

# **Impactos da Inovação na Empresa Siderúrgica ArcelorMittal Monlevade: Estudo de Caso**

**HAROLDO LACERDA DE BRITO**

Fundação Pedro Leopoldo  
haroldo.brito@arcelor.com.br

**JORGE TADEU DE RAMOS NEVES**

Fundação Pedro Leopoldo  
jtrneves@gmail.com

# **Impactos da Inovação na Empresa Siderúrgica ArcelorMittal Monlevade: Estudo de Caso**

## **RESUMO**

O objetivo desse trabalho é caracterizar a inovação em processos no ambiente siderúrgico, mais precisamente na área de alto-forno da Siderúrgica ArcelorMittal Monlevade, utilizando conceitos de diversos autores e temas relacionados à inovação como conhecimento e sustentabilidade. O foco é a inovação em combustíveis, devido a vulnerabilidade deste mercado e a variação de custos constante, dificultando planejamentos futuros. Os resultados apontaram a importância da inovação em processos, voltada para utilização de combustíveis na etapa de redução em alto-forno que, além dos ganhos financeiros, apresenta-se como alternativa para reduzir emissão de CO<sub>2</sub>, melhorar o ambiente e a imagem da empresa tornando-a mais competitiva.

**Palavras-chave:** Inovação. Alto-forno. Injeção Auxiliar de Combustíveis.

## **1 INTRODUÇÃO**

Devido ao ambiente turbulento em que a maioria das empresas opera, tem tornado cada vez mais constante a busca por um diferencial competitivo. O desafio é responder, de forma rápida, às exigências impostas pelo mercado, sob o risco de perder competitividade, o que pode colocar a sobrevivência da organização em questão. Para lidar com esse ambiente de riscos e incertezas e aumentar a competitividade, é importante que as empresas dominem os fundamentos da inovação, conquistando e mantendo a competitividade. (PORTER, 1999).

As organizações podem inovar, em vários segmentos, no tocante a processos, produtos, relacionamento com os clientes e com a comunidade e serviços prestados, dentre outros. Dessa forma, percebe-se que a inovação não se limita a processos estruturados das organizações. (TERRA, 2007).

O conceito de inovação é muito utilizado nos dias atuais, embora sua aplicação não seja recente. Schumpeter (1942), um dos mais importantes economistas do século XX, é considerado pioneiro na definição do termo inovação. Para ele, inovação é um conjunto de novas funções evolutivas que alteram os métodos de produção, consistindo na aplicação comercial ou industrial de algo novo que pode ser um produto, um processo ou mesmo um método de produção.

Porter (1999) já destacava as empresas inovadoras como fundamentais no desenvolvimento econômico, tanto em função da rentabilidade quanto da natureza dos empregos que geram, na medida em que demandam por mão-de-obra qualificada.

A indústria siderúrgica mundial, por ser uma atividade relativamente pouco intensiva em pesquisa e desenvolvimento (P&D), é marcada por poucas inovações tecnológicas radicais, que são as que geram um grande salto nos resultados. Através de uma análise mais acurada do real estágio da inovação tecnológica da siderurgia brasileira, nota-se que o sucesso das

empresas competitivas modernas depende, em grande medida, da forma como essas produzem, absorvem e utilizam o conhecimento científico e as inovações tecnológicas.

Percebe-se, através de uma análise macro, que a inovação no ambiente siderúrgico se caracteriza, em grande parte, por inovações incrementais e, de tempos em tempos, pelo surgimento de alguma inovação radical. Terra (2007) define inovação radical como iniciativas que criam novos mercados, proporcionando a empresa conquistar novos clientes e gerar altas margens de lucros. Tidd, Bessant e Pavitt (2008) por sua vez, entendem inovação incremental como a que fornece ganhos a longo prazo se comparados à inovação radical. A incremental é uma inovação que ocorre gradualmente. A inovação radical, também entendida como sendo disruptiva, consiste na quebra de práticas ou na adoção de algo genuinamente novo.

No processo de inovação radical, a empresa ganha saltos em produtividade, muda a lógica do produto ou processo, cria a possibilidade de gerar uma inovação de valor e navegar em um “oceano azul”, sendo que através da criação de novos mercados, a concorrência torna-se irrelevante, como descrito por W. Chan Kim e Reneé Mauborgne (2005). O oceano azul, como descrito pelos autores, acontece quando a empresa cria ou descobre um mercado inexplorado e passa a atuar sozinha, sem concorrentes durante algum tempo.

Frente ao exposto, definiu-se que o estudo teria como proposta responder a pergunta de como vem ocorrendo o processo de inovação na área de alto-forno da empresa Siderúrgica ArcelorMittal Monlevade e, para tanto, traçou-se como objetivo geral descrever a inovação no ambiente siderúrgico, especificamente da empresa em análise, focando as tecnologias e processos mais utilizados, o processo de produção do alto-forno e os impactos resultantes das novas dinâmicas introduzidas.

