando em trabalhos de grupo, resolvendo exercícios, praticando etapas de auditoria em simulações em sala e também terão a oportunidade de fazer perguntas e discutir dados de interesse relacionado à auditoria interna com um auditor experiente em auditorias de certificação

## **PÚBLICO-ALVO**

Gestores da qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional e responsabilidade social de empresas certificadas e em processo de certificação; funcionários envolvidos na elaboração e revisão de documentos do sistema de gestão integrado; auditores internos que desejam se reciclar com base nas normas pertinentes; alta e média administração

## **CARGA HORÁRIA**

64 horas

## **PROGRAMA**

### **1 Módulo de Interpretação dos Requisitos NBR ISO 9001:2008**

- 1.1 Conceitos da ISO 9000 e Sistema de Gestão da Qualidade
- 1.2 Requisitos NBR ISO 9001:2008 na visão de um auditor
- 1.3 Debates, estudo de casos e exercícios

### **2 Módulo de Interpretação dos Requisitos NBR ISO 14001:2004**

- 2.1 Conceitos da NBR ISO 14001:2004
- 2.2 Requisitos NBR ISO 14001:2004 na visão de um auditor
- 2.3 Tecnologia Ambiental
- 2.4 Legislação Ambiental
- 2.5 Aspectos x Impactos Ambientais
- 2.6 Debates, estudo de casos e exercícios

### **3 Módulo de Interpretação dos Requisitos OHSAS 18001:2007**

- 3.1 Conceitos e histórico da Segurança e Saúde Ocupacional (SSO)
- 3.2 Interpretação dos requisitos da OHSAS na visão de um auditor
- 3.3 Legislação da Segurança e Saúde Ocupacional (SSO)
- 3.4 Análise e avaliação de perigos e riscos
- 3.5 Debates, estudo de casos e exercícios

### **4 Módulo de Interpretação dos Requisitos SA 8000 – Responsabilidade Social**

- 4.1 Conceitos do Sistema de Gestão SA 8000 Responsabilidade Social
- 4.2 Requisitos específicos e legislação do Sistema de Gestão SA 8000 Responsabilidade Social
- 4.3 Documentação necessária para implementação do Sistema de Gestão SA 8000 – Responsabilidade Social
- 4.4 Como implementar o Sistema de Gestão SA 8000 Responsabilidade Social
- 4.5 Certificação do Sistema de Gestão SA 8000 Responsabilidade Social
- 4.6 Debates, estudo de casos e exercícios

### **5 Módulo de Formação de Auditores Internos SGI**

- 5.1 Diretrizes da NBR ISO 19011:2002
- 5.2 Preparação e condução de uma auditoria
- 5.3 Documentos e Registros gerados em uma auditoria
- 5.4 Fazendo acompanhamento das ações corretivas provenientes de uma auditoria
- 5.5 Simulação de Auditoria Interna
- 5.6 Debates, estudo de casos e exercícios
- 5.7 Exame final
- 5.8 BRI006-

09\_FAI\_SGI\_9001\_14001\_18001\_SA8000 CARGA



## **PATENTES NA ÁREA METALÚRGICA**

### **OBJETIVO**

Apresentar os principais conceitos da propriedade industrial referente a patentes com foco no processo de elaboração de uma patente. A metodologia adotada no curso é baseada nos aspectos práticos e abrange todas as etapas desde a formatação até o depósito da patente no INPI

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam nas diversas áreas de produção (tratamento térmico, moldes, composição de ligas, equipamentos, fundição) assistência jurídica como advogados, e administradores

### **CARGA HORÁRIA**

20 horas

### **PROGRAMA**

Modulo I – Teoria

- 1 O que é uma Patente
- 2 Tipos de Patente
- 3 Requisitos Básicos para Elaboração de uma Patente
- 4 Processo de Pesquisa de Anterioridades em Bases de Patentes Gratuitas
- 5 Processo de Pesquisa de Publicações Não Patentárias em Bases Gratuitas
- 6 Formatação de uma Patente
- 7 Procedimentos para Depositar Patente no INPI
- 8 Legislação da Propriedade Industrial (LPI e NA 127)
- 9 Quebra de Patentes (Licença Compulsória)
- 10 Tratado de Cooperação em Matéria de Patente – PCT
- 11 Patente Mundial
- 12 Patentes Radial e Incremental

Módulo II – Prática

- 1 Treinamento Prático
- 2 Processo de pesquisa em bases patentárias
- 3 Modelos de patente da indústria metalúrgica
- 4 Modelos de patente de equipamentos
- 5 Modelo de patente de processo





## **FUSÃO, REFINO E SOLIDIFICAÇÃO**

## ACIARIA A OXIGÊNIO

### OBJETIVO

O refino de aço em convertedor a oxigênio é abordado em 11 capítulos, compreendendo a teoria aplicada ao processo, equipamentos, matérias-primas e insumos, práticas operacionais, refratários, controle ambiental e processos auxiliares. São apresentados os fundamentos necessários ao entendimento dos fenômenos termodinâmicos e cinéticos, juntamente com informações e conhecimentos práticos e operacionais. Durante o curso serão abordadas experiências industriais, onde a discussão comparativa das diversas práticas promoverá um enriquecimento geral

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais, instrutores, fornecedores e parceiros que atuam na área de fabricação de aço

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1 Introdução ao Refino de Aço em Forno Básico a Oxigênio</p> <p>1.1 Siderurgia no mundo</p> <p>1.2 Siderurgia no Brasil</p> <p>1.3 Processo LD</p> <p>1.4 Produção de aço no mundo</p> <p>1.5 Produção de aço no Brasil</p> <p>2 Termodinâmica Aplicada à Produção dos Aços em Fornos Básicos a Oxigênio</p> <p>2.1 Conceitos fundamentais</p> <p>2.2 Primeira Lei da Termodinâmica (balanço térmico)</p> <p>2.2.1 Definição e utilização de entalpia</p> <p>2.2.2 Primeira Lei da Termodinâmica</p> <p>2.3 Equilíbrio químico</p> <p>2.3.1 Segunda Lei da Termodinâmica</p> <p>2.3.2 Conceito de energia livre e energia livre padrão</p> <p>2.3.3 Potencial de oxigênio</p> <p>2.4 Soluções metalúrgicas</p> <p>2.4.1 Solução: definição</p> <p>2.4.2 Solução ideal: Lei de Raoult</p> <p>2.4.3 Soluções não ideais</p> <p>2.4.4 Aplicações em processos de refino de aço</p> <p>3 Cinética de Processos Químicos</p> <p>3.1 Revisão sobre cinética de reações químicas</p> <p>3.1.1 Teoria do estado de transição e das colisões</p> <p>3.1.2 Relação entre velocidade de reação e temperatura</p> <p>3.1.3 Partícula impermeável e consumível reagindo com meio fluido</p> <p>3.1.4 Teoria dos filmes</p> <p>3.2 Cinética no processo LD</p> <p>3.2.1 Dessulfuração de gusa e aço</p> <p>3.2.2 Trocas químicas entre escória e metal</p> <p>3.2.3 Teoria de Higbie</p> <p>3.2.4 Cálculo de coeficientes de transporte de massa</p> <p>3.2.5 Cinética de calcinação de calcário</p> <p>3.2.6 Descarburização</p> | <p>7 Sopro Combinado</p> <p>7.1 Desenvolvimento do sopro combinado</p> <p>7.2 Fundamentos da injeção de gás</p> <p>7.3 Sopro pelo fundo</p> <p>7.4 Sopro combinado</p> <p>7.4.1 Sopro combinado com oxigênio pelo fundo</p> <p>7.4.2 Sopro combinado com gás inerte pelo fundo</p> <p>7.5 Jato coerente</p> <p>8 Vazamento</p> <p>8.1 Objetivo principal da etapa de vazamento e sequência das adições</p> <p>8.2 Meios de transferência da escória do conversor para a panela</p> <p>8.3 Processos e técnicas de retenção de escória</p> <p>8.4 Sistemas de detecção de escória</p> <p>9 Refratários para Convertedor LD</p> <p>9.1 Concepções de projeto</p> <p>9.1.1 Estudo das regiões e mecanismos de desgaste relacionados</p> <p>9.1.2 Geometria do revestimento</p> <p>9.1.3 Juntas de dilatação</p> <p>9.1.4 Cuidados no projeto que facilitem a montagem do revestimento</p> <p>9.2 Produtos refratários utilizados</p> <p>9.2.1 Massas refratárias básicas não moldadas</p> <p>9.2.2 Refratários básicos moldados queimados</p> <p>9.2.3 Argamassa refratária</p> <p>9.2.4 Tijolo de magnésia-carbono</p> <p>9.3 Aquecimento de revestimentos refratários</p> <p>9.4 Processo / operação x solicitações sobre o revestimento refratário</p> <p>9.5 Mecanismos de desgastes</p> <p>10 Controle Ambiental em Aciaria a Oxigênio</p> <p>10.1 O aço e o meio ambiente</p> <p>10.2 Reciclagem de sucata de aço</p> <p>10.3 Controle ambiental na produção de aço</p> <p>10.4 Controle da poluição atmosférica</p> <p>10.4.1 Gás gerado: despoeiramento primário</p> <p>10.4.2 Manuseio de gusa: despoeiramento</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- 3.2.7 Transporte de oxigênio na descarburização
- 3.2.8 Adsorção e nitrogênio
- 3.3 Dependência de parâmetros de transporte com a temperatura
- 3.4 Influência da temperatura nas reações químicas
  - 3.4.1 Oxidação do nitrogênio
  - 3.4.2 Energia de ativação

#### 4 Pré-tratamento de Gusa Líquido

- 4.1 Manuseio de gusa líquido
- 4.2 Dessulfuração
  - 4.2.1 Dessulfuração em carros torpedo
  - 4.2.2 Dessulfuração em panela
- 4.3 Desfosforação
  - 4.3.1 Desfosforação em carro torpedo
  - 4.3.2 Desfosforação em convertedor

#### 5 Operação de Refino em Forno à Oxigênio

- 5.1 Evolução da composição do metal e da escória durante o sopro
- 5.2 Padrões de sopro e de adição de fundentes
- 5.3 Formação de escória

#### 6 Controle de Processo

- 6.1 Modelos de controle estático
- 6.2 Modelos de controle dinâmico
- 6.3 Modelo físico químico do convertedor LD
- 6.4 Filosofia de operação da sub lança
  - 6.4.1 Medições intermediárias e de fim de sopro
  - 6.4.2 Medição de nível de banho e sola
  - 6.4.3 Execução e aprovação do cálculo do controle dinâmico
- 6.5 Conceito básico do controle dinâmico
  - 6.5.1 Controle da descarburização
  - 6.5.2 Diagrama de estruturação básica do controle dinâmico
  - 6.5.3 Metodologia para aumento do acerto simultâneo
- 6.6 Reações metalúrgicas no controle estático e dinâmico

secundário

#### 10.4.3 Poeira do manuseio de materiais

- 10.5 Geração e uso de resíduos
  - 10.5.1 Beneficiamento da escória
  - 10.5.2 Utilização da escória
  - 10.5.3 Beneficiamento de lamas e pós

#### 11 Equipamentos e Processos Auxiliares

- 11.1 Slag Splashing
- 11.2 Laboratório de análise química
  - 11.2.1 Amostragem e amostradores
  - 11.2.2 Preparação e análise
- 11.3 Sensores de medição de temperatura e determinação de parâmetros
- 11.4 Equipamentos e processos em desenvolvimento
- 11.5 Lança de oxigênio
  - 11.5.1 Tipos e projeto
  - 11.5.2 Sistemas de refrigeração
- 11.6 Desenho de bico de lança

## **ACIARIA ELÉTRICA**

### **OBJETIVO**

Atualização dos modernos conceitos de Aciaria Elétrica

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais relacionados à Aciaria Elétrica

### **CARGA HORÁRIA**

36 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Metálicos
- 2 Modernos conceitos a utilização de diferentes tipos de sucata em aciaria
  - 2.1 Custos de Metálicos
  - 2.2 Oferta x Demanda
  - 2.3 Logística de Movimentação
  - 2.4 Principais Equipamentos Utilizados no Processo
  - 2.5 Cenário Atual do Mercado
- 3 A evolução tecnológica do FEA
- 4 Acidentes em Aciaria
- 5 Resultados de Operação
- 6 Injeção de Gases no FEA
- 7 A Engenharia do FEA
- 8 Matérias Primas
- 9 Refratários
- 10 Eletrodos
- 11 Operação do FEA
- 12 Metalurgia Secundária
- 13 Controle do Meio Ambiente
- 14 Novos Desenvolvimento

## FUNDIÇÃO APLICADA: TEORIA E PRÁTICA

### OBJETIVO

Transmitir conceitos e metodologia aplicada para os principais tipos de processos de fundição, como fundição em areias, fundição em casca cerâmica e fundição em moldes permanentes ou coquilha. Serão passadas informações quanto a análise e qualificação dos produtos utilizando-se de ensaios mecânicos, como tração, flexão, impacto, dureza e microdureza e análises metalográficas, macro e microestruturais. Transmitir ao profissional, metodologia de rastreamento de defeitos, permitindo que este consiga solucionar de forma metódica os problemas enfrentados no dia a dia com os processos de produção em fundidos.

### PÚBLICO ALVO

Técnicos, engenheiros, operadores e pessoal envolvido dia a dia com o tema fundição dos metais. Profissionais das áreas de mecânica, metalurgia, materiais, controle de qualidade e profissionais que atuem de modo direto ou indireto no tema fundição.

### CARGA HORÁRIA

36 horas

### PROGRAMA

#### Parte 1: Teoria

- 1 Introdução aos Processos de Fundição / Solidificação
  - 1.1 Conceitos Gerais sobre Ciência dos Materiais
  - 1.2 Princípios das Transformações de Fases
  - 1.3 Conceitos Fundamentais da Fusão e Solidificação
- 2 Processos em Areias
  - 2.1 Principais processos de fundição em areia verde e areias curadas
  - 2.2 Técnicas de moldagem e macharia
  - 2.3 Ensaios em areias
- 3 Processos Investment Casting
  - 3.1 Modelos em cera
  - 3.2 Moldagem e caracterização de casca cerâmica
  - 3.3 Deceragem
  - 3.4 Desmoldagem
- 4 Processos em Moldes Permanentes
  - 4.1 Principais processos de fundição em coquilhas
    - 4.1.1 Por gravidade
    - 4.1.2 Baixa pressão
    - 4.1.3 Alta pressão
  - 4.2 Particularidades dos Diferentes Processos
  - 4.3 Interface Metal / Molde
  - 4.4 Efeito das Taxas de Resfriamento e da Pressão na Fundição

- 5 Controle de Qualidade de Processos e Produtos
  - 5.1. Qualidade e Defeitos
  - 5.2. Ensaios mecânicos
  - 5.3. Análises Metalográficas
  - 5.4. Correlação Estrutura e Propriedades do Produto Fundido
  - 5.5. Modelagem Numérica e Aplicação de Softwares na Indústria de Fundidos
- 6 Visita Técnica às Indústrias da Região do RS

#### Parte 2: Prática

- 1 Preparação e Avaliação de Molde Cerâmico e Coquilha
- 2 Moldagem em Areia, Massalotes, Cálculo de Carga
- 3 Fornos de Fusão e Deceragem
- 4 Preparação de Carga, Fusão e Vazamento
- 5 Análise Térmica
- 6 Análise Química
- 7 Defeitos Macroestruturais
- 8 Ensaios de Areias
- 9 Ensaios Metalográficos
- 10 Ensaios Mecânicos

## LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE BLOCOS E TARUGOS

### OBJETIVO

Refletir os últimos avanços neste campo, onde os temas mais atuais estão em pauta. O conhecimento das modernas tendências é um fator fundamental na otimização do processo de Lingotamento Contínuo

### PÚBLICO ALVO

O curso se destina fundamentalmente a todos os envolvidos com o processo de Lingotamento Contínuo, bem como fornecedores e usuários dos produtos deste processo

### CARGA HORÁRIA

36 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 História do Lingotamento Contínuo <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Definição do processo LC</li> <li>1.2 Tipos de processos LC</li> <li>1.3 Marcos no desenvolvimento do LC</li> <li>1.4 Desenvolvimentos específicos</li> <li>1.5 Lingotamento Contínuo vs Convencional</li> <li>1.6 Rendimento do lingotamento contínuo vs lingotamento convencional</li> <li>1.7 Número de etapas de processo (aço líquido ao produto final)</li> <li>1.8 Crescimento do lingotamento contínuo</li> <li>1.9 O Lingotamento contínuo e as mini mills</li> <li>1.10 Situação atual do processo de lingotamento contínuo</li> </ul> </li> <li>2 Lingotamento Contínuo no Brasil</li> <li>3 Engenharia da Máquina de Lingotamento <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Lay-out</li> <li>3.2 Desenho da máquina</li> <li>3.3 Suporte das painéis</li> <li>3.4 Distribuidor</li> <li>3.5 Proteção de jato panela / molde</li> <li>3.6 Molde e a oscilação</li> <li>3.7 Desenho, material e resfriamento do molde</li> <li>3.8 Oscilação do molde</li> <li>3.9 Suporte do veio</li> <li>3.10 Resfriamento secundário</li> <li>3.11 Agitação eletromagnética</li> <li>3.12 Barra falsa</li> <li>3.13 Unidade de extração e desempenho</li> <li>3.14 Unidades de corte</li> <li>3.15 Ala de saída dos tarugos</li> <li>3.16 Automação</li> </ul> </li> <li>4 Operação do Lingotamento Contínuo <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Técnicas para aumentar a produtividade</li> <li>4.2 Técnicas para uma operação consistente</li> <li>4.3 Baixa temperatura de lingotamento</li> <li>4.4 Controle de perfuração</li> </ul> </li> <li>5 Preparação do Aço para o LC <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Fornos primários</li> <li>5.2 Refino secundário</li> <li>5.3 Forno panela</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>10.7 Proteção panela x distribuidor</li> <li>10.8 Tubo longo</li> <li>10.9 Refratários do distribuidor</li> <li>10.10 Tipos de revestimento</li> <li>10.11 Processo de confecção do revestimento permanente</li> <li>10.12 Massa básica aplicada a úmido por spray</li> <li>10.13 Massa seca aplicada com auxílio de forma</li> <li>10.14 Cuidados na aplicação de massas básicas para revestimento de trabalho</li> <li>10.15 Secagem e pré aquecimento</li> <li>10.16 Controle de fluxo de aço distribuidor x molde</li> <li>10.17 Tampão</li> <li>10.18 Válvula gaveta do distribuidor</li> <li>10.19 Válvulas calibradas (Meetering Nozzles)</li> <li>10.20 Sistema trocador de válvula calibrada</li> <li>10.21 Proteção distribuidor/molde</li> <li>10.22 Funções e desenhos de tubos e válvulas submersas</li> <li>10.23 Válvula submersa para reduzir obstrução por alumina</li> <li>10.24 Refratários sem carbono</li> <li>11 Pós Fluxantes para Lingotamento Contínuo do Aço <ul style="list-style-type: none"> <li>11.1 Histórico</li> <li>11.2 Pós de cobertura para distribuidor</li> <li>11.3 Pós fluxantes</li> <li>11.4 Desgaste da válvula submersa</li> </ul> </li> <li>12 Moldes no Lingotamento Contínuo <ul style="list-style-type: none"> <li>12.1 Evolução histórica da tecnologia de moldes tubulares</li> <li>12.2 Demanda para moldes de lingotamento contínuo</li> <li>12.3 Materiais para revestimento do molde</li> <li>12.4 Ligas de cobre mais utilizadas</li> <li>12.5 Recobrimentos superficiais</li> <li>12.6 Dimensionamento dos moldes</li> <li>12.7 Efeito da composição química do aço na transferência de calor e crescimento da casca</li> <li>12.8 Solidificada</li> <li>12.9 Conicidade do molde</li> <li>12.10 Raio de canto</li> </ul> </li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



- 5.4 Desgaseificadores
- 5.5 Influência dos processos de refino secundário
- 5.6 Tipo de aço a ser produzido
- 5.7 Controle de oxigênio
- 5.8 Clogging
- 5.9 Tipos de Clogging de acordo com a desoxidação aplicada
- 5.10 Máquina de lingotamento contínuo
- 5.11 O papel da escória sintética nos processos de fabricação do aço
- 5.12 Comportamento físico químico da escória
- 5.13 Utilização da escória nos processos de refino
- 5.14 Escória da panela
- 6 Solidificação no Lingotamento Contínuo
  - 6.1 Molde ou resfriamento primário
  - 6.2 Mecanismos de formação de marcas superficiais
  - 6.3 Transferência de calor na região do molde
  - 6.4 Transferência newtoniana
  - 6.5 O resfriamento secundário ou região de chuveiros
  - 6.6 Chuveiros
  - 6.7 Transferência de calor na região dos chuveiros
  - 6.8 Região de radiação livre ou resfriamento terciário
  - 6.9 Transferência de calor na região de radiação livre
- 7 Oscilação do Molde - Lubrificação
  - 7.1 Contração da pele em início de solidificação
  - 7.2 Tipos de oscilação
  - 7.3 Marcas de oscilação
  - 7.4 Espaçamento entre marcas de oscilação
  - 7.5 Conceituando estripamento negativo
  - 7.6 Mecanismos de formação das marcas de oscilação
  - 7.7 Lubrificação no molde
  - 7.8 Uso de óleo
  - 7.9 Uso de fluxantes
- 8 Qualidade Interna dos Tarugos
  - 8.1 Estrutura bruta de solidificação
  - 8.2 Efeito da composição do aço na solidificação e formação de defeitos
  - 8.3 Estrutura dendrítica
  - 8.4 Modelos de crescimento dendrítico
  - 8.5 Segregação e teoria do minilingote
  - 8.6 Macrosegregação
  - 8.7 Defeitos internos
- 9 Agitação eletromagnética no LC
  - 9.1 História
  - 9.2 Blocos e tarugos
  - 9.3 Princípios eletromagnéticos
  - 9.4 Mecânica dos fluidos
  - 9.5 Princípios metalúrgicos
  - 9.6 Transição da estrutura de solidificação colunar para equiaxial
- 12.11 Espessura da parede
- 12.12 Otimização dos parâmetros de lingotamento
- 12.13 Manutenção
- 13 Modelamento Físico no Lingotamento Contínuo
  - 13.1 Introdução
  - 13.2 Critérios de similaridade
  - 13.3 Fluidos simuladores e técnicas experimentais
  - 13.4 Estudos em modelos físicos
  - 13.5 Modelamento físico da panela
  - 13.6 Modelamento físico do distribuidor
  - 13.7 Modelamento físico do molde
- 14 Modelamento Matemático no Lingotamento Contínuo
  - 14.1 Introdução
  - 14.2 O papel dos modelos matemáticos
  - 14.3 Como são construídos os modelos matemáticos?
  - 14.4 As bases do modelamento matemático
  - 14.5 As ferramentas computacionais
  - 14.6 Os softwares
  - 14.7 Exemplos de modelamento matemático no lingotamento contínuo
- 15 Simulação de Lingotamento Contínuo
  - 15.1 Introdução
  - 15.2 Solidificação: temperatura & crescimento da casca
  - 15.3 Influência do fluxo de metal
  - 15.4 Distribuição química
    - 15.4.1 Macrosegregação
  - 15.5 Estrutura de grão
    - 15.5.1 Formação da microestrutura
  - 15.6 Transformação no estado sólido
  - 15.7 Investindo em simulação do lingotamento
  - 15.8 Conclusões
- 16 Defeitos em Tarugos
  - 16.1 Defeitos de forma
  - 16.2 Romboidade
  - 16.3 Depressão
  - 16.4 Defeitos superficiais
  - 16.5 Porosidade superficial (Pin-holes)
  - 16.6 Pele dupla
  - 16.7 Incrustação de escória
  - 16.8 Gotas frias
  - 16.9 Trincas transversais
  - 16.10 Defeitos internos
  - 16.11 Porosidade interna (Blowholes)
  - 16.12 Macroinclusões
  - 16.13 Trincas off-corner
  - 16.14 Trincas intermediárias
  - 16.15 Segregação e porosidade central
- 17 Desenvolvimento de Aços no LC
  - 17.1 Aços baixo carbono para trefilação fina de fio-máquina - (RimmedSubstitutes)

9.7 Qualidade superficial e subsuperficial  
 9.8 Bandas brancas  
 9.9 Segregação central  
 9.10 Aplicações industriais  
 9.11 Diferentes tipos para blocos e tarugos  
 9.12 Resultados típicos de M EMS e M+F EMS em blocos e tarugos  
 9.13 Efeitos negativos em blocos e tarugos

10 Refratários Utilizados no LC  
 10.1 Areia de Vedação para abertura instantânea  
 10.2 Cuidados e procedimentos para aplicação das areias de vedação  
 10.3 Funções básicas das areias de vedação  
 10.4 Características básicas das areias de vedação  
 10.5 Aplicação da areia de vedação  
 10.6 Válvula gaveta da panela

17.2 Aços de usinagem melhorada (FreeCutting)  
 17.3 Aços para estampagem a frio (ColdHeading)  
 17.4 Arame para pneu (Tyre Cord)  
 17.5 Aços inoxidáveis  
 17.6 Aços para rolamentos  
 17.7 Aços SBQ (Special Billet Quality)

18 Lingotamento Contínuo em Altas Velocidades  
 18.1 Introdução  
 18.2 Principais fabricantes de máquinas para altas velocidades de lingotamento  
 18.3 Tecnologias  
 18.4 Características dos equipamentos  
 18.5 Plantas com tecnologia de alta velocidade

# LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE PLACAS

## OBJETIVO

Fornecer ao profissional que trabalha com essa especialidade uma visão geral do lingotamento contínuo de placas, enfocando principalmente a metalurgia do processo, discutindo os fundamentos do processo, as principais variáveis de controle e sua influência na qualidade do produto

## PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, técnicos atuantes e operadores com experiência na área de Lingotamento Contínuo de Placas, interessados nas informações básicas do processo e profissionais visando reciclagem. Indicado também para profissionais dos fornecedores de equipamentos e insumos, de manutenção, de projeto, de controle do processo e de qualidade de produto

## CARGA HORÁRIA

40 horas

## PROGRAMA

- 1 Introdução
  - 1.1 Histórico do lingotamento contínuo
  - 1.2 Tipos de máquinas de lingotamento contínuo
  - 1.3 Evolução da produção via lingotamento contínuo
  - 1.4 Descrição geral do processo
- 2 Conceitos Básicos de Solidificação
  - 2.1 Nucleação e Crescimento de Cristais
  - 2.2 Redistribuição do soluto durante a solidificação - Microsegregação
    - 2.2.1 Segregação de diferentes elementos químicos no ferro
  - 2.3 Estruturas de solidificação no lingotamento contínuo
    - 2.3.1 Microestrutura
    - 2.3.2 Macroestrutura
    - 2.3.3 Modificações da macroestrutura
    - 2.3.4 Influência do teor de carbono
  - 2.4 Reações de solidificação do aço
  - 2.5 Segregação em produtos de lingotamento contínuo
    - 2.5.1 Segregação central em placas – Macrosegregação
- 3 Escoamento do Aço Líquido
  - 3.1 Introdução
  - 3.2 Teoria do modelamento de processos
    - 3.2.1 Critérios de similaridade
    - 3.2.2 Análise dimensional
    - 3.2.3 Aplicação da análise dimensional ao estudo do escoamento do aço no molde de lingotamento contínuo
  - 3.3 Técnicas experimentais
    - 3.3.1 Avaliação do tempo de residência em reatores
    - 3.3.2 Avaliação do escoamento em reatores
  - 3.4 Escoamento do aço no distribuidor do lingotamento contínuo
  - 3.5 Modelamento físico do escoamento no sistema válvula submersa/molde
  - 3.6 Modelamento matemático do escoamento do aço no processo do lingotamento contínuo
- 6.5 Transferência de calor na região de radiação livre
- 6.6 Controle e automação do lingotamento contínuo
  - 6.6.1 Modelos computacionais
  - 6.6.2 Estratégia de otimização dos parâmetros do processo
  - 6.6.3 Técnicas para o controle inteligente do lingotamento contínuo
  - 6.6.4 Supervisão e automação global do lingotamento contínuo
- 7 Análise de Tensões e Deformações no Lingotamento Contínuo
  - 7.1 Introdução
  - 7.2 Defeitos em placas lingotadas continuamente
  - 7.3 Propriedades mecânicas do aço no lingotamento contínuo
    - 7.3.1 Curva tensão vs deformação
    - 7.3.2 Estruturas de solidificação no lingotamento contínuo
    - 7.3.3 Ductilidade a quente
  - 7.4 Aspectos gerais do modelamento matemático das tensões e deformações presentes no veio
  - 7.5 Trincas superficiais
    - 7.5.1 Formação de trincas na região do molde
    - 7.5.2 Formação de trincas transversais na região de resfriamento secundário
  - 7.6 Trincas internas
    - 7.6.1 Influência do abaulamento
    - 7.6.2 Influência do dobramento e retificação
    - 7.6.3 Influência do desalinhamento de rolos
    - 7.6.4 Influência da extração
  - 7.7 Conclusões
- 8 Controle de Qualidade das Placas
  - 8.1 Introdução
  - 8.2 Aços produzidos
  - 8.3 Composição química
  - 8.4 Controle da qualidade interna

- 3.6.1 Introdução
- 3.6.2 Teoria do modelamento matemático do escoamento no lingotamento contínuo
- 3.6.3 Modelamento matemático do escoamento do aço no distribuidor
- 3.6.4 Modelamento matemático do escoamento do aço no sistema válvula submersa/molde
- 4 Solidificação do Aço Molde
  - 4.1 Funções do molde
  - 4.2 Mecanismo de transferência de calor do molde
  - 4.3 Etapas de transferência de calor no molde
  - 4.4 Fluxo de calor em máquinas de lingotamento contínuo
  - 4.5 Influência de variáveis do processo e equipamento de lingotamento sobre o fluxo de calor no molde
  - 4.6 Cálculo da espessura solidificada no molde
  - 4.7 Oscilação do molde e formação das marcas superficiais das placas
    - 4.7.1 Tipos de marcas de oscilação e sua influência na qualidade da placa
    - 4.7.2 Mecanismos de formação das marcas de oscilação
    - 4.7.3 Controle das variáveis de formação de oscilação
    - 4.7.4 Condições ótimas de oscilação do molde
- 5 Fluxantes para Lingotamento Contínuo
  - 5.1 Histórico
  - 5.2 O que é fluxante?
  - 5.3 O fluxante no lingotamento contínuo de aços
  - 5.4 Funções do fluxante no lingotamento contínuo de aços
    - 5.4.1 Promover a isolamento da superfície do aço líquido
    - 5.4.2 Proteger a superfície do aço líquido contra a oxidação pelo oxigênio do ar
    - 5.4.3 Formar um filme lubrificante entre a face do Lingotamento recém formado e a superfície do molde
    - 5.4.4 Proteger os operadores da emissão de calor por irradiação térmica
    - 5.4.5 Absorção de inclusões
    - 5.4.6 Controle da transferência de calor entre o aço em solidificação e o molde
  - 5.5 Propriedades do fluxante
    - 5.5.1 Composição química
    - 5.5.2 Taxa de fusão
    - 5.5.3 Viscosidade
    - 5.5.4 Temperatura de solidificação – break temperature
  - 5.6 Parâmetros para verificação do bom desempenho do fluxante no molde
    - 5.6.1 Infiltração de escória líquida – consumo específico
    - 5.6.2 Medida de espessura de escória líquida
    - 5.6.3 Avaliação do desgaste das válvulas submersas
    - 5.6.4 Marcas de oscilação
  - 5.7 Rompimento de pele por agarramento

