

1

Considerações iniciais

A necessidade de padronização de uma metodologia de avaliação do procedimento analítico baseado na técnica por fluorescência de raios-X, utilizada na análise de materiais siderúrgicos motivou a presente pesquisa de Mestrado. O trabalho contribui, portanto para a garantia e controle da qualidade do processo de produção do aço. Em particular, beneficia-se o Laboratório de Controle de Qualidade da ArcelorMittal Tubarão pela capacitação de seu profissional responsável pela coordenação técnica do laboratório, autor da presente pesquisa.

O aço está presente em praticamente todos os produtos modernos. Carros, aviões, navios, tubulações, construção civil, enlatados utilizam o aço como base de sua estrutura de sustentação. A produção do aço requer a transformação do minério de ferro —hematita (Fe_2O_3) é a forma mais comum— em ferro-gusa para posterior purificação até a obtenção do aço. O ferro-gusa contém de 4 a 5% de carbono e é tão duro e quebradiço que é praticamente inútil do ponto de vista das aplicações tecnológicas. A vantagem do aço sobre o ferro é o aumento de sua resistência e maleabilidade, possibilitando a obtenção de produtos de alto valor agregado.

Durante o processo de produção de um determinado tipo de aço diversos materiais são utilizados como matéria prima ou gerados como produto intermediário ou final. Dentre os materiais utilizados ou gerados os mais comuns e em maior quantidade são: sinter¹, carvão mineral ou coque (o coque é o carvão feito de hulha), calcário (CaCO_3), ferro-gusa, escórias, ferros-ligas e o aço. Garantir a qualidade desses materiais é um ponto fundamental para perenização de

¹ Sinter – Material originado da transformação do minério de ferro fino, através de um processo de aglomeração a quente com outros materiais finos (ricos em Ferro e Carbono), envolvendo calcário, coque, rejeitos internos e externos do processo.

uma empresa. Além disto é imprescindível o atendimento às demandas dos clientes de forma sustentável, ou seja, com qualidade, preservação do meio ambiente e cumprimento das normas de segurança.

Na busca deste objetivo, a melhoria contínua dos processos possibilita um melhor aproveitamento de resíduos siderúrgicos e redução dos custos de produção, garantindo um alto desempenho e a sustentabilidade da empresa.

O conhecimento da composição química dos materiais que são utilizados como fonte de ferro ou para geração de calor, garante o balanço de massa adequado ao controle de qualidade.

No contexto da sua missão institucional, o processo de controle de qualidade da ArcelorMittal Tubarão visa assegurar que os produtos e serviços sejam projetados e produzidos para atender ou superar as expectativas dos clientes.

O Laboratório Químico da Aciaria foi estrategicamente montado de forma a atender às necessidades de análises químicas requeridas pelas diversas fases do processo produtivo da ArcelorMittal Tubarão. Fornece, assim, subsídios para a tomada de decisões, orientando o uso adequado de materiais siderúrgicos na fabricação do aço. A necessidade de se demonstrar a qualidade de medições químicas realizadas nos materiais, através de sua comparabilidade, rastreabilidade e confiabilidade estão sendo cada vez mais reconhecidas e exigidas.

Em função da grande variedade de materiais utilizados ou gerados na fabricação do aço torna-se primordial a otimização dos processos associados à sua produção. A sistematização de um modelo de trabalho possibilita garantir uma análise quantitativa dos compostos presentes nestes materiais.

Métodos analíticos quantitativos são utilizados para determinação da presença de uma espécie química em uma determinada amostra. Via de regra, a massa ou o volume da amostra (objeto da análise) constitui parâmetro essencial na medição dos analitos de interesse. Outro parâmetro de interesse poderá resultar da medição de qualquer grandeza que seja proporcional à quantidade do analito presente na amostra (e.g.: intensidade de luz, corrente elétrica, etc.).

Neste trabalho é utilizada como técnica analítica a espectrometria por fluorescência de raios-X para a quantificação da presença de diferentes compostos em materiais utilizados na produção do aço. Esta técnica é a mais utilizada nas usinas siderúrgicas para atendimento às demandas por análise química dos

diferentes tipos de materiais. Isto por possibilitar a análise direta do material em estado sólido (simplificando o processo analítico) e permitir a quantificação dos analitos de interesse nas amostras em questão.

1.1. Objetivo

O objetivo desta dissertação é avaliar, por meio das técnicas de validação metrológica, a confiabilidade do método, por fluorescência de raios-X, usado nas análises quantitativas de espécies químicas presentes em diversos materiais siderúrgicos utilizados no processo de produção do aço.

O estudo da técnica e a avaliação da capacidade do equipamento associado à correta compreensão das etapas de recebimento, preparação e análise das amostras permite definir os itens críticos de controle para monitoramento e garantia dos resultados emitidos. Otimizam-se, assim, os serviços prestados no Laboratório Químico da Aciaria.

1.2. Motivação

A motivação deste trabalho surge do interesse em garantir a aplicação de um método já conhecido no atendimento às demandas de análises químicas em materiais siderúrgicos. Que seja capaz de atestar, através da avaliação metrológica, a confiabilidade dos resultados obtidos e que o faça em tempo hábil para suprir as necessidades do cliente.

A avaliação metrológica do método baseado na fluorescência de raios-X permitirá identificar as fontes relevantes para melhoria do processo analítico do Laboratório Químico da Aciaria da ArcelorMittal Tubarão, para posterior estimativa das incertezas do processo de medição e avaliação da sua adequação às necessidades dos clientes.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação esta estruturada em oito capítulos descritos a seguir de forma sucinta, permitindo uma visão integrada do trabalho. No **capítulo 2** é

discutido, no cenário atual, o papel estratégico da metrologia na análise quantitativa aplicada à siderurgia.

O **capítulo 3** apresenta a empresa ArcelorMittal Tubarão e descreve o expressivo fluxo de produção do aço. Em particular discute as questões relacionadas às boas práticas e confiabilidade metrológica do seu laboratório de controle de qualidade.

No **capítulo 4** o processo de geração e preparação de uma amostra objeto da análise química é avaliado através da dimensão da população amostral e dos tipos de constituintes desta população, de forma a preservar a representatividade do material.

No **capítulo 5** são apresentados os fundamentos teóricos da técnica de análise espectrométrica por fluorescência de raios-X e caracterizadas as condições ideais para realização de uma análise química quantitativa utilizando este método.

O **capítulo 6** propõe uma visão teórica do equipamento utilizado para análise dos materiais siderúrgicos da AMT (espectrômetro por fluorescência de raios-X, modelo ARL XRF 9900), fabricado pela *Thermo Electron Corporation*.

No **capítulo 7** desenvolve-se a avaliação metrológica do método utilizado, assim comprovando a sua adequação aos propósitos do trabalho; analisa-se também o potencial de aplicação deste método aos diferentes tipos de materiais e demandas recebidos pelo LQA.

No **capítulo 8** são apresentadas as conclusões do trabalho.