

# CURSO

## TERMODINÂMICA APLICADA À PRODUÇÃO DE AÇOS

20 de Maio de 2007 - Domingo

### LOCAL

Sala Itacolomi – Ouro Minas Palace Hotel (2º andar)  
Av. Cristino Machado, 4001 - Belo Horizonte - MG

### HORÁRIOS

07h30 às 08h30 – recepção e credenciamento  
08h30 às 12h / 13h30 às 17h – curso  
10h e 15h30 – coffee-breaks  
12h às 13h30 - almoço

### OBJETIVO

Apresentar os fundamentos da termodinâmica e o potencial de seu emprego em aciaria.

### PÚBLICO-ALVO

Engenheiros da área técnica (metalurgia) de aciarias (refino, metalurgia secundária, lingotamento) e fundições de aço.

### IDIOMA

Português

### METODOLOGIA

Expositiva através de recursos audiovisuais e apresentação de estudos de casos práticos de aplicações em aciaria.

### MATERIAL DIDÁTICO

Apostila elaborada pelo Docente.

### DOCENTE

#### LUIZ FERNANDO ANDRADE DE CASTRO

Engenheiro Metalurgista, pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 1978. Mestre em Metalurgia pela UFMG, 1983. Doutor em Metalurgia pela UFMG, 2002.

Professor Associado do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Matérias da UFMG de 01 de janeiro de 1979 até hoje.

Chefe do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG. Superintendente Executivo da Fundação Christiano Ottoni.

Disciplinas que leciona na Graduação e na Pós-Graduação: Termodinâmica Metalúrgica, Fenômenos de Transporte, Siderurgia I e II, Físico-Química da Fabricação do Aço e Noções de Metalurgia.

Consultor contratado, atualmente, das seguintes empresas: Samarco, Gerdau Açominas, Cemig, Vallourec & Mannesmann do Brasil, CST, Belgo Monlevade, Acesita, Sindifer (Sindicato da Indústria de Ferro de Minas Gerais), Grupo Itaminas e FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais).

Consultor da ACEPAR - Paraguai para avaliação do processo de produção de gusa nos altos-fornos a carvão vegetal (2003).

Consultor contratado pela ABRAFE (Associação Brasileira de Ferro Ligas) para a execução do Projeto de adequação ambiental do setor de Ferro Ligas em Minas Gerais (2001 - abril de 2004).

Cursos Ministrados sobre Alto-Forno, Ferro-Ligas, Aciaria, Termodinâmica e Fenômenos de Transporte para as empresas: Gerdau, Minas Ligas, CVRD, CSN, Belgo Monlevade, Belgo Juiz de Fora, Vallourec & Mannesmann do Brasil, Usiminas, Acesita, Cosipa, Empresas Independentes Produtoras de Gusa, Samarco e ABM.

Número de Dissertações de Mestrado orientadas: 15

Artigos publicados em Periódicos: 22

Trabalhos em Congressos e Seminários: 88

Livros publicados: 04

Linhas de Pesquisa: Controle de Processos e Modelagem

Email: lfac@demet.ufmg.br ou lfac17@yahoo.com.br

Tel.: 31-3238-1798 - Fax: 31-3238-1815 - Celular:31-91411701

## PROGRAMA

### 1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

- 1.1 MOL
- 1.2 Lei do Gás Ideal
- 1.3 Estequiometria das Reações Químicas
- 1.4 Balanços de Massa

### 2. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA (BALANÇO TÉRMICO)

- 2.1 Definição e utilização de entalpia
  - 2.1.1 Entalpia de transformação
  - 2.1.2 Entalpia de aquecimento
  - 2.1.3 Entalpia de reações químicas
  - 2.1.4 Entalpia de dissolução
- 2.2 Primeira lei da termodinâmica
  - 2.2.1 Balanço térmico dos processos BOF

### 3. EQUILÍBRIO QUÍMICO

- 3.1 Segunda lei da termodinâmica
- 3.2 Conceito de Energia Livre e Energia LIVRE Padrão

- 3.3 Cálculo de Energia Livre Padrão
- 3.4 Energia Livre em equilíbrios gasosos
- 3.5 Energia Livre para Fases Condensadas e Gases
- 3.6 Potencial de oxigênio