- 8.4.1 Análise de macroataque
- 8.5 Defeitos internos
  - 8.5.1 Segregação central (macrosegregação)
  - 8.5.2 Trincas internas
  - 8.5.3 Inclusões
  - 8.5.4 Trinca central
  - 8.5.5 Porosidade
  - 8.5.6 Trincas térmicas
- 8.6 Defeitos superficiais
  - 8.6.1 Trinca longitudinal superficial de face
  - 8.6.2 Trincas superficiais longitudinais de quina
  - 8.6.3 Trincas superficiais transversais
  - 8.6.4 Duplo lingotamento
  - 8.6.5 Trina estrela
  - 8.6.6 Clusters de inclusões
  - 8.6.7 Aprisionamento cascão
  - 8.6.8 Pinholes
  - 8.6.9 Blowholes
- 8.7 Defeito de forma
  - 8.7.1 Abaulamento (Bulging)
  - 8.7.2 Convexidade (Convexity)
  - 8.7.3 Concavidade (Concavity)
  - 8.7.4 Encurvamento (Camber)
  - 8.7.5 Empeno (Flatness)
  - 8.7.6 Desvio de esquadria
  - 8.7.7 Variação de espessura
  - 8.7.8 Variação de largura
  - 8.7.9 Trapezoidal
  - 8.7.10 Desvio de corte
- 8.8 Recondicionamento superficial de placa
- 8.9 Controle de rendimentos
- 9 Ductilidade dos Aços a Altas Temperaturas
  - 9.1 Introdução
  - 9.2 Fatores que afetam a ductilidade a quente dos aços
    - 9.2.1 Temperatura
    - 9.2.2 Velocidade de deformação
    - 9.2.3 História térmica
    - 9.2.4 Composição química
    - 9.2.5 Descrição da curva de ductilidade a quente
    - 9.2.6 O comportamento dos aços peritéticos no lingotamento contínuo
    - 9.2.7 Teste de ductilidade a quente
- 10 Lingotamento Contínuo de Placas Finas
  - 10.1 Visão geral
  - 10.2 Mercado de tiras a quente
  - 10.3 Design e tecnologia
  - 10.4 Produtos
  - 10.5 Qualidade superficial
  - 10.6 Desenvolvimento potenciais
- 11 Lingotamento Contínuo de Tiras
  - 11.1 Uma antiga idéia, uma nova tecnologia
  - 11.2 Critérios tecnológicos do lingotamento contínuo de tira
  - 11.3 Layout da máquina e componentes
  - 11.4 Dimensão do rolo de lingotamento
  - 11.5 Laminação a quente in-line

5.8 Absorção de inclusões  
 5.9 Principais ensaios para caracterização de fluxantes  
 5.9.1 Umidade  
 5.9.2 Tamanho de partículas  
 5.9.3 Análise térmica diferencial  
 5.9.4 Viscosidade  
 5.9.5 Ensaio de navículas  
 5.9.6 Avaliação da velocidade de fusão  
 5.9.7 Difração de raio X  
 5.10 Critérios práticos para seleção de fluxantes para lingotamento contínuo de aços  
 5.10.1 Aços baixo carbono acalmados ao alumínio  
 5.10.2 Aços médio carbono peritéticos acalmados ao alumínio ou alumínio-silício  
 5.10.3 Aços ultra baixo carbono  
 5.10.4 Aços alto silício acalmados ao alumínio para o uso elétrico

6 Solidificação do Aço Abaixo do Molde  
 6.1 Introdução  
 6.1.1 Considerações gerais  
 6.1.2 O resfriamento secundário ou região de sprays  
 6.1.3 Roletes extratores  
 6.2 Descrição do resfriamento secundário  
 6.2.1 Roletes  
 6.2.2 Sprays  
 6.3 Região de radiação livre ou resfriamento terciário  
 6.4 Mecanismo de transferência de calor no resfriamento secundário  
 6.4.1 Considerações gerais  
 6.4.2 Etapa de resfriamento secundário (chaveiros)

11.6 Qualidade superficial da tira  
 11.7 Evolução da rugosidade da tira na laminação a quente in-line  
 11.7.1 Propriedades da tira  
 11.7.2 AISI304 – Propriedades mecânicas, potencial de corrosão por cavitação, RZ

## MODELAMENTO DE PROCESSOS DE ACIARIA

### OBJETIVO

Apresentar os princípios básicos das ferramentas de modelamento aplicadas aos processos de aciaria e os benefícios que podem trazer para o controle e otimização do processo

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de formação superior que trabalhem em projeto, desenvolvimento, operação, gerenciamento ou análise de processos de aciaria

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

#### 1 Introdução

- 1.1 Uma visão geral do processo de fabricação do aço: do convertedor/FEA ao lingotamento contínuo
- 1.2 Modelamento de processos de fabricação do aço: modelos físicos, matemáticos e experimentos em escala-piloto
- 1.3 Validação dos modelos: técnicas de medições em planta e em laboratório
- 1.4 A ferramenta de modelamento e o futuro da fabricação de aço

#### 2 Fundamentos

- 2.1 Termodinâmica metalúrgica
- 2.2 Fluidodinâmica
- 2.3 Transferência de calor e massa
- 2.4 Cinética química
- 2.5 Eletromagnetismo e MHD (Magnetohidrodinâmica)

#### 3 Modelamento Físico

- 3.1 Princípios de modelamento físico
- 3.2 Análise dimensional
- 3.3 Definição da escala e dos fluidos de trabalho
- 3.4 Limitações do modelo em água
- 3.5 Transferência dos resultados em escala reduzida para escala plena
- 3.6 Técnicas experimentais em modelamento físico
- 3.7 Exemplos

#### 4 Modelamento Matemático

- 4.1 Modelamento matemático no processo de fabricação de aço
- 4.2 Soluções numéricas
- 4.3 Incertezas no modelamento matemático

#### 5 Modelamento Matemático I: Metalurgia da panela

- 5.1 Movimento de um sólido no aço líquido
- 5.2 Fusão e dissolução de um sólido
- 5.3 Transporte de energia térmica e distribuição de temperatura
- 5.4 Transporte e remoção de inclusões
- 5.5 Comportamento de bolhas de gás no aço líquido
- 5.6 Transporte de massa e mistura
- 5.7 Transferência de massa com reação química

#### 6 Modelamento Matemático II: Lingotamento contínuo

- 6.1 Esgotamento da panela
- 6.2 Estratificação térmica
- 6.3 Aquecimento e inertização do distribuidor
- 6.4 Enchimento e esvaziamento do distribuidor
- 6.5 Transporte e remoção de inclusões
- 6.6 Perfil térmico do aço líquido no distribuidor
- 6.7 Escoamento do aço líquido no molde
- 6.8 Agitação eletromagnética
- 6.9 Solidificação

#### 7 Softwares e Modelos Matemáticos Utilizados em Plantas

- 7.1 Modelo de remoção de hidrogênio (H-Online)
- 7.2 Modelo de solidificação no lingotamento contínuo (InAlc+)
- 7.3 Modelo matemático da temperatura do aço na aciaria (Temp\_calc)

## PRÉ-TRATAMENTO DE GUSA

### OBJETIVO

Oferecer uma visão aprofundada dos processos de pré-tratamento do gusa e de técnicas de controle que permitem operar tais processos de forma a maximizar os resultados

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, técnicos e supervisores

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

1 Termodinâmica aplicada ao pré-tratamento de ferro-gusa  
 1.1 Conceitos fundamentais  
 1.1.1 Mol  
 1.1.2 Lei do gás ideal  
 1.1.3 Estequiometria das reações químicas  
 1.1.4 Balanços de massa  
 1.2 Primeira Lei da Termodinâmica (balanço térmico)  
 1.2.1 Definição e utilização de entalpia  
 1.2.2 Primeira Lei da Termodinâmica  
 1.3 Equilíbrio químico  
 1.3.1 Segunda Lei da Termodinâmica  
 1.3.2 Conceito de energia livre e energia livre padrão  
 1.3.3 Cálculo de energia livre padrão  
 1.3.4 Energia livre em equilíbrios gasosos  
 1.3.5 Energia livre para fases condensadas puras e gases  
 1.3.6 Potencial de oxigênio  
 1.4 Soluções metalúrgicas  
 1.4.1 Solução: definição  
 1.4.2 Solução ideal: Lei de Raoult  
 1.4.3 Soluções não ideais  
 1.4.4 Aplicação em processos de pré-tratamento de ferro gusa

2 Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos  
 2.1 Aspectos termodinâmicos e cinéticos ligados aos tratamentos de dessulfuração de gusa  
 2.1.1 Considerações gerais sobre a dessulfuração de gusa  
 2.1.2 Dessulfuração em carros-torpedo  
 2.1.3 Dessulfuração em painéis  
 2.1.4 Aspectos termodinâmicos ligados aos processos de dessulfuração  
 2.1.5 Aspectos cinéticos ligados aos processos de dessulfuração

2.2 Modelamento físico de processos  
 2.2.1 Modelamento físico a frio  
 2.2.2 Modelamento físico do processo CAI-Mg com lança rotativa  
 2.2.3 Modelamento físico do carro-torpedo  
 2.2.4 Modelamento físico a quente – transposição de resultados

3 Aspectos Operacionais da Dessulfuração  
 3.1 Histórico  
 3.2 Reações de dessulfuração  
 3.4 Processos de dessulfuração de gusa  
 3.4.1 Dessulfuração em carros torpedo  
 3.4.2 Dessulfuração de gusa em painéis

4 Tratamentos de Desfosforação  
 4.1 Desfosforação de gusa  
 4.2 Dessiliciação do gusa  
 4.3 Processos de tratamentos de desfosforação de gusa  
 4.3.1 Desfosforação em carros-torpedo  
 4.3.2 Desfosforação em painéis  
 4.3.3 Desfosforação em convertedor  
 4.3.4 Dupla-escória em convertedor  
 4.3.5 Controle de sopro em convertedor



## REFINO SECUNDÁRIO DOS AÇOS

### OBJETIVO

O refino secundário dos aços é abordado em cinco grandes capítulos, compreendendo a teoria aplicada aos processos, forno panela, IR-UT, RH e outros processos de desgaseificação à vácuo e os refratários mais utilizados. Os fundamentos necessários à boa compreensão dos fenômenos termodinâmicos, cinéticos e fluidodinâmicos são expostos, juntamente com as informações e o conhecimento da prática operacional. Durante o curso serão dados exercícios e exemplos, com base nos fundamentos e na prática industrial.

### PÚBLICO ALVO

Profissionais e instrutores que atuam na área de fabricação de aço

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

1 Introdução – Descrição Sumária de Diversos Processos

2 Termodinâmica Aplicada ao Refino Secundário dos Aços

2.1 Conceitos Fundamentais

2.2 Primeira Lei da Termodinâmica (Balanço Térmico)

2.2.1 Definição e Utilização de Entalpia

2.2.2 Balanço Térmico

2.3 Equilíbrio Químico

2.3.1 Segunda Lei da Termodinâmica

2.3.2 Conceito de Energia Livre e Energia Livre padrão

2.3.3 Cálculo de Energia Livre Padrão

2.3.4 Energia Livre em Equilíbrios Gasosos

2.3.5 Energia para Fases Condensadas e Gases

2.3.6 Potencial de Oxigênio

2.4 Soluções Metalúrgicas

2.4.1 Solução: definição

2.4.2 Solução ideal: Lei de Raoult

2.4.3 Soluções não Ideais

2.4.4 Coeficiente de Atividades

2.4.5 Variação da Atividade e Coeficiente de Atividade com a Temperatura

2.4.6 Soluções Diluídas com Vários Componentes: Coeficientes de Interação

2.4.7 Atividade de Óxidos em Escórias

2.4.8 Aplicação em Processos de Refino de Aços

3 Forno Panela

3.1 Introdução

3.1.1 Utilização do Forno Panela

3.1.2 Limitações

3.2 Descrição do Forno Panela

3.2.1 Equipamento

3.2.2 O Circuito Elétrico do Forno

3.3 Parâmetros Elétricos

3.3.1 Teste de Curto Circuito

3.3.2 Curvas Características

3.4 Balanço Térmico

3.5 Operação do Forno Panela

3.5.1 Seleção do Ponto de Operação

4 Refino Secundário com Aquecimento Químico

4.1 Histórico

4.2 Tipo de Aquecimento

4.3 Tipo de Tecnologia

4.5 Aquecimento Químico – Teoria do Processo

4.6 Operação do IR-UT

5 Processos de Desgaseificação Sob Vácuo

5.1 Introdução à Desgaseificação a Vácuo

5.1.1 Nitrogênio no Aço

5.1.2 Hidrogênio no Aço

5.1.3 Processos de Desgaseificação sob Vácuo

5.2 Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos

5.2.1 Remoção do Nitrogênio e do Hidrogênio

5.2.2 Descarburação

5.2.3 Dessulfuração

5.3 Processo RH

5.3.1 Tipos de Aços Produzidos

5.3.2 Equipamentos, Princípios e Resumo Operacional

5.3.3 Equipamentos Periféricos

5.3.4 Descarburação – Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos

5.3.5 Tratamento de Aços Extra e Ultra Baixo Carbono

5.3.6 Desidrogenação – Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos

5.3.7 Desnitrogenação / Nitrogenação –

Aspectos Termodinâmicos e Cinéticos

5.3.8 Desoxidação e Adição de Ligas

5.3.9 Dessulfuração

5.3.10 Segurança Operacional

5.4 Processo VD de Desgaseificação a Vácuo

5.4.1 Descrição do Processo

5.4.2 Metalurgia do Processo

5.5 Processos VAD e VOD

5.5.1 Descrição das Instalações

5.5.2 Resultados da Prática Operacional

6 Refratários para os Processos de Refino Secundário

6.1 Introdução

6.2 Refratários para os Processos



- 3.5.2 Análise dos Fatores que Influem sobre o Ponto de Operação
- 3.5.3 Escolha do Tipo de Escória Sintética
- 3.5.4 Agitação Eletromagnética e Borbulhamento por Gases Inertes
- 3.5.5 Ciclo Operacional
- 3.5.6 Operação Visando Aumento da Produtividade
- 3.5.7 Operação visando melhoria da Qualidade
- 3.6 Refino do Aço Líquido
  - 3.6.1 Adição de Ligas
  - 3.6.2 Prática de Desoxidação
  - 3.6.3 Dessulfuração
  - 3.6.4 Limpeza do Aço
  - 3.6.5 Controle de Morfologia de Sulfetos
  - 3.6.6 Controle de Morfologia de Óxidos
  - 3.6.7 Tratamento com Cálcio
  - 3.6.8 Remoção das Inclusões
  - 3.6.9 Cuidados Posteriores ao Tratamento
- 3.7 Investimento e Custos
  - 3.7.1 Investimento
  - 3.7.2 Desempenho Operacional
  - 3.7.3 Custo Operacional

- 6.2.1 Refratários para Processo RH
- 6.2.2 Mecanismos de Desgaste
- 6.2.3 Refratários para Processo AOD
- 6.2.4 Mecanismos de Desgaste
- 6.2.5 Processo VOD
- 6.2.6 Principais Solicitações para o Revestimento Refratário
- 6.2.7 Seleção de Refratários em função da Região da Panela
- 6.2.8 Refratários para o Forno Panela
- 6.2.9 Seleção de Refratários em Função da Região da Panela

## REFRATÁRIOS E INSUMOS PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico aos aciaristas e refrataristas que operam no lingotamento contínuo do aço no que tange a aplicação de refratários e o uso de insumos para este processo. O curso enfoca e discute os aspectos práticos, as ocorrências anormais e as contramedidas adotadas para cada equipamento

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais, engenheiros e técnicos, que atuam em aciarias dotadas de lingotamento contínuo

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

#### 1 Informações Gerais sobre o Lingotamento Contínuo

#### 2 Mecanismo de Controle do Fluxo do Aço Líquido da Panela para o Distribuidor (Válvula Gaveta)

- 2.1 Tipos de mecanismos
- 2.2 Mecanismo de válvula gaveta
- 2.3 Componentes de um conjunto

#### 3 Refratários para o Controle do Jato da Panela para o Distribuidor (Sistema de Válvula-Gaveta)

- 3.1 Introdução
- 3.2 Placas de válvula gaveta
- 3.3 Propriedades das placas de válvula-gaveta
- 3.4 Evolução da concepção tecnológica das placas de válvula gaveta
- 3.5 Mecanismos de desgaste das placas de válvula-gaveta
- 3.6 Influências operacionais no desempenho
- 3.7 Mecanismo de corrosão das placas deslizantes por aços tratados com liga ca-si
- 3.8 Desgaste das placas por aços com alto oxigênio
- 3.9 Mecanismo e regulação da pressão
- 3.10 Válvula superior e inferior
- 3.11 Ocorrências e cuidados especiais
- 3.12 Pontos problemáticos e contramedidas
- 3.13 Avaliação do desempenho dos componentes refratários da válvula gaveta
- 3.14 Parâmetros de controle do desgaste dos componentes refratários da válvula gaveta
- 3.15 Fatores de acidentes com os componentes refratários da válvula gaveta

#### 4 Sistema de Proteção do Jato entre a Panela e o Distribuidor (Válvula Longa ou Tubo Longo)

- 4.1 Introdução
- 4.2 Formatos típicos de válvula longa
- 4.3 Métodos de fixação
- 4.4 Métodos de conexão típicos entre válvula longa e inferior
- 4.5 Métodos de prevenção de infiltração de ar (selagem com gás argônio)
- 4.6 Matérias primas
- 4.7 Propriedades
- 4.8 Material da válvula longa

#### 8 Sistema de proteção do Jato entre o Distribuidor e o Molde (Válvula Submersa ou Tubo Submerso)

- 8.1 Introdução
- 8.2 Condições básicas e características da válvula submersa fluxo de fabricação
- 8.3 Características das matérias primas usadas para fabricação das válvulas longas e submersas
- 8.4 Materiais refratários
- 8.5 Válvula submersa a base de sílica fundida
- 8.6 Válvula submersa a base de alumina e grafita
- 8.7 Tipos de válvulas submersas
- 8.8 Causas que afetam o desempenho da válvula submersa
- 8.9 Oxidação da grafite durante o pré-aquecimento e durante a operação
- 8.10 Erosão / corrosão local
- 8.11 Choque térmico
- 8.12 Principais ocorrências anormais
- 8.13 Formação do depósito de  $Al_2O_3$  ou clogging
- 8.14 Teorias sobre as origens das inclusões não metálicas no depósito de  $Al_2O_3$
- 8.15 Morfologia do depósito de  $Al_2O_3$
- 8.16 Mecanismo de formação do depósito de  $Al_2O_3$
- 8.17 Mecanismo de movimentação da  $Al_2O_3$  no aço líquido e manutenção da condição de contato na interface do refratário
- 8.18 Tipos de clogging de acordo com as causas
- 8.19 Detecção da obstrução
- 8.20 Métodos preventivos para evitar o depósito de alumina

#### 9 Injeção de Gás Inerte nos Componentes Refratários da Válvula Gaveta

- 9.1 Objetivos e funções da injeção de gás inerte na vg e na sen
- 9.2 Refratários para injeção de gás inerte
- 9.3 Comportamento das bolhas de gás injetadas pela válvula superior no fluxo do aço líquido
- 9.4 Dispersão e penetração das bolhas de gás no interior do molde

#### 4.9 Principais ocorrências anormais

#### 5 Distribuidor ou Tundish

- 5.1 Introdução
- 5.2 Propriedades
- 5.3 Modelamento matemático a frio
- 5.4 Controladores de fluxo do aço líquido
- 5.5 Tipos de revestimentos
- 5.6 Processo de confecção do revestimento permanente
- 5.7 Materiais refratários
- 5.8 Propriedades da massa de recobrimento
- 5.9 Escolha do revestimento de cobertura
- 5.10 Comparação entre revestimentos de trabalho básicos aplicados por spray ou conformados com o auxílio de forma
- 5.11 Massa básica aplicada a úmido por spray
- 5.12 Massa seca aplicada com auxílio de forma
- 5.13 Cuidados na aplicação de massas básicas para revestimentos de trabalho
- 5.14 Secagem e aquecimento
- 5.15 Principais ocorrências anormais

#### 6 Refratários para Controle do Jato do Distribuidor para o Molde

- 6.1 Tampões
- 6.2 Propriedades
- 6.3 Métodos de fixação
- 6.4 Ocorrências
- 6.5 Válvula gaveta no distribuidor
- 6.6 Características gerais do sistema de válvula gaveta
- 6.7 Sistema de troca rápida para lingotamento contínuo de placas
- 6.8 Comparação entre válvula gaveta e tampão

#### 7 Refratários para o Lingotamento Contínuo de Pequenas Seções

- 7.1 Válvula reguladora calibrada
- 7.2 Proteção do jato de aço
- 7.3 Controle de vazamento através de um tampão e válvula submersa
- 7.4 Controle do vazamento através de válvula reguladora no distribuidor e válvula submersa.
- 7.5 Sistema de troca rápida no lingotamento contínuo de pequenas seções

#### 10 Modelamento Matemático e Simulação Numérica do Fluxo de Aço no Lingotamento Contínuo

- 10.1 Introdução
- 10.2 O que é modelamento matemático
- 10.3 Modelamento matemático e simulação numérica
- 10.4 Qual a finalidade do modelamento matemático
- 10.5 Como são construídos os modelos matemáticos
- 10.6 As bases dos modelos matemáticos
- 10.7 As ferramentas computacionais
- 10.8 Os softwares comerciais
- 10.9 Aplicações de modelos matemáticos e simulação numérica na aciaria
- 10.10 Comportamento, num modelo a água, do fluxo no molde com válvula gaveta estrangulada
- 10.11 Os formatos da sem e o fluxo do fluido no molde
- 10.12 Problemas de qualidade relacionados ao fluxo no molde

#### 11. Insumos para o Lingotamento Contínuo

- 11.1 Areia de vedação para abertura instantânea
  - 11.1.1 Definições básicas, funções e características
  - 11.1.2 Evolução histórica do material
  - 11.1.3 Influências operacionais e de processo no desempenho do produto
  - 11.1.4 Aplicação da areia de vedação
  - 11.1.5 Outras considerações e conclusão
- 11.2 O papel da escória sintética nos processos de fabricação do aço
  - 11.2.1 Comportamento físico químico da escória
  - 11.2.2 Utilização da escória nos processos de refino
  - 11.2.3 Escória de panela
  - 11.2.4 Escória de distribuidor
  - 11.2.5 Escória de molde (lingotamento contínuo)
  - 11.2.6 Principais tipos de escórias sintéticas
  - 11.2.7 Conclusão
- 11.3 Considerações técnicas sobre pós fluxantes para o lingotamento contínuo
  - 11.3.1 Fundamentos de pós fluxantes para lingotamento contínuo
  - 11.3.2 Funções do pó fluxante
  - 11.3.3 Técnicas de uso do pó fluxante
  - 11.3.4 Controle das propriedades do pó fluxante
  - 11.3.5 Teste para controle dos pós fluxante

## REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO ACIARIA ELÉTRICA

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico aos aciaristas das usinas semi-integradas que se confrontam com problemas de refratários. Serão abordados aspectos fundamentais e práticos sobre o uso de tijolos refratários e monolíticos nos diversos equipamentos da aciaria elétrica

### PÚBLICO-ALVO

Funcionários de Usinas Semi-Integradas envolvidos com operação e manutenção refratária dos seus diversos equipamentos

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Tendências Tecnológicas na Indústria de Refratários
- 3 Evolução das Tecnologias de Fabricação de Aço em Aciaria Elétricas e seus impactos sobre os refratários
- 4 Diagramas de Equilíbrio Aplicados às Escórias e Refratários na Aciaria Elétrica
- 5 Testes e Propriedades de Interesse a Refratários
- 6 Mecanismos Gerais de Desgaste em Refratários
- 7 Projetos Refratários
- 8 Aplicação de Refratários em Usinas Semi-Integradas
  - 8.1 Fornos Elétricos
  - 8.2 Painéis de Aço e Equipamentos de Refino Secundário
  - 8.3 Válvula Gaveta e Válvula de Jato Aberto
  - 8.4 Sistemas de Injeção de Gases
  - 8.5 Lingotamento Contínuo
  - 8.6 Fornos de Laminação

## REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA: MÓDULO REDUÇÃO

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico aos funcionários de Usinas de Pelotização, de Usinas Siderúrgicas Integradas e de Altos-Fornos independentes que se confrontam com problemas de refratários. São abordados aspectos fundamentais e práticos sobre o uso de tijolos refratários, monolíticos e isolantes nos diversos equipamentos da área de redução

### PÚBLICO-ALVO

Funcionários de Usinas de Pelotização, Usinas Siderúrgicas Integradas, Altos-Fornos independentes e da Indústria de Refratários envolvidos com operação e manutenção refratária dos diversos equipamentos da área de redução

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Testes e propriedades de interesse em refratários
- 3 Mecanismos gerais de desgaste em refratários
- 4 Refratários para Fornos de Pelotização
- 5 Refratários para Fornos de Sinterização
- 6 Refratários para Coqueria
  - 6.1 Construção
  - 6.2 Manutenção
- 7 Refratários para Alto-Forno
  - 7.1 Alto-Forno a carvão vegetal
  - 7.2 Alto-Forno a coque.
  - 7.3 Reparações intermediárias.
- 8 Refratários para Regeneradores
- 9 Casa de corrida de Altos-Fornos
  - 9.1 Massas de tamponamento
  - 9.2 Canais de corrida
- 10 Transporte e Manuseio de Gusa
  - 10.1 Carro Torpedo
  - 10.2 Panela de Gusa
  - 10.3 Misturadores

# TERMODINÂMICA: PRÁTICA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS NA FABRICAÇÃO DE AÇO LÍQUIDO E LIGAS FERROSAS

## OBJETIVO

Esclarecer quanto os aspectos teóricos e práticos com objetivo de se obter uma melhor eficiência nas indústrias siderúrgicas

## PÚBLICO ALVO

Engenheiros, técnicos, estudantes, operadores

## CARGA HORÁRIA

32 horas

## PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Noção de usina integrada e semi integrada</li> <li>1.2 Principais diferenças nas rotas de fabricação</li> </ul> </li> <li>2 Noções de Escórias               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Basicidade</li> <li>2.2 Noções de diagramas ternários</li> <li>2.3 Escórias praticadas na fusão e refino</li> <li>2.4 Principais diferenças</li> <li>2.5 Fundamentos básicos da utilização de oxigênio e sua importância na formação de escória espumante e dissolução do CaO</li> </ul> </li> <li>3 Processo de Desfosforação               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Fundamentos na interpretação da constante de equilíbrio</li> <li>3.2 Lei de Vant'Hoff aplicado ao processo de desfosforação</li> <li>3.3 Fundamentos sobre o coeficiente de atividade do fosfato para o processo</li> </ul> </li> <li>4 Processo de Dessulfuração               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Fundamento metalúrgico do processo</li> <li>4.2 Interpretação da constante de equilíbrio no processo</li> <li>4.3 Importância da cinética</li> <li>4.4 Interpretação da lei de Vant'Hoff</li> </ul> </li> <li>5 Processo de Desgaseificação               <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Fundamentos do Processo</li> <li>5.2 Lei de Sieverts</li> <li>5.3 Cinética da desgaseificação</li> <li>5.4 Importância da tensão superficial</li> <li>5.5 Processo de retira do nitrogênio</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>6 Importância da Pressão de Vapor no processo de desgaseificação               <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Lei de Clausius – Clayperon</li> <li>6.2 Interpretação dessa lei de acordo com os processos de dessulfuração por Mg ou por Ca</li> <li>6.3 Aços impróprios ao processo de desgaseificação</li> </ul> </li> <li>7 Processo de Elaboração de Aço Rolamento               <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Análise dos fundamentos termodinâmicos para obtenção de oxigênio menor que 10ppm</li> </ul> </li> <li>8 Processo de Elaboração de Aço para Lingotamento Contínuo               <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1 Aços próprios e impróprios para rota lingotamento contínuo</li> <li>8.2 Adição de cálcio para modificação das inclusões</li> <li>8.3 Cálculo da adição de cálcio</li> </ul> </li> <li>9 Aços Super Clean               <ul style="list-style-type: none"> <li>9.1 Análise do processo e fundamentos da importância da escória</li> </ul> </li> <li>10 Resumo Geral e Comentários adicionais</li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



## **LOGÍSTICA**

## CADEIA DE SUPRIMENTOS SIDERÚRGICA UM JOGO LOGÍSTICO: DO MINÉRIO AO AUTOMÓVEL

### OBJETIVO

Apresentar modernas técnicas de decisão para o planejamento e programação de operações logísticas ao longo de uma cadeia de suprimentos siderúrgica. A cadeia de suprimentos estará subdividida em três grandes blocos: logística de abastecimento da unidade de produção, logística interna, com o planejamento e programação de produção, e logística de distribuição de produtos acabados. O instrumento chave para consolidação e fixação dos conhecimentos apresentados no curso será um jogo logístico que será disputado pelos participantes. Neste jogo os alunos serão subdivididos em equipes e a cada equipe será confiada a gestão da logística de uma usina siderúrgica. Em um processo estimulante de envolvimento dos participantes deverão ser planejadas e programadas as operações logísticas da usina procurando aplicar as técnicas de decisão vistas no curso. O jogo irá se desenrolar por vários períodos simulados, e os resultados obtidos ao final de cada período serão avaliados por meio do cômputo de custos, de receitas e de indicadores de performance operacional, o que dará margem a discussões e debates abertos entre todos os participantes

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, armazenagem e áreas correlatas

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- |                                                                              |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1 Técnicas de Decisão na Cadeia de Suprimentos                               | 5 Políticas de Estoque e Compras                               |
| 2 Conceitos Fundamentais em Logística                                        | 5.1 Modelos de gestão de estoques                              |
| 2.1 Visão sistêmica                                                          | 5.2 Lote econômico de reposição                                |
| 2.2 Custo total                                                              | 5.3 MRP – Material Requirements Planning                       |
| 2.3 Trade-Offs                                                               | 5.4 Estoque de segurança                                       |
| 2.4 TI e Telecom em Logística                                                | 6 Estratégias de Abastecimento                                 |
| 3 Cadeia de Suprimentos Siderúrgicos                                         | 6.1 Técnicas de decisão para montagem da rede de abastecimento |
| 3.1 Abastecimento, produção e distribuição                                   | 7 Estratégias de Distribuição                                  |
| 3.2 Fluxo siderúrgico de produção                                            | 7.1 Técnicas de decisão                                        |
| 3.2.1 Preparação                                                             | 7.1.1 Estratégias de distribuição: Direta s. Via CD            |
| 3.2.2 Redução                                                                | 7.1.2 Localização de centros de distribuição                   |
| 3.2.3 Refino                                                                 | 8 Custos, Receitas e KPI's                                     |
| 3.2.4 Lingotamento                                                           | 8.1 Custos logísticos                                          |
| 3.2.5 Laminação                                                              | 8.2 Receitas de venda                                          |
| 3.3 Funções logísticas como suporte estratégico ao planejamento da produção  | 8.3 KPI's – Key Performance Indicators                         |
| 3.4 Logística de compra e recebimento de materiais                           | 9 Jogo Logístico da Cadeia Siderúrgica                         |
| 3.4.1 Carvão, coque, minérios, fundentes, suprimentos                        |                                                                |
| 3.4.2 Localização de portos                                                  |                                                                |
| 3.4.3 Oferta de modais                                                       |                                                                |
| 3.4.4 Tendência de compra de material aplicado com pagamento por performance |                                                                |
| 3.4.5 Logística da "sucata"                                                  |                                                                |
| 3.5 Logística reversa de rejeitos industriais                                |                                                                |
| 4. Planejamento de Produção                                                  |                                                                |
| 4.1 Previsão de demanda e plano mestre de produção (Máster Plan)             |                                                                |