Diante do extenso leque que representa o estudo sobre o tema, este trabalho limitou-se à inovação na empresa siderúrgica estudada, especificamente na área do alto-forno onde é produzido o gusa líquido, tendo como foco principal identificar inovações no processo e as alterações ocorridas ao longo dos anos, decorrentes do processo de inovação.

Este estudo se justifica pela importância da gestão de inovação para a sobrevivência das organizações em decorrência do ritmo de concorrência no mercado atual, já que a comoditização de produtos e serviços e a intensificação das guerras de preços estão alterando as relações de mercado.

Para o ambiente acadêmico, este trabalho se justifica devido à carência de estudos sobre inovação no ambiente siderúrgico. Por se tratar de produção de *commodities*, e devido às constantes pressões por produção, a inovação, às vezes, deixa de ser prioridade.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Serão apresentados os principais conceitos usados na pesquisa, focados principalmente em empresa siderúrgica e inovação. Divididos em dois itens, o primeiro é o marco teórico da pesquisa que trata do conceito de inovação de acordo com os autores pesquisados, abordando também as formas, os impactos e o processo de inovação. O segundo refere-se aos conhecimentos sobre a empresa siderúrgica e foca três itens: o histórico, o processo de produção e a inovação.

## 2.1 Inovação e desenvolvimento econômico

A inovação, a partir das contribuições de Schumpeter (1942), passou a ser considerada a principal condicionante do processo de desenvolvimento econômico. Para ele, o entendimento dos processos econômicos passaria necessariamente pela compreensão da natureza evolutiva do capitalismo. E o processo fundamental do desenvolvimento capitalista seria marcado pela necessidade da introdução do novo, ou da inovação.

Sobre inovação Tidd, Bessant e Pavitt (2008) afirmam também que:

A inovação é uma questão de conhecimento – criar novas possibilidades por meio da combinação de diferentes conjuntos de conhecimentos. Estes podem vir na forma de conhecimento sobre o que é tecnicamente possível ou de que configuração pode responder a uma necessidade articulada ou latente. Tal conhecimento pode já existir em nossa experiência, baseado em algo que já vimos ou experimentamos antes, ou pode resultar de um processo de busca por tecnologias, mercados, etc. (TIDD; BESSANT; PAVIT, 2008, p. 35).

Para Terra (2007, p. 23), independentemente se a inovação é voltada para produto ou processo, tende a seguir uma sequência lógica, que se inicia com o surgimento de uma ideia e se desdobra em conceito, permitindo a implantação. Algumas ideias são implementadas rapidamente e outras requerem anos de pesquisa até sua implantação. Empresas inovadoras conhecem o desafio e criam formas para viabilizar o surgimento de ideias, visto que muitas delas surgem a partir de iniciativas individuais ou de pequenos grupos que têm interesse, habilidade e buscam sempre o novo.

Terra (2007) cita as sete condições para inovar:

- a) sobrevivência das organizações é conseguida por recursos que são obtidos fora delas. Os clientes devem estar em primeiro lugar e a relação deve ser duradoura. A organização deve ser percebida como a melhor oferta para necessidades específicas e deve adaptar-se às mudanças de comportamento de mercado;
- b) as organizações devem considerar que suas concorrentes são aquelas que disputam com ela recursos ou mercados, seja atual ou potencialmente, sem limitações geográficas ou de setores de atuação;
- c) a reputação das organizações deve ser conquistada pelo conteúdo de suas ações competitivas e mantida com respeito aos valores éticos das sociedades em que estão inseridas;
- d) os processos e as tecnologias podem ser proprietários ou abertos, físicos ou virtuais, distribuídos ou compartilhados, verticalizados, ou em cadeia, desde que sejam preservadas as vantagens competitivas individuais;
- e) os desenvolvedores de soluções, fornecedores, produtores, distribuidores e outros participantes da cadeia de valores poderão ser terceirizados ou próprios, exclusivos ou não, desde que comprometidos com a satisfação do cliente final;
- f) a ênfase em ativos físicos deve ser equilibrada com os ativos intangíveis das organizações;
- g) os modelos de governança devem prever culturas prescritivas ou autorreguladas, com focos e métricas financeiras e sociais, e com recompensas orientadas para o conjunto de constituintes das organizações.

Diversas são as formas de inovação, para autores como Terra (2007), Tidd, Bessant e Pavitt (2008), as inovações são caracterizadas pela introdução de novidade ou de melhorias em

produtos e processos, sua classificação, usualmente será feita em função de sua abrangência e grau de novidade que podem abarcar.

O Manual da Oslo (2005) descreve que, para Schumpeter, as inovações radicais são as que provocam grandes mudanças no mundo, enquanto as inovações incrementais preenchem continuamente o processo de mudança. Para Bessant e Tidd, (2009), a inovação radical implica em um avanço fundamental no estado da arte tecnológica do produto ou do processo e a inovação incremental caracteriza-se por mudanças em pequena escala no *know-how* tecnológico.

