

# PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM FUNDIÇÃO DE METAIS FERROSOS

**Objetivo:** Capacitar os profissionais envolvidos com o processo e operação da fundição, fornecendo os conhecimentos básicos sobre a metalurgia do Ferro Fundido e Aços, desde a obtenção do metal até sua aplicação final, criando condições aos participantes de um aprendizado global na metalurgia.

**Público:** Empresas interessadas em capacitar seus colaboradores para melhoria de seus processos internos.

**Forma de realização:** Treinamento teórico realizado de forma on-line pela plataforma Teams.

## Programa do treinamento:

### FUNDAMENTOS BÁSICOS DE METALURGIA

- Introdução
- Definições básicas
- Processos de obtenção
  - Extração
  - Redução
    - Obtenção do Gusa.
    - Refino
- Caracterização dos metais e ligas metálicas
  - Estrutura cristalina
  - Fases e solubilidade
  - Propriedades mecânicas
- Conceitos e Definições de ligas Fe-C
  - Ferro Fundido/Aço
  - Tipos e características
  - Aplicações
- Solidificação dos metais
  - Troca de calor metal/molde
  - Nucleação e crescimento
  - Diagrama de fases (Equilíbrio)
  - Tipos de diagramas/reações
  - Intervalo de solidificação das ligas.
  - Formação das Isotermas
  - Análises das isotermas em relação à formação de rechupe
  - Gradiente de temperatura
  - Velocidade de solidificação

### PROCESSOS DE FUNDIÇÃO

- Conceito e definições
  - Modelo
  - Molde
  - Canais de alimentação
  - Massalote
  - Contração
- Classificação dos processos de fundição quanto ao:
  - Tipo de modelo
  - Tipo de molde
  - Tipo de vazamento
- Descrição dos vários processos de fundição.
  - Processos em areia
  - Processos em cerâmica

- Processos em molde permanente
- Etapas do processo
  - Sequência operacional dos processos de fundição
- Máquinas e Equipamentos
  - Equipamentos de moldagem
    - Tipos e aplicações
  - Fornos
    - Tipos e aplicações
- Características dos processos
  - Acabamento
  - Precisão dimensional
  - Tamanho e Peso das peças
  - Volumes e Aplicações
- Controles de processo
  - Areia
    - Granulometria
    - Resistencia
    - Permeabilidade
  - Temperatura
    - Teoria Termoelétrica
      - Lei de Seebeck
      - Leis termoeletricas
      - Definição de Termopar
    - Sistema de medição
      - Definições
      - Sensores, Instrumentos e Hardware
        - Tipos e Aplicações
    - Cuidados com manuseio e utilização
      - Falhas de medição
      - Manutenção do sistema
      - Recomendações para minimizar a ocorrência de falhas
  - Composição Química
    - Equipamentos
    - Amostragem
  - Análise Metalográfica
    - Retirada e preparação da amostra
    - Ataque químico
    - Determinação das fases presentes
  - Ensaio mecânicos
    - Dureza
    - Tração



## DIMENSIONAMENTO DE CANAIS E MASSALOTES

- Determinação do peso da peça
  - Formas geométricas
  - Densidade
- Definição de Módulo de Resfriamento
  - Área que troca calor
  - Barra infinita
  - Placa infinita
- Sistema de Alimentação – Massalotes
  - Definição de critérios
    - Critério térmico
    - Critério volumétrico
    - Distância de alimentação
  - Resfriadores
  - Junções
  - Construção dos círculos de Heuvers para formação de paddings
  - Luvas isotérmicas e exotérmicas
    - Tipos, uso e aplicações.
  - Conceito de quociente perimétrico
  - Cálculo de machos redutores
- Sistema de Enchimento – Canais
  - Definição dos elementos do sistema de canais
  - Turbulência nos canais
    - Número de Reynolds
    - Diâmetro Hidráulico
    - Vazão
  - Coeficiente total de perdas
    - Método de Evert Bjorklund
    - Método Wallace e Evans
  - Relação de áreas entre os canais de descida, distribuição e ataques.
  - Canal de Descida – Real x Ideal
  - Velocidade do Fluxo
  - Tempo de enchimento
  - Oxidação por turbulência
    - Velocidade crítica
    - Formas de controlar a velocidade
  - Sistemas de enchimento Vertical

## FUNDIÇÃO DE FERRO FUNDIDO

- Solidificação de ligas Fe-C
  - Diagrama Fe-C
  - Fases presentes nos FoFos
  - Tipos de grafita e curvas características
- Influência dos elementos químicos nos Ferros Fundidos
- Microestruturas e Propriedades mecânicas nos diversos tipos de FoFo
  - Metalografia
  - Ensaio mecânicos
- Variáveis de processo na obtenção do Ferro Fundido e seus controles
  - Composição química
  - Velocidade de resfriamento
  - Grau de nucleação