## **GESTÃO DE ESTOQUES NA SUPPLY CHAIN**

### **OBJETIVO**

Com o novo perfil da economia brasileira as empresas enfrentam o desafio de operar em um quadro de competitividade acirrada, com baixas margens de rentabilidade e exigências crescentes de melhorias nos níveis de serviços oferecidos. Neste ambiente a Gestão de Estoques assume papel estratégico, pois deve garantir operações de baixo custo reduzindo os níveis de investimentos e ao mesmo tempo atender os crescentes requisitos de melhorias de nível de serviço que o mercado exige de forma contínua. Este curso fornece a base e os conceitos principais para este gerenciamento de estoques tendo em vista a Cadeia de Suprimentos (Supply Chain) e apresentando os mecanismos e instrumentos que garantem o atendimento às necessidades do cenário atual. São apresentadas técnicas de planejamento e controle, com ênfase na melhoria de performance, redução de custos e atendimento ao cliente. São estudados os modelos e instrumentos que permitem ao administrador ter em mãos a gestão de seus estoques através de técnicas adequadas de planejamento, sistemas de controle e monitoramento contínuo

### **PÚBLICO-ALVO**

Diretores, gerentes e técnicos de logística, distribuição física, armazenagem, e áreas correlatas

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Conceituação Geral de Estoques
  - 1.1 Tipos de estoques
  - 1.2 Classificação dos problemas
  - 1.3 Composição dos custos de estoques
- 2 Controles Agregados de Estoques
  - 2.1 Giro de estoques
  - 2.2 Classificação ABC
  - 2.3 Investimentos em estoques
- 3 O Controle e a Gestão de Estoques na Cadeia
  - 3.1 Sistema Push
  - 3.2 Sistema Pull
  - 3.3 Sistema JIT e Sistemas Mistos
- 4 Características dos Modelos de Estoque
  - 4.1 Tipo de demanda
  - 4.2 Ciclos
  - 4.3 Lead time
  - 4.4 Itens etc.
- 5 Previsão de Demanda
  - 5.1 Modelos de previsão
  - 5.2 Efeito “chicote” na supply chain
- 6 Estoques em Trânsito na Cadeia de Suprimentos

## LOGÍSTICA DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS

### OBJETIVO

Considerada atualmente como a mais importante ferramenta para ganhos de competitividade, este curso apresenta aspectos da logística empresarial, focando-se nos conceitos logísticos associados ao transporte rodoviário de cargas. Este é um curso imprescindível para a formação dos profissionais de logística uma vez que o transporte é um dos principais componentes do custo logístico de uma operação e o modo rodoviário é ainda o principal meio de transporte no país. O curso irá proporcionar uma visão ampla do transporte rodoviário no país, sua estrutura e os principais tipos de operação. Como ponto forte do curso, destacam-se os modernos instrumentos tecnológicos que serão apresentados para que as empresas possam desenvolver o planejamento de suas operações de transporte de forma a otimizar seus recursos. Os participantes poderão testar as ferramentas apresentadas em computadores que estarão disponíveis no curso e ainda como apoio aos alunos serão apresentados casos práticos para análise e discussão que também serão desenvolvidos com o uso de computadores

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, armazenagem e áreas correlatas

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 O Transporte no Brasil
  - 1.1 Divisão entre modais
  - 1.2 Características e custos
- 2 TRB - Transporte Rodoviário de Bens
  - 2.1 Malha rodoviária, autônomos, frotistas
  - 2.2 Empresas de transporte de carga
  - 2.3 Operadores logísticos
  - 2.4 Tarifas e custos
- 3 Planejamento do Transporte
  - 3.1 Transferência de carga (viagens de longa distância)
  - 3.2 Gerenciamento e controle
- 4 Planejamento da Distribuição Física
  - 4.1 Distribuição direta vs. via centro de distribuição
  - 4.2 Zonas de distribuição critérios e métodos
- 5 Sistemas de Informações Logísticas
  - 5.1 Localização de CD's
  - 5.2 Quantidade de CD's vs. estoques vs. transporte
  - 5.3 Periodicidade de entregas vs. estoques vs. Transporte

## **CUSTOS E TARIFAS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS**

### **OBJETIVO**

O ambiente atual extremamente competitivo exige das empresas o desenvolvimento de técnicas de gestão mais modernas, passando principalmente por um profundo conhecimento de sua estrutura de custos operacionais. Este curso torna-se, portanto, fundamental para estas empresas que pretendem desenvolver estes processos modernos e avançarem nos níveis de rentabilidade operacional. O curso irá apresentar uma ampla abordagem do gerenciamento de custos das operações de transporte rodoviário de carga discutindo bases conceituais e demonstrando como através de uma estruturação de informações e de critérios transparentes de cálculos o administrador pode gerenciar sua operação com eficiência e rentabilidade. Os participantes terão uma visão abrangente da composição dos custos das operações de transporte, com ênfase especial no cálculo de fretes. Irão melhorar sua performance em processos de negociação de tarifas através de estudos de casos que serão desenvolvidos e se tornarão aptos a desenvolver suas próprias tabelas referenciais e gerenciar seus custos com melhores resultados

### **PÚBLICO-ALVO**

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, e áreas correlatas

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Estrutura de custos do transporte rodoviário
  - 1.1 Custos diretos
    - 1.1.1 Fixos
    - 1.1.2 Variáveis
  - 1.2 Custos indiretos
- 2 Planilhas de custos operacionais de veículos
  - 2.1 Montagem de planilhas
  - 2.2 Análise dos parâmetros da planilha
  - 2.3 Análise do peso % por item de custo
- 3 Estrutura tarifária no transporte de carga
  - 3.1 Frete peso
  - 3.2 Taxas
  - 3.3 Frete valor
- 4 Montagem de tarifas de transporte
- 5 Transporte de terceiros (carreteiros)
- 6 Mix-operacional – frota própria e terceiros
  - 6.1 O papel dos terceiros na tarifa
- 7 Características diferenciadas de fretes
  - 7.1 Preço do produto
  - 7.2 Densidade da carga
  - 7.3 Operações especiais
- 8 Custo de operações de distribuição urbana
- 9 As negociações de tabelas de fretes

## **CUSTOS LOGÍSTICOS**

### **OBJETIVO**

A logística empresarial, que busca coordenar e otimizar um complexo fluxo de atividades operacionais, requer, obrigatoriamente, amplo conhecimento dos custos logísticos das operações, pois estes se constituem na fase fundamental da grande maioria das análises gerenciais e de otimização que são desenvolvidas. Este curso atua exatamente neste ponto, oferecendo uma visão abrangente dos custos logísticos e procurando discutir seus conceitos e suas questões práticas. Como apoio aos participantes são apresentados casos práticos que são analisados pelos alunos com o uso de aplicativos informatizados

### **PÚBLICO-ALVO**

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, armazenagem e áreas correlatas

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Custos Logísticos e Supply-Chain
  - 1.1 Custos logísticos: estrutura
  - 1.2 Fatores geradores de custos
  - 1.3 Custos fixos e variáveis
  - 1.4 Custos indiretos e critérios de rateio
- 2 Custos Logísticos: composição
  - 2.1 Planilhas de custo
    - 2.1.1 Transporte e distribuição
    - 2.1.2 Armazenagem
    - 2.1.3 Estoque
    - 2.1.4 Vendas perdidas
    - 2.1.5 Processamento de pedidos
    - 2.1.6 Administração
    - 2.1.7 Outros custos
- 3 O Trade-off de Custos Logísticos
  - 3.1 Estoque vs transporte vs vendas perdidas
  - 3.2 Principais relações de custos

## **GESTÃO ESTRATÉGICA DE FROTAS**

### **OBJETIVO**

Apresentar os modernos instrumentos que a logística e a tecnologia oferece para vencer o desafio da gestão de frota, além da apresentação de um conjunto de técnicas de gestão, os participantes contarão ainda, com o apoio de casos práticos que serão analisados e discutidos pelos participantes, com o uso de ferramentas automatizadas. Isto dará aos participantes as condições necessárias para adquirir um conhecimento sólido sobre os processos de gestão que podem conduzir as empresas e os profissionais a posições de excelência em termos de competitividade

### **PÚBLICO-ALVO**

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, armazenagem, e áreas correlatas, além de estudantes destas áreas

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Transporte Rodoviário – Quadro Atual
- 2 Gestão de Frota Conceitos e Objetivos
- 3 Manutenção – Visão Estratégica
- 4 Custos Operacionais de Frota
- 5 Softwares de Gestão de Frota
- 6 Controles Operacionais
- 7 Dimensionamento e Composição de Frota
- 8 Renovação de Frota
- 9 Terceirização de Frota

## LOGÍSTICA BÁSICA

### OBJETIVO

Considerada a mais importante ferramenta para ganhos de competitividade, a Logística dentro da moderna visão empresarial passou a se constituir em ponto chave dos planos estratégicos e táticos das empresas de ponta da economia internacional. Este curso irá mostrar como a Logística pode apoiar as empresas em sua busca de atendimento aos requisitos dos clientes discutindo sua importância na gestão dos negócios das empresas e sua integração na Cadeia de Suprimentos (Supply Chain). Os principais conceitos logísticos e seus instrumentos tecnológicos serão apresentados no curso com o apoio de um conjunto de exemplos práticos e estudos de casos de forma a propiciar aos participantes uma ligação concreta com a realidade. Ao final do curso os participantes deverão estar aptos a compreender as funções e relações logísticas em uma cadeia de suprimentos e entender os principais instrumentos a utilizar na busca de satisfação do cliente, o que irá propiciar competitividade e rentabilidade às empresas

### PÚBLICO-ALVO

Destinado a gerentes, supervisores, técnicos e demais profissionais de logística, distribuição física, armazenagem, transporte, suprimentos e áreas correlatas, que buscam atualização de conceitos e troca de informações, e também estudantes e profissionais que desejam iniciar atuação na área logística

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Conjuntura Global e Evolução Tecnológica
- 2 Cadeia de Suprimentos – Supply Chain
- 3 Os Conceitos Logísticos
- 4 Atividades Logísticas Básicas
  - 4.1 Suprimentos
  - 4.2 Estoques e armazenagem
  - 4.3 Transporte e distribuição
- 5 A Visão Logística
  - 5.1 Sistemas logísticos
  - 5.2 Custos logísticos
  - 5.3 Trade-offs em logística
- 6 Principais Decisões Logísticas
- 7 Tecnologia da Informação e Tecnologia Logística
- 8 Operadores
- 9 Nível de Serviço e Indicadores de Desempenho Logístico
- 10 Discussão de Casos de Sucesso

## LOGÍSTICA E COMPETITIVIDADE A VISÃO DO SÉCULO XXI

### OBJETIVO

Com a tecnologia de produção atingindo aos seus limites, as empresas procuram novos caminhos para se diferenciar no mercado e alcançar posições de vantagem em relação a seus concorrentes. Neste sentido, é que, este curso apresenta a moderna visão logística considerada no mundo empresarial, com a última fronteira para ganhos de competitividade. O curso proporciona uma visão ampla dos novos conceitos logísticos e de seus modernos instrumentos tecnológicos. São apresentados os princípios que norteiam as novas organizações dentro de uma visão estratégica de logística e gestão de cadeia de suprimentos

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, suprimentos, distribuição física, armazenagem, produção, marketing e áreas correlatas

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- |                                                         |                                                    |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 Visão Logística no Mercado Globalizado                | 4 Otimização na Cadeia de Suprimentos              |
| 1.1 Logística e o processo de globalização              | 4.1 Técnicas de otimização de operações logísticas |
| 1.2 Evolução logística no Brasil e conjuntura atual     | 4.2 Sistemas integrados de gestão logística        |
| 1.3 O mercado de logística no país                      | 4.3 Tecnologias emergentes aplicadas à logística   |
| 1.4 Logística e a visão integrada de supply-chain       |                                                    |
| 1.5 Logística como uma vantagem competitiva             |                                                    |
| 2 Os Fluxos na Cadeia Logística                         | 5 Terceirização em logística                       |
| 2.1 Transmissão e processamento de pedidos              | 5.1 A indústria de operadores logísticos           |
| 2.2 Gestão de suprimentos                               |                                                    |
| 2.3 Planejamento de produção                            | 6 Nível de Serviço Logístico                       |
| 2.4 Estoques, localização, políticas e gestão           | 6.1 Indicadores de desempenho logístico (KPI's)    |
| 2.5 Movimentação e armazenagem                          |                                                    |
| 2.5.1 Recepção                                          |                                                    |
| 2.5.2 Endereçamento de Estoque                          |                                                    |
| 2.5.3 Separação de Pedidos                              |                                                    |
| 2.5.4 Expedição                                         |                                                    |
| 2.6 Embalagem e acondicionamento                        |                                                    |
| 2.7 Transporte e distribuição                           |                                                    |
| 2.8 Logística reversa                                   |                                                    |
| 3 Planejamento e Estratégias Logísticas                 |                                                    |
| 3.1 O conceito de sistema integrado                     |                                                    |
| 3.2 Custo logístico global                              |                                                    |
| 3.3 Trade offs e otimização logística                   |                                                    |
| 3.4 Relações logísticas na cadeia de suprimentos        |                                                    |
| 3.4.1 Estoque vs. armazenagem vs. transporte vs. vendas |                                                    |
| 3.5 Planejamento estratégico e decisões logísticas      |                                                    |

## **MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS SIDERÚRGICOS**

### **OBJETIVO**

Divulgar e aprimorar o uso de tecnologias de simulação para a modelagem e análise de processos siderúrgicos, voltada a profissionais e acadêmicos da área. Introduzir a metodologia de projetos de simulação para realizar a construção de modelos para análises dos processos envolvidos em sistemas siderúrgicos. Introduzir métodos de análise de resultados visando a otimização de tais processos. Dotar o profissional de conhecimentos essenciais para o uso de ferramentas para a construção de modelos para avaliação de cenários em projetos de melhoria, expansões de usinas, racionalização de recursos e melhoria no PCP

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que atuam na área de processos siderúrgicos, principalmente no planejamento da produção e na área de logística interna. Fornece ferramentas para a redução de custos

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

#### **1 Revisão de Conceitos sobre Simulação**

##### **1.1 Introdução à metodologia para construção de modelos**

#### **2 Apresentação de Ferramentas de Planejamento e Conceituação dos Métodos de Levantamento de Dados de Entrada**

##### **2.1 Revisão dos conceitos estatísticos**

##### **2.2 Amostragem**

#### **3 Construção do Modelo de simulação**

##### **3.1 Introdução ao software Promodel**

#### **4 Verificação e Validação do Modelo de simulação**

##### **4.1 Técnicas de verificação de software**

##### **4.1.1 Mapeamento de erros**

##### **4.1.2 Debug**

##### **4.2 Técnicas de validação do modelo**

#### **5 Projetos de Testes e Experimentação**

##### **5.1 Dimensionamento do número de replicações**

##### **5.2 Introdução a métodos de otimização de processos**

#### **6 Apresentação e Discussão de Casos Práticos de Projetos de Simulação de Processos Vinculados ao Setor Siderúrgico nas Áreas**

##### **6.1 Logística**

##### **6.1.1 Recebimento**

##### **6.1.2 Movimentação de materiais**

##### **6.1.3 Fluxo de veículos**

##### **6.1.4 Armazenagem**

##### **6.1.5 Expedição**

##### **6.2 Aciaria**

##### **6.3 Laminação e acabamento em siderúrgicas do Brasil para estudos em ampliações das fábricas**

##### **6.4 Projeto de novas usinas**

##### **6.5 Racionalização de recursos**

##### **6.5.1 Pontes rolantes**

##### **6.5.2 Equipamentos de produção**

##### **6.5.3 Recursos humanos etc.**

##### **6.6 Melhoria no PCP**



## PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTES APLICADO

### OBJETIVO

Formar profissionais capazes de não só definir a melhor opção de transporte para garantir a distribuição dos produtos de sua empresa, mas também propiciar conhecimento necessário para que comecem a pensar em soluções para os principais gargalos logísticos e criar novas saídas para otimizar a relação custo x qualidade de serviços

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais das empresas de transportes, logística, importadores, exportadores que necessitem reciclar e atualizar conhecimentos, técnicas e estratégias relativas ao sistema de transportes

### CARGA HORÁRIA

8 horas

### PROGRAMA

- |                                                     |                                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1 Conceitos Básicos                                 | 4.3 Pré-lingado                         |
| 1.1 Transportes                                     | 4.4 Contêineres                         |
| 1.2 Terminologia                                    | 4.5 Tipos e Finalidades                 |
| 1.3 Importância na economia                         | 4.6 Dimensões                           |
| 1.4 Variáveis de decisão                            | 4.7 Estufagem                           |
|                                                     | 4.8 Equipamentos de movimentação        |
| 2 Matriz de Transportes do Brasil                   | 5 Embalagens                            |
| 2.1 Estudo da malha                                 | 5.1 Embalagem                           |
| 2.1.1 Ferroviária                                   | 5.1.1 Promoção                          |
| 2.1.2 Rodoviária                                    | 5.1.2 Proteção                          |
| 2.1.3 Hidroviária                                   | 5.1.3 Eficiência da distribuição        |
| 2.1.4 Aérea                                         | 5.2 Classificação                       |
| 2.1.5 Dutoviária                                    | 5.3 Comunicação (simbologia)            |
| 3 Classificação dos Transportes                     | 6 Navegação de Cabotagem                |
| 3.1 Tipos                                           | 6.1 Rotas de cabotagem no Brasil        |
| 3.2 Definições                                      | 6.2 Comparativo com outros países       |
| 3.3 Generalidades de cada equipamento de transporte | 6.3 Principais problemas                |
| 3.4 Cálculo de fretes                               | 7 Hidrovia                              |
| 3.5 Capacidade de transporte                        | 7.1 Principais bacias hidrográficas     |
| 3.6 Transporte multimodal                           | 7.2 Principais hidrovias                |
| 3.6.1 Operador Transporte Multimodal (OTM)          | 7.3 Mapa das hidrovias;                 |
| 3.7 Transporte intermodal e transbordo              | 7.4 Tipos de embarcações                |
| 3.8 Seguro de mercadorias e do transportador        | 7.5 Principais rios navegáveis no mundo |
| 3.9 Vantagens e Desvantagens de cada modal          | 7.6 Eclusas                             |
| 4 Natureza das Cargas                               |                                         |
| 4.1 Conceito de unitização                          |                                         |
| 4.1 Pallet                                          |                                         |
| 4.2 Big-Bags                                        |                                         |

## **PLANO DIRETOR DE LOGÍSTICA**

### **OBJETIVO**

Proporcionar aos participantes conceitos e ferramentas para a elaboração de um PDL de suas respectivas empresas, visando garantia de atendimento aos padrões acordados com os clientes com eficiência em custos

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais técnicos e de nível superior que executam atividades logísticas em empresas industriais e de serviço, operadores logísticos, e profissionais que atuam em planejamento, custos e gestão

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

#### Módulo 1 – Evolução Histórica e Fundamentos da Logística

- 1 A empresa e o cliente do século XXI
- 2 Logística e Supply Chain
- 3 Atividades logísticas
- 4 Sistemas de informação
- 5 Cadeia de suprimento
- 6 Fatores críticos de sucesso
- 7 Colaboração interna e externa
- 8 Compensação de custos
- 9 Custos e nível de serviços
- 10 Indicadores de desempenho

#### Módulo 2 – O Plano Diretor de Logística

- 1 Fundamentos
- 2 Gestão Empresarial
- 3 Por que um PDL?
- 4 Metodologia para construção
- 5 SWOT

#### Módulo 3 – Fazendo um PDL (atividade prática)

## REDUÇÃO DE CUSTOS LOGÍSTICOS

### OBJETIVO

A Supply Chain Management busca coordenar e otimizar um complexo fluxo de atividades operacionais exigindo um amplo conhecimento dos custos logísticos das operações, uma vez que estes se constituem na base fundamental das decisões gerenciais que são tomadas todos os dias. Não basta, porém, só conhecer estes custos é preciso também o domínio de novas ferramentas que conduzem à otimização de operações e à correspondente redução de custos logísticos. Este curso tem por foco exatamente estes pontos, oferecendo uma visão abrangente de toda a composição dos custos logísticos e do uso destas novas ferramentas de racionalização das operações. Serão apresentados casos práticos para serem analisados pelos alunos com o uso de aplicativos informatizados

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, armazenagem e áreas correlatas

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Custos Logísticos e Supply Chain
- 2 Composição de Custos Logísticos
- 3 Trade-offs de custos logísticos na Supply Chain
- 4 Planilhas de Custos Logísticos na Supply Chain
- 5 Ferramentas de Redução de Custos Logísticos
  - 5.1 Activity based costing – ABC
  - 5.2 Eletronic data interchange – EDI
  - 5.3 Rastreamento de veículos
  - 5.4 Radio frequency identification – RFID
  - 5.5 Sistemas de gestão
    - 5.5.1 TMS
    - 5.5.2 WMS
  - 5.6 Efficient consumer response – ECR
  - 5.7 Quick response ou resposta rápida
  - 5.8 Estoques gerenciados pelo fornecedor – VMI
  - 5.9 Planejamento, previsão e reposição corporativos – CPFR
  - 5.10 Just in time II – JIT II
  - 5.11 Estratégias de outsourcing
  - 5.12 Early Supplier Involvement - ESI
  - 5.13 In plant representantes
  - 5.14 Postergação (postponed manufacturing)
  - 5.15 Modularização
  - 5.16 Customer Relationship Management – CRM
  - 5.17 Métodos matemáticos de otimização de operações

## ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS: ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS

### OBJETIVO

Oferecer ferramentas para que a empresa atinja seus objetivos, proporcionando tecnologia básica para otimizar operações de roteirização de veículos. Aplicando a operações de distribuição e/ou coleta de carga, buscando racionalização e redução de custos. Será apresentada no curso a estrutura dos problemas de roteirização de veículos, discutindo-se suas características principais em termos de parâmetros e fatores a considerar de forma a garantir que os principais aspectos sejam contemplados para minimizar os custos da operação e atingir os níveis de serviço desejados. Também serão analisadas as técnicas de solução contemplando-se os métodos de otimização e procedimentos práticos dos métodos mais aplicados. Ao final serão discutidas as características e aspectos práticos de implementação dos softwares de roteirização

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, e áreas correlatas

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Problemas de Roteirização
  - 1.1 Estrutura dos problemas
  - 1.2 Coberturas de pontos vs. coberturas de vias
  - 1.3 Fatores a considerar em roteirização
  - 1.4 Roteiros com múltiplas restrições
- 2 O Fator Distância em Roteiros
  - 2.1 Otimização vs. distância
  - 2.2 Métodos de avaliação
- 3 Setorização de Pontos de Atendimento
  - 3.1 Criação de zonas de distribuição
  - 3.2 Métodos de setorização
- 4 Métodos de Otimização de Roteiros
  - 4.1 Método do vizinho mais próximo
  - 4.2 Métodos de melhoria: 2-Opt e 3-Opt
  - 4.3 Método da varredura
  - 4.4 Método de Clarke e Wright (método dos ganhos)
- 5 Problemas Práticos e Implementação
- 6 Softwares de Roteirização

## SISTEMA ABC: CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES

### OBJETIVO

Apresenta uma ampla abordagem do gerenciamento de custos discutindo bases conceituais e demonstrando como através de uma estruturação de informações e de direcionadores transparentes o administrador pode gerenciar sua operação com eficiência e rentabilidade. Os participantes terão uma visão abrangente da composição dos custos das operações logísticas. Irão melhorar sua performance em processos de negociação através de estudos de casos e se tornarão aptos a desenvolver suas próprias tabelas referenciais e gerenciar seus custos com melhores resultados

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes e técnicos de logística, transporte, distribuição física, produção e áreas correlatas

### CARGA HORÁRIA

8 horas

### PROGRAMA

- 1 Fundamentos de Custos
  - 1.1 Gastos, investimentos, custos, despesas
  - 1.2 Custos diretos: fixos e variáveis
  - 1.3 Custos indiretos
- 2 Principais Processos de Custeio
  - 2.1 Custeio baseado em volumes
  - 2.2 VBC – volume based costing
  - 2.3 Custeio baseado em atividades
  - 2.4 ABC - activity based costing
- 3 Custeio Baseado em Atividades (ABC)
  - 3.1 Eventos, transações e atividades.
  - 3.2 Lista de atividades (BOA – bill of activities)
  - 3.3 Vetores de custos (cost drivers)
  - 3.4 Desenvolvimento do sistema ABC
- 4 Aplicações à Operações e Logística
  - 4.1 Transporte e distribuição
  - 4.2 Armazenagem e movimentação de materiais
  - 4.3 Estoques
  - 4.4 Produção
- 5 Planilhas de Custos Operacionais
  - 5.1 Planilhas tipo ABC
  - 5.2 Parâmetros e atividades
  - 5.3 Peso % por atividade

## **TRANSPORTE MARÍTIMO INTERNACIONAL DE CONTEINERES**

### **OBJETIVO**

Apresentar a infraestrutura e a organização dos serviços de transporte marítimo containerizado, oferecendo ao aluno um panorama atual do setor

### **PÚBLICO ALVO**

Profissionais que desejam conhecer as variantes e condicionantes da movimentação de contêineres no transporte marítimo e nos terminais dos principais portos brasileiros, bem como as perspectivas da cabotagem e do sistema hub feederservic

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Modalidades de Transporte Marítimo
  - 1.1 Cabotagem
  - 1.2 Longo Curso (Liner e Tramp)
- 2 Players
- 3 Tipos de Embarcações
- 4 Terminais
  - 4.1 Tipos de equipamentos para manuseio de contêineres
  - 4.2 Operação de terminais de contêineres e pessoal envolvido
  - 4.3 Importação
  - 4.4 Exportação
  - 4.5 Cabotagem / Feeder / Transbordo
  - 4.6 Análise dos custos em terminais de contêineres
- 5 Documentação
- 6 Estrutura de Custos (Afretamento e Serviços)
- 7 Panorama Atual
- 8 Tendências



## **MANUTENÇÃO**

## EMENDAS DE CORREIAS TRANSPORTADORAS - ESTRUTURA DE AÇO

### OBJETIVO

Apresentação da tecnologia de emendas de correias transportadoras de estrutura de aço, onde são apresentadas com detalhes, todas as fases do processo técnico conforme normas internacionais de emendas – processo a quente, bem como dados de vulcanização com suas variáveis de tempo, temperatura e pressão. Treinamento completamente ilustrado mostrando fase por fase do processo de emendas de correias transportadoras de estrutura de aço

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes, engenheiros e técnicos de manutenção, supervisores, vulcanizadores, estudantes de 5º ano do curso de engenharia de minas e de mecânica

### CARGA HORÁRIA

18 horas

### PROGRAMA

- 1 Tecnologia de Elastômeros (Borracha)
  - 1.1 Nomenclaturas conforme DIN ISO 1629
  - 1.2 Propriedades Físicas
  - 1.3 Propriedades Químicas
- 2 Análise das condições climáticas do local
  - 2.1 Ponto de orvalho [DEW POINT]
  - 2.2 Tabela de palicação de determinação do DEW POINT
- 3 Preparação das superfícies
  - 3.1 Superfícies de borracha
  - 3.2 Ferramentas/ Rotações
  - 3.3 Normas - DIN ISO EN RMA
  - 3.4 Gráfico – Tensão de adesão / Rugosidade
  - 3.5 Gráfico de vulcanização em diferentes materiais
- 4 Emendas de correias de aço
  - 4.1 Sistema aplicado
  - 4.2 Preparação da emenda – Tipo de emenda
  - 4.3 reparação e Filetagem dos Cabos de Aço
  - 4.4 Adesivação
  - 4.5 Sistema de aplicação de borracha intermediária e cobertura (Esquema Dimensional) A&R. Cath - Consulting – Engenharia & Consultoria. 3 Engenharia & Consultoria
- 5 Vulcanização
- 6 Identificação da emenda
- 7 Controle e registros
- 8 Vídeo do filetador de cabos
- 9 Aplicações de campo - Ilustrações e comentários
- 10 Esclarecimentos e dúvidas finais aos presentes



## EMENDAS E REPAROS EM CORREIAS TRANSPORTADORAS TÊXTIL

### OBJETIVO

Apresentação da tecnologia de emendas de correias transportadoras e sistemas de reparos de estrutura têxteis e reparos técnicos, mostrando com detalhes todas as fases do processo, conforme normas internacionais de emendas e reparos por processo a frio e a quente, bem como os detalhes de vulcanização com suas variáveis de tempo, temperatura e pressão

### PÚBLICO-ALVO

**Diretores, gerentes,** engenheiros e técnicos de manutenção, supervisores, vulcanizadores, estudantes de 5º ano do curso de Engenharia de Minas e de Mecânica

### CARGA HORÁRIA

27 horas

### PROGRAMA

#### Emenda de Correia Têxtil

- 1 Tecnologia de Elastômeros (Borracha)
  - 1.1 Nomenclaturas Conforme DIN ISO 1629
  - 1.2 Propriedades Físicas
  - 1.3 Propriedades Químicas
- 2 Introdução de Vulcanização a frio
  - 2.1 Introdução
  - 2.2 Classificação
  - 2.3 Vantagens
  - 2.4 Tensões de Adesão
  - 2.5 Complexidade
  - 2.6 Fatores Importantes
  - 2.7 Forças de União [Adesão e Coesão]
  - 2.8 União de Superfícies (Tempo: Aberto / União / Operação / Total de Vulcanização)
- 3 Análises das Condições Climáticas de Local
  - 3.1 Ponto de Orvalho [DEW POINT]
  - 3.2 Tabela de Aplicação de Determinação do DEW POINT
- 4 Preparação das Superfícies
  - 4.1 Superfícies de Borracha
  - 4.2 Superfícies de Lonas
  - 4.3 Ferramentas / Rotações
  - 4.4 Normas – DIN – EN ISO RMA
  - 4.5 Gráfico Tensão de Adesão / Rugosidade
  - 4.6 Gráfico de Vulcanização em Diferentes Materiais
- 5 Emendas de Correias Têxteis – Frio e Quente
  - 5.1 Sistema Aplicado
  - 5.2 Preparação da Emenda

#### 6 Vulcanização a Frio Correia Têxtil

#### 7 Vulcanização a Quente Correia Têxtil

- 8 Identificação da Emenda
- 9 Aplicações de Campo Ilustrações e Comentários
- 10 Esclarecimentos e Dúvidas Finais aos Presentes

#### Reparos em Correia Têxtil

- 1 Reparos em Danos na Borracha (Carga e Retorno)
- 2 Reparos em Danos Vazados Longitudinais.
- 3 Reparos em Danos Vazados com 20% da Largura da Correia
- 4 Reparos em Danos em Bordas com 20% da Largura da Correia
- 5 Reparos nas Bordas Desgastadas da Correia
- 6 Ferramentas e Equipamentos
- 7 Produtos para Reparos de Correias Transportadoras (têxteis)
- 8 Ponto de Orvalho (dew point)
- 9 Aplicações de Campo Ilustrações e Comentários
- 10 Custo / Benefício
- 11 Armazenagem de materiais
- 12 Materiais Utilizados
- 13 Esclarecimentos Finais Dúvidas dos presentes

## INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE SOLDAGEM

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico nos diversos processos de soldagem capacitando o profissional para melhor desempenho de suas funções

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível técnico, instrutores, representantes técnicos, estudantes de tecnologia, encarregados de manutenção, segurança e qualidade e demais profissionais que atuam direta ou indiretamente na área de soldagem e técnicas correlatas nos diferentes segmentos da indústria

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                        |                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 Introdução                                                           | 6 Ensaios                                        |
| 1.1 Definição de soldagem                                              | 6.1 Descontinuidades                             |
| 1.2 Histórico                                                          | 6.2 Ensaios destrutivos                          |
| 1.3 Estrutura do mercado: tendências em processos                      | 6.3 Ensaios não destrutivos                      |
| 1.4 Formação e qualificação de profissionais                           | 6.4 Ensaios de soldabilidade                     |
| 1.5 Entidades - homologação e certificado                              |                                                  |
|                                                                        | 7 Processos de Corte Térmico                     |
| 2 Apresentação dos Processos                                           | 7.1 Oxicorte                                     |
| 2.1 Soldagem em fase sólida                                            | 7.2 Plasma                                       |
| 2.2 Soldagem termoquímica                                              | 7.3 Laser                                        |
| 2.3 Soldagem por resistência elétrica                                  |                                                  |
| 2.4 Soldagem por arco elétrico                                         | 8 Higiene e Segurança                            |
|                                                                        | 8.1 Perigos causados por partículas              |
| 3 Descrição dos Principais Processos                                   | 8.2 Perigos elétricos                            |
| 3.1 Terminologia e simbologia                                          | 8.3 Perigos causados por radiação                |
| 3.2 Processo eletrodo revestido                                        | 8.4 Fumos e gases                                |
| 3.3 Processo oxiacetilênico                                            | 8.5 Medidas de segurança                         |
| 3.4 Processo tig/plasma                                                |                                                  |
| 3.5 Processos mig/mag/arames tubulares                                 | 9 Qualificação e Certificação                    |
| 3.6 Processo arco submerso                                             | 9.1 Noções básicas                               |
| 3.7 Outros processos (laser, resistência, aspersão)                    | 9.2 Qualificação e certificação de profissionais |
|                                                                        | 9.3 Qualificação e certificação de procedimentos |
| 4 Automação e Robótica                                                 |                                                  |
| 4.1 Noções básicas                                                     |                                                  |
| 4.2 Automação de sistemas                                              |                                                  |
| 4.3 Otimização dos processos de soldagem                               |                                                  |
| 5 Metalurgia da Soldagem                                               |                                                  |
| 5.1 Introdução                                                         |                                                  |
| 5.2 Conceito de soldabilidade                                          |                                                  |
| 5.3 História térmica na soldagem                                       |                                                  |
| 5.4 Regiões da junta soldada: metal de solda e zona afetada pelo calor |                                                  |
| 5.5 Soldabilidade de alguns materiais                                  |                                                  |
| 5.6 Tensões residuais e deformações                                    |                                                  |

## PERÍCIA EM ENGENHARIA: APLICAÇÃO À SIDERURGIA

### OBJETIVO

Apresentar os fundamentos da perícia técnica. Promover o debate entre representantes das empresas siderúrgicas brasileiras, relativo às metodologias de investigação de acidentes. Preparar os participantes nas técnicas de Engenharia de Avaliações e na sistemática das perícias em engenharia

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais responsáveis pelas tarefas de prevenção de acidentes ou que estejam direta ou indiretamente envolvidos com o programa de prevenção de acidentes nas empresas.