### 4. SOLUÇÕES METALÚRGICAS

- 4.1 Solução: definição
- 4.2 Solução ideal: lei de Raoult
- 4.3 Soluções não ideais
  - 4.3.1 Coeficiente de atividades
  - 4.3.2 Variação da Atividade e Coeficiente de Atividade com a Temperatura
  - 4.3.3 Soluções Diluídas: Lei de Henry
  - 4.3.4 Estados Padrão Alternativos
  - 4.3.5 Soluções Diluídas com Vários Componentes: Coeficientes de Interação
  - 4.3.6 Atividade De Óxidos Em Escórias
- 4.4 Aplicação em processos de refino de aços
  - 4.4.1 Descarburização
  - 4.4.2 Desoxidação

# COURSE

## EAF STEELMAKING

May 20<sup>th</sup>, 2007 - Sunday

### VENUE

Vertentes Room – Ouro Minas Palace Hotel (2nd floor)  
Av. Cristino Machado, 4001 - Belo Horizonte - MG

### SCHEDULE

07:30am to 08:30am - reception and registration  
08:30am to 12:00noon and 01:30pm to 05:00pm - course  
10:00am and 03:30pm - coffee-breaks  
12:00noon to 01:30pm - lunch-break

### TARGET PUBLIC

This training class will be of interest to engineers and operators working in the EAF industry. It will cover both historical and current aspects of EAF technology and following the initial review, will focus on the key areas of importance for achieving optimum EAF performance – Energy, Materials and Environmental issues.

### LANGUAGE

English

### METHODOLOGY

Course given with audiovisuals resources, including computer slides and animations.

### DIDACTIC MATERIAL

Emends elaborated for the professor.

### PROFESSOR

**Jeremy A.T. Jones** is currently Director of Operations and Engineering working with Nupro Corporation. Jeremy received his Bachelor's and Master's degrees in Chemical Engineering from Queen's University at Kingston, Canada, in 1983 and 1985, respectively. Following several years at Hatch Associates Limited, Jeremy held key positions at Nupro Corporation and at Ameristeel. In September 1995, Jeremy joined Bechtel Corporation as principal engineer for Iron and Steel projects worldwide. In March of 1998, Jeremy joined AG Industries as the vice-president of business development for the Steelmaking Technology Division. Jeremy's previous consulting roles have involved many international assignments focused on ferrous and non-ferrous process technologies including process plant improvement, review and development of environmental systems (including the design/ retrofit, installation and start-up of more than 25 offgas systems), development of process control systems and plant start-ups. Recently, Jeremy has focused on EAF technologies under development and alternative iron feedstocks including new ironmaking technologies. Jeremy is a regular participant in both AIST and ISS training seminars including the annual EAF Training seminar and has authored over 50 papers in the field of EAF steelmaking. Jeremy is past-chairman of the ISS Continuing Education Committee and also sat on the ISS Advanced Technology Committee and the ISS Energy and Environment Committee. Jeremy was the author for the chapter on EAF Steelmaking in the recently updated Steelmaking volume of "The Making, Shaping and Treating of Steel".

## PROGRAM

### SESSION 1 - EAF TECHNOLOGY - BACKGROUND

This session will focus on technologies applied in the EAF both Past, Present and Future. It will supply the background information leading into the keynote lecture to be presented the following day. The driving forces behind technology development and implementation for the EAF will be presented. Various aspects of EAF technologies will be discussed in context with regional factors to understand how they can best be applied in the EAF process.

### SESSION 2 - ENERGY EFFICIENCY IN EAF OPERATIONS

The energy balance for the EAF will be broken down along with practical examples in order to clearly define those factors with the biggest impact on EAF energy efficiency. Specific process examples will be presented along with recommendations for the implementation of tracking tools to allow for improved understanding and optimization of EAF operations. The impact of different operating strategies and choice of feed materials on energy efficiency in the EAF will be evaluated.

### SESSION 3 - OPTIMUM UTILIZATION OF MATERIALS IN EAF STEELMAKING

The selection of various feed materials for the EAF will be discussed including chemical and physical properties. The impact of materials selection on energy efficiency in the EAF will be discussed especially within the context of melt-in chemistry, slag chemistry, slag quantity and yield. The impact of scrap selection on environmental aspects of EAF steelmaking will also be discussed.

### SESSION 4 - ENVIRONMENTAL ASPECTS OF EAF STEELMAKING

This section will review the historical development of EAF environmental controls and will identify the typical constraints likely to be faced by EAF steelmaking in the future. The interaction between materials selection, operating practices and environmental considerations will be reviewed.