Essa tipologia pode ser representada graficamente como os 4P da inovação mostrados na figura 1. Tidd, Bessant e Pavitt, (2008, p. 30), demonstram essas formas de inovação:

- a) inovação de produto: configurada pela mudança nos produtos ou serviços que uma empresa oferece;
- b) inovação de processo: são as formas como os produtos ou serviços são criados e entregues;
- c) inovação de posição: são as mudanças no contexto em que os produtos e serviços são introduzidos no mercado;
- d) inovação de paradigma: são as mudanças nos modelos mentais subjacentes que orientam a ação da empresa.

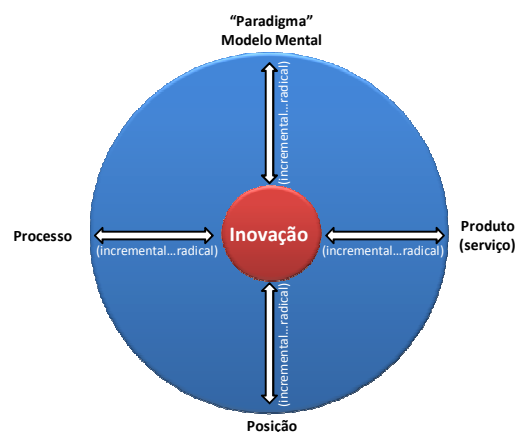


Figura 1: Espaço para inovação  
Fonte: Tidd; Bessant; Pavitt, 2008, p. 33

A inovação incremental refere-se à introdução de qualquer tipo de melhoria em um produto, processo ou organização da produção. Tigre (2006) pontua que as inovações incrementais abrangem melhorias de *design* ou qualidade dos produtos, de *layout* e processos, novas práticas de suprimentos e vendas. As inovações incrementais, ao contrário da radical, ocorrem de forma contínua, não derivam necessariamente de atividades de P&D, normalmente são resultado de aprendizado interno e capacitação acumulada.

O desempenho inovador, de acordo com Bessant e Tidd (2009), pode ser medido por vários indicadores como: a) medidas de resultados específicos de vários tipos como patentes, trabalhos científicos produzidos, ou o número de novos produtos apresentados como indicadores de sucesso de inovação de produto; b) medidas de resultados de elementos operacionais ou de processo, tais como pesquisas de satisfação de clientes para mensurar e rastrear melhorias em qualidade ou flexibilidade; c) medidas de resultados que podem ser comparadas por setores ou empreendimentos, como custo do produto, participação de mercado, desempenho da qualidade; d) medidas de resultados de sucesso estratégico, quando o desempenho global do negócio é melhorado de alguma forma e quando alguns benefícios

podem ser atribuídos direta ou indiretamente à inovação, como crescimento na receita, participação de mercado, lucratividade melhorada ou maior valor agregado.

Existem outras maneiras de medir as variáveis que apoiam ou inibem o processo de inovação: o ambiente criativo da organização ou a extensão em que a estratégia está claramente distribuída e comunicada. Outras informações também são importantes no processo como a percentagem de vendas comprometidas com o planejamento e desenvolvimento, os investimentos em treinamento das equipes e o recrutamento de equipes qualificadas.

Na análise do desempenho inovador, podem-se considerar várias mensurações e indicadores como:

- a) mensuração dos resultados de *outputs* de vários tipos como registros de patentes e artigos científicos produzidos, como indicador de conhecimento produzido, ou número de novos produtos lançados. Os números de venda e receita obtida seriam os indicadores de sucesso da inovação do produto;
- b) mensuração dos resultados operacionais ou de processo, utilizando a pesquisa de satisfação do cliente como ferramenta para mensurar e indicar possíveis melhorias em qualidade;
- c) mensuração de indicadores como custo do produto, participação no mercado e confiabilidade, que podem ser comparados através de setores ou empresas;
- d) mensuração de resultados de sucesso estratégico, quando se obtém uma melhoria no desempenho do produto e podem-se determinar pontos dessa melhoria ao processo de inovação; direta ou indiretamente.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008) argumentam que a gestão da inovação não é a questão de fazer as coisas bem feitas, e, sim, alcançar bom desempenho nos itens trabalhados. Os autores destacam que não existe uma fórmula para alcançar esse desempenho e, sim, um conjunto de comportamentos aprendidos conforme apresentado na figura 2:



Figura 2: Abordagem integrada à inovação  
Fonte: Tidd; Bessant; Pavitt, 2008, p. 578.

O conceito mais utilizado sobre sustentabilidade vem da Brundtland Commission que foi apresentado no relatório final, *Our Common Future*, da *World Commission on Environment and Development* de 1987, que definiu o desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que vai ao encontro as necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade das gerações futuras em satisfazer as suas necessidades. Obter desenvolvimento

econômico sem agredir o meio ambiente é importante para o empresariado, bem como para o Estado, crescer com sustentabilidade ambiental é uma opção econômica viável e juridicamente exigida.