Profissionais da área de operação, manutenção, gerenciamento industrial, gerenciamento de risco, qualidade e outros relacionados à área industrial, além de gerentes de projetos e consultores que dão suporte à implantação de equipamentos e sistemas nestas áreas

### CARGA HORÁRIA

36 horas

### PROGRAMA

#### 1 Apresentação

1.1 A siderurgia brasileira e mundial. Empreendimentos siderúrgicos. Tecnologias siderúrgicas. Processos emergentes. Questões envolvendo as principais patologias estruturais

#### 2 Introdução à Perícia em Engenharia

2.1.1 Aspectos históricos, legais, sociais e conceituais

2.1.2 A função do perito

2.1.3 Exercício profissional da função pericial

2.1.4 Perícia judicial e entidades envolvidas

2.1.4.1 Direitos e Deveres, Tipos de Perícia, Formulação de quesitos e indicação de assistentes; Interpretação e respostas aos quesitos; Exame dos livros e documentos; Preparação dos papéis de trabalho

2.1.5 Perícia extrajudicial e entidades envolvidas

#### 3 Mercado de Seguros e Legislação aplicada ao Perito e à Perícia

3.1 Mercado brasileiro de seguros

3.2 Mercado internacional de seguros

3.3 Legislação vigente;

3.4 Código do processo civil

#### 4 Execução dos Trabalhos Periciais – Extrajudicial

4.1 Entidades envolvidas

4.2 Metodologia do trabalho

4.3 Laudo da perícia

#### 5 A perícia atuando na prevenção de acidentes

5.1 Panorama mundial de acidentes no setor Siderúrgico.

5.2 Avaliação interna das condições operacionais e estruturais dos equipamentos.

5.3 Padronização nas empresas

5.4 Normas Técnicas

5.5 Divulgação de Prevenção de Acidentes (internamente e externamente)

5.6 Implementação de Mudanças e controle/acompanhamento das mesmas.

5.7 Processos de Documentação do acidente

#### 6 Trabalhos práticos de Perícia

6.1 Simulação de acidentes siderúrgicos e avaliação dos mesmos

6.2 Debate/Mesa Redonda

## TECNOLOGIA DE CERÂMICA DE ÓXIDO DE ALUMINA (AL203)

### OBJETIVO

Apresentação da tecnologia de aplicação da cerâmica de óxido de alumina para revestimentos de altíssimas solicitações contra desgaste por abrasão, altas temperaturas, corrosão, aderência e impacto.

Fornecer efetivo conhecimento das propriedades, aplicações, benefícios e resultados aos profissionais da área de manutenção e construção de equipamentos, objetivando a redução substancial de custos, aumento da vida útil (shelflife) e redução de paradas não programáveis (down time)

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes, engenheiros, técnicos de Manutenção, Supervisores e Vulcanizadores, Fabricante de Equipamentos, Engenharia de Projetos, Engenharia de Processo, Estudantes de 5º ano do curso de Engenharia de Minas e de Mecânica

### CARGA HORÁRIA

27 horas

### PROGRAMA

- 1 Tecnologia da cerâmica
- 2 Propriedades físicas
- 3 Propriedades químicas
- 4 Princípios fundamentais: Proteção ao desgaste
- 5 Mecanismos de danos
- 6 Princípios de desgaste
- 7 Abrasão
- 8 Corrosão
- 9 Aderência
- 10 Impacto
- 11 Hidroerosão
- 12 Erosão pneumática
- 13 Abrasão e impacto
- 14 Altíssimas temperaturas
- 15 Ensaio e testes da cerâmica
- 16 Aplicações de campo: Ilustrações e comentários
- 17 Custo / benefício
- 18 Esclarecimentos finais: Dúvidas dos presentes

## **TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS COM ELASTÔMEROS - COATINGS ESPECIAIS - CORROSÃO**

### **OBJETIVO**

Apresentação da tecnologia de revestimentos – elastômeros e coating especiais – sistema de proteção a corrosão (borrachas, flakes, laminados, poliuretano, poliureia), para aplicação altamente técnica contra desgaste por abrasão, impacto, ruído, corrosão, problemas de aderência no manuseio de materiais a granel e na armazenagem de líquidos corrosivos. Fornecer efetivo conhecimento das propriedades, aplicações, benefícios, proteção e resultados aos profissionais da área de manutenção, transporte e construção de equipamentos, objetivando a redução substancial de custos operacionais, aumento da vida útil (shelf life) do equipamento e redução efetiva nos custos de manutenção

### **PÚBLICO-ALVO**

Diretores, gerentes, engenheiros e técnicos de manutenção, supervisores, vulcanizadores, engenharia de projetos e de processos, fabricantes de equipamentos, estudantes de 5º ano do curso de engenharia de minas e de mecânica

### **CARGA HORÁRIA**

27 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Tecnologia de Elastômeros Especiais
- 2 Tecnologia de Coatings Especiais
- 3 Propriedades Físicas
- 4 Propriedades Químicas
- 5 Princípios Fundamentais - Proteção ao Desgastes
- 6 Abrasão
- 7 Corrosão
- 8 Aderência
- 9 Impacto
- 10 Sistemas de Adesão e Preparação de Superfícies
- 11 Vulcanização a Frio
- 12 Vulcanização a Quente
- 13 Aplicações de Campo - Ilustrações e Comentários
- 14 Banco de Dados de Campo
- 15 Custo / Benefício
- 16 Esclarecimentos Finais - Dúvidas aos Presentes

## TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS COM ELASTÔMEROS ESPECIAIS

### OBJETIVO

Apresentação da tecnologia de revestimentos de elastômeros (borracha), especiais para aplicação altamente técnica contra desgaste por abrasão, impacto, ruído, corrosão, problemas de aderência no manuseio e transportes de materiais a granel. Fornecer efetivo conhecimento das propriedades, aplicações, benefícios, proteção e resultados aos profissionais da área de manutenção e construção de equipamentos, objetivando a redução substancial de custos operacionais, aumento da vida útil (shelflife) do equipamento e redução de paradas não programáveis (down time) e aumento do fluxo de escoamento de materiais

### PÚBLICO-ALVO

Diretores de manutenção, gerentes de manutenção, engenheiros de manutenção, técnicos de manutenção, supervisores, vulcanizadores, estudantes de 5º ano do curso de engenharia de minas e de mecânica

### CARGA-HORÁRIA

18 horas

### PROGRAMA

- 1 Tecnologia de Elastômeros Especiais (Borracha / Polímeros)
- 2 Propriedades Físicas
- 3 Propriedades Químicas
- 4 Princípios Fundamentais - Proteção ao Desgastes
- 5 Abrasão
- 6 Corrosão
- 7 Aderência
- 8 Impacto
- 9 Ruído
- 10 Sistemas de Adesão e Preparação de Superfícies
- 11 Vulcanização a Frio
- 12 Vulcanização a Quente
- 13 Aplicações de Campo - Ilustrações e Comentários
- 14 Banco de Dados de Campo
- 15 Custo / Benefício
- 16 Esclarecimentos Finais - Dúvidas aos Presentes

## TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS DE MOINHO

### OBJETIVO

Apresentação da tecnologia de revestimentos de elastômeros (borracha), especiais para aplicação altamente técnica contra desgaste por abrasão, impacto, ruído, corrosão, problemas de aderência no processo de moagem de materiais. Fornecer efetivo conhecimento das propriedades, aplicações, benefícios, proteção e resultados aos profissionais da área de processo, manutenção e fabricantes de equipamentos, objetivando a redução substancial de custos operacionais, aumento da vida útil (shelf life) do equipamento e redução de paradas não programáveis (down time) e aumento do fluxo de escoamento de materiais

### PÚBLICO-ALVO

Diretores, gerentes, engenheiros, técnicos de manutenção, supervisores, vulcanizadores, estudantes de 5º ano do curso de Engenharia de Minas e de Mecânica

### CARGA HORÁRIA

27 horas

### PROGRAMA

- 1 Tecnologia de moagem
- 2 Efeitos em revestimentos rígidos
- 3 Efeitos em revestimentos flexíveis
- 4 Relações de desgaste
- 5 Consumo de energia
- 6 Vida útil
- 7 Custos
- 8 Fatores de desgaste e capacidade
- 9 Materiais de moagem
- 10 Fatores de influência
- 11 Velocidades crítica e relativa
- 12 Efeitos ambientais e ruído
- 13 Tecnologia dos tipos e componentes
- 14 Moinho de bolas / barras ag / sag / pebble / lavagem / descascadores / verticais
- 15 Componentes do moinho
- 16 Informação técnica de processo
- 17 Dúvidas e esclarecimentos

## TECNOLOGIA DE VULCANIZAÇÃO A FRIO

### OBJETIVO

Apresentação da tecnologia de aplicação da "Vulcanização a Frio" em revestimentos altamente técnicos de borracha / metal, borracha / borracha, borracha / lona, lona. A tecnologia esta utilizada em revestimentos de tambores motrizes e movidos, roletes, revestimentos de equipamentos (chutes / peneiras classificatórias / pontos de transferência / silos / tanques / células de flotação / moinhos / caçambas de retomadoras / delaminadores / tubos / alimentação de britadores primários / caçambas de caminhões / canecas de elevadores transportadores / emendas de correia têxteis / reparos de correias têxteis e de aço / tambores magnéticos, etc. Fornecer efetivo conhecimento das propriedades, aplicações, benefícios, versatilidade, confiabilidade e resultados aos profissionais da área de manutenção e construção de equipamentos, objetivando a redução substancial de custos, aumento da vida útil (shelf life) e redução de paradas não programáveis (down time) e do custo de mão de obra

### PÚBLICO-ALVO

Diretores de manutenção, gerentes de manutenção, engenheiros de manutenção, técnicos de manutenção, supervisores, vulcanizadores, fabricantes de equipamentos, estudantes de 5º ano do curso de engenharia de minas e de mecânica

### CARGA HORÁRIA

09 horas

### PROGRAMA

- |                                             |                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1 Introdução de Vulcanização a Frio         | 4 União das Superfícies                             |
| 1.1 Introdução                              | 4.1 Tempo Aberto                                    |
| 1.2 Classificação                           | 4.2 Tempo de União                                  |
| 1.3 Vantagens                               | 4.3 Tempo Inicial de Operação                       |
| 1.4 Tensões de Adesão                       | 4.4 Tempo Real Total de Vulcanização                |
| 1.5 Complexidade                            | 4.5 Gráfico de Vulcanização em Diferentes Materiais |
| 1.6 Fatores Importantes                     |                                                     |
| 1.7 Forças de União [Adesão e Coesão]       |                                                     |
| 2 Análise das Condições Climáticas do Local | 5 Métodos De Aplicação                              |
| 2.1 Ponto de Orvalho [Dew Point]            | 6 Defeitos e Falhas                                 |
| 3 Preparação das Superfícies                | 7 Aplicações de Campo - Ilustrações e Comentários   |
| 3.1 Superfície de Metal                     |                                                     |
| 3.2 Superfície de Borracha                  | 8 Custo / Benefício                                 |
| 3.3 Superfície de Lonas                     |                                                     |
| 3.4 Ferramentas / Rotações                  | 9 Esclarecimentos Finais - Dúvidas dos Presentes    |
| 3.5 Normas - DIN - ISO- EN - RMA            |                                                     |
| 3.6 Gráfico - Tensão De Adesão / Rugosidade |                                                     |





## **MEIO AMBIENTE**

## COMBUSTÃO E MEIO AMBIENTE

### OBJETIVO

No presente curso, consideram-se os principais agentes causadores de poluição atmosférica presentes nos gases de combustão: o material particulado, o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e os óxidos de nitrogênio (NO). Em um capítulo único, ao final, discutem-se o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), os hidrocarbonetos não queimados (UHC) e dioxinas e furanos. São apresentadas as características de cada um destes agentes, os métodos usuais de medida de suas concentrações quando lançados por chaminés na atmosfera e meios e dispositivos empregados para reduzir estas concentrações. O curso é complementado com a apresentação de casos práticos da vivência dos professores em consultoria e pesquisa aplicada

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de formação superior que trabalhem com os diversos aspectos dos impactos ambientais causados por processo de combustão

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Concentrações dos componentes dos produtos de combustão</li> <li>1.2 Correções aos valores medidos de concentrações</li> <li>1.3 Concentrações em termos de massa por unidade de volume</li> <li>1.4 Determinação de concentrações de CO, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> nos gases de combustão</li> </ul> </li> <li>2 Material Particulado               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Características do material particulado</li> <li>2.2 Fatores de emissão de particulados</li> <li>2.3 Estimativa de concentração de partículas em combustão de carvão pulverizado</li> <li>2.4 Estimativa de concentração de partículas em combustão de óleo combustível</li> <li>2.5 Medida de concentração de material particulado</li> <li>2.6 Dispositivos redutores de emissões de partículas</li> <li>2.7 Alterações no processo de combustão</li> </ul> </li> <li>3 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Características do SO<sub>2</sub></li> <li>3.2 Fatores de emissão e estimativas de concentrações de SO<sub>2</sub></li> <li>3.3 Impactos da emissão de SO<sub>2</sub></li> <li>3.4 Métodos de medida de concentração de SO<sub>2</sub></li> <li>3.5 Dispositivos e técnicas para redução de emissões de SO<sub>2</sub></li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4 Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Características do NO<sub>x</sub></li> <li>4.2 Fatores de emissão e estimativas de concentrações de NO<sub>x</sub></li> <li>4.3 Impactos da emissão de NO<sub>x</sub></li> <li>4.4 Mecanismos de formação</li> <li>4.5 Taxa de formação de NO<sub>x</sub> térmico</li> <li>4.6 Taxa de formação de NO imediato</li> <li>4.7 Taxas de formação de NO do combustível</li> <li>4.8 Medidas de concentração de NO<sub>x</sub></li> <li>4.9 Influência das condições de combustão</li> <li>4.10 Redução de emissões de NO<sub>x</sub>.</li> </ul> </li> <li>5 Outros Poluentes               <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Introdução</li> <li>5.2 Monóxido de carbono (CO)</li> <li>5.3 Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)</li> <li>5.4 Hidrocarbonetos não queimados</li> <li>5.5 Dioxinas e furanos</li> </ul> </li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E RECICLAGEM**

### **OBJETIVO**

Apresentar aspectos relacionados com o gerenciamento de energia nas indústrias

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que atuam na operação e controle de sistemas de energia ou que desejam ter conhecimentos da área

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

#### 1 Introdução

#### 2 Resíduos Industriais

##### 2.1 Situação dos resíduos

###### 2.1.1 Brasil

###### 2.1.2 Internacional

##### 2.2 Tipos de resíduos

###### 2.2.1 Urbanos

###### 2.2.2 Industriais

###### 2.2.3 Especiais

##### 2.3 Definição de resíduos

###### 2.3.1 Definição ABNT10.004

##### 2.4 Toxicologia e ecotoxicologia

###### 2.4.1 Definição

###### 2.4.2 Dose tóxica

###### 2.4.3 Bio-acumulação

##### 2.5 Disposição de resíduos

###### 2.5.1 Critérios para a localização de aterros

###### 2.5.2 Aterros sanitários

###### 2.5.3 Aterros classe II

###### 2.5.4 Aterros classe I

#### 3 Reciclagem

##### 3.1 Medidas para a redução de resíduos

###### 3.1.1 Redução

###### 3.1.2 Reuso

###### 3.1.3 Reciclagem

##### 3.2 Oxidação termal

###### 3.2.1 Recuperação da energia

###### 3.2.2 Co-processamento

##### 3.3 Estudo de casos

## PRODUÇÃO MAIS LIMPA E A VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

### OBJETIVO

Apresentar a mudança de foco na questão ambiental com uma discussão da problemática junto a todas as etapas do processo produtivo prevenindo ou minimizando a geração de resíduos trazendo benefícios ambientais, técnicos e econômicos para a empresa, considerando-se como um contraponto às denominadas tecnologias fim de tubo, que ainda permanecem como soluções paliativas. A necessidade de diminuição de impacto ambiental, seja dos processos produtivos na indústria metalúrgica, seja dos resíduos descartados nestas empresas, justifica a necessidade da aplicação do programa de produção mais limpa tanto na prevenção, na minimização da geração de resíduos, assim como na valorização dos resíduos ainda descartados nestes processos e em outros relacionados à indústria em geral. Vários estudos de caso de implementação de P+L e suas ferramentas serão apresentados para transformarem os alunos em multiplicadores deste novo paradigma

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, administradores, gestores ambientais, supervisores e gerentes de setor, colaboradores envolvidos na viabilização de melhorias nos processos de fabricação (potenciais multiplicadores)

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

#### 1 Implementação do Programa de Produção mais Limpa

##### 1.1 Prevenção da poluição

##### 1.1.1 Mudança de paradigma

##### 1.1.2 Produção mais limpa

##### 1.1.3 Percepção ambiental na indústria

##### 1.1.4 Co-responsabilidade

##### 1.2 Histórico e apresentação do programa de produção mais limpa com estudos de caso de implementação

##### 1.3 ISO 14001, Análise de ciclo de vida, gerenciamento de fluxo de materiais e o programa de produção mais limpa na indústria metalúrgica

#### 2 Ferramentas de Produção mais Limpa

##### 2.1 Ferramentas de P+L,

##### 2.1.1 Minimização (processos industriais e seus resíduos; redução na fonte; mudança de insumos, de processos, e de produtos; segregação; embalagem e transporte).

##### 2.1.2 Estudos de caso referentes às ferramentas de P+L na indústria metalúrgica

##### 2.2 Importância da caracterização de resíduos nos programas de produção mais limpa e na valorização de resíduos a serem transformados em co-produtos. Caracterização química, ambiental, física, estrutural e térmica)

##### 2.3 Reuso e Reciclagem, Técnicas de reciclagem interna, metodologias e estudos de caso dentro do programa de P+L.

#### 3 Valorização de Resíduos Sólidos como Co-produtos

##### 3.1 Valorização de resíduos sólidos e sua reciclagem externa, limitações, critérios, influência da P+L,

##### 3.2 Viabilidade técnica, econômica e social da reciclagem interna e externa de resíduos sólidos.

##### 3.3 Desenvolvimento de co-produtos a partir de resíduos sólidos da indústria siderúrgica, fundição, não-ferrosos, e metalúrgicas em geral, com estudos de caso.

## RECICLAGEM DE MATERIAIS E RESÍDUOS

### OBJETIVO

Apresentar os critérios de classificação dos resíduos industriais e as formas mais usuais de disposição dos mesmos. Descrever os principais processos de reciclagem de materiais e resíduos industriais, indicando os principais equipamentos, insumos, variáveis de controle e produtos obtidos. O curso apresentará diversos casos de sucesso

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais e a estudantes que necessitem de informações relacionadas aos processos de reciclagem de materiais e de resíduos industriais

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Classificação dos resíduos industriais
- 2 Disposição e tratamento de resíduos: aterro, incineração, compostagem
- 3 Processos de reciclagem de materiais e resíduos (com apresentação de casos de sucesso):
  - 3.1 Aço e escória de siderurgia
  - 3.2 Cobre
  - 3.3 Areia de fundição
  - 3.4 Pilhas e baterias
  - 3.5 Entulho de construção civil
  - 3.6 Pneu
  - 3.7 Vidro
  - 3.8 Isopor
  - 3.9 Plástico e pet
  - 3.10 Tetrapak
  - 3.11 Papel

## SEPARAÇÃO E REVALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS SÓLIDOS

### OBJETIVO

Discutir aspectos de separação física de fases de diferentes materiais, particularmente de sólidos, não enveredando por separações térmicas, químicas ou metalúrgicas. O enfoque é eminentemente de processo, apresentado diferentes técnicas para possibilitar a redução de impacto ambiental e perda de materiais potencialmente reutilizáveis através da redução de geração, reuso e separação e preparação de resíduos para posterior reciclagem

### PÚBLICO-ALVO

Técnicos de indústrias que gerem resíduos sólidos e particularmente, naquelas onde os resíduos tenham fases potencialmente aproveitáveis se separadas de outras

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Conceito de Resíduos
- 2 Importância dos 3R (Reduzir-Reusar-Reciclar)
- 3 Noções de Gerenciamento de Resíduos
- 4 Classificação dos Resíduos e Destinação final
- 5 Noções de Caracterização de Resíduos
  - 5.1 Conceito de Liberação
  - 5.2 Caracterização e Métodos Empregados – Granulométrico, Químico, Inter-relações entre Materiais, etc.
- 6 Redução de Tamanho (Britagem e Moagem)
- 7 Noções de Separação entre Fases
- 8 Noções de Separação de Diferentes Materiais
  - 8.1 Separações por Tamanho (Peneiramento, Classificação)
  - 8.2 Separação por Diferença de Densidade (Métodos Densitários)
  - 8.3 Separação por Diferente Propriedades Elétricas e Magnéticas (Métodos Elétricos e Magnéticos)
  - 8.4 Métodos de Separação por Propriedades Superficiais (Flotação, Floculação Seletiva)
- 9 Métodos Mecânicos de Desaguamento
  - 9.1 Peneiramento e Classificação
  - 9.2 Espessamento Filtragem
- 10 Normas de Qualidade de Águas Residuárias
- 11 Exemplos de Aplicação em Setores Industriais
- 12 Revisão de Conceitos Fundamentais de Beneficiamento e Exercícios



## **METALURGIA DE NÃO-FERROSOS**

## **FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO MÓDULO I: APLICADOS ÀS LIGAS DE ALUMÍNIO**

### **OBJETIVO**

Enfoque será dado aos conceitos fundamentais de metalurgia aplicáveis em indústrias de transformação de ligas de alumínio, tais como: laminação, extrusão, trefilação, fabricação e fundição

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam em áreas técnicas, de engenharia, produção, pesquisa e desenvolvimento da indústria de alumínio

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Cristais - fundamentos
- 2 Diagramas de fases
- 3 Princípios de transformação de fase
- 4 Difusão
- 5 Solidificação de metais e ligas
- 6 Comportamento mecânico dos metais – ensaios mecânicos e propriedades mecânicas
- 7 Mecanismos de endurecimento em metais e ligas
- 8 Encruamento e restauração dos metais
- 9 Deformação a quente



## **FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO II: MICROESTRUTURA E ANÁLISE MICROESTRUTURAL DAS LIGAS DO ALUMÍNIO**

### **OBJETIVO**

Nesse módulo, o enfoque será dado aos principais conceitos que envolvem as microestruturas de ligas de alumínio, as principais técnicas de análise microestrutural e os efeitos mais importantes que as microestruturas apresentam sobre as propriedades e sobre o processamento do alumínio e suas ligas

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam em áreas técnicas, de engenharia, produção, pesquisa e desenvolvimento da indústria de alumínio

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Estrutura cristalina e princípios de cristalografia
- 2 Técnicas de análise microestrutural: microscopias óptica e eletrônicas
- 3 Microanálise
- 4 Difração de raios-X e outras técnicas
- 5 Metalografia Quantitativa
- 6 Diagramas de fases para ligas de alumínio
- 7 Prática metalográfica de ligas de alumínio
- 8 Discussão de casos práticos envolvendo ligas de alumínio

## **FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO III: PROPRIEDADES DAS LIGAS DE ALUMÍNIO**

### **OBJETIVO**

Neste módulo, o enfoque será dado aos principais conceitos que envolvem o comportamento mecânico do alumínio e suas ligas, bem como as suas propriedades mecânicas. Para tanto, serão enfocados dos fundamentos de metalurgia mecânica, mecânica da fratura e metalurgia da fratura. Assim, serão abordados os principais tópicos do comportamento mecânico de metais e ligas, com ênfase nas propriedades e ensaios mecânicos aplicáveis às ligas de alumínio

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam em áreas técnicas, de engenharia, produção, pesquisa e desenvolvimento da indústria de alumínio

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Deformação dos metais: fundamentos
- 2 Mecanismos de deformação em metais
- 3 Mecanismos de endurecimento de ligas metálicas
- 4 Fratura: aspectos mecânicos e metalúrgicos
- 5 Fratografia em metais
- 6 Propriedades mecânicas: resistência mecânica, dureza, fadiga, tenacidade e fluência
- 7 Ensaios mecânicos: tração, dureza, fadiga, tenacidade e fluência; propriedades mecânicas das ligas de alumínio

## **FUNDAMENTOS DA METALURGIA DO ALUMÍNIO – MÓDULO IV: FUNDAMENTOS DA DEFORMAÇÃO PLÁSTICA DA LIGAS DO ALUMÍNIO**

### **OBJETIVO**

Apresentação e discussão dos principais conceitos de metalurgia aplicados nos processos de deformação à quente e a frio das ligas de alumínio, tais como extrusão, laminação, forjamento, trefilação, etc. Para este fim serão revistos alguns conceitos básicos de metalurgia mecânica e de metalurgia física. A seguir, serão abordados os principais tópicos relativos ao comportamento das ligas de alumínio quando submetidas a trabalho a quente e a frio. Serão enfatizados os conceitos de trabalhabilidade e de processamento termomecânico de ligas de alumínio. Efeitos de tratamentos térmicos após a deformação também serão abordados do ponto de vista das mudanças de propriedades e de microestrutura das ligas

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que atuam em todas as áreas técnicas em empresas de laminação, extrusão, forjamento, trefilação ou estampagem de alumínio, e que de preferência tem conhecimentos de metalurgia

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Metalurgia física e metalurgia mecânica – revisão aplicada ao caso dos processos de conformação mecânica
- 2 Conformação plástica de metais - encruamento
- 3 Comportamento de ligas metálicas na deformação à frio
- 4 Restauração após deformação a frio
- 5 Comportamento de ligas metálicas na deformação à quente
- 6 Restauração durante e após deformação à quente
- 7 Noções sobre textura cristalográfica
- 8 Processamento termomecânico – Relações quantitativas
- 9 Simulação de processamento termomecânico e evolução microestrutural

## FUNDIÇÃO DAS LIGAS DE ALUMÍNIO

### OBJETIVO

Identificar as características do alumínio e suas ligas utilizadas em fundição, processos de fundição em areia e moldes metálicos.

### PÚBLICO ALVO

Profissionais da área de fundição e setores correlatos.

### CARGA HORÁRIA

36 horas

### PROGRAMA

#### 1 Propriedades do Alumínio Puro

- 1.1 Ponto de fusão
- 1.2 Fluidez
- 1.3 Solidificação
- 1.4 Oxidação

#### 2 Influência dos Elementos de Ligas no Alumínio

- 2.1 Silício
- 2.2 Cobre
- 2.3 Magnésio
- 2.4 Ferro

#### 3 Ligas de Alumínio

- 3.1 Ligas de alumínio
- 3.2 Ligas de alumínio cobre
- 3.3 Modos de solidificação das ligas de alumínio
- 3.4 Tratamentos realizados no alumínio
- 3.5 Demonstração prática comparativa entre os modos de solidificação do alumínio puro e ligas de alumínio silício e tratamentos de desgaseificação e escorificação

#### 4 Processos de Fundição em Areia

- 4.1 Constituintes de uma areia de fundição
- 4.2 Propriedades de uma areia de fundição
- 4.3 Processo de moldagem em areia verde
- 4.4 Defeitos associados ao processo
- 4.5 Processo de moldagem em areia resinada
- 4.6 Processo de moldagem em modelo perdido (Lost foam)
- 4.7 Demonstração prática de moldagem e de ensaios para areia de fundição

#### 5 Processos de Fundição em Moldes Metálicos

- 5.1 Processo de fundição em coquilha
- 5.2 Processo de fundição sob pressão
- 5.3 Defeitos associados ao processo
- 5.4 Demonstração prática de fundição em moldes plásticos

## FUNDIÇÃO DO COBRE E SUAS LIGAS

### OBJETIVOS

Descrever os processos de fundição do cobre e de suas ligas, desde as matérias-primas até o produto final. Indicar as variáveis de controle e os parâmetros operacionais mais importantes. Apresentar os principais tipos de defeitos presentes nos fundidos e indicar ações no sentido de evitá-los

### PÚBLICO ALVO

O curso destina-se a profissionais e a estudantes que trabalhem nos setores de fundição, laboratórios físico e químico, controle da qualidade, programação e controle da produção e atividades correlatas

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Ligas de cobre produzidas industrialmente e respectivas aplicações
- 2 Propriedades do cobre e das ligas de cobre
- 3 Efeitos dos elementos de liga
  - 3.1 Zinco
  - 3.2 Estanho
  - 3.3 Chumbo
  - 3.4 Alumínio
  - 3.5 Berílio
  - 3.6 Fósforo
  - 3.7 Níquel
  - 3.8 Cromo
  - 3.9 Silício
- 4 Matérias-primas empregadas nos processos de fundição
  - 4.1 Cuidados operacionais requeridos
- 5 Processos de fundição empregados industrialmente
  - 5.1 Características técnicas dos equipamentos de fundição
- 6 Tratamentos efetuados no metal líquido
  - 6.1 Desgaseificação
  - 6.2 Desoxidação
  - 6.3 Refino de grão
  - 6.4 Filtragem
- 7 Fornos empregados em processos de fundição
- 8 Refratários empregados nos fornos de fundição
- 9 Princípios de transferência de calor no conjunto metal-matriz/molde.
- 10 Parâmetros operacionais controlados durante o processo de fundição das principais ligas de cobre produzidas industrialmente
- 11 Defeitos presentes nos fundidos e formas de minimizá-los

## LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE COBRE E DE SUAS LIGAS

### OBJETIVO

Descrever o processo de lingotamento contínuo de cobre e de suas ligas, desde as matérias-primas até o produto final e indicar as variáveis de processo mais importantes. Apresentar os principais tipos de defeitos presentes nos fundidos e indicar ações no sentido de evitá-los.

### PÚBLICO-ALVO

O curso destina-se a profissionais e a estudantes que necessitem de informações relacionadas ao processo de lingotamento contínuo de cobre e de suas ligas.