- Processamento
  - Carregamento dos fornos
    - Materiais de carga
    - Cálculo de carga base e aditiva
    - Rendimento das adições
  - Reações metalúrgicas que ocorrem nos banhos metálicos.
  - Tratamentos do Banho metálico
    - Superaquecimento
    - Inoculação
    - Nodulização
- Controle metalúrgico dos banhos por Análise Térmica
  - Definição de Análise Térmica
    - Tipos de análise e curvas características em FoFos
  - Comportamento e influência das variáveis de processo no grau de nucleação
    - Histórico térmico do banho
    - Tratamentos do banho metálico
    - Influência do grau de nucleação na tendência ao rechupe
    - Demonstração de casos práticos.

## FUNDIÇÃO DE AÇOS

- Introdução
  - Tipos de fornos e etapas do processo
  - Diferenças em relação à fundição de ferro
- Fusão de aços em fornos de indução.
- Impurezas presentes nos aços
  - Inclusões
- Tratamentos do banho metálico
  - Desoxidação

## DEFEITOS DE FUNDIÇÃO

- Conceitos e Definições
  - Principais defeitos em peças fundidas
- Classificação dos defeitos
  - Defeitos Visuais
    - Forma
    - Dimensão
    - Internos e Externos
  - Defeitos Estruturais
    - Estrutura do material
    - Propriedades mecânicas
    - Composição Química
- Caracterização dos defeitos.
- Análise de causas e soluções

## TRATAMENTO TÉRMICO EM FUNDIÇÃO

- Introdução
- Conceitos e Definições
  - Tipos de tratamento térmico
  - Ciclos térmicos
- Principais aplicações
  - Ferro Fundido
  - Aço

**Tempo total previsto para execução do treinamento:** aproximadamente 32 horas divididas em 12 a 14 aulas de 2,5 horas cada.

**Forma de execução:** Exclusivo para a empresa com no mínimo duas aulas semanais, totalizando 6 a 7 semanas de treinamento.

**Datas e horário:** A ser definido em função de disponibilidades e conveniência para a empresa.  
Obs: o treinamento poderá ocorrer de segunda a sexta das 8:00 às 21:30 e sábado das 8:00 às 12:00

**Número de participantes:** a definir conforme necessidade da empresa

**Período de adesão:** a partir de 01/03/2024 até 30/07/2024

**Investimento total:** R\$ 8.500,00 (fixo para até 20 participantes)

Obs: caso a empresa tenha necessidade de realizar o treinamento em mais de uma turma com horários diferentes, será aplicado um desconto para as turmas adicionais.

**Forma de pagamento:**

- **Opção 1** – Pagamento integral à vista em até três dias antes do início do treinamento:
  - R\$ 7.480,00 (12% desconto)
- **Opção 2** – Pagamento parcelado mediante execução: (através de Boletos)
  - R\$ 3.700,00 em três dias antes do início do treinamento,
  - R\$ 2.400,00 após 21 dias
  - R\$ 2.400,00 após 42 dias

**Material de apoio:** Será fornecido de forma eletrônica.

**Certificado:** Fornecido a cada participante que tiver pelo menos 75% de participação.

**Perfil do instrutor:**

**Djalma D. do Amaral** – Engenheiro Metalurgista formado pela FEI (Faculdade de Engenharia Industrial – S. B. Campo), com mais de 38 anos de experiência nos setores de Fundição e Siderurgia. Atuou por mais de 12 anos em fundições de materiais ferrosos e não ferrosos, nos setores de qualidade, processo, produção, elaboração de ligas e controle metalúrgico de metais. Trabalhou na ECIL por 13 anos, atuando com desenvolvimento e aplicação de sistemas para controle de processos metalúrgicos em metal líquido. É coautor de trabalho técnico apresentado no Conaf/2005 sobre o desenvolvimento de sistemas de controle para otimização da inoculação em ferro fundido, via análise térmica avançada. Foi professor do SENAI Osasco no programa Pronatec, ministrando curso de qualificação profissional em fornos de fundição e professor das disciplinas “Fundição II”, “Organização dos processos metalúrgicos” e “Tecnologia de Produção I” nos cursos de Processos Metalúrgicos e Fabricação Mecânica na FATEC Sorocaba. Atualmente participa da RB Metalurgia atuando como consultor de empresas e instrutor de treinamentos em metalurgia.

**CONTATO**

- RB Metalurgia
- 15 99143-2244 
- [rb@metalurgia.eng.br](mailto:rb@metalurgia.eng.br)
- [www.metalurgia.eng.br](http://www.metalurgia.eng.br)