De acordo com o Manual de Oslo (2005), a pesquisa tem importante papel no processo de inovação. A pesquisa, além de importante fonte de ideias inventivas, também é necessária na solução de problemas, que pode ser utilizada a qualquer momento. Conforme entendimento do referido documento:

Quando os problemas surgem no processo de inovação, como infalivelmente ocorrerá, uma empresa lança mão de sua base de conhecimentos naquele momento particular — que se compõe de resultados de pesquisas anteriores e experiência prática e técnica. (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 40).

O conhecimento é um item essencial para inovação; com isso a valorização dos Recursos Humanos é de fundamental importância. Cassiolato e Lastres (2001) descrevem que um sistema nacional de inovação pode ser definido como um conjunto de instituições distintas que individual e conjuntamente contribuem para o desenvolvimento e difusão de tecnologias.

O sistema de inovação das empresas é constituído por meio das instituições de ensino e pesquisa, das entidades de financiamento, do governo, que agem e interagem de forma complementar e interdependente. Na compreensão da abrangência do sistema de inovação é que estão envolvidos processos de aprendizagem, criação de conhecimentos, novas e diferentes competências relacionadas ao desenvolvimento e implementação de produtos e processos.

## **2.2 História da siderurgia**

Artigo de Benvenuti (2008) relata que, com o desenvolvimento alcançado no atual mercado, não é possível imaginar o mundo sem o uso de ferro fundido e mais especificamente do aço. Um importante indicador, para medir o crescimento de um país, é a produção de aço. Com o crescimento de setores como a construção civil, produção de bens duráveis, obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos diversos aumentam o seu consumo.

De acordo com o Instituto do Aço (2010), entidade representativa das empresas brasileiras produtoras de aço, fundado em 31 de maio de 1963, o ferro metálico, há cerca de 4.500 anos, era utilizado pelo homem como encontrado, *in natura*, em meteoritos recolhidos pelas tribos nômades nos desertos da Ásia Menor.

De acordo com a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (2009), a siderurgia nacional iniciou-se a partir da década de 90 e contava com 43 empresas estatais ou privadas, cinco delas integradas a coque, nove a carvão vegetal, duas integradas à redução direta e 27 semi-integradas, além de diversas empresas guseiras, produtores independentes de ferro-gusa a carvão vegetal, que somam cerca de 120 altos-fornos.

A partir do século XX, as siderúrgicas foram aumentando os investimentos em tecnologia de forma a reduzir o impacto da produção no meio ambiente, reforçar a segurança dos funcionários e da comunidade, assim como produzir cada vez mais aço com menos insumos e matérias-primas, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO, 2009).

Atualmente há um reconhecimento internacional da seriedade e da eficiência da indústria siderúrgica brasileira, por sua competitividade crescente, sua preocupação com o meio ambiente, sua estrutura de produção, domínio tecnológico e custos de produção relativamente baixos na fabricação dos produtos. O desenvolvimento das técnicas de operação e o gerenciamento das atividades, em busca do domínio da produção, são hoje considerados como fundamentais nesse processo crescente.

### **3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

Fundada em 1917 na cidade de Sabará (MG) com a denominação de Companhia Siderúrgica Mineira. Em 1921, em uma reunião de acionistas teve o seu capital ampliado e passou a ser conhecida como Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira. A Usina de Monlevade foi inaugurada em 1937 e proporcionou a Belgo responder sozinha por 49% do aço produzido no país.

Em 1990 mudanças foram implantadas tanto na área tecnológica como mercadológica, proporcionando a Belgo atuar em mercados internacionais. Em 2001, associou-se a francesa Usinor e a espanhola Aceralia criando a Arcelor, gigante do setor mundial.

Em 2005, dando continuidade a sua expansão uniu-se a Companhia Siderúrgica Tubarão (CST) e Veja do Sul dando início a Arcelor Brasil que em 2006 passou a ser controlada pelo Grupo ArcelorMittal em uma fusão dos dois maiores grupos siderúrgicos do mundo: Arcelor e Mittal Steel e, com isso, consolidou sua presença em mais de 60 países.

### **4 METODOLOGIA**

Para a consecução dos objetivos propostos, a pesquisa, quanto aos fins, foi descritiva. Esse tipo de pesquisa tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis. (GIL, 2002). Quanto aos meios, trata-se de estudo de caso, do tipo qualitativo, com coleta de dados mediante o envio de questionários. O método escolhido foi o de pesquisa quantitativa, pois visa quantificar os resultados com a utilização da inovação adotados pela empresa ArcelorMittal.