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Tipos de matérias-primas empregadas nos processos de fusão
- 2 Tipos de fornos empregados no processo de fusão
- 3 Tipos de refratários empregados nos fornos de fusão
- 4 Principais tipos de equipamentos de fundição contínua
- 5 Tipos de grafite e de material cerâmico empregados na confecção de matrizes/moldes de resfriamento
- 6 Princípios de transferência de calor no conjunto metal-matriz/molde
- 7 Parâmetros operacionais empregados durante o processo de fundição contínua de algumas das principais ligas de cobre
- 8 Principais tipos de defeitos presentes nos fundidos

## **METALURGIA DE LIGAS LEVES (ALUMÍNIO, MAGNÉSIO E TITÂNIO)**

### **OBJETIVO**

Transmitir conceitos e metodologia de preparação e caracterização de ligas leves, bem como os principais aspectos da fundição, tratamentos térmicos, forjamento e caracterização metalográfica dos materiais alumínio, magnésio e titânio

### **PÚBLICO-ALVO**

Técnicos, engenheiros e estudantes de graduação das áreas de Mecânica, Metalurgia/Materiais, Controle de Qualidade. O conteúdo do curso terá também aspectos de interesse para profissionais que atuam na área de processos de fabricação

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Conceitos Gerais sobre Ligas Leves
  - 1.1 Propriedades físicas e mecânicas
  - 1.2 Características gerais e aplicações
- 2 Fundição e Caracterização de Ligas Leves
  - 2.1 Conceitos gerais da fundição
  - 2.2 Fusão e vazamento do alumínio
  - 2.3 Fusão e vazamento do magnésio
  - 2.4 Caracterização de fundidos
  - 2.5. Microscopia óptica das características do fundido
- 3 Tratamentos Térmicos de Ligas Leves
  - 3.1 Conceitos gerais dos tratamentos térmicos de não ferrosos
  - 3.2 O tratamento térmico do Al e do Mg
  - 3.3 Caracterização do tratamento térmico de Al e Mg
- 4 Trabalho Mecânico em Ligas Leves
  - 4.1 Ligas de alumínio para forjamento
  - 4.2 Tecnologia de forjamento de ligas de alumínio
  - 4.3 Ligas de magnésio para forjamento
  - 4.4 Tecnologia de forjamento de ligas de magnésio
- 5 Tecnologia do Titânio
  - 5.1 Aspectos gerais
  - 5.2 Produção de titânio primário
  - 5.3 Metalurgia do titânio e suas ligas
  - 5.4 Fundição de ligas de titânio
  - 5.5 Conformação plástica de ligas de titânio

## **METALURGIA DO ALUMÍNIO PARA NÃO METALURGISTAS**

### **OBJETIVO**

Fornecer uma visão geral da indústria do alumínio de forma a ser compreensível aos participantes que não têm formação metalúrgica. Contempla todas as fases do processo, desde a lavra do seu minério até o produto final. Serão mostradas as ligas mais importantes e suas aplicações, a reciclagem do metal e aspectos relacionados com a importância da preservação ambiental. Os palestrantes são oriundos da indústria do alumínio e também de entidades que atuam nessa área

### **PÚBLICO ALVO**

Profissionais não técnicos que atuam na área de alumínio e também aos que não estejam diretamente ligados à indústria do alumínio, que necessitam de informações básicas desse metal para suas atividades

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Histórico – o Metal Alumínio e sua Evolução no Mercado
- 2 Mineração e Produção de Alumínio Primário
- 3 Características Físico-químicas
- 4 Ligas mais Importantes e suas Aplicações
- 5 Propriedades Mecânicas
  - 5.1 Caracterização
  - 5.2 Têmperas
- 6 Noções de tratamentos térmicos
- 7 Processos Industriais
  - 7.1 Fundição
  - 7.2 Laminação
  - 7.3 Extrusão
  - 7.4 Forjamento/ trefilação/ estampagem/ extrusão por impacto
  - 7.5 Soldagem
- 8 Acabamento Superficial
  - 8.1 Anodização
  - 8.2 Pintura
- 9 Reciclagem
- 10 Preservação Ambiental



## **METALURGIA DO COBRE PARA NÃO METALURGISTAS**

### **OBJETIVO**

Fornecer uma visão geral da indústria do cobre e suas ligas, de forma a ser compreensível aos participantes que não têm necessariamente uma formação metalúrgica. Contempla todas as fases do processo, desde extração mineral até o produto final

### **PÚBLICO ALVO**

Destinado a profissionais técnicos e não técnicos, que atuam na área do cobre e, também, aos que não estejam diretamente ligados à indústria do cobre e que necessitam de informações básicas desse metal para suas atividades. Contempla, portanto, os profissionais das áreas: assistência técnica, comercial, marketing, produção e qualidade

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Histórico – o Metal Cobre e sua Evolução no Mercado
- 2 Mineração e Produção de Cobre Primário
- 3 Ligas Mais Importantes e suas Aplicações
- 4 Propriedades do Cobre e suas Ligas
  - 4.1 Efeitos dos elementos de liga nas propriedades
- 5 Processos Industriais
  - 5.1 Fundição
  - 5.2 Laminação
  - 5.3 Extrusão
  - 5.4 Trefilação
  - 5.5 Estampagem
  - 5.6 Forjamento
  - 5.7 Metalurgia do pó
  - 5.8 Soldagem
  - 5.9 Tratamentos térmicos
- 6 Corrosão
- 7 Reciclagem

## **METALURGIA EXTRATIVA PARA NÃO METALURGISTAS: DO MINERAL AO METAL**

### **OBJETIVO**

Propiciar aos alunos sem formação metalúrgica uma compreensão geral dos processos metalúrgicos destinados à obtenção de metais

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais que, mesmo sem atuarem diretamente, precisam de informações básicas relacionadas à metalurgia por a ela estarem ligados por interesses profissionais

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

1 Processos unitários de preparação de minério:

- 1.1 Moagem
- 1.2 Classificação
- 1.3 Hidrometalurgia
- 1.4 Calcinação
- 1.5 Aglomeração: pelletização, sinterização, briquetagem
- 1.6 Ustulação
- 1.7 Coqueificação

2 Redução carbotérmica:

- 2.1 Conceitos básicos
- 2.2 Alto-forno
- 2.3 Forno elétrico de redução

3 Produção de aço

- 3.1 Conversão a oxigênio
- 3.2 Forno elétrico a arco

4 Processos de obtenção de metais não ferrosos: principais usos dos metais abordados:

- 4.1 Cobre: processos pirometalúrgico e hidrometalúrgico
- 4.2 Zinco: processo hidrometalúrgico
- 4.3 Chumbo
- 4.4 Níquel: processamento de minérios lateríticos e sulfetados, refino eletrolítico
- 4.5 Alumínio: processo Bayer, processo Hall-Heroult, processamento termo-mecânico de produtos de alumínio



## **METALURGIA DO PÓ**

## METALURGIA DO PÓ – PROCESSOS E PRODUTOS

### OBJETIVO

Proporcionar fundamentos técnicos em Metalurgia do Pó que auxiliem profissionais desta área específica, ou mesmo de áreas correlatas, no desenvolvimento de suas funções, considerando a empresa na qual atuem

### PÚBLICO-ALVO

Destinado a engenheiros, técnicos e estudantes vinculados a empresas produtoras ou consumidores de produtos produzidos por Metalurgia do Pó (pós metálicos e materiais sinterizados)

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- 1 Técnicas de Produção de Pós Metálicos
  - 1.1 Processos Físicos: moagem
  - 1.2 Atomização: ar, água e gás inerte
  - 1.3 Processos Químicos: Precipitação e Redução
- 2 Caracterização de Produtos Particulados
  - 2.1 Terminologia
  - 2.2 Determinação de Distribuição Granulométrica
  - 2.3 Área Superficial
  - 2.4 Determinação de Impurezas
  - 2.5 Propriedades Tecnológicas: escoabilidade, densidade aparente, compressibilidade
- 3 Toxidade e Aspectos de Segurança
- 4 Conformação de Pós Metálicos
  - 4.1 Compactação Uniaxial a Frio
  - 4.2 Compactação Isostática
  - 4.3 Compactação a Quente: uniaxial e isostática
  - 4.4 Moldagem de Pós por Injeção
  - 4.5 Forjamento de Pós
  - 4.6 Extrusão de Pós
- 5 Sinterização
  - 5.1 Mecanismos de Sinterização
  - 5.2 Sinterização de Metais Puros e Pré-Ligas
  - 5.3 Sinterização Multi-Componente
  - 5.4 Sinterização com Fase Líquida
  - 5.5 Sinterização sob Pressão
  - 5.6 Equipamentos e Atmosferas de Sinterização
- 6 Produtos Sinterizados
  - 6.1 Aços: média e alta densidade
  - 6.2 Cobre e ligas
  - 6.3 Ligas de Cobalto e de Níquel
  - 6.4 Ligas de Alumínio
  - 6.5 Metal Duro
  - 6.6 Materiais Magnéticos: ímãs e materiais magneticamente moles
  - 6.7 Materiais Elétricos: contatos e escovas
  - 6.8 Materiais Porosos
  - 6.9 Materiais Compostos
- 7 Controle de Qualidade Aplicado à Metalurgia do Pó



## **QUALIDADE E PRODUTIVIDADE**

## **APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS EM METALURGIA E SIDERURGIA**

### **OBJETIVO**

Apresentar os novos aços avançados com alta resistência mecânica (dual phase, TRIP, Complex Phase, TWIP, entre outros) que estão sendo introduzidos na indústria automotiva, seus processos de fabricação, fundamentos metalúrgicos, diretrizes e exemplos práticos de sua aplicação

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos experientes que aplicam e desenvolvem aços para aplicações automotivas e correlatas

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Aplicações típicas das RNA
  - 1.1 O neurônio matemático
  - 1.2 O que são as RNA – princípios básicos
  - 1.3 Por que usar as RNA ?
  - 1.4 As camadas das RNA
  - 1.5 Arquitetura das RNA
  - 1.6 Complexidade e robustez das RNA
  - 1.7 Regressões e as RNA
  - 1.8 Construção das RNA: dados para treinamento, validação e testes
  - 1.9 Relacionamento das RNA com o FEM, DOE
- 2 Apresentação e uso do programa NEUROSOLUTIONS
  - 2.1 Exemplos básicos de aplicação
  - 2.2 Na extrusão de ligas de alumínio
  - 2.3 Na caracterização de metais e ligas metálicas
  - 2.4 No recozimento em caixa de chapas de aço carbono
  - 2.5 Na força de laminação a frio de chapas de aço carbono
  - 2.6 Bibliografia recomendada
- 3 Histórico das RNA
  - 3.1 Fundamentos das RNA
  - 3.2 Características de desempenho das RNA
  - 3.3 Comparação com outras técnicas de modelamento
  - 3.4 Implementação das RNA
  - 3.5 Seleção de dados para as RNA
  - 3.6 Treinamento e avaliação das RNA ajustadas
  - 3.7 Exemplos específicos de aplicação
  - 3.8 Curvas tensão-deformação a frio e a quente
  - 3.9 Bibliografia recomendada
- 4 Exemplos Complexos de aplicação em Siderurgia:
  - 4.1 Modelo de Controle Dinâmico da Sublância no Conversor LD
  - 4.2 Cálculo da Resistência à Deformação a Quente de Aços ao Carbono
  - 4.3 Previsão das Propriedades Mecânicas de Bobinas a Quente
  - 4.4 Geração de Presets para o Laminador de Tiras a Frio

## CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

### OBJETIVO

Entender e usar as técnicas estatísticas básicas de controle de processos, de modo a detectar rapidamente problemas, que podem comprometer a Qualidade da Produção, mas que não são facilmente identificados. Ter critérios para distinguir entre mudanças reais e aparentes, de modo a só interferir no processo quando realmente for necessário. Usar o CEP para melhoria contínua do processo. Calcular e monitorar a capacidade do Processo (Capability)

### PÚBLICO-ALVO

Supervisores de produção, inspetores de qualidade, supervisores de qualidade, administradores da qualidade e funções afins

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

#### 1 Introdução à Melhoria Contínua e ao Controle Estatístico do Processo

- 1.1 Prevenção versus detecção
- 1.2 Um sistema de controle do processo
- 1.3 Variação: causas comuns e especiais
- 1.4 Ações no local e ações no sistema
- 1.5 Controle do processo e capacidade do processo
- 1.6 O ciclo de melhoria do processo
- 1.7 Cartas de controle: ferramentas para o controle do processo
- 1.8 Benefícios das cartas de controle

#### 2 Cartas de Controle para Variáveis

- 2.1 Cartas de médias e amplitudes (X e R)
  - 2.1.1 Coleta de dados
  - 2.1.2 Cálculo dos limites de controle
  - 2.1.3 Interpretação para controle do processo
  - 2.1.4 Interpretação para capacidade do processo
- 2.2 Cartas de médias e desvios - padrão (X e s)
  - 2.2.1 Coleta de dados
  - 2.2.2 Cálculo dos limites de controle
  - 2.2.3 Interpretação para controle do processo
  - 2.2.4 Interpretação para capacidade do processo
- 2.3 Cartas de medianas (X e R)
  - 2.3.1 Coleta de dados
  - 2.3.2 Cálculo dos limites de controle
  - 2.3.3 Interpretação para controle do processo
  - 2.3.4 Interpretação para capacidade do processo
  - 2.3.5 Abordagem alternativa para cartas de medianas
- 2.4 Cartas de individuais e amplitude móvel (X-RM)

#### 2.4.1 Coleta de dados

#### 2.4.2 Cálculo dos limites de controle

#### 2.4.3 Interpretação para controle do processo

#### 2.4.4 Interpretação para capacidade do processo

#### 2.5 Compreensão de capacidade do processo e desempenho do processo com dados de variáveis

#### 2.5.1 Definições e termos usados em processos

#### 2.5.2 Definição de medidas do processo

#### 2.5.3 Descrição de condições e hipóteses

#### 2.5.4 Uso sugerido das medidas do processo

#### 3 Cartas de Controle para Atributos

#### 3.1 Carta P para proporção de unidades não-conformes

#### 3.1.1 Coleta de dados

#### 3.1.2 Cálculo dos limites de controle

#### 3.1.3 Interpretação para controle do processo

#### 3.1.4 Interpretação para capacidade do processo

#### 3.2 Carta NP para número de unidades não-conformes

#### 3.2.1 Coleta de dados

#### 3.2.2 Cálculo dos limites de controle

## ESTATÍSTICA AVANÇADA

### OBJETIVO

Dotar o profissional de conhecimentos essenciais acerca de como planejar ensaios válidos e eficientes, de como coletar dados e analisar resultados e de como construir modelos empíricos utilizados no controle de processos

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais e estudantes que atuem nas fases de planejamento, execução e controle de processos industriais e/ou laboratoriais

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Amostragem e Distribuições Amostrais
  - 1.1 Amostragem aleatória
  - 1.2 Planejamento de amostras
  - 1.3 Amostragem sistemática
  - 1.4 Amostragem estratificada
  - 1.5 Amostragem por conglomerados
  - 1.6 Distribuições amostrais
  - 1.7 O erro padrão da média
  - 1.8 O teorema central do limite
- 2 Inferências Sobre Médias
  - 2.1 Estimativa de médias
  - 2.2 Estimativa de médias (pequenas amostras)
  - 2.3 Testes e hipóteses
  - 2.4 Testes de significância
  - 2.5 Testes relativos a médias
  - 2.6 Testes relativos a médias (pequenas amostras)
  - 2.7 Diferenças entre médias
  - 2.8 Diferenças entre médias (pequenas amostras)
  - 2.9 Diferenças entre médias (dados emparelhados)
- 3 Inferência Sobre Desvio Padrão
  - 3.1 Estimativa de desvio padrão
  - 3.2 Testes relativos a desvios padrão
- 4 Análise da Variância
  - 4.1 Diferenças entre médias: um exemplo
  - 4.2 Planejamentos de experimentos
  - 4.3 Análise da variância de um critério
  - 4.4 Comparações múltiplas
  - 4.5 Planejamento de experimentos
  - 4.6 Análise da variância de dois critérios
  - 4.7 Planejamento de experimentos: replicação
- 5 Estudos de Casos de Planejamento de Experimentos
- 6 Exercícios Práticos, Utilizando “Catapulta”



## **ESTRATÉGIA COMERCIAL E COMPETITIVA**

### **OBJETIVO**

Tendo em vista o processo de globalização da economia brasileira e especificamente do setor metal siderúrgico, após a crise de 2008, o curso apresenta os conceitos de gestão competitiva e sua contribuição para a elaboração, compreensão e implementação de estratégias comerciais sustentáveis. Será dedicada especial atenção ao processo de precificação, tanto da indústria como dos canais de comercialização

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissional de vendas, marketing, assistência técnica e que tenham contato com o cliente

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Aspectos Gerais do Ambiente Competitivo e Comportamento do Cliente Industrial
  - 1.1 Abertura do curso
  - 1.2 Conceitos de marketing estratégico e operacional
  - 1.3 Especificidades do marketing industrial/B B
  - 1.4 Estágio atual da estratégia comercial da empresa
  - 1.5 Os Componentes da atitude de um cliente organizacional
  - 1.6 A Unidade de tomada de decisão (UTD)
  - 1.7 Tipos de cliente
  - 1.8 Critérios para a seleção de cliente
  - 1.9 O cliente da empresa
- 2 As Etapas da Gestão Competitiva
  - 2.1 Gestão competitiva e papel da força de vendas
    - 2.1.2 Segmentação de mercado
    - 2.1.3 Foco e posicionamento
  - 2.2 Prospecção de clientes
    - 2.2.1 Procedimentos de prospecção
    - 2.2.2 Análise de atratividade e seleção
  - 2.3 Abordagem ao cliente
    - 2.3.1 Apresentação do produto (produto tangível e ampliado)
    - 2.3.2 Valores dos componentes da U.T.D.
    - 2.3.3 Contexto de qualidade
  - 2.4 Fechamento
    - 2.4.1 Política de preço
    - 2.4.2 Principais tipos de objeção
    - 2.4.3 Estudo de caso enfatizando o aspecto econômico-financeiro
  - 2.5 Pós-venda
    - 2.5.1 Características do pós-venda
    - 2.5.2 Pós-venda de um serviço contínuo
    - 2.5.3 MKT de relacionamento
- 3 Desenvolvimento dos Programas de Ações Comerciais para a Empresa (Treinamento/Ação)
  - 3.1 Seleção de células comerciais (produto/cliente ou segmento)
  - 3.2 Análise da posição competitiva da empresa
  - 3.3 Preparação do contato com cliente (aspectos relevantes de vendas)
  - 3.4 O impacto do preço e valor percebido na competitividade das empresas
  - 3.5 Identificação do valor percebido x preço
  - 3.6 Apresentação do programa

## **FINANÇAS PARA NÃO FINANCEIROS**

### **OBJETIVO**

Preparar os participantes a entender o vocabulário financeiro corrente, a avaliar os dados financeiros da empresa e a prever as consequências financeiras das suas decisões

### **PÚBLICO-ALVO**

Empresários (grandes ou pequenos), profissionais de marketing, vendas, turismo, comunicações, advogados, médicos, engenheiros, arquitetos, farmacêuticos, químicos, administradores e até economistas e contadores que desejem reciclar os temas deste curso. Os alunos deverão trazer calculadora financeira (HP 12C ) ou notebook com planilha Excel)

### **CARGA HORÁRIA**

08 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Identificação dos processos financeiros estratégicos para o sucesso dos negócios.
- 2 Indicadores de Desempenho Operacional e Relatórios Gerenciais
- 3 A contabilidade fiscal e a contabilidade gerencial: Balanço Patrimonial e Demonstração de Resultados
- 4 Indicadores de Desempenho Operacional e Relatórios Gerenciais
- 5 Custos e despesas: determinação das diferenças e utilização para formação de preços utilizando a técnica financeira
- 6 Cálculo do Ponto de Equilíbrio e da Margem de Contribuição
- 7 Princípios do cálculo financeiro: juros, descontos, valor presente, valor futuro e cálculos do retorno de investimentos
- 8 Fluxo de caixa: metodologia e conteúdo
- 9 Formas mais comuns de financiamento existentes no mercado
- 10 Análise e planejamento financeiro: medidas de liquidez e controles para prever situações de dificuldades e adotar estratégias para evitar problemas financeiros

## FORMAÇÃO DE AUDITORES INTERNOS – ISO 9000

### OBJETIVO

Treinar os funcionários da área da qualidade para efetuar auditoria conforme normas vigentes

### PÚBLICO-ALVO

Funcionários de empresas em processo de implante ou com Sistema de Qualidade já implantado, que estejam executando auditorias internas. Funcionários envolvidos com avaliação de fornecedores. Alta administração. Média gerência

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### 1 Introdução à Auditoria da Qualidade

##### 1.1 Definição e terminologia

##### 1.2 Importância de auditoria

##### 1.3 Benefícios

#### 2 ISO 9000

#### 3 Preparando para Auditoria

##### 3.1 Plano (exemplo)

##### 3.2 Programa (exemplo)

##### 3.3 Checklist / ferramentas (exemplo)

##### 3.4 Revisão de documentos

#### 4 Auditando

##### 4.1 Reunião de abertura / reuniões

##### 4.2 Conduzindo a auditoria

##### 4.3 Uso das evidências objetivas

##### 4.4 Comunicando não conformidade

#### 5 Resultados da Auditoria/Relatório

##### 5.1 Relatório da auditoria (exemplo)

##### 5.2 Registrando as não-conformidades

##### 5.3 Follow up

#### 6 Exercícios / Debates

##### 6.1 Questionário

##### 6.2 Fato ou ficção

##### 6.3 Reunião de abertura - Produtos Perfeitos Ltda.

##### 6.4 Conduzindo a auditoria - Produtos Perfeitos Ltda

## GERENCIAMENTO DE OBRAS

### OBJETIVO

Fornecer informações técnicas e administrativas, assim como, sugerir metodologias e procedimentos que permitam melhorar o desempenho gerencial na execução das obras e serviços, trazendo como resultado a redução de custos, melhoria na qualidade e prazos cada vez mais confiáveis

### PUBLICO-ALVO

Gerentes, engenheiros, supervisores e técnicos de construção civil, montagem eletromecânica e instrumentação que trabalham na área de gerenciamento, empreiteiras de obras, empreiteiras de manutenção e prestadoras de serviços em geral

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

#### 1 Gerenciamento

- 1.1 Conceitos sobre projetos, suas fases, ciclo de vida e seus problemas
- 1.2 Por que gerenciar um projeto
- 1.3 Objetivos principais do gerenciamento
- 1.4 Principais atividades; benefícios; dificuldades
- 1.5 Trabalho em grupo

#### 2 Contratação de Empreiteiras

- 2.1 Fases da contratação
- 2.2 Escopo técnico; proposta técnica; avaliação técnica
- 2.3 Proposta comercial; avaliação; negociação; contratação
- 2.4 Debates

#### 3 Administração Contratual

- 3.1 Objetivos; inadimplência; pleitos, custo, riscos, lucro
- 3.2 O que é um contrato; cláusulas e tipos
- 3.3 Administrador/gestor/contraparte de contrato
- 3.4 Debates

#### 4 Planejamento, Programação e Controle

- 4.1 Uma visão de planejamento
- 4.2 Programação, marcos contratuais; problemas potenciais;
- 4.3 Cronograma, histograma, avanço físico (curvas "S" e baleia); relatórios
- 4.4 Critérios de medição e EAP
- 4.5 Trabalho individual sobre EAP

#### 5 Execução da Obra

- 5.1 Instalações provisórias; organograma; efetivo e equipamentos
- 5.2 Programação detalhada dos serviços (materiais, projetos, equipamentos): estratégias

5.3 Acompanhamento e controle, sobre andamento dos serviços, problemas e providências

5.4 Controle da qualidade e do custo (metodologia)

#### 6 Testes

- 6.1 Planejamento, programação das atividades, recursos de ferramental e pessoal
- 6.2 Testes individuais, conjunto à frio, quente e produção
- 6.3 Debates

#### 7 Segurança do Trabalho

- 7.1 Política; legislação; análise e controle de riscos; relatórios
- 7.2 Ferramentas: OLA, DDS, patrulhas, reuniões, eventos, estatísticas, premiações.
- 7.3 Trabalho em grupo

#### 8 Meio Ambiente

- 8.1 Política; legislação; análise de riscos, otimização de uso (água e energia), geração de resíduos e coleta seletiva.
- 8.2 Ferramentas: estatísticas, patrulhas, reuniões e eventos
- 8.3 Exercício I

## **IMPLANTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DA ROTINA EM PROCESSOS**

### **OBJETIVO**

Capacitar os gestores dos processos na condução do gerenciamento da rotina do dia-a-dia, a obter resultados compromissos, através da otimização de seus recursos e o potencial de sua equipe

### **PÚBLICO-ALVO**

Gestores dos processos nos mais diferentes níveis gerenciais: supervisores e média gerencia

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

1 Abordagem da estruturação do gerenciamento da rotina do dia a dia praticada atualmente no mundo dos negócios

1.1 Evolução da qualidade como sistema de administração

1.2 Conceito de processo

1.3 Conceito de gerenciamento

1.4 Método de controle através do ciclo do PDCA

1.5 Estruturação dos processos

1.6 Sistema de medição de desempenho dos processos

1.7 Ferramentas da qualidade

2 Solucionando Problemas

2.1 Método e análise de solução de problemas

2.2 Estudo de caso

2.3 Implantação do sistema de gestão

## **MÉTODO DE AVALIAÇÃO E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS – MASP**

### **OBJETIVO**

O MASP como é conhecido o "método para análise e solução de problemas" é um curso voltado para técnicos/administradores que atuam no controle da qualidade de empresas e apresenta uma série de métodos para resolução de problemas partindo dos mais tradicionais como o Brainstorming e o Diagrama de Ishikawa até o chamado "8D - Oito Disciplinas" um método estruturado e muito eficaz na resolução de problemas mais complexos. Equipamentos necessários para realização do curso: Quadro ou louza, datashow, calculadoras simples, régua

### **PUBLICO-ALVO**

Pessoas com formação técnica tais como engenheiros, técnicos e administradores que atuem com qualidade, produção ou processo que necessitam frequentemente avaliar, identificar e resolver problemas operacionais possibilitando a melhoria da eficiência operacional e a redução de custos

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

Fatores que facilitam a solução de problemas fatores que dificultam a solução de problemas quando realmente temos um problema ferramentas da qualidade brainstorming fluxograma folha de verificação Diagrama de Pareto Gráfico de Paynter

Diagrama de Causa-Efeito FMEA Carta

Gráfico de Controle Capacidade de Processo Carta de Tendência Diagrama de Dispersão

6 Sigma

TRIZ

8D - As oito disciplinas

O curso toma como base que o participante não tenha nenhuma noção dos métodos para solução de problemas. Serão feitos exercícios continuamente -individualmente e em grupos- de forma a solidificar os conceitos dos mais simples aos mais complexos.

## **MÉTODOS PRÁTICOS PARA MELHORIA DA QUALIDADE**

### **OBJETIVO**

Transmitir à mão de obra operacional, informações sobre as diversas ferramentas indispensáveis à conquista da qualidade, utilizando exercícios práticos para a fixação dos conceitos. Além disso, as aulas fornecerão conhecimentos fundamentais sobre gerenciamento de processos e normas operacionais

### **PÚBLICO-ALVO**

Mão-de-obra operacional

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução à Utilização das Ferramentas para a Melhoria da Qualidade
- 2 Coleta de Dados
- 3 Lista de Verificação
- 4 Gráfico e Análise de Pareto
- 5 Diagramas de Causa e Efeito
- 6 Tipos de Gráficos para Controle
- 7 Fluxos de Processo
- 8 Como Avaliar Processos
- 9 Conceito de Problema
- 10 Metodologia para Análise e Solução de Problemas QC Story
11. Normalização
  - 11.1 Conceito geral
  - 11.2 Normas de gerenciamento de processos e operacionais
- 12 A importância do trabalho em equipe

## O NEGOCIADOR DE SUCESSO

### OBJETIVO

Reciclar e aprofundar os conhecimentos sobre técnicas de negociação, facilitando a percepção das oportunidades e benefícios que resultam do melhor entendimento das características pessoais agregadas ao uso diário das técnicas de negociação e entendimento da organização.

### PÚBLICO-ALVO

Empresas de todos os portes que necessitem alcançar, através de seus profissionais, novos patamares de crescimento negociável, seja nas relações internas ou externas.

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### 1 Conhecendo Você

##### 1.1 Características pessoais e atitudes

1.1.1 Fé, coragem, ambição, entusiasmo, persistência, boa vontade, bom humor, tato, argúcia, versatilidade, empatia e ego drive

##### 1.2 Habilidades pessoais

1.2.1 Sociais, de comunicação, de administração da tensão e de modificação do estilo

#### 2 Conhecendo as Técnicas de Negociação

##### 2.1 Fundamentos da negociação

2.1.1 Seu estilo, metas e expectativas, padrões e normas, relacionamentos, interesses do interlocutor, poder de influência

##### 2.2 Processo de negociação

###### 2.2.1 Preparação

###### 2.2.2 Troca de informações

###### 2.2.3 Proposta

###### 2.2.4 Concessões

###### 2.2.5 Fechamento

##### 2.3 A ética nas negociações

##### 2.4 Práticas e regras de uso diário do negociador



## **OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS ATRAVÉS DO EMPREGO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE**

### **OBJETIVO**

Divulgar e intensificar o uso de ferramentas estatísticas com vistas à otimização de processos, em escalas industrial e/ou laboratorial. Dotar o profissional de conhecimentos essenciais acerca de como planejar ensaios válidos e eficientes, de como coletar dados e analisar resultados e de como construir modelos empíricos utilizados no controle de processos

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais e a estudantes que atuem nas fases de planejamento, execução e controle de processos industriais e/ou laboratoriais

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Revisão de conceitos estatísticos
- 2 Capacidade de processos
  - 2.1 Conceituação de  $C_p$  e de  $C_{pk}$
  - 2.2 Distinção entre variabilidade a curto e a longo prazos
  - 2.3 Formas de cálculo de desvio-padrão
- 3 Análise de variância
  - 3.1 Objetivos da análise de variância (ANOVA)
  - 3.2 ANOVA one way e two way
- 4 Projetos fatoriais
  - 4.1 Projetos fatoriais em dois níveis completos e fracionários
  - 4.2 Noções sobre projetos fatoriais compostos e superfície de resposta
- 5 Análise de regressão
  - 5.1 Regressão linear múltipla para construção de modelos empíricos
- 6 Apresentação e discussão de casos práticos de otimização de processos vinculados ao setor minero-metalúrgico, a partir dos conceitos apresentados no curso

## PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS

### OBJETIVO

Este curso foi concebido de forma a assegurar que cada participante possa aplicar imediatamente após o término do curso, os conceitos de planejamento de experimentos na sua área de trabalho. O planejamento de experimentos tornou-se a mais poderosa ferramenta da última década para o melhoramento contínuo da qualidade, produtividade e redução de custo

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível superior

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- 1 Conceito de um produto com qualidade seis Sigma
- 2 Como usar o planejamento de experimentos para obtenção de um produto com qualidade seis Sigma
- 3 Porque não é uma boa estratégia modificar uma variável de cada vez em um experimento
- 4 Fundamentos dos planejamentos de experimentos
- 5 Como usar o planejamento de experimentos para obter a quantidade máxima de informação do seu produto ou processo usando o mínimo de recursos
- 6 Como usar o planejamento de experimentos para determinar as variáveis que mais influenciam a característica de qualidade desejada no produto
- 7 Como usar o planejamento de experimentos para determinar a melhor combinação das variáveis de processo, a fim de otimizar a característica de qualidade desejada no produto
- 8 Revisão dos conceitos básicos de Estatística
- 9 Introdução ao Planejamento Fatorial e suas aplicações
- 10 Planejamento Fatorial Completo
- 11 Planejamento Fatorial Fracionado
- 12 Otimização de Experimentos Estudo de Casos

## **REVISÃO NORMA NBR ISO 9001: 2008**

### **OBJETIVO**

Preparar o participante para a revisão dos requisitos NBR ISO 9001:2000 e apresentar o processo de UP Grade para NBR ISO 9001:2008, para a implementação, manutenção de um sistema de gestão da qualidade NBR ISO 9001

### **PÚBLICO-ALVO**

Gestores da Qualidade de empresas certificadas e em processo de certificação;  
Funcionários envolvidos na elaboração e revisão de documentos do sistema de gestão da qualidade;  
Auditores Internos que desejam se reciclar com base nas normas pertinentes;  
Alta e média Administração;  
Estudantes e interessados no assunto  
Conhecimento prévio da norma NBR ISO 9001:2000

### **CARGA HORÁRIA**

08 horas

### **PROGRAMA**

- 1 O Processo de revisão da Norma ISO 9000
- 2 ISO 9001:2008 – Interpretação dos Requisitos - comparativos com a norma ISO 9001:2000
- 3 O Processo de certificação ISO 9001:2008

## SISTEMAS DE GESTÃO INDUSTRIAL APLICADO AO SETOR METALÚRGICO – MES

### OBJETIVO

Atualizar os profissionais treinados para os desafios atuais da indústria, apresentando o atual modelo de gerenciamento Industrial baseado em sistemas integrados de última geração propostos pelo conceito MES. Os participantes receberão informação para atuar dentro de diferentes cenários de sistemas industriais com foco no mercado metalúrgico

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais da área de sistemas, logística, automação, gerenciamento industrial, qualidade, materiais, produção, manutenção e outros relacionados à área industrial, além de gerentes de projetos consultores que suportam a implantação de sistemas nestas áreas

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Contexto operacional da indústria (desafios para uma maior competitividade, técnicas modernas de gestão de manufatura, posicionamento da área industrial na cadeia logística)
- 2 Histórico de desenvolvimento tecnológico (sistemas de gestão empresarial e industrial, automação industrial, cim - computer integrated manufacturing)
- 3 Visão do posicionamento conceitual (MESA - Manufacturing Enterprise System Association, ISA S-95 - Enterprise Control System Integration Standard)
- 4 Apresentação das funcionalidades do MES (Apresentação prática e descrição de soluções específicas)
  - 4.1 Coleta de dados
  - 4.2 Controle do fluxo produtivo
  - 4.3 Rastreabilidade e genealogia
  - 4.4 Gerenciamento da qualidade
  - 4.5 Gerenciamento do processo
  - 4.6 Análise de desempenho
  - 4.7 Sequenciamento de produção - Scheduling
  - 4.8 Alocação de Recursos
  - 4.9 Apontamento de Mão-de-Obra
  - 4.10 Controle de dados e informações (documentos)
  - 4.11 Gerenciamento de manutenção
- 5 Demonstração de aplicações (Aprofundamento)
  - 5.1 Painel para descrições de casos
  - 5.2 Dinâmicas Ilustrativas – Projeto Otimiza
  - 5.3 Demonstração de ferramentas aplicadas ao MES



## **REDUÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS SIDERÚRGICAS**

# AGLOMERAÇÃO DE MINÉRIOS DE FERRO

## OBJETIVO

Para aqueles que atuam na área de mineração é importante conhecer quais são os requisitos e os potenciais para utilização de finos de minérios, e como agregar valores por aglomerações permitindo a sua utilização em processos de redução. Aos que atuam na área de redução de minérios é essencial os conhecimentos na área de aglomeração para analisar não só o processo em si como também as consequências nos processos subsequentes de redução e refino. Assim os objetivos deste curso são de reciclar e atualizar os conhecimentos para os técnicos e engenheiros que atuam nas áreas: de aglomeração de minérios; mineração; e de redução

## PÚBLICO-ALVO

Técnicos e engenheiros que atuam nas áreas: de sinterização e pelletização; de mineração; de redução de minérios de ferro; de redução de minérios de metais não ferrosos; e de reciclagem, recuperação, reaproveitamento de resíduos sólidos

## CARGA HORÁRIA

40 horas

## PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Introdução               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Panorama geral da siderurgia mundial                   <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1.1 Visão geral dos processos siderúrgicos</li> <li>1.1.2 Matérias primas siderúrgicas</li> <li>1.1.3 Processos de preparação de matérias primas</li> <li>1.1.4 Processos de aglomeração, suas principais características e suas consequências no processo de redução</li> </ul> </li> <li>1.2 Descrição geral do processo de sinterização                   <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1 Mecanismos de sinterização</li> <li>1.2.2 Reações de sinterização</li> <li>1.2.3 Permeabilidade da carga</li> </ul> </li> <li>1.3 Descrição geral do processo de pelletização                   <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1 Mecanismos de aglomeração a frio</li> <li>1.3.2 Cinética de pelletização</li> <li>1.3.3 Teoria de endurecimento de pelotas</li> <li>1.3.4 Mecanismos de sinterização (endurecimento ou queima) de pelotas                       <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.4.1 oxidação</li> <li>1.3.4.2 recristalização</li> <li>1.3.4.3 formação da fase líquida</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>2 Pelotização de Cura a Frio               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Pelotas auto-redutoras                   <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 As variáveis do processo</li> </ul> </li> <li>2.2 Os fundamentos de cura a frio                   <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Os aglomerantes</li> </ul> </li> <li>2.3 Exercícios</li> </ul> </li> <li>3 Sinterização de Minérios               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Papel da Sinterização numa usina siderúrgica                   <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 Balanço de massa da área de gusa e maximização do consumo de co-produtos de outras unidades</li> </ul> </li> <li>3.2 Análise operacional do processo de sinterização                   <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Equipamentos principais e auxiliares</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4 Pelotização Convencional               <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Análise operacional do processo de pelletização                   <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1 Equipamentos principais e auxiliares.</li> <li>4.1.2 As principais variáveis operacionais.</li> <li>4.1.3 As matérias primas (pellet feed, coque, aglomerantes, fundentes etc), seus pré-tratamentos e suas qualidades químicas, físicas e mineralógicas.</li> <li>4.1.4 Dosagem e mistura.</li> <li>4.1.5 Pelotização</li> <li>4.1.6 Pelotas e suas propriedades a frio</li> <li>4.1.7 Processo de queima (sinterização)</li> <li>4.1.8 Fatores que influenciam na produtividade</li> <li>4.1.9 Controles do processo</li> <li>4.1.10 Qualidade das pelotas queimadas tipos, especificações, ensaios/testes</li> </ul> </li> <li>4.2 Necessidades energéticas e suas fontes                   <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 Efeito da adição de coque na pelota</li> <li>4.2.2 Balanço térmico</li> </ul> </li> <li>4.3 Exercícios</li> </ul> </li> <li>5 Modelos Matemáticos na Sinterização e na Pelotização               <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Fundamentos de simulação de processos                   <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1.1 Do problema real ao modelo matemático</li> <li>5.1.2 Descrição do modelo físico</li> <li>5.1.3 Hipóteses simplificadoras</li> <li>5.1.4 Descrição matemática</li> <li>5.1.5 Solução numérica</li> </ul> </li> <li>5.2 Modelo da sinterização                   <ul style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 Descrição do modelo</li> <li>5.2.2 Dados operacionais necessários</li> <li>5.2.3 Determinação das taxas de reações</li> <li>5.2.4 Previsões da frente de combustão</li> <li>5.2.5 Previsões da evolução da composição do sinter</li> <li>5.2.6 Previsão dos parâmetros operacionais</li> <li>5.2.7 Utilização de combustíveis alternativos</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3.2.2 As principais variáveis operacionais  
 3.2.3 As matérias primas (sinter feed, coque, fundentes etc) e suas qualidades químicas, físicas e mineralógicas  
 3.2.4 Pátio, mistura, pré-aglomeração (micropelotização) e do modo de carregamento  
 3.2.5 Outros fatores que influenciam na produtividade  
 3.2.6 Controles do processo  
 3.3 Necessidades térmicas  
 3.3.1 Balanço térmico  
 3.4 Qualidade de sinter  
 3.4.1 Tipos, especificações, ensaios/testes  
 3.5 Controle ambiental  
 3.6 Novas tecnologias de processo aplicadas à sinterização  
 3.7 Exercícios

5.2.8 Exercícios utilizando software para simulação da sinterização  
 5.3 Modelo do processo pelotização  
 5.3.1 Modelo de formação da pelota crua  
 5.3.2 Modelo de cura em fornos contínuos  
 5.3.3 Dados operacionais necessários  
 5.3.4 Determinação das taxas de reações  
 5.3.5 Previsões da evolução da composição do sinter  
 5.3.6 Previsão dos parâmetros operacionais  
 5.3.7 Exercícios utilizando software para simulação da cura na pelota em fornos contínuos

## **CARVÃO APLICADO À FABRICAÇÃO DE COQUE DE ALTO-FORNO**

### **OBJETIVO**

Introdução aos principais temas da ciência do carvão relativos à fabricação de coque de alto-forno, como suporte na busca dos conhecimentos necessários à resolução de problemas relacionados, direta ou indiretamente, à aplicação de carvão na siderurgia a coque

### **PÚBLICO-ALVO**

O curso é projetado para apresentar os diferentes aspectos da fabricação de coque de alto-forno e destinado a gerentes, engenheiros, supervisores, especialistas, pesquisadores e fornecedores da indústria de carvão e coque

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 O papel do coque no alto-forno
- 2 Origem e formação de carvão
- 3 Classificação de carvão
- 4 Ocorrências e fontes de abastecimento de carvão
- 5 Mercado de carvão e cenários futuros
- 6 Transporte de carvão
- 7 Recebimento, estocagem e preparação de carvão
- 8 Petrografia de carvão
- 9 Aspectos teóricos da coqueificação
- 10 Caracterização de carvão para coque de alto-forno
- 11 Seleção de carvões e formulação de misturas de carvões
- 12 Coqueificação em bateria de fornos horizontais
- 13 Caracterização de coque de alto-forno



## **FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA EM ALTO-FORNO**

### **OBJETIVO**

Atualização tecnológica nas áreas de projeto, operação e manutenção de alto-forno com geração de literatura técnica em língua portuguesa

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros, técnicos e operadores que atuam nas áreas de projeto, operação e manutenção de alto forno, bem como estudantes de engenharia e de escolas técnicas

### **CARGA HORÁRIA**

40 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Evolução Histórica do Alto-Forno
- 2 Descrição de Uma Instalação de Um Alto-Forno
- 3 Alto-Forno: Características Principais, Regiões, Perfil Refratário, Volumes Do Alto Forno, Principais Indicadores de Performance Operacional
- 4 Princípio de Funcionamento do Alto-Forno
- 5 Matérias-Primas para o Alto-Forno, Minérios Pelotas, Sinter, Coque, Carvão Vegetal e Importância do Controle dos Principais Índices de Qualidade
- 6 Controle Operacional do Alto-Forno
- 7 Projeto e Manutenção; Af Projeto Estrutural, Carcaça, Montagem, Projetos de Topos e Suas Vantagens. Sistema de Equalização e Alívio do Topo
- 8 Legislação Ambiental Para Área de Alto Forno
- 9 Sistema de Segurança e Prevenção de Acidentes em Área de Altos Fornos

## FABRICAÇÃO DE FERRO GUSA EM ALTO-FORNO A CARVÃO VEGETAL

### OBJETIVO

Atualização tecnológica nas áreas de projeto, operação e manutenção de alto-forno Com geração de literatura técnica em língua portuguesa

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, técnicos e operadores que atuam nas áreas de projeto, operação e manutenção de alto forno, bem como estudantes de engenharia e de escolas técnicas

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- 1 Descrição do Alto-Forno a Carvão Vegetal
  - 1.1 Sistema de carregamento – casa de silos, pesagem, skips, caçambas, correias, topo com cones e topo sem cones
  - 1.2 Sistema de sopro – sopradores, tubulações, válvulas, glendons etc.
  - 1.3 Sistema de injeções e enriquecimento do ar com oxigênio
  - 1.4 Sistema de limpeza de gás – equipamentos e sua eficiência
  - 1.5 Casa de corrida e lingotamento de gusa (transporte de gusa)
  - 1.6 Utilidades – água, energia elétrica, vapor, manuseio do gás(GAF)
- 2 Princípio de Funcionamento do Alto-Forno
  - 2.1 Físico-química do processo
  - 2.2 Físico-química das escórias
  - 2.3 Aerodinâmica do Alto forno a carvão vegetal
- 3 Matérias Primas para Alto-Forno a Carvão Vegetal: Minério de Ferro, Aglomerados, Carvão e suas Especificações e Controle de Qualidade
- 4 Distribuição de Carga com Uso de Topo com Cones e sem Cones
- 5 Controle Térmico
- 6 Operação do Forno, Cálculo de Carga(Base de Carvão), Anormalidades de Marcha
- 7 Operação do Glendom, Uso do GAF e Normas de Segurança
- 8 Operação da Casa de Corrida, Furos de Gusa, Canais de Gusa e Escória, Sistema de Lingotamento ou Transporte de Gusa, Granulação de Escória
- 9 Normas de Paradas das Emergenciais, Reinício de Sopro, Operações Especiais

10 Práticas de início de sopro(blow in), Parada para Reforma

11 Prática de Injeção de Finos, Equipamentos, Desempenho

12 Revestimento Refratário para Alto-Forno a Carvão Vegetal

13 Projeto de Alto-Forno a Carvão Vegetal

13.1 Estrutura da carcaça e de sustentação

13.2 Sopradores tubulações e glendom, enriquecimento com oxigênio

13.3 Sistema de limpeza de gás atendendo às normas ambientais

13.4 Casa de corrida, furos de gusa, canais, despoeiramento

13.5 Lingotadeira circular

13.6 Sistema de granulação de escória

13.7 Sistema de injeção de finos

13.8 Centro de controle de operação, sondas perfilômetros, medidores de temperaturas e pressões, instrumentação de monitoração da operação

13.9 Sistemas de despoeiramento para atender normas ambientais

13.10 Geração de energia elétrica com uso do GAF

13.11 Possibilidade de instalação de uma unidade de Sinterização, para compor a preparação

13.12 Disposição de resíduos como pó de AF e lama

14 Reflorestamento – Práticas Usuais

15 Processos de Carvoejamento – Rendimentos, Importância, Créditos de Carbono etc.

## INJEÇÃO DE MATERIAIS PULVERIZADOS EM ALTOS-FORNOS

### OBJETIVO

Fornecer uma visão histórica e macroscópica da injeção de carvão pulverizado em altos-fornos, além de fornecer informações técnicas detalhadas da metodologia adotada no sentido de se obter melhores resultados na operação de altos-fornos com injeção. Apresenta dados de engenharia, projeto e pesquisa na área, bem como fundamentos metalúrgicos e de fenômenos de transporte associados ao processo. Discute dados de qualidade de carvão, aspectos econômicos e futuros da injeção em altos-fornos

### PÚBLICO-ALVO

Destinado a engenheiros de processo, pesquisador, chefe de unidades de redução, pessoal ligado a utilidades, manutenção, pesquisa e operação de sistemas de injeção de materiais pulverizados

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Aspectos Históricos e Tecnológicos da Injeção de Materiais Pulverizados
- 2 Fundamentos da Injeção de Carvão Pulverizado
  - 2.1 Termodinâmica, cinética e fenômenos de transporte
- 3 Efeitos da Injeção de Carvão em Altos-Fornos
  - 3.1 Carvão vegetal
  - 3.2 Coque
- 4 Tecnologia da Injeção de Carvão Pulverizado, Engenharia e Projeto
- 5 Qualidade de Matérias-primas para Injeção
- 6 Aspectos Econômicos da Injeção
- 7 A Questão da Simulação Aplicada a Injeção de Carvão Pulverizado
  - 7.1 Simulação do reator
  - 7.2 Simulação da oxidação com elevado gradiente térmico

## **MINÉRIO DE FERRO - PROCESSOS DE OBTENÇÃO E SUA UTILIZAÇÃO NA SIDERURGIA**

### **OBJETIVO**

Atualizar conhecimentos técnicos e discutir inovações tecnológicas na cadeia produtiva de matérias-primas portadoras de ferro da indústria siderúrgica

### **PÚBLICO-ALVO**

Todos os profissionais diretamente envolvidos na indústria de ferro e aço assim como fornecedores de insumos, equipamentos e de serviços de engenharia e de meio ambiente

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Geologia e Mineralogia de Minérios de Ferro
- 2 Pesquisa de Jazidas de Minérios de Ferro
- 3 Planejamento de Lavra e Métodos de Lavra
- 4 Caracterização Tecnológica
- 5 Processamento Mineral
  - 5.1 Cominuição e separação por tamanhos
  - 5.2 Métodos de concentração
  - 5.3 Separação sólido / líquido
  - 5.4 Otimização, controle e automação de processos de beneficiamento
- 6 Aglomeração
  - 6.1 Sinterização
  - 6.2 Pelotização
- 7 Produção de Gusa
  - 7.1 Influência das características da matéria-prima
- 8 Redução Direta
  - 8.1 Influência das características da matéria-prima
- 9 Mercado de Minérios de Ferro
- 10 Tendências Futuras

## MODELAMENTO DE PROCESSOS METALÚRGICOS

### OBJETIVOS

Apresentar os conhecimentos básicos que permitem elaborar os modelamentos físicos e matemáticos de processos de extração, síntese e refino.

### PÚBLICO-ALVO

Uma das disciplinas mais importantes na área de processos metalúrgicos, que constitui o coroamento dos conhecimentos fundamentais de fenômenos de transporte e termodinâmica aplicados aos processos metalúrgicos.

### CARGA HORÁRIA

36 horas

### PROGRAMA

- 1 Análise de Processos Reatores de Leitos Fixos e Móveis
- 2 Escoamento não Uniforme
  - 2.1 Gás
  - 2.2 Sólido
  - 2.3 Líquido
  - 2.4 Partículas finas em leitos compactos
- 3 Análise de Energia em Processos de Redução
- 4 Fusões de Sucatas e de Resíduos de Processos Utilizando-se Reação em Leito Móvel
- 5 Modelo Multidimensional de Alto-forno
- 6 Diminuição de Emissão de CO<sub>2</sub> em Processos de Redução
- 7 Síntese de of.  $Mg_2NiH_4$  por Combustão

## **MODELAMENTO FÍSICO E MATEMÁTICO DE PROCESSOS METALÚRGICOS**

### **OBJETIVO**

Apresentar os conhecimentos básicos que fundamentamos procedimentos que permitem elaborar os modelamentos físico e matemático de processos de extração, síntese e refino

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros, pesquisadores, estudantes de engenharia e técnicos com atuação em metalurgia / materiais

### **CARGA HORÁRIA**

32 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução à Engenharia de Processos
- 2 Fundamentos Termodinâmicos
- 3 Fundamentos Cinéticos
- 4 Fundamentos de Fenômenos de Transporte
- 5 Modelos Físicos
  - 5.1 Bancada
  - 5.2 Piloto
  - 5.3 Scale-up etc.
- 6 Métodos Matemáticos e Computacionais
- 7 Análise de Casos
- 8 Visita Técnica

## **NOVOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE FERRO PRIMÁRIO**

### **OBJETIVO**

Proporcionar uma visão fundamentada das alternativas de produção de ferro primário, existentes no mundo, fornecendo subsídios técnicos, econômicos e operacionais de processos não convencionais de produção daquele metal

### **PÚBLICO-ALVO**

Técnicos, engenheiros ligados ao setor metalúrgico interessados em estudar alternativas de tecnologias convencionais de produção de ferro primário

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Aspectos tecnológicos ligados aos novos processos de produção de ferro primário
- 2 Aspectos macro da siderurgia mundial
- 3 Fundamentos dos processos de redução
- 4 Avaliação de minérios para os novos processos
- 5 Avaliação de carvões para os novos processos
- 6 Descrição dos principais processos de produção de ferro primário
- 7 Avaliação econômica e ambiental dos novos processos de produção de ferro primário
- 8 Perspectivas futuras de produção de aço

## REDUÇÃO CARBOTÉRMICA DE ÓXIDOS METÁLICOS

### OBJETIVO

A otimização dos processos industriais existentes e o desenvolvimento de processos alternativos são fatores de sobrevivência para a metalurgia e principalmente para a siderurgia. O conhecimento profundo dos fundamentos teóricos e sua aplicação na análise e desenvolvimento dos processos industriais é o único meio de garantir o desenvolvimento de processos mais eficientes em termo energéticos e ambientais

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros, pesquisadores, estudantes de engenharia e técnicos com atuação em metalurgia e materiais

### CARGA HORÁRIA

36 horas

### PROGRAMA

- 1 Visão geral sobre redução de óxidos metálicos
- 2 Novos processos de produção de ferro primário
- 3 Fundamentos da redução e óxidos metálicos (Fe, Mn, Cr, Ti, Al, etc)
- 4 Os processos de auto-redução
- 5 Gaseificação de materiais carbonáceos
- 6 Redução direta
- 7 Os modelos matemáticos de redução de pelotas por meio gasoso
- 8 Os modelos matemáticos de redução de pelotas auto-redutoras
- 9 Carbonetação de ferro reduzido por misturas gasosas
- 10 Carbonetação de ferro reduzido em pelotas auto-redutoras
- 11 Potencial industrial dos processos de auto-redução carbotérmica



## REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA – MÓDULO ACIARIA ELÉTRICA

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico aos aciaristas das usinas semi-integradas que se confrontam com problemas de refratários. Serão abordados aspectos fundamentais e práticos sobre o uso de tijolos refratários e monolíticos nos diversos equipamentos da aciaria elétrica

### PÚBLICO-ALVO

Funcionários de Usinas Semi-Integradas envolvidos com operação e manutenção refratária dos seus diversos equipamentos

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Tendências Tecnológicas na Indústria de Refratários
- 3 Evolução das Tecnologias de Fabricação de Aço em Aciaria Elétricas e seus impactos sobre os refratários
- 4 Diagramas de Equilíbrio Aplicados às Escórias e Refratários na Aciaria Elétrica
- 5 Testes e Propriedades de Interesse a Refratários
- 6 Mecanismos Gerais de Desgaste em Refratários
- 7 Projetos Refratários
- 8 Aplicação de Refratários em Usinas Semi-Integradas
  - 8.1 Fornos Elétricos
  - 8.2 Painéis de Aço e Equipamentos de Refino Secundário
  - 8.3 Válvula Gaveta e Válvula de Jato Aberto
  - 8.4 Sistemas de Injeção de Gases
  - 8.5 Lingotamento Contínuo
  - 8.6 Fornos de Laminação

## REFRATÁRIOS PARA SIDERURGIA: MÓDULO REDUÇÃO

### OBJETIVO

Fornecer conhecimento básico aos funcionários de Usinas de Pelotização, de Usinas Siderúrgicas Integradas e de Altos-Fornos independentes que se confrontam com problemas de refratários. São abordados aspectos fundamentais e práticos sobre o uso de tijolos refratários, monolíticos e isolantes nos diversos equipamentos da área de redução

### PÚBLICO-ALVO

Funcionários de Usinas de Pelotização, Usinas Siderúrgicas Integradas, Altos-Fornos independentes e da Indústria de Refratários envolvidos com operação e manutenção refratária dos diversos equipamentos da área de redução

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Introdução
- 2 Testes e propriedades de interesse em refratários
- 3 Mecanismos gerais de desgaste em refratários
- 4 Refratários para Fornos de Pelotização
- 5 Refratários para Fornos de Sinterização
- 6 Refratários para Coqueria
  - 6.1 Construção
  - 6.2 Manutenção
- 7 Refratários para Alto-Forno
  - 7.1 Alto-Forno a carvão vegetal
  - 7.2 Alto-Forno a coque.
  - 7.3 Reparações intermediárias.
- 8 Refratários para Regeneradores
- 9 Casa de corrida de Altos-Fornos
  - 9.1 Massas de tamponamento
  - 9.2 Canais de corrida
- 10 Transporte e Manuseio de Gusa
  - 10.1 Carro Torpedo
  - 10.2 Panela de Gusa
  - 10.3 Misturadores



**ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS,  
TECNOLOGIA MINERAL DE FERROSOS E  
TECNOLOGIA MINERAL DE NÃO FERROSOS**

# **BARRAGENS DE REJEITOS: METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

## **OBJETIVO**

Destacar os principais aspectos de construção e segurança de barragens de rejeitos

## **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros de Minas e Geólogos

## **CARGA HORÁRIA**

24 horas

## **PROGRAMA**

- 1 Introdução
- 2 Fundamentação da concepção do projeto
  - 2.1 Espessamento
  - 2.2 Transporte
  - 2.3 Descarga
  - 2.4 Principais características da disposição dos rejeitos
- 3 Principais características geotécnicas por rejeitos
  - 3.1 Densidade in situ
  - 3.2 Limites de atterberg
  - 3.3 Índice de vazios inicial
  - 3.4 Consolidação ou adensamento
  - 3.5 Compressibilidade
  - 3.6 Permeabilidade
  - 3.7 Resistência ao cisalhamento
- 4 Avaliação da capacidade de armazenamento
- 5 Principais métodos construtivos de barragens de contenção de rejeitos
  - 5.1 Método da linha de montante
  - 5.2 Método da linha de jusante
  - 5.3 Método da linha de centro
- 6 Sistemas extratores de barragens de rejeitos
  - 6.1 Tulipa
  - 6.2 Galeria da encosta
  - 6.3 Sifão
- 7 Principais condicionantes da escolha do sítio de implantação
- 8 Tratamentos das fundações
- 9 Operação de barragens de rejeitos
- 10 Manutenção
- 11 Fase de abandono de barragens de rejeitos
- 12 Instrumentação
  - 12.1 Principais equipamentos utilizados
  - 12.2 Principais problemas x instrumentação
  - 12.3 Coleta, processamento e apresentação dos dados da instrumentação

## BOMBEAMENTO DE POLPAS E CLASSIFICAÇÃO

### OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalham com esta especialidade, mas não têm formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimo necessários para o bom desempenho de sua função

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que trabalham com separação por tamanhos, classificação de materiais em suspensão, minérios finos ou produtos, manuseio de materiais finos em suspensão ou polpas com ou sem formação básica em mineração. Profissionais de vendas ou aplicações correlatas (bombas, tubulações, reagentes químicos, etc.). Material necessário: máquina de calcular

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### 1 Equipamentos

1.1 Bombas de polpa: Comparação de bombas centrífugas e de polpa; tubulações e acessórios; revestimentos; desempenho das bombas de polpa.

1.2 Hidrociclones: tipos, materiais, geometria; comparação entre os diversos modelos e aplicações.

1.3 Sistemas de classificação e transporte de materiais particulados em suspensão (polpa): arranjos, linhas de polpa e acessórios.

1.4 Aspectos teóricos e aplicação do bombeamento de polpa:

1.5 Curvas características da bomba e do sistema; Desempenho das bombas de polpa; cálculo da energia consumida (potência); comportamento das polpas; tipos de fluxo de polpas e escoamento; velocidade de transporte; noções de reologia das polpas e sua caracterização; perda de carga; escoamento homogêneo e heterogêneo; uso de reagentes auxiliares no transporte de polpas. Dimensionamento de bombas e tubulações de polpa. Transporte em minerodutos.

#### 2 Classificação em ciclones

2.1 Equipamentos de classificação: mecânicos e centrífugos (hidrociclones).

2.2 Elutriador e classificador espiral. Descrição do funcionamento e aplicação de hidrociclones; Modelagem do sistema-curva de partição real e corrigida, diâmetro de corte, eficiência de separação, by pass.

#### 3 Projeto de instalações de classificação

3.1 Projeto de bombeamento, de linhas (tubulações), distribuidores e ciclones.

3.2 Dimensionamento e seleção.

#### 4 Revisão de conceitos básicos

4.1 Tamanhos e distribuições de tamanhos, área específica (Blaine), umidade, polpas, balanços de massas e de água, densidades, etc.

#### 5 Exercícios

5.1 Não serão estudados aspectos de Engenharia Mecânica tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes, ou ainda aspectos de custos. O enfoque é totalmente de processos.

## BRITAGEM E PENEIRAMENTO

### OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalhem com esta especialidade, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o bom desempenho de sua função. Não serão estudados aspectos de engenharia mecânica tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes, o enfoque é totalmente de processos

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que trabalham com separação por tamanho ou redução de tamanho de minerais, matérias-primas ou materiais granulados, em beneficiamento de minérios, mas não têm a formação específica. Profissionais de Vendas de equipamentos ou insumos

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

#### BRITAGEM

- 1 Equipamentos
  - 1.1 Britadores de mandíbula
  - 1.2 Britadores da família dos giratórios
  - 1.3 Tamanhos
- 2 Produtos de Britadores
  - 2.1 Modelos matemáticos de distribuição granulométrica de produtos de britagem
  - 2.2 Escalpe e operação em circuito fechado
- 3 WI de Britagem
- 4 Seleção de Britadores
  - 4.1 Exercícios
- 5 Desgaste de Peças de Britadores
  - 5.1 Exercícios sobre desgaste de britadores
- 6 Instalações
- 7 Operação
  - 7.1 Lubrificação
  - 7.2 Regulagem
  - 7.3 Problemas operacionais
  - 7.4 Projeto das mandíbulas
  - 7.5 Prática operacional
  - 7.6 Cubicidade das partículas
  - 7.7 Controle automático de processo
  - 7.8 Britagem em minas subterrâneas
  - 7.9 Mineração subterrânea de carvão
  - 7.10 Britagens móveis e semi-móveis
- 8 Outros Tipos de Britadores e Moinhos
  - 8.1 Classificação dos equipamentos de cominuição pela velocidade
  - 8.2 Britador autógeno
  - 8.3 Britadores de rolos

#### 8.4 Equipamentos de alta velocidade

- 9 Britadores de Impacto
  - 9.1 Construção e operação
  - 9.2 Equipamentos encontrados no mercado

#### PENEIRAMENTO

- 1 Equipamentos
  - 1.1 Peneiras e grelhas vibratórias
  - 1.2 Peneiras e grelhas fixas
  - 1.3 Peneiras rotativas
  - 1.4 Outras peneiras
  - 1.5 Características dos equipamentos
  - 1.6 Movimento circular e retilíneo
  - 1.7 Elementos construtivos
- 2 Dinâmica do Peneiramento
  - 2.1 Comportamento coletivo do leito de partículas
  - 2.2 Comportamento individual das partículas
- 3 Quantificação do Processo de Peneiramento
- 4 Tipos de Telas
- 5 Dimensionamento de Peneiras
- 6 Aspectos Operacionais
- 7 Revisão de conceitos básicos
  - 7.1 Tamanhos e distribuições de tamanhos
  - 7.2 Área específica (Blaine)
  - 7.3 Umidade
  - 7.4 Polpas
  - 7.5 Balanços de massas e de água
  - 7.6 Densidades
- 8 Exercícios

## BRITAGEM E PENEIRAMENTO DE CARVÃO MINERAL

### OBJETIVO

Treinamento em britagem, peneiramento e moagem de carvão para técnicos e engenheiros que trabalham com esta matéria prima mineral e não têm a formação necessária. O enfoque é totalmente de processos

### PÚBLICO-ALVO

Técnicos e engenheiros de coqueria e pátio de carvão (siderurgia), termoeletricas

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

Cominuição do Carvão

1 Considerações Gerais

2 Distribuição de Tamanhos

3 Medida da Cominubilidade dos Carvões

4 Mecanismos de Cominuição dos Carvões

4.1 Comportamento microscópio

4.2 Comportamento macroscópio

4.3 Modelo de cominuição do carvão

4.4 Segregação granulométrica

5 Equipamentos Moinho de Galga Moinhos  
Raymonds e Williams Pulverizador de bolas

6 Problemas sobre Cominuição dos Carvões

7 Classificação de Equipamentos de Cominuição  
pela Velocidade

8 Britador Bradford, Britadores de Rolos,  
Britadores de Impacto, Moinhos de Martelos,  
Equipamentos de Alta Velocidade

8.1 Construção e operação

8.2 Equipamentos encontrados no mercado

9 Peneiramento

9.1 Equipamentos

9.1.1 Peneiras e grelhas vibratórias

9.1.2 Peneiras e grelhas fixas

9.1.3 Peneiras rotativas

9.1.4 Outras peneiras

9.1.5 Características dos equipamentos

9.1.6 Movimento circular e retilíneo

9.1.7 Elementos construtivos

10 Dinâmica do Peneiramento

10.1 Comportamento coletivo do leito de  
partículas

10.2 Comportamento individual das partículas

11 Quantificação do Processo de Peneiramento

12 Tipos de Telas

13 Dimensionamento de Peneiras

14 Aspectos Operacionais

15 Revisão de Conceitos Básicos

15.1 Tamanhos e distribuições de tamanhos

15.2 Área específica (Blaine)

15.3 Umidade

15.4 Polpas

15.5 Balanços de massas e de água

15.6 Densidades

16 Exercícios

Não serão estudados aspectos de Engenharia  
Mecânica tais como cálculo de tensões nas  
máquinas ou dimensionamento mecânico de  
estruturas e compo

## COMINUIÇÃO: BRITAGEM E MOAGEM

### OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalhem com estas especialidades, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o bom desempenho de sua função. Não serão estudados aspectos de Engenharia Mecânica tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes. O enfoque é totalmente de processos

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que trabalham com preparação e redução de tamanho de minerais, matérias-primas ou materiais granulados, beneficiamento de minérios, ou atividades afins, particularmente, naqueles onde haja britagem ou moagem industrial, mas não têm a formação específica. Profissionais de vendas de equipamentos ou insumos.