O modelo de avaliação da gestão da inovação, proposto por Tidd, Bessant e Pavitt (2008. p. 585), composto de 40 questões que visam avaliar a gestão da inovação, foi o instrumento de coleta dos dados utilizado neste estudo. O modelo abrange a área de estratégia, aprendizagem, relacionamentos, processos e organização. Inclui também análise dos dados bibliográficos visando identificar novas oportunidades de inovação.

### **5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Para se analisar como ocorre a inovação no setor siderúrgico, faz-se necessário conhecer o processo de fabricação do ferro gusa visando melhorar o entendimento. A produção de gusa se dá em etapas diversas, que envolvem a preparação de produtos intermediários como sínter, pelotas, coque e ferro-gusa.

A siderurgia tem como objetivo o preparo de ligas de ferro com carbono e outros elementos como cromo, níquel, manganês, dentre outros, e dar a estas ligas a forma para usos diversos no mercado. O alto-forno pode ser definido como o aparelho que tem o objetivo de produzir



uma liga, no estado líquido, composta de ferro e carbono e mais alguns elementos de liga, a uma temperatura de aproximadamente 1500 °C, liga esta denominada ferro gusa.

A produção de ferro gusa utilizando o alto-forno como rota é a mais utilizada pela Siderurgia brasileira e mundial. No alto-forno está concentrada grande parte do custo de produção do aço, respondendo por cerca de quase 50%, como é o caso da ArcelorMittal Monlevade.

A partir de 1990, a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira (CSBM) iniciou o processo de inovação na empresa, com a utilização de coque em seus altos-fornos da Usina de Monlevade. Tal decisão provocou uma substancial mudança na rotina da Usina, haja vista que toda a história da empresa fora escrita em cima do carvão vegetal, redutor utilizado em seus altos-fornos desde o início de operação da Usina, em 1937.

A decisão de construir um novo alto-forno, denominado alto-forno A, foi tomada em maio de 1997. A partir dessa data selou-se o final da era de carvão vegetal na Usina, uma transformação significativa para a empresa e mesmo para a região.

A resolução de inovar, substituindo os cinco altos-fornos de menor porte pelo altoforno A foi tomada, entre outros motivos, para garantir o atendimento completo às exigências ambientais, reduzir o custo do gusa de modo a garantir a competitividade da Usina, balancear a produção da Usina, dispensando a compra de tarugos de terceiros e promover a atualização tecnológica dos equipamentos, permitindo melhor controle dos processos de produção.

O redutor utilizado no processo do alto-forno para redução da carga é o item que representa o maior custo do processo produtivo, é nessa área que se concentram grandes esforços para inovar. Os índices de desempenho dos altos-fornos são medidos em dois aspectos principais que são a redução do consumo específico de combustíveis e o aumento da produtividade.

De acordo com levantamento interno da ArcelorMittal Monlevade (2011), o redutor coque, representa na matriz de custo, mais de 55% de todo o custo de produção. Tendo o conhecimento do processo total do alto-forno e os custos que nele são incorridos, surge a necessidade da busca pela diferenciação. Constata-se isso nos estudos e seminários realizados internamente pela empresa. A busca por fontes alternativas de energia é uma constante, o mercado de combustíveis é muito vulnerável e os custos incorridos variam a todo o momento, dificultando planejamentos futuros.

Os estudos do Manual de Oslo (2005) vêm ao encontro com a atividade praticada pela empresa, ao destacar que a capacitação para a inovação mais significativa é o conhecimento acumulado pela empresa, resultado do processo de aprendizado consciente, que a empresa busca através dos seminários realizados.

A Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (2009) relata que para se atingir o objetivo de reduzir o consumo de redutor, uma técnica tem sido usada em todo mundo (praticamente em todos os altos-fornos a coque do mundo), que é a injeção auxiliar de combustíveis pelas ventaneiras dos altos-fornos.

A substituição de parte do redutor granulado (coque), carregado no topo do alto forno, por um combustível de mais baixo custo, injetado diretamente pelas ventaneiras, é o objetivo principal da Injeção de Carvão Pulverizado (ICP). Além de redução do custo do redutor, outros fatores irão influenciar direta ou indiretamente a maior economia na operação do alto-

forno com injeção. Esse aumento refere-se a maior produtividade, maior estabilidade operacional do reator devido à maior eficácia do seu controle térmico através da injeção.

Na ArcelorMittal Monlevade, para ser injetado, o carvão passa por um processo que irá adequá-lo, para sua injeção na zona de combustão do alto-forno. Estes processos são a moagem para atingir a granulometria ideal e a secagem visando eliminar o teor de umidade contida no carvão mineral, que normalmente fica em torno de 10%. Após este processo, o carvão é fluidizado através da mistura com um gás, para ser transportado pneumáticamente e distribuído pelas 22 ventaneiras do alto-forno.