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

#### 1 Britagem

Equipamentos

britadores de mandíbula

britadores da família dos giratórios

noções de tamanho de partícula e formas de medir tamanho

produtos de britadores

modelos matemáticos de distribuição granulométrica de produtos de britagem

escalpe e operação em circuito fechado

WI de britagem

seleção de britadores

desgaste de peças de britadores; instalações; operação; lubrificação; regulagem; problemas operacionais; projeto das mandíbulas; prática operacional: cubicidade das partículas; controle automático de processo; britagens móveis e semi-móveis; outros tipos de britadores e moinhos; classificação dos equipamentos de cominuição pela velocidade; britador autógeno (Barmac, Tornado, VSI, etc.); britadores de rolos; equipamentos de alta velocidade; britadores de impacto. Comparação entre britagem fina e moagem grossa: vantagens e desvantagens de cada processo

#### 2 Moagem

Noções de mecanismo de quebra na moagem; moinhos rotativos bolas, barras, cylpebs; moinhos autógenos e semi-autógenos; outros moinhos: vibratórios, prensa de rolos, moinhos verticais, etc.; produtos de moagem, curvas de distribuição granulométrica; modelos de moagem; dimensionamento e seleção de moinhos tubulares; ensaios de Bond: determinação do WI e do índice de abrasividade (Ai)

#### 3 Revisão de Conceitos Básicos

Tamanhos e distribuições de tamanhos; área específica (Blaine); umidade; polpas; balanços de massas e de água; densidades



## CONCEITOS DE BENEFICIAMENTO DE MINÉRIOS

### OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalham com esta especialidade, mas não têm formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimo necessários para o bom desempenho de sua função. Não serão estudados aspectos de Engenharia

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que trabalham com materiais e minérios na preparação, estocagem e beneficiamento com ou sem formação básica em mineração. Profissionais de vendas ou aplicações correlatas (equipamentos, reagentes, insumos, etc.), etc. O curso abordará apenas aspectos de processo, não enveredando por dimensionamento mecânicos, elétricos ou afins

### CARGA HORÁRIA

16 horas

### PROGRAMA

- 1 Noções de Caracterização de Minérios e sua Importância no Beneficiamento de Minérios
- 2 Liberação: Cominuição (Britagem e Moagem) Peneiramento e Classificação
- 3 Métodos de Concentração: Separação Magnética, Óptica, Elétrica, Densitária (Gravimétrica), Flotação, "Sorting"
- 4 Equipamentos e Processos
- 5 Curvas de Partição Gravítica
- 6 Noções de Flotação
- 7 Seleção do Método para os Minérios
- 8 Liberação: Relação Recuperação-Teor
- 9 Circuitos de Concentração
- 10 Processos Complementares: Recuperação de Água, Desaguamento: Espessamento, Filtragem
- 11 Projeto, Instalação, Operação
- 12 Problemas Operacionais
- 13 Sistemas de Controle
- 14 Balanço de Massas
- 15 Exercícios
- 16 Revisão de Conceitos Básicos - Tamanhos e Distribuições de Tamanhos, Área Específica (Blaine), Umidade, Polpas, Balanços de Massas e de Água, Densidades, Ângulo de Repouso e de Escoamento, Ângulo de Escoamento Estático e Dinâmico etc., Mecânica tais como Cálculo de Tensões nas Correias ou nas Máquinas ou Dimensionamento Mecânico de Estruturas e Componentes, ou ainda Aspectos de Custos, o Enfoque é Totalmente de Processos

## **ESPESSAMENTO E FILTRAGEM**

### **OBJETIVO**

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalhem com esta especialidade, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o bom desempenho de sua função

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros e técnicos que operem sistemas de desaguamento ou recuperação de água em usinas metalúrgicas, de beneficiamento de minérios ou siderúrgicas. Profissionais de vendas de equipamentos ou insumos

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Espessamento
  - 1.1 Descrição do equipamento
  - 1.2 Mecanismo do espessamento
    - 1.2.1 Fundamentos
    - 1.2.2 Fenômenos envolvidos
  - 1.3 Dimensionamento de espessadores: Coe & Clevenger, Kynch ou Talmage & Fitch, Wilhelm & Naide
  - 1.4 Zona de compressão e regra dos 3 ft
  - 1.5 Prática operacional
  - 1.6 Espessadores de lamelas e high capacity
  - 1.7 Exercícios
- 2 Filtragem
  - 2.1 Descrição de equipamentos e sistema
    - 2.1.1 Filtros de discos
    - 2.1.2 Plano
    - 2.1.3 De tambor
    - 2.1.4 De correia
    - 2.1.5 Filtros-prensa
  - 2.2 Mecanismo de filtragem
  - 2.3 Meios filtrantes
  - 2.4 Dimensionamento e projeto de instalações
  - 2.5 Exercícios
- 3 Aspectos Teóricos
  - 3.1 Aspectos fluidodinâmicos
  - 3.2 Fenômenos de superfície
  - 3.3 Floculação e coagulação
  - 3.4 Produtos químicos utilizados na filtragem e espessamento
    - 3.4.1 Preparação e dosagem

## **FLOTAÇÃO NO TRATAMENTO DE MINÉRIOS**

### **OBJETIVO**

Proporcionar aos alunos a consolidação e atualização de conhecimentos na área de flotação

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais da área de mineração (técnicos de nível médio ou engenheiros), estudantes de pós-graduação e outros com interesse no tema

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

#### **1 Fundamentos**

Introdução, Importância e Fundamentos da Flotação; A Origem de Carga Superficial; Dupla Camada Elétrica; Espécies Iônicas; Potencial de Superfície; Potencial Zeta, etc.; Ponto de carga zero (pcz) e ponto isoelétrico (pi); Probabilidade de Flotação (colisão, adesão, transporte); Adsorção na Interface Sólido-Líquido.

#### **2 Sistema de Reagentes**

Coletores, espumantes e modificadores; Tipos, funções, natureza química, características, mecanismos de ação, etc.

#### **3 Fatores Operacionais**

Fatores Relacionados ao Minério e às Instalações; Dimensionamento; Fatores relacionados à Operação (condicionamento, aeração, agitação, concentração de sólidos na polpa, ambiente químico, nível da polpa, etc.); Finos: problemas e possíveis soluções.

## GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE MINERAÇÃO

### OBJETIVO

Fornecer informações para o pessoal envolvido na administração de projetos em mineração e metalurgia extrativa

### PÚBLICO-ALVO

Gerentes de projeto e demais profissionais envolvidos na administração de projetos

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 O Projeto
  - 1.1 Introdução
  - 1.2 Conceito de projeto
  - 1.3 Peculiaridades de um projeto mineiro
  - 1.4 Como conduzir um projeto de alto risco
    - 1.4.1 Decisão de empreender
    - 1.4.2 Projeto conceitual
    - 1.4.3 Projeto básico
    - 1.4.4 Projeto executivo
    - 1.4.5 Conceito de point of no return
  - 1.5 Estimativas de investimento
    - 1.5.1 Custos operacionais e sua precisão relativa
    - 1.5.2 Métodos de avaliação do investimento
  - 1.6 Outras atividades ligadas ao projeto
    - 1.6.1 Meio ambiente
    - 1.6.2 Debate com a comunidade
  - 1.7 Exigências legais relativas aos projetos de mineração
  - 1.8 Benefícios fiscais e outros incentivos
- 2 Coordenação
  - 2.1 Introdução
  - 2.2 Estruturas das equipes
  - 2.3 Planejamento
    - 2.3.1 Cronogramas
    - 2.3.2 Estrutura analítica do projeto
    - 2.3.3 Controle de custos
    - 2.3.4 Relatórios de andamento
  - 2.4 Composição de preços
    - 2.4.1 Contratos de preço global
    - 2.4.2 Preço unitário
    - 2.4.3 Por administração
    - 2.4.4 Cost plus fee
    - 2.4.5 Cost plus fixed fee
    - 2.4.6 Contratos guarda-chuva
    - 2.4.7 Chave-na-mão (turn key)
    - 2.4.8 Pacotes
    - 2.4.9 EPC
    - 2.4.10 EPCM
- 3 Suprimentos
  - 3.1 Introdução
  - 3.2 Compras técnicas
    - 3.2.1 Procedimentos de compra
    - 3.2.2 Qualificação de fornecedores
    - 3.2.3 Cronograma de compras
- 4 Gerenciamento de Implantação
  - 4.1 Inspeção, diligenciamento e tráfego
  - 4.2 Fiscalização de construção e montagem
  - 4.3 Posta-em-marcha
  - 4.4 Problemas específicos de minas em locais remotos
    - 4.4.1 Experiências brasileira e
    - 4.4.2 Experiência canadense
    - 4.4.3 Outras experiências
      - 4.4.3.1 Suécia
      - 4.4.3.2 Austrália
- 5 Infra-estrutura Urbana
  - 5.1 Construção de núcleos urbanos em locais remotos
    - 5.1.1 Infra-estrutura urbana
    - 5.1.2 Infra-estrutura de serviços
    - 5.1.3 Infra-estrutura social
    - 5.1.4 Terceirização
    - 5.1.5 Conflitos sociais em comunidades restritas
    - 5.1.6 Long distance commuting
  - 5.2 Impacto ambiental
    - 5.2.1 Impacto ambiental da atividade mineira
    - 5.2.2 Impacto ambiental da vila operária
    - 5.2.3 Impacto ambiental da cidade satélite
    - 5.2.4 Conflitos com a população original
- 6 Financiamento do Empreendimento e Outros Aspectos
  - 6.1 Empreendimentos minerários e formas de associação
    - 6.1.1 Venture capital companies
    - 6.1.2 Junior companies
    - 6.1.3 Acordos de pesquisa
    - 6.1.4 Earn-in agreements
    - 6.1.5 Opção de compra
    - 6.1.6 Joint ventures
  - 6.2 Transações de direitos minerários
    - 6.2.1 Cessão total ou parcial dos direitos minerários
    - 6.2.2 Oneração de direitos minerários
    - 6.2.3 Requisitos para a transação

- 3.2.3.1 plano de compras
- 3.2.4 Condições gerais de compra
- 3.2.5 Tomadas de preços
- 3.2.6 Diligenciamento de propostas
- 3.2.7 Julgamento de propostas
- 3.2.8 Emissão de pedidos
- 3.3 Procedimentos de Importação

## **INTRODUÇÃO À POLÍTICA MINERAL**

### **OBJETIVO**

Fornecer informações sobre as mudanças propostas pelo MME (Ministério de Minas e Energia) e abrir a discussão dentro da ABM, no sentido de fortalecer esta instituição

### **PÚBLICO-ALVO**

Profissionais ligados ao setor de mineração que tenham interesse na Política Mineral Brasileira.

### **CARGA HORÁRIA**

18 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Fundamentos e Objetivos da Política Mineral (conceitos de política, políticas públicas, políticas de recursos naturais e política mineral)
- 2 Política Mineral Comparada (Canadá, Austrália, EUA, África do Sul, China, América Latina e União Europeia)
- 3 Mineração e Meio Ambiente (sustentabilidade: desafios atuais e futuros)
- 4 O Novo Marco Regulatório da Mineração (questões relevantes)
- 5 O Novo Marco Regulatório da Mineração (continuação), a CFEM e a Agência Nacional de Mineração

## MOAGEM E CLASSIFICAÇÃO

### OBJETIVO

Discutir aspectos de redução de tamanho de frações finas e separação de frações abaixo do peneiramento industrial, não enveredando por dimensionamento mecânico ou estrutural de equipamentos e sistemas. O enfoque é eminentemente de processo, aplicado a diversos segmentos industriais como a indústria mineral, metalúrgica, cimenteira, de resíduos entre outros segmentos que utilizem a redução de tamanho de sólidos por métodos mecânicos.

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível superior e técnicos de indústrias que operem com redução de tamanho de sólidos, particularmente, naqueles onde haja moagem industrial ou a separação de sólidos finos.

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                             |                                                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 Noções de Mecanismo de Quebra na Moagem                   | 11 Curvas de Partição                                         |
| 2 Moagem:                                                   | 11.1 Modelos de Partição                                      |
| 2.1 Moinhos rotativos                                       | 11.1.1 Plitt                                                  |
| 2.1 Bolas                                                   | 11.1.2 Lynch e Rao                                            |
| 2.2 Barras                                                  | 11.1.3 Artherburn                                             |
| 2.3 Cylpebs                                                 | 11.1.4 Trawinski etc.                                         |
| 2.2 Moinhos autógenos e semi-autógenos                      | 12 Curvas de Distribuição e Modelos de Separação por Tamanhos |
| 3 Outros Moinhos                                            | 13 Seleção e Dimensionamento de Classificadores e de Ciclones |
| 3.1 Vibratórios                                             | 14 Classificação, Desaguamento, Deslamagem, Espessamento      |
| 3.2 Prensa de rolos                                         | 15 Circuitos de Moagem                                        |
| 3.3 Moinhos verticais etc.                                  | 15.1 Classificação                                            |
| 4 Produtos de Moagem, Curvas de Distribuição Granulométrica | 15.2 Projeto                                                  |
| 5 Modelos de Moagem                                         | 15.3 Instalação                                               |
| 6 Dimensionamento e Seleção de Moinhos Tubulares            | 15.4 Manutenção                                               |
| 7 Ensaio de Bond                                            | 15.5 Operação                                                 |
| 7.1 Determinação do WI e do Índice de Abrasividade (Ai)     | 16 Problemas Operacionais. Sistemas de Controle               |
| 8 Classificação                                             | 17 Conceitos Básicos de Beneficiamento de Minérios            |
| 8.1 Conceitos gerais                                        | 18 Balanço de Massas.                                         |
| 8.2 Aplicações                                              | 19 Revisão de Conceitos Fundamentais de Beneficiamento        |
| 9 Classificação                                             | 20 Exercícios                                                 |
| 9.1 Lâmina d'água                                           | 21 Visita                                                     |
| 9.2 Ciclones                                                |                                                               |
| 10 Noções                                                   |                                                               |
| 10.1 Partição                                               |                                                               |
| 10.2 Diâmetro mediano de separação                          |                                                               |
| 10.3 Diâmetro de corte                                      |                                                               |

## OPERAÇÕES AUXILIARES – PROCESSAMENTO DE SUSPENSÕES DE SÓLIDOS EM ÁGUA

### OBJETIVO

Fornecer o treinamento e o conhecimento mínimo necessário para o seu bom desempenho. Não serão estudados aspectos de Engenharia Mecânica tais como projeto das máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes. O enfoque é totalmente de processos

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos de formação diferente da de metalurgista ou de minas, que trabalhem em usinas de beneficiamento ou tratamento de resíduos e efluentes e precisem adquirir as noções necessárias para o seu bom desempenho profissional

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- |                                                |                                                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1 Introdução e Conceitos Básicos               | 5 Espessamento                                 |
| 1.1 Operações auxiliares                       | 5.1 Equipamentos e instalações                 |
| 1.2 Manuseio de sólidos granulados e de polpas | 5.2 Mecanismos do espessamento e clarificação  |
| 1.3 Separação sólido-líquido                   | 5.3 Prática operacional                        |
| 1.4 Balanços de água                           | 5.4 Novas tendências                           |
| 1.5 Polpas                                     |                                                |
| 2 Bombeamento de Polpas                        | 6 Filtragem                                    |
| 2.1 Equipamentos                               | 6.1 Equipamentos e instalações                 |
| 2.2 Instalações                                | 6.2 Mecanismos de filtragem                    |
| 2.3 Tubulações                                 | 6.3 Prática operacional                        |
| 2.4 Dimensionamento                            | 6.4 Novas tendências                           |
| 2.5 Minerodutos                                | 7 Floculação e Coagulação                      |
| 2.6 Operações e problemas operacionais         | 7.1 Mecanismos                                 |
|                                                | 7.2 Reagentes                                  |
| 3 Barragens de Rejeitos                        | 8 Produtos Químicos Auxiliares do Desaguamento |
| 3.1 Construção                                 |                                                |
| 3.2 Funcionamento                              |                                                |
| 3.3 Operação                                   |                                                |
| 3.4 Casos especiais                            | 9 Estudos de caso                              |
| 4 Desaguamento Mecânico                        |                                                |
| 4.1 Ciclones                                   |                                                |
| 4.2 Classificadores                            |                                                |
| 4.3 Centrifugas                                |                                                |
| 4.4 Peneiras                                   |                                                |
| 4.5 Silos                                      |                                                |
| 4.6 Pilhas                                     |                                                |



## OPERAÇÕES UNITÁRIAS DE TRATAMENTOS DE MINÉRIOS

### OBJETIVO

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalham com esta especialidade, mas não têm a formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimos necessários para o seu bom desempenho

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos que trabalham com a preparação e manuseio de matérias-primas minerais ou carvão e não têm formação básica em mineração

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- |                                                          |                                                                        |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução e Conceitos Básicos                         | 5 Classificação                                                        |
| 1.1 Operações unitárias                                  | 5.1 Equipamentos                                                       |
| 1.2 Fluxogramas                                          | 5.2 Funcionamento do ciclone                                           |
| 1.3 Adequação dos concentrados ao uso                    | 5.3 Funcionamento do classificador espiral                             |
| 1.4 Teor                                                 | 5.4 Funcionamento dos outros classificadores                           |
| 1.5 Polpas                                               | 5.5 Conceito de partição                                               |
| 1.6 Balanços de massas                                   | 5.6 Modelagem de processo                                              |
| 1.7 Metalúrgicos e de água                               | 6 Separação densitária                                                 |
| 1.8 Rougher, cleaner e scavenger                         | 6.1 Jigues                                                             |
| 1.9 Conceito de tamanho de partícula e sua medida        | 6.2 Equipamentos de meio denso e                                       |
| 1.10 Reologia de polpas                                  | 6.3 Equipamentos de lâmina d'água                                      |
| 2 Britagem                                               | 6.4 Princípios de operação e descrição dos equipamentos e sua operação |
| 2.1 Equipamentos                                         | 6.5 Possibilidades de uso e limitações                                 |
| 2.2 Relação de redução                                   | 6.6 Conceito de partição                                               |
| 2.3 Distribuição granulométrica dos produtos de britagem | 6.7 Modelagem de processo                                              |
| 2.4 Seleção de britadores                                | 7. Flotação                                                            |
| 2.5 Desgaste                                             | 7.1 Hidrofobicidade                                                    |
| 2.6 Prática operacional                                  | 7.2 Coleta e modulação da coleta                                       |
| 3 Peneiramento                                           | 7.3 Equipamentos                                                       |
| 3.1 Equipamentos                                         | 7.4 Operações auxiliares                                               |
| 3.2 Mecanismo do peneiramento                            | 7.5 Instalações e circuitos típicos                                    |
| 3.3 Quantificação do processo                            | 7.6 Reagentes                                                          |
| 3.4 Tipos de telas                                       | 7.7 Desenvolvimentos recentes                                          |
| 3.5 Dimensionamento e seleção                            |                                                                        |
| 4 Moagem                                                 |                                                                        |
| 4.1 Equipamentos                                         |                                                                        |
| 4.2 Mecanismos de moagem                                 |                                                                        |
| 4.3 Dinâmica interna dos moinhos tubulares               |                                                                        |
| 4.4 Desgaste                                             |                                                                        |
| 4.5 Carga circulante                                     |                                                                        |
| 4.6 Dimensionamento de moinhos segundo Bond e Rowland    |                                                                        |

## **PÁTIOS DE ESTOCAGEM**

### **OBJETIVO**

A atividade de estocagem, como também todas as atividades de manuseio de sólidos granulados (materials handling) situa-se numa área interdisciplinar não sendo totalmente coberta por nenhuma especialidade. Este programa de treinamento procura dar aos profissionais da área uma visão de conjunto e noções bastante precisas da operação de pátios e das operações de estocagem, homogeneização e amostragem. O enfoque desse curso totalmente de processos, não serão examinados detalhes mecânicos ou de construção de máquinas, tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes. Será necessária a utilização de máquina de calcular, lápis, borracha e papel. O Manual de Britagem da Faço, ou da Nordberg ou de outro bom fabricante será muito útil

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros com ou sem formação em Engenharia de Minas e técnicos que trabalhem com estocagem e manuseio de materiais granulares e precisem adquirir as noções necessárias para o seu bom desempenho profissional

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução e Conceitos Básicos
  - 1.1 Umidade
  - 1.2 Área específica
  - 1.3 Distribuições granulométricas
  - 1.4 Balanços de massas, de água e metalúrgicos
- 2 Estocagem e Homogeneização em Pilhas
  - 2.1 Pátios de minérios e de concentrados
  - 2.2 Estocagem de carvão
  - 2.3 Métodos de estocagem
    - 2.3.1 Chevron
    - 2.3.2 Windrow
    - 2.3.3 Windrow modificado
    - 2.3.4 Strata
    - 2.3.5 Cone Shell
  - 2.4 Retomada de pilhas
    - 2.4.1 Retomadores de rodas de caçambas
    - 2.4.2 Drum reclaimer
  - 2.5 Homogeneização alcançada
- 3 Amostragem
  - 3.1 Aspectos teóricos
  - 3.2 Regras de Richards e de Pierre Gy
  - 3.3 Normas de amostragem
  - 3.4 Equipamentos para amostragem
  - 3.5 Torres de amostragem
  - 3.6 Equipamentos para fracionamento de amostra
  - 3.7 Divisores de polpa

## **PENEIRAMENTO**

### **OBJETIVO**

Fornecer a engenheiros e técnicos que trabalham com esta especialidade, mas não têm formação específica, o treinamento e o conhecimento mínimo necessários para o bom desempenho de sua função

### **PÚBLICO ALVO**

Engenheiros e técnicos que trabalham com separação por tamanhos, peneiramento, materiais ou minérios granulados. Profissionais com ou sem formação na área, de vendas ou aplicações correlatas

### **CARGA HORÁRIA**

16 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução
  - 1.1 Mineiração e meio ambiente
  - 1.2 Elementos da mineração
  - 1.3 Fases da mineração
  - 1.4 Fluxograma de tratamento de minérios
- 2 Cominuição
  - 2.1 Princípios de cominuição
  - 2.2 Objetivos da cominuição
  - 2.3 Britagem
    - 2.3.1 Divisão da britagem
    - 2.3.2 Britadores
    - 2.3.3 Curvas granulométricas dos britadores
  - 2.4 Instalações móveis e semimóveis
  - 2.5 Moagem
- 3 Peneiramento
  - 3.1 Introdução
  - 3.2 Equipamentos
  - 3.3 Ação da peneira
  - 3.4 Comportamento das partículas
  - 3.5 Tipos de equipamentos
  - 3.6 Eficiência do peneiramento
    - 3.6.1 Dimensionamento dos equipamentos
  - 3.7 Tipos de telas
    - 3.7.1 Telas em poliuretano
    - 3.7.2 Telas em aço
  - 3.8 Balanço de massas e de água

## **PENEIRAS VIBRATÓRIAS**

### **OBJETIVO**

Fornecer uma base técnica precisa para quem trabalha na área

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros de minas e metalurgistas, técnicos, estudantes dos últimos anos destes cursos. Profissionais de vendas e assistência técnica que militam na área

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

1 Introdução e conceitos básicos: operações unitárias; fluxogramas; distribuição granulométrica, tamanhos de peneiras, outros métodos de medida de tamanhos, área de superfície, densidades real e aparente, análise química, mineralogia, conceito de teor, diluentes e contaminantes; balanços de massas, de águas e metalúrgico.

2 Peneiramento: equipamentos: peneiras vibratórias, grelhas vibratórias, peneiras fixas, grelhas fixas, peneiras rotativas, peneiras modulares, outras peneiras, movimento retilíneo e circular, tipos de telas, mecanismo do peneiramento: comportamento coletivo e individual das partículas, quantificação do processo: eficiência e imperfeição, dimensionamento e seleção de peneiras.

3 Exercícios: não serão estudados aspectos de Engenharia Mecânica tais como cálculo de tensões nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes. O enfoque é totalmente de processos.

4 Material necessário: os alunos deverão trazer máquina de calcular, lápis, borracha e papel. O Manual de Britagem da Faço, ou da Nordberg ou de outro bom fabricante é muito útil, embora não seja indispensável.

## PROCESSAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS: OPERAÇÕES AUXILIARES, ESTOCAGEM E MANUSEIO DE SÓLIDOS GRANULADOS

### OBJETIVO

Fornecer ao PÚBLICO ALVO o treinamento e o conhecimento mínimo necessário para o seu bom desempenho. Não serão estudados aspectos de Engenharia Mecânica tais como cálculo de tensões nas correias ou nas máquinas ou dimensionamento mecânico de estruturas e componentes. O enfoque é totalmente de processos.

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros e técnicos de formação diferente da de metalurgista ou de minas, que trabalhem em reciclagem ou em manuseio de matérias-primas minerais ou carvão e precisem adquirir as noções necessárias para o seu bom desempenho profissional.

### CARGA HORÁRIA

40 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                       |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1 Introdução e Conceitos Básicos                                                                      | 6 Amostragem                                    |
| 2 Umidade, Área Específica, Distribuições Granulométricas, Balanços de Massas, de Água e Metalúrgicos | 6.1 Aspectos teóricos                           |
| 3 Estocagem e Homogeneização em Pilhas, Pátios de Minérios e de Concentrados                          | 6.2 Regras de Richards e de Pierre Gy           |
| 3.1 Estocagem de carvão                                                                               | 6.3 Normas de amostragem                        |
| 3.2 Métodos de estocagem                                                                              | 6.4 Equipamentos para amostragem                |
| 3.2.1 Chevron                                                                                         | 6.5 Torres de amostragem                        |
| 3.2.2 Windrow                                                                                         | 6.6 Equipamentos para fracionamento de amostras |
| 3.2.3 Windrow modificado                                                                              | 6.7 Divisores de polpa                          |
| 3.2.4 Strata                                                                                          | 7 Alimentadores                                 |
| 3.2.5 Cone shell                                                                                      | 7.1 Tipos                                       |
| 3.3 Retomada de pilhas                                                                                | 7.2 Seleção                                     |
| 3.3.1 Retomadores de rodas de caçambas                                                                | 8 Transportadores de Correia                    |
| 3.3.2 Drum reclaimers                                                                                 | 8.1 Elementos construtivos,                     |
| 3.3.3 Outros                                                                                          | 8.2 Seleção de transportadores de correia       |
| 3.4 Homogeneização alcançada                                                                          | 8.3 Relações geométricas                        |
| 4 Estocagem em Silos                                                                                  | 8.4 Novos sistemas de transporte                |
| 4.1 Problemas da ensilagem e sua solução                                                              | 9 Transporte pneumático                         |
| 4.2 Construção de silos                                                                               | 10 Estudos de caso                              |
| 5 Aproximação Teórica                                                                                 |                                                 |
| Dimensionamento de silos segundo Jenike e Johansen                                                    |                                                 |

## SEPARAÇÃO GRAVÍTIVA

### OBJETIVO

Rever as operações unitárias envolvidas, seus fundamentos teóricos, os equipamentos utilizados e a sua prática operacional

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais que trabalhem na área e precisem de atualização ou de reforço no embasamento teórico

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Conceito, Histórico, Importância e Aplicação                                                                                         | 14 Jigues de Concentrado de Leito (Harz, Baum, Batac, Wemco-Remmer etc.)                                                                                                                                         |
| 2 Caracterização para o Beneficiamento Gravítico – Curva de Lavabilidade, Ensaio de Afunda-Flutua, Líquidos Densos e Magstream         | 15 Separação em Lâmina D'água: Calhas, Mesas Vibratórias, Espirais                                                                                                                                               |
| 3 Critério de Concentração, Enriquecimento e Relação de Concentração                                                                   | 16 Concentradoras, Cone Reichert                                                                                                                                                                                 |
| 4 Conceito de Curva de Partição (Curva de Tromp), Conceituação Probabilística e Modelos Matemáticos Existentes (Modelagem de Processo) | 17 Mecanismo de Separação                                                                                                                                                                                        |
| 5 Previsão de Resultados de Separações Reais                                                                                           | 18 Separadores Centrífugos (Falcon, Knelson, MGS, Jigue Centrífugo etc.)                                                                                                                                         |
| 6 Exercícios                                                                                                                           | 19 Circuitos Típicos: Carvão, Ouro, Minério de Ferro, Minerais Pesados                                                                                                                                           |
| 7 Separação em Meio Denso                                                                                                              | 20 Pré-Concentração, Sistemas em Série                                                                                                                                                                           |
| 8 Tambores, Rodas Teska, Vasos de Tromp, Ciclones de Meio Denso, Dwp, Outros Separadores                                               | 21 Ensaio de Bancada e "Scale Up"                                                                                                                                                                                |
| 9 Ciclones Autógenos                                                                                                                   | 22 Avaliação de Desempenho, Definições de Eficiência de Processo                                                                                                                                                 |
| 10 Circuito de Regeneração do Meio Denso                                                                                               | 23 Revisão de Conceitos Básicos – Umidade, Densidade, Tamanho, Caracterização Física, Química e Mineralógica Voltada à Concentração Gravítica, Área Específica (Blaine), Balanços de Massas, Água e Metalúrgicos |
| 11 Separação em Jigues                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 Mecanismo de Separação em Leitos                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                  |
| 13 Jigues de Concentrado de Fundo (Yuba, PanAmerican, Denver etc.)                                                                     |                                                                                                                                                                                                                  |

## **TÓPICOS DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E RESÍDUOS**

### **OBJETIVO**

Treinamento para profissionais formados na área (visando atualização) ou não formados na área que precisem desses conhecimentos para o melhor desempenho de suas funções

### **PÚBLICO-ALVO**

Destinado a técnicos de nível médio e superior que trabalhem com estas especialidades mas que não tenham formação universitária na área ou ainda profissionais que já tenham formação mas queiram reciclar conhecimentos

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Noções de Caracterização de Minérios e sua Importância no Beneficiamento de Minérios
- 2 Liberação: Cominuição e Classificação
- 3 Métodos de Concentração: Separação Magnética, Óptica, Elétrica, Densitária (Gravimétrica), Flotação, "Sorting"
- 4 Equipamentos e Processos
- 5 Curvas de Partição Gravítica
- 6 Noções de Flotação
- 7 Seleção do Método de Concentração para os Minérios
- 8 Liberação: Relação Recuperação-Teor
- 9 Circuitos de Concentração
- 10 Processos Complementares: Recuperação de Água, Desaguamento: Espessamento, Filtragem
- 11 Projeto, Instalação, Operação
- 12 Problemas Operacionais
- 13 Sistemas de Controle
- 14 Balanço de Massas
- 15 Exercícios

## **VARIÁVEIS DE CONTROLE E BALANÇO DE MASSAS DE PROCESSOS DE CONCENTRAÇÃO MINERAL**

### **OBJETIVO**

Fornecer uma base técnica precisa para quem trabalha na área

### **PÚBLICO-ALVO**

Engenheiros de minas e metalurgistas, técnicos, estudantes dos últimos anos destes cursos. Profissionais de vendas e assistência técnica que militem na área

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução e conceitos básicos: operações unitárias; fluxogramas; distribuição granulométrica, tamanhos de peneiras, outros métodos de medida de tamanhos, área de superfície, densidades real e aparente, análise química, mineralogia, conceito de teor, diluentes e contaminantes; balanços de massas, de águas e metalúrgico.
- 2 Amostragem. Aspectos teóricos, regras de Richards e de Pierre Gy, normas de amostragem. Equipamentos para amostragem. Torres de amostragem. Equipamentos para fracionamento de amostras. Divisores de polpa.
- 3 Conciliação de balanços: técnicas de conciliação, método dos mínimos quadrados.





## **TRATAMENTOS TÉRMICOS E ENGENHARIA DE SUPERFÍCIE**

# ANODIZAÇÃO E PINTURA

## OBJETIVO

Apresentar e discutir, por meio de uma abordagem básica e de fácil entendimento, os principais conceitos envolvidos na anodização e pintura de alumínio. Também serão apresentadas tecnologias para controle ambiental do processo

## PÚBLICO ALVO

Profissionais que atuam em áreas técnicas ou não técnicas de empresas que fazem o processo de anodização e pintura de alumínio ou usuárias de produtos anodizados e pintados, que necessitam de informações básicas dos diversos aspectos relevantes da produção e características destes produtos

## CARGA HORÁRIA

16 horas

## PROGRAMA

### Anodização

#### 1 Introdução

##### 1.1 Histórico da anodização

##### 1.1.1 Origem da anodização e sua evolução

##### 1.2 Importância do filme de óxido de alumínio

#### 2 Processos de Limpeza do Alumínio

##### 2.1 Descrição dos processos de pré-tratamento do alumínio

##### 2.2 Pré-tratamento mecânico

##### 2.2.1 Jateamento

##### 2.2.2 Tamboreamento

##### 2.2.3 Polimento mecânico

##### 2.2.4 Lustração

##### 2.3 Pré-tratamento químico

##### 2.3.1 Desengraxantes

##### 2.3.2 Alcalino por imersão

##### 2.3.3 Ácido por imersão

##### 2.3.4 Solventes

##### 2.3.5 Solventes emulsificáveis

##### 2.4 Polimento

##### 2.4.1 Eletrolítico

##### 2.4.2 Químico

##### 2.5 Fosqueamento

##### 2.6 Neutralização

#### 3 Processo de anodização

##### 3.1 Formação das camadas barreiras e porosas

##### 3.1.1 Tipos de anodização

##### 3.1.2 Influência dos parâmetros da anodização

##### 3.1.3 Propriedades da camada

##### 3.1.4 Concentração da solução

##### 3.1.5 Temperatura

##### 3.1.6 Voltagem

##### 3.1.7 Densidade de corrente

##### 3.1.8 Tempo de anodização

##### 3.1.9 Efeito das ligas

#### 4 Coloração da Película

##### 4.1 Por corantes orgânico

##### 4.2 Por eletrólise

#### 5 Selagem

##### 5.1 Fria

##### 5.2 Quente

#### 6 Controle de Qualidade

##### 6.1 Classes de camadas anódicas

##### 6.2 Espessura da camada anódica

##### 6.3 Avaliação da selagem

##### 6.4 Solidez à luz/ ultra violeta

### Pintura

#### 1 Pintura com Qualidade Assegurada – Norma ABNT 14125

##### 1.1 Preparação e proteção

##### 1.2 Seleção da tinta

##### 1.3 Aplicação

#### 2 Pintura Eletrostática a Pó

##### 2.1 Introdução

##### 2.2 Tipos de tinta a pó

##### 2.2.1 Termoplástico

##### 2.2.2 Termo conversíveis

#### 3 Processo de Aplicação de Tinta a Pó

##### 3.1 Fluidização

##### 3.2 Transporte do tanque às pistolas

##### 3.3 Geração de alta voltagem

##### 3.4 Técnicas de carga

##### 3.4.1 Carga corona

##### 3.4.2 Carga tribo

#### 4 Estufas de Cura

#### 5 Aplicação de Tinta Líquida ou Eletrostática a Pó sobre o Alumínio para Fins Arquitetônicos

##### 5.1 Normas de pintura

##### 5.2 Normas do alumínio

##### 5.3 Normas de tinta

##### 5.4 Aplicadores de tinta

#### 6 Resumo do Aplicador de Tinta

##### 6.1 Pré-tratamento

##### 6.2 Pintura

##### 6.3 Cura

## FOSFATIZAÇÃO DE METAIS FERROSOS

### OBJETIVO

Transmitir conhecimentos sobre a finalidade de uso das camadas fosfatizadas, com enfoque à fosfatização de metais ferrosos, sobre as propriedades dos diferentes tipos de fosfatização e sobre métodos de caracterização e verificação de desempenho de camadas fosfatizadas. Também serão transmitidos conhecimentos a respeito do processo de fosfatização

### PÚBLICO-ALVO

Graduados de nível superior, técnicos de nível médio que atuam na área e interessados no assunto

### CARGA HORÁRIA

18 horas

### PROGRAMA

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução<br>2 Tipos de Camadas Fosfatizadas<br>3 Utilização X Tipos de Fosfato X Massa de Fosfato dor<br>3.1 Unidade de Área<br>4 Função dos Principais Constituintes de um Banho de Fosfatização<br>4.1 Acidez livre, acidez total, relação acidez total/livre e pH<br>4.2 Outros ácidos livres<br>4.3 Fosfato diácido (ou primário) metálico formador da camada de fosfatização<br>4.4 Aceleradores<br>5 Estágios de um Processo de Fosfatização<br>5.1 Qualidade da água utilizada para o preparo das soluções de um processo de fosfatização<br>5.2 Lavagem com água<br>5.3 Alívio de tensões<br>5.4 Desengraxamento<br>5.5 Decapagem ou tratamento mecânico para remoção de produtos de corrosão<br>5.6 Verificação da eficiência da limpeza<br>5.7 Refinamento de grão ou ativação ou condicionamento<br>5.8 Neutralização<br>5.9 Influência do pré-tratamento nas características das camadas de fosfato<br>5.10 Pós-tratamento de selagem ou passivação<br>5.11 Lavagem com água deionizada<br>5.12 Secagem<br>5.13 Desidrogenação<br>5.14 Pós-tratamento para conformação | 6 Formação e Remoção de Lama e de Incrustações<br>7 Aplicação Tecnológica das Camadas Fosfatizadas<br>7.1 Camadas fosfatizadas utilizadas como base de pintura<br>7.2 Fosfatização pesada<br>7.3 Camadas fosfatizadas destinadas à conformação mecânica<br>7.4 Proteção contra corrosão sem proteção suplementar<br>8 Caracterização das Camadas Fosfatizadas<br>8.1 Aspecto visual<br>8.2 Verificação da presença da camada de fosfato<br>8.3 Identificação do tipo de fosfato<br>8.4 Determinação da massa de fosfato por unidade de área<br>8.5 Determinação da massa de fosfato por decapagem sem pesagem<br>8.6 Determinação da massa de fosfato por absorção no infravermelho<br>8.7 Determinação da espessura da camada fosfatizada<br>8.8 Ensaios de verificação da resistência à corrosão<br>8.9 Determinação do tamanho dos cristais<br>8.10 Verificação da porosidade<br>8.11 Determinação da rugosidade<br>8.12 Ensaios de imersão<br>8.13 Resistência a altas temperaturas<br>8.14 Determinação da capacidade de retenção de óleo<br>8.15 Determinação do carbono superficial |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# METALIZAÇÃO - DEPOSIÇÃO DE MATERIAIS NA FABRICAÇÃO E NA MANUTENÇÃO DE COMPONENTES MECÂNICOS E ESTRUTURAS METÁLICAS

## OBJETIVO

Apresentar o conjunto de processos de Metalização como ferramentas eficientes na otimização de fabricação e recuperação de peças que sofrem desgaste, prevendo aumento de sua vida útil sem que ocorra deformação dimensional. Ao final do curso, o participante estará apto a reconhecer como a Metalização poderá ser utilizada com sucesso nas situações de corrosão e desgaste, muitas vezes com resultados superiores àqueles obtidos na fabricação de novas peças.

## PÚBLICO-ALVO

Técnicos (engenheiros e outros) que atuem nas áreas de manutenção, engenharia, projetos, compras e vendas das indústrias siderúrgicas, metalúrgicas (automotiva, autopeças, componentes agrícolas) e mineração.

## CARGA HORÁRIA

16 horas

## PROGRAMA

- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 Metalização               | 9 Aplicação da camada         |
| 1.1 Histórico               | 9.1 Montagem                  |
| 1.2 Definições              | 9.2 Autoligante               |
| 1.3 Termos técnicos         | 9.3 Material                  |
|                             | 9.4 Sobremetal                |
| 2 Tipos de equipamentos     | 10 Acabamento                 |
| 2.1 Fontes de calor         | 10.1 Objetivos                |
| 2.2 Velocidade de partícula | 10.2 Necessidade              |
| 2.3 Utilização              | 10.3 Tipos de acabamento      |
| 3 Materiais                 | 11 Tratamentos posteriores    |
| 3.1 Ferrosos                | 11.1 Selagem                  |
| 3.2 Não-ferrosos            | 11.2 Fusão                    |
| 3.3 Cerâmicos               | 11.3 Difusão                  |
| 3.4 Carbetos                |                               |
| 3.5 Ligas especiais         | 12 Controle de Qualidade      |
| 3.6 Outros                  | 12.1 Ensaaios destrutivos     |
| 4 Características da camada | 12.2 Ensaaios não-destrutivos |
| 4.1 Formação                |                               |
| 4.2 Estrutura               | 13 Aplicações                 |
| 5 Vantagens do processo     | 13.1 Proteção contra corrosão |
| 6 Limitações de projeto     | 13.2 Proteção contra desgaste |
| 7 Limitações do processo    | 13.3 Recuperação dimensional  |
|                             | 13.4 Barreira térmica         |
| 8 Preparação da base        | 13.5 Condução térmica         |
| 8.1 Objetivos               | 13.6 Auto-lubrificação        |
| 8.2 Tipos de preparação     |                               |

## REVESTIMENTOS METÁLICOS PARA PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

### OBJETIVO

Transmitir e aprimorar conhecimentos sobre revestimentos metálicos destinados à proteção contra corrosão de equipamentos e estruturas metálicas, especialmente a proteção do aço carbono

### PÚBLICO-ALVO

Graduados de nível superior, técnicos de nível médio que atuam na área e demais profissionais interessados no assunto

### CARGA HORÁRIA

18 horas

### PROGRAMA

#### 1 Introdução

##### 1.1 Importância e Aplicação dos Revestimentos Metálicos

#### 2 Conceitos Básicos de Corrosão

3 Principais métodos de aplicação de revestimentos metálicos, com abordagem sob o ponto de vista de produto e não de processo. Os métodos de aplicação a serem considerados serão: Eletrodeposição, Imersão a Quente e Aspersão Térmica

#### 4 Classificação dos revestidos em Anódicos e Catódicos

#### 5 Revestimentos Específicos

##### 5.1 Alumínio

##### 5.2 Cádmio

##### 5.3 Zinco e suas Ligas (Zinco, Zinco/Alumínio, Zinco/Níquel, Zinco/Cobalto)

##### 5.4 Cobre e sua Ligas

##### 5.5 Níquel

##### 5.6 Cromo Decorativo

##### 5.7 Estanho

##### 5.8 Revestimentos de Conversão (Romatização do Zinco e de suas Ligas e do Cádmio, Fosfatização)

## **TÉCNICAS INOVADORAS DE TRATAMENTOS TERMOQUÍMICOS BASEADOS EM PLASMA**

### **OBJETIVO**

Fornecer ao público-alvo um panorama das tecnologias de tratamentos termoquímicos baseadas a plasma, indo desde uma descrição detalhada dos equipamentos utilizados até o desenvolvimento de processos para diferentes tipos de ligas metálicas. Apresentar também os benefícios deste tipo de tecnologias quando comparada aos métodos tradicionais de tratamento termoquímico tais como técnicas a gás e sais fundidos.

### **PÚBLICO-ALVO**

Gerentes, engenheiros, profissionais e técnicos que atuam na área de tratamentos termoquímicos e seus usuários, bem como estudantes de graduação e pós-graduação das áreas de mecânica, metalurgia e materiais.

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Introdução à Tecnologia do Plasma
- 2 Equipamentos Industriais
- 3 Plasma versus Gás e Sal Fundido
- 4 Operações de Tratamentos Termoquímicos Baseados a Plasma
- 5 Processos por Plasma
- 6 Superfícies Modificadas por Plasma
- 7 A Fronteira da Tecnologia em Plasma: Processos Duplex

## **TÓPICOS AVANÇADOS EM TRATAMENTOS TÉRMICOS E TERMOQUÍMICOS DOS AÇOS**

### **OBJETIVO**

Transmitir conceitos avançados e metodologia aplicada para aferição dos principais tipos de tratamentos térmicos e termoquímicos utilizados na indústria de transformação e indústria metal-mecânica. Ensinar ao profissional, metodologia de rastreamento de defeitos observados em tratamentos térmicos, permitindo que este consiga solucionar de forma metódica os problemas enfrentados no dia a dia com o assunto tratamentos térmicos

### **PÚBLICO-ALVO**

Técnicos e engenheiros com extensa experiência em Tratamentos Térmicos. Pessoal capacitado e envolvido no dia a dia com o tema Tratamentos Térmicos das áreas de mecânica, metalurgia, materiais, controle de qualidade e profissionais que atuem de modo direto ou indireto no tema de tratamentos térmicos e que já possuem grande conhecimento no assunto

### **CARGA HORÁRIA**

24 horas

### **PROGRAMA**

- 1 Revisão Geral dos Conceitos Fundamentais para o Tratamento Térmico
  - 1.1 Conceitos fundamentais do diagrama Fe-Fe<sub>3</sub>C
  - 1.2 As Curvas temperatura-tempo-transformação
  - 1.3 Operações de tratamento térmico
  - 1.4 Influência dos elementos de liga
- 2 Previsão Quantitativa das Transformações e Endurecibilidade dos Aços
  - 2.1 Níveis de endurecibilidade dos aços
  - 2.2 Correlação entre curvas de resfriamento, curvas Jominy, curvas TTT e níveis de dureza
  - 2.3 Aspectos quantitativos das curvas TTT
  - 2.4 A sistematização de Creusot-Loire para as curvas TTT e algoritmos de controle
  - 2.5 Interpretação e previsão de dureza, com apoio as curvas Jominy
- 3 Trincas – Origem e Controle
  - 3.1 Superaquecimento e queima dos aços de baixo carbono
  - 3.2 Detecção dos efeitos de queima
  - 3.3 Tensões residuais
  - 3.4 Trincas de resfriamento
  - 3.5 Distorções pós-tratamento
  - 3.6 Métodos para prevenção e controle de distorções
  - 3.7 A importância do projeto qualificado das peças
- 4 Análise das Tensões Residuais nos Aços Tratados Termicamente
  - 4.1 Origem das tensões residuais
  - 4.2 Técnicas de determinação das tensões residuais
  - 4.3 Técnicas de alívio das tensões residuais
- 5 Tratamentos Superficiais Avançados
  - 5.1 Métodos de difusão para endurecimento de superfície
  - 5.2 Carbonetação, nitretação e borretação
  - 5.3 Endurecimento seletivo de superfície
  - 5.4 Endurecimento por chama – técnicas e controle
  - 5.5 Endurecimento por laser – técnicas e controle
  - 5.6 Endurecimento por electron beam – técnicas e controle
  - 5.7 Endurecimento por plasma – técnicas e controle
  - 5.8 Análise da microestrutura e propriedades pós tratamento

## TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE COM LASERS

### OBJETIVO

Fornecer fundamentos da interação de feixes de laser com materiais e aplicar estes conhecimentos diretamente na modificação de superfícies com uso de lasers. Capacitar os participantes à desenvolver soluções próprias de tratamentos de superfície no ambiente produtivo. Oferecer um panorama das capacidades instaladas no Brasil para parcerias entre empresa e academia no processamento de materiais com laser, inclusive com apoio dos recentes programas governamentais de inovação

### PÚBLICO ALVO

Dirigentes, engenheiros, professores e técnicos que atuam no setor de tratamentos de superfície, incluindo-se a tecnologia de revestimentos e têmpera, a proteção de superfícies contra atrito, desgaste ou corrosão ou a tecnologia de camadas termoprotetoras. Os exemplos tratados no curso permitem aos alunos analisar casos reais nas indústrias de transformação, metal-mecânica, automotiva e aeroespacial

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Fundamentos de Lasers e Óptica
  - 1.1 Geração e propagação da radiação em meios materiais
  - 1.2 Conceitos básicos de lasers
  - 1.3 Lasers para Processamento de Material
  - 1.4 Caracterização e controle dos feixes de laser
  - 1.5 Normas de segurança na utilização de lasers
- 2 Fundamentos de Interação de Lasers com Materiais
  - 2.1 Processos de absorção de radiação em materiais
  - 2.2 Propriedades térmicas e termodinâmicas na interação laser-matéria
  - 2.3 Regime dos parâmetros de laser em aplicações de tratamento de superfície
- 3 Transformações de fase
  - 3.1 Efeitos do aquecimento do laser
  - 3.2 Transformações durante o resfriamento
  - 3.3 Solidificação rápida
  - 3.4 Resfriamento no estado-sólido
- 4 Tratamentos de superfície com lasers
  - 4.1 Marcação e gravação
  - 4.2 Texturização
  - 4.3 Têmpera
  - 4.4 Refusão, alloying e cladding
  - 4.5 Processamento por choque – laser shot peening
- 5 Oportunidades
  - 5.1 Panorama geral das atividades de processamento de materiais no Brasil
  - 5.2 Mecanismos de apoio à inovação tecnológica em empresas
  - 5.3 Comentários gerais



## TRATAMENTO TÉRMICO DO ALUMÍNIO E SUAS LIGAS

### OBJETIVO

Transmitir conceitos e metodologia dos principais tipos de tratamentos térmicos utilizados na indústria de transformação e indústria metal-mecânica

### PÚBLICO-ALVO

Técnicos, engenheiros e estudantes das áreas de mecânica, metalurgia, materiais, controle de qualidade e profissionais que atuem de modo direto ou indireto no tema de tratamentos térmicos de alumínio

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Conceitos Fundamentais dos Metais Puros e Ligas
  - 1.1 Ligas e seus constituintes
  - 1.2 Fase sólida e fase líquida
  - 1.3 Calor Latente de fusão
  - 1.4 Curvas de resfriamento de ligas e metais puros
  - 1.5 Solidificação de ligas e metais puros
  - 1.6 Ligas eutéticas
  - 1.7 Ligas não eutéticas
  - 1.8 Diagrama de equilíbrio
- 2 O Alumínio e suas Ligas
  - 2.1 Principais elementos de liga
  - 2.2 Classificação das ligas de alumínio
  - 2.3 Ligas de alumínio-silício
  - 2.4 Ligas de alumínio-cobre
  - 2.5 Ligas de alumínio-magnésio
  - 2.6 Ligas de alumínio-magnésio-silício
  - 2.7 Ligas de alumínio-zinco
- 3 Princípios dos Tratamentos Térmicos nas Ligas Não-Ferrosas
  - 3.1 A difusão nos metais e ligas
    - 3.1.1 Difusão nos metais puros
    - 3.1.2 Difusão em ligas
    - 3.1.3 A dependência da taxa de difusão com a temperatura
    - 3.1.4 Difusão intersticial
    - 3.1.5 Difusão no contorno de grão
  - 3.2 Recozimento e trabalho a frio
    - 3.2.1 Discordâncias
    - 3.2.2 Recristalização e crescimento de grão
    - 3.2.3 Fatores influentes na recristalização
  - 3.3 Homogeneização
    - 3.3.1 Recozimento para homogeneização química
  - 3.4 Precipitação
    - 3.4.1 O processo de precipitação
    - 3.4.2 O controle da precipitação pelo tratamento térmico
    - 3.4.3 Endurecimento por precipitação
  - 3.5 Endurecimento por formação de fases
- 4 O Tratamento Térmico das Ligas de Alumínio
  - 4.1 Precipitação de soluções sólidas
    - 4.1.1 Precipitação em ligas de alumínio-cobre
    - 4.1.2 Efeito nas propriedades físicas e eletroquímicas
  - 4.2 Endurecimento por tratamentos térmicos
    - 4.2.1 Superaquecimento
    - 4.2.2 Subaquecimento
    - 4.2.3 Tempo de aquecimento
    - 4.2.4 Oxidação em altas temperaturas
  - 4.3 Resfriamento
    - 4.3.1 Influência das taxas de resfriamento nas propriedades
    - 4.3.2 Atraso no resfriamento
    - 4.3.3 Resfriamento por imersão em água
    - 4.3.4 Resfriamento por chuveiros (spray)
    - 4.3.5 Resfriamento brusco e controlado
  - 4.4 Endurecimento por envelhecimento
    - 4.4.1 Envelhecimento natural e artificial
    - 4.4.2 Tipos de tratamentos de envelhecimento
    - 4.4.3 Efeitos termomecânicos do envelhecimento
  - 4.5 Endurecimento de ligas fundidas
  - 4.6 Alívio de tensões
    - 4.6.1 Mecanismos de alívio de tensões
    - 4.6.2 Efeito do envelhecimento na tensão residual
  - 4.7 Recozimento
    - 4.7.1 Recozimento pleno
    - 4.7.2 Recozimento parcial
    - 4.7.3 Recozimento para alívio de tensões
    - 4.7.4 Controle da atmosfera de recozimento
    - 4.7.5 Controle do crescimento de grão
  - 4.8 Classificação do revenimento para o tratamento térmico de ligas de alumínio
  - 4.9 Alterações dimensionais durante o tratamento térmico
  - 4.10 Estabilidade dimensional em serviço
- 5 Tratamentos Superficiais para Proteção e Acabamento
- 6 Equipamentos e Acessórios para Tratamentos Térmicos
  - 6.1 Banho de sal
  - 6.2 Aquecimento indutivo
  - 6.3 Fornos
    - 6.3.1 Uniformidade térmica
    - 6.3.2 Efeito da radiação
    - 6.3.3 Instrumentos de calibração

## TRATAMENTOS TÉRMICOS DO COBRE E SUAS LIGAS

### OBJETIVO

Transmitir conceitos e metodologia dos principais tipos de tratamentos térmicos utilizados na indústria de transformação e indústria metalmeccânica, especialmente do cobre e suas ligas

### PÚBLICO-ALVO

Técnicos, engenheiros e estudantes das áreas de mecânica, metalurgia, materiais, controle de qualidade e profissionais que atuem de modo direto ou indireto no tema de tratamentos térmicos do cobre e suas ligas

### CARGA HORÁRIA

24 horas

### PROGRAMA

- 1 Conceitos Fundamentais dos Metais Puros e Ligas
  - 1.1 Ligas metálicas e seus constituintes
  - 1.2 Solidificação de ligas e metais puros
  - 1.3 Diagramas de equilíbrio
  - 1.4 Regra da alavanca
  - 1.5 Transformações eutética, eutetóide, peritética, peritetóide
- 2 O Cobre e Suas Ligas
  - 2.1 Principais elementos de liga adicionados ao cobre
  - 2.2 Classificação das ligas de cobre e aspectos metalográficos dos materiais macro e micro)
  - 2.3 Cobre Eletrolítico
  - 2.4 Latões (diversas classes)
  - 2.5 Bronzes (diversas classes)
  - 2.6 Ligas de Cobre contendo Chumbo
  - 2.7 Ligas Cobre-Berílio
  - 2.8 Ligas Cobre-Alumínio
  - 2.9 Ligas Cobre-Níquel
  - 2.10 Ligas Cobre-Cromo
  - 2.11 Ligas Cobre-Zircônio
  - 2.12 Ligas de Cobre contendo Fósforo, Silício,
- 3 Princípios dos Tratamentos Térmicos nas Ligas Não-Ferrosas
  - 3.1 Defeitos cristalinos (puntiformes, lineares, bidimensionais, volumétricos)
  - 3.2 Difusão (conceito, regime permanente e regime transitório)
  - 3.3 Mecanismos de endurecimento (solução sólida, encruamento, refino de grão e precipitação)
  - 3.4 Mecanismos de restauração microestrutural (recuperação, recristalização, crescimento de grãos)
- 4 Tratamentos Térmicos em Ligas de Cobre
  - 4.1 Homogeneização
  - 4.2 Endurecimento
  - 4.3 Recozimento
  - 4.4 Alívio de tensões
  - 4.5 Precipitação
  - 4.6 Decomposição espinoidal
- 5 Equipamentos, Atmosferas Protetoras e Acessórios Empregados em Tratamentos Térmicos

## TRATAMENTOS TÉRMICOS E SUPERFICIAIS DOS AÇOS FERRAMENTA

### OBJETIVO

Oferecer conhecimentos teóricos e práticos sobre os aços utilizados no setor de ferramentaria, com relação às características metalúrgicas iniciais da matéria prima, tratamentos térmicos e superficiais de ferramentas e a relação entre “microestrutura/propriedade” e vida de ferramenta

### PÚBLICO-ALVO

Profissionais de nível médio e superior que atuam em áreas técnicas, departamentos de engenharia, produção, manutenção, qualidade, projeto e desenvolvimento de produto, de empresas que fabricam, processam e/ou utilizam aços ferramenta

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

1 Fundamentos de Metalurgia dos Aços Especiais  
 1.1 Influência dos Elementos de Liga na Austenita  
 1.2 Transformação Martensítica  
 1.3 Transformações no Revenimento  
 1.4 Formação de Carbonetos Complexos  
 1.5 Fundamentos dos Processos de Tratamento Térmico

2 Aços Ferramenta Classificação  
 2.1 Aços Ferramenta para Trabalho a Frio  
 2.2 Aços Ferramenta para Trabalho a Quente  
 2.3 Aços Ferramenta para Moldes de Injeção de Polímeros  
 2.4 Aços Rápido

3 Metalurgia dos Aços Ferramenta  
 3.1 Fundamentos Básicos  
 3.1.1 Seleção de Material  
 3.1.2 Tratamentos Térmicos  
 3.1.3 Propriedades

3.2 Tratamentos Térmicos dos Aços Ferramenta para Trabalho a Frio  
 3.2.1 Aços Ferramenta Tipo S  
 3.2.2 Aços Ferramenta Tipo O  
 3.2.3 Aços Ferramenta Tipo D  
 3.2.4 Aços Ferramenta Metalurgia do Pó

3.3 Tratamentos Térmicos dos Aços Ferramenta para Trabalho a Quente  
 3.3.1 Aços Ferramenta Série H.  
 3.3.2 Aços para Trabalho a Quente Especiais  
 3.4 Tratamentos Térmicos dos Aços Ferramenta para Moldes de Injeção de Polímeros  
 3.4.1 Aços Ferramenta Tipo P  
 3.4.2 Aços para Moldes Inoxidáveis Martensíticos  
 3.4.3 Aços Endurecíveis por Precipitação  
 3.4.4 Aços para Aplicações Especiais

3.5 Tratamentos Térmicos dos Aços Rápido  
 3.5.1 Aços Rápido Convencionais Série M  
 3.5.2 Aços Rápido Metalurgia do Pó

4 Tratamentos Superficiais Aplicados aos Aços Ferramenta  
 4.1 Processos de Difusão – Nitretação  
 4.2 Processos de Recobrimento – PVD e CVD  
 4.3 Tratamentos Superficiais Combinados

## TRATAMENTOS TÉRMICOS E TERMOQUÍMICOS DOS AÇOS

### OBJETIVO

Transmitir conceitos e metodologia dos principais tipos de tratamentos térmicos e termoquímicos utilizados na indústria de transformação e indústria metal-mecânica

### PÚBLICO-ALVO

Técnicos, engenheiros e estudantes de graduação das áreas de mecânica, metalurgia, materiais, controle de qualidade e profissionais que atuem de modo direto ou indireto no tema de tratamentos térmicos

### CARGA HORÁRIA

32 horas

### PROGRAMA

- |                                                                   |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 Introdução aos tratamentos térmicos                             | 5 Tratamentos termoquímicos                                          |
| 1.1 Fatores de influência nos tratamentos térmicos                | 5.1 Difusão e solubilidade dos elementos químicos                    |
| 1.2 Aquecimento                                                   | 5.2 Perfil de distribuição do soluto                                 |
| 1.3 Temperatura de aquecimento                                    | 5.3 Cementação                                                       |
| 1.4 Tempo de permanência à temperatura                            | 5.4 Considerações gerais sobre a cementação                          |
| 1.5 Atmosfera de aquecimento                                      | 5.5 Reações fundamentais da cementação                               |
| 1.6 Resfriamento                                                  | 5.6 Processos de cementação                                          |
| 2 Conceitos fundamentais do diagrama fe-c                         | 5.7 Cementação sólida ou em caixa                                    |
| 2.1 Alotropia do ferro                                            | 5.8 Cementação gasosa                                                |
| 2.2 Ferrita                                                       | 5.9 Cementação líquida                                               |
| 2.3 Austenita                                                     | 5.10 Cementação a baixa pressão (vácuo)                              |
| 2.4 Ferro                                                         | 5.11 Nitretação                                                      |
| 2.5 Cementita ou carboneto de ferro ( $Fe_3C$ )                   | 5.12 Nitretação a gás                                                |
| 2.6 Perlitas                                                      | 5.13 Nitretação líquida ou em banho de sal                           |
| 2.7 Ledeburita                                                    | 5.14 Nitretação a plasma                                             |
| 3 As curvas temperatura-tempo-transformação                       | 5.15 Cianetação                                                      |
| 3.1 Efeito da temperatura na velocidade de reação                 | 5.16 Carbonetação                                                    |
| 3.2 Curvas ITT (isothermal time transformation)                   | 5.17 Boretação                                                       |
| 3.3 A construção das curvas TTT                                   | 6 Dureza e temperabilidade                                           |
| 3.4 Martensita                                                    | 6.1 Ensaio de dureza                                                 |
| 3.5 Bainita                                                       | 6.2 Endurecimento ou temperabilidade                                 |
| 3.6 Controle da velocidade de reação                              | 6.3 Taxa de resfriamento crítico                                     |
| 3.7 Controle através do tamanho de grão                           | 6.4 Ensaio de Grossmann                                              |
| 3.8 Controle através do retardamento da difusão                   | 6.5 Ensaio Jominy                                                    |
| 4 Operações de tratamento térmico                                 | 6.6 Fatores que afetam a temperabilidade                             |
| 4.1 Reaquecimento                                                 | 6.7 Crescimento do grão austenítico                                  |
| 4.2 Reaquecimento total ou pleno                                  | 7 Influência dos elementos de liga nos aços                          |
| 4.3 Reaquecimento em caixa                                        | 7.1 Efeito dos elementos de liga sobre o diagrama de equilíbrio fe-c |
| 4.4 Reaquecimento subcrítico ou intermediário / alívio de tensões | 7.2 Aços com vanádio, cromo, molibdênio e tungstênio                 |
| 4.5 Eferoidização                                                 | 7.3 Outros elementos de liga                                         |
| 4.6 Coalescimento                                                 | 7.4 Impurezas nos aços                                               |
| 4.7 Normalização                                                  | 8 Tratamentos térmicos                                               |
| 4.8 Têmpera                                                       | 8.1 Aços carbono                                                     |
| 4.9 Revenido                                                      | 8.2 Aços inoxidáveis                                                 |
| 4.10 Martêmpera                                                   | 8.3 Aços ferramenta                                                  |
| 4.11 Austêmpera                                                   | 8.4 Aços especiais                                                   |
| 4.12 Austenita retida                                             |                                                                      |
| 4.13 Têmpera superficial                                          |                                                                      |
| 4.14 Solubilização                                                |                                                                      |