A prática mais comum de injeção de carvão pulverizado é a utilização do carvão mineral como agente injetante. Na ArcelorMittal Monlevade a busca por inovação no processo de injeção é constante. Utiliza-se no alto-forno A, injeção de misturas de materiais como: carvões minerais e carvão de petróleo verde, carvões minerais de baixo e alto volátil, gás natural e carvão mineral, carvão mineral e carvão vegetal, carvão mineral, gás natural, carvão vegetal e óleo residual.

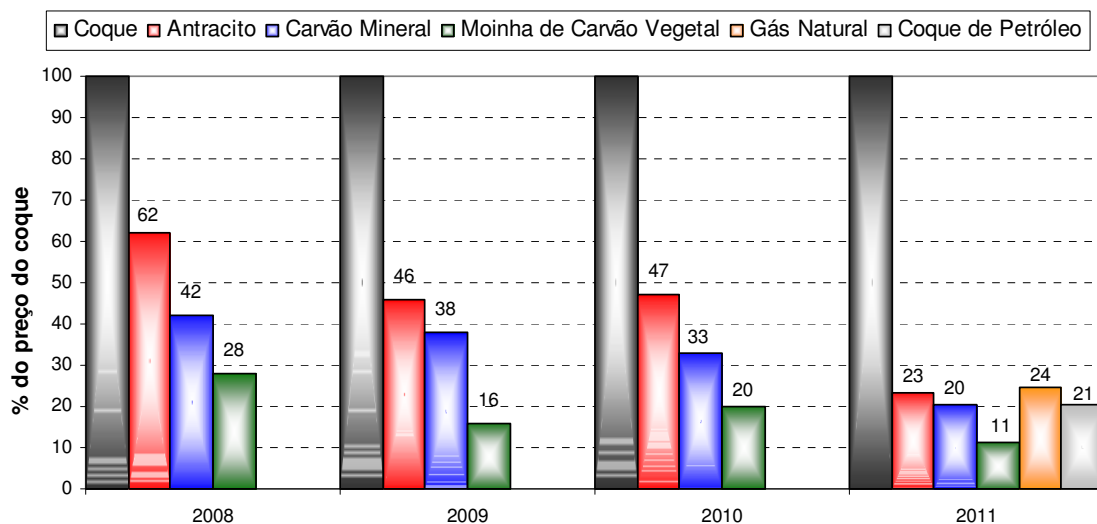


Figura 3: Preços dos combustíveis em relação ao coque  
Fonte: ArcelorMittal Monlevade, 2011.

Esta prática permite redução do consumo de coque carregado pelo topo, permitindo um ganho econômico, uma vez que os redutores carregados pelo topo apresentam custo superior aos finos de carvão e ao gás natural injetados pelas ventaneiras. A busca por combustíveis alternativos vai ao encontro aos estudos de Schumpeter (1942), ao relatar que o processo de desenvolvimento de novas fontes de suprimento de matéria-prima ou outros insumos está ligado ao processo de inovação.

Injeção de diferentes tipos de materiais é uma prática inovadora. Esta prática está de acordo com o estudo de Tidd, Bessant e Pavitt (2008, p. 86), quando mencionam que inovação é um processo de fazer de uma oportunidade uma nova ideia e de colocá-la em uso da maneira mais ampla possível.

A ArcelorMittal Monlevade, no mix de carvão injetado, alcança o estado da arte, ao explorar as opções disponíveis nesse segmento. Tais constatações estão de acordo com o Manual de Oslo (2005), quando mencionam que a propensão de uma empresa para inovar depende das

oportunidades tecnológicas que são apresentadas e, além disso, as empresas diferem em sua capacidade de reconhecer e explorar essas oportunidades.

Para inovar, uma empresa precisa descobrir quais são essas oportunidades, estabelecer uma estratégia apropriada, e ter a capacidade de transformar esses insumos em inovação real — e fazê-lo mais rápido do que seus concorrentes.

Os dados de fuel rate, do alto-forno da ArcelorMittal Monlevade, com o processo de injeção auxiliar de diversos materiais, são comparados na figura 4 com os outros altos-fornos de empresas do Brasil, Argentina e Chile. Para preservar a identidade das empresas, foram utilizadas letras em substituição aos nomes das empresas pesquisadas.

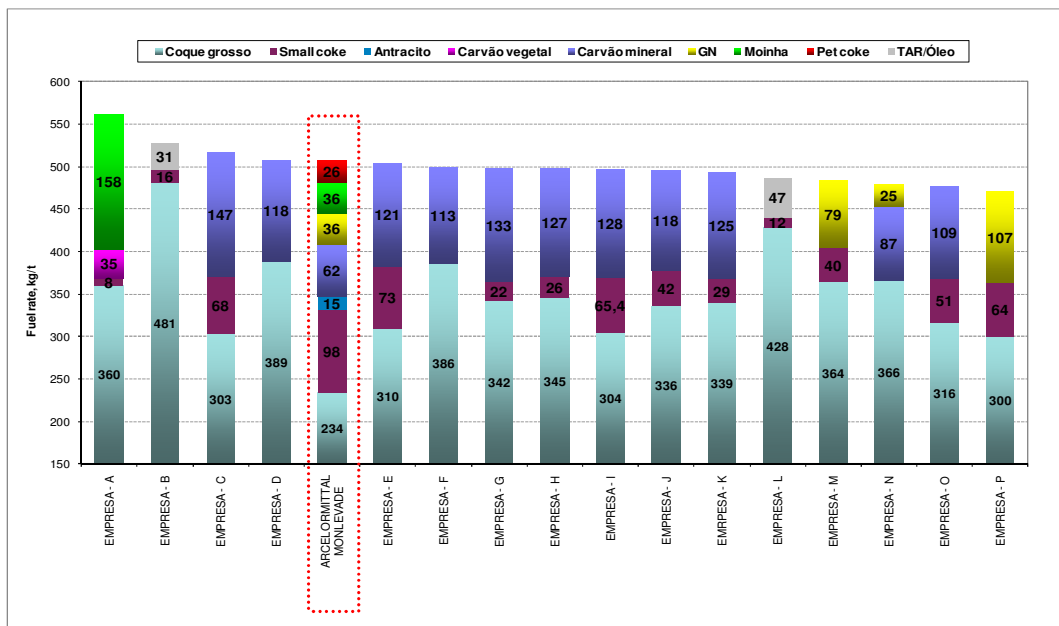


Figura 4 – Análise das dimensões da inovação no alto-forno da ArcelorMittal Monlevade  
Fonte: Elaborado pelo autor

A injeção de gás natural através das ventaneiras, outro projeto desenvolvido pela equipe da ArcelorMittal Monlevade, produz uma grande quantidade de hidrogênio, o qual substitui o monóxido de carbono como gás redutor na cuba. O gás hidrogênio é melhor redutor se comparado ao monóxido de carbono, pois ele permite economizar energia pelo decréscimo da quantidade de redução direta, a qual demanda considerável quantidade de energia para reação. O maior controle desta técnica, em comparação às outras, é referente ao alto efeito refrigerante do gás natural que ocasiona abaixamento da temperatura de chama.

O processo de inovação, voltado para injeção de combustível auxiliar, na etapa de redução em alto-forno, que é responsável pela maior parte do consumo energético de uma usina, apresenta-se como alternativa para reduzir emissão de CO<sub>2</sub>. Tais constatações são reforçadas por Correa (2011), ao descrever que o crescimento sustentável em todas as suas dimensões e a gestão de inovações para esse fim, tornaram-se os temas mais importantes na administração das empresas na última década. Destaca ainda que os esforços atuais para solução desses desafios, na maioria dos casos, diminuem apenas temporariamente os processos globais de degradação ambiental e de desigualdade social, gerando ainda pouca contribuição efetiva para o desenvolvimento sustentável de toda a humanidade.

O estudo na ArcelorMittal, visando inovação no processo de injeção, tem alcançado resultados jamais experimentados. O próximo método, visando inovar no processo de injeção, trata-se da injeção simultânea de gás natural, diretamente nas ventaneiras, sem utilização de lança, e carvão mineral, vegetal ou coque de petróleo em dupla lança. Por meio desse processo, pretende-se alcançar a divisão do fluxo de carvão pulverizado e gás simultaneamente nas ventaneiras do alto-forno, otimizando a combustão da mistura dos dois combustíveis, aumentando a eficiência do alto-forno com a consequente redução do custo operacional.

### 5.1 Pesquisa sobre avaliação da gestão da inovação

Após aplicação dos questionários ao corpo técnico do alto-forno e realizada tabulação dos dados, foi gerado o gráfico Polar que retrata como a empresa em estudo se situa dentro as cinco dimensões da inovação. Para análise gráfica, do modelo proposto por Tidd; Bessant e Pavitt (2008, p. 585), da população de onze funcionários ligados a área técnica do alto-forno, nove responderam ao questionário, representando um percentual de respondentes na casa dos 82%, considerando assim uma amostra significativa para a representação do todo. Os 18% restantes, optaram por não fazê-lo.

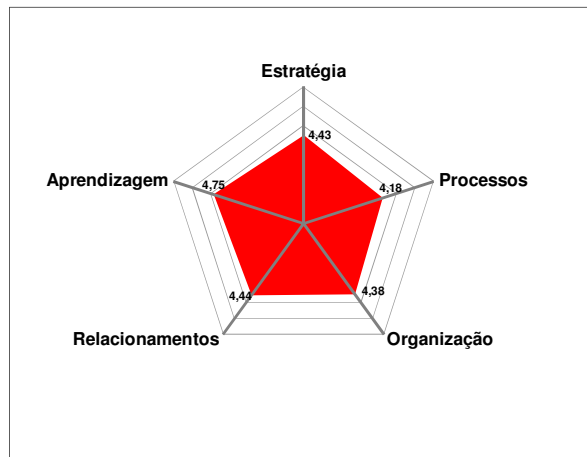


Figura 4 – Análise das dimensões da inovação no alto-forno da ArcelorMittal Monlevade  
Fonte: Elaborado pelo autor

A partir do desempenho obtido quando ao atendimento aos requisitos apresentados nas oito perguntas relativas a cada uma das cinco dimensões do modelo, pode-se traçar o perfil específico para a empresa avaliada de acordo com o modelo proposto por Tidd, Bessant e Pavitt (2008). O principal objetivo da produção deste gráfico é possibilitar aos tomadores de decisão o real entendimento dos *gaps* entre a situação identificada e um modelo mais robusto, baseado nas melhores práticas usadas por empresas inovadoras.

Por meio da análise do gráfico acima, resultado da percepção da Gestão da Inovação pelo corpo técnico do alto-forno da ArcelorMittal Monlevade, percebe-se que a empresa apresenta melhor gerenciamento da inovação no item aprendizagem e, pior gerenciamento da inovação no item processo. O item aprendizado se confirma perante aos cursos realizados internamente e, pelos investimentos em graduação e mestrado, patrocinados pela empresa.

No item aprendizado, a empresa apresentou, de acordo com a pesquisa aplicada, melhor gerenciamento da inovação no item sobre a prática de comparação sistemática dos produtos e processos com os de outra empresa. Outro ponto forte está na existência do espaço para

encontros e reuniões, visando compartilhar com outras empresas as experiências, buscando o aprendizado contínuo.

Como ponto fraco, foi constatada a falta de comprometimento, por parte das pessoas, com os treinamentos destinados ao desenvolvimento pessoal.

O item inovação em processo, apontado na pesquisa como o pior resultado de gerenciamento da inovação, analisando o gráfico, apresenta-se como grande oportunidade de melhoria. Isso se explica devido a pressão e busca constante por produção, o que muitas vezes limita o espaço para inovar em processo.

Na avaliação do corpo técnico do alto-forno, o gerenciamento da inovação em processo, apresentou melhor desempenho, no item onde se afirma que a empresa possui mecanismos eficazes para gerenciar a mudança de processo, desde a ideia até a implementação bem-sucedida. Esse item é importante e vai ao encontro aos estudos de Tidd; Bessant e Pavitt (2008) ao destacarem a importância da existência de um contexto organizacional, sustentador, em que as ideias criativas ganham espaço para implantação. Destacam também a importância da construção e manutenção dessas condições, que são de fundamental importância na gestão da inovação.

Outro ponto forte apresentado na pesquisa foi a existência de flexibilidade no sistema, permitindo que pequenos projetos sejam desenvolvidos e testados rapidamente no processo. Como ponto fraco, o item gerenciamento de inovação de processo apresentou a falta de um sistema claro, destinado a escolha e seleção de projetos voltados para inovação.

O item estratégia merece uma atenção especial. Qualquer plano ou iniciativa voltada para inovar deve estar alinhado com a visão de futuro da empresa e com a estratégia do negócio. Tal fato é comprovado por Terra (2007), ao destacar que para competir de forma eficiente, a empresa precisa alinhar a inovação ao seu planejamento estratégico. Tal afirmação vem ao encontro aos estudos de Bessant e Tidd (2009, p. 20), ao relatar que a gestão da inovação de sucesso baseia-se no alinhamento estratégico; depende de relacionamentos internos e externos eficazes; exige mecanismos que possibilitem que a mudança aconteça; somente acontece dentro de um contexto organizacional apoiador.

Percebe-se, como análise geral, grande possibilidade de melhorias em todos os itens. É grande o espaço para inovar nas empresas siderúrgicas, a produção de commodities são normalmente marcadas por volumes de produção, o que significa produzir mais do mesmo, não ocorrendo o espaço necessário para inovar.

## **6 CONCLUSÃO**

O estudo realizado buscou analisar como vem ocorrendo a inovação no setor de alto-forno da empresa ArcelorMittal Monlevade, procurando compreender quais são as implicações para inovar nesse setor. Para atender ao objetivo principal proposto, foi necessário responder todos os objetivos específicos.

O primeiro objetivo específico propôs descrever as tecnologias e processos mais utilizados na área de alto-forno. Este objetivo foi alcançado, descrevendo o processo do alto-forno, a partir das cinco partes as quais são divididos, iniciando pelo topo onde é realizado o carregamento

de matérias-primas e terminando no cadinho onde se encontra o material líquido. Foi apresentado também o corte longitudinal do alto-forno, com todas suas divisões, e as principais características e tecnologias utilizadas no do alto-forno da ArcelorMittal Monlevade.

O segundo objetivo específico visou analisar as práticas usuais à luz das possibilidades de inovação. Foi possível evidenciar, através dos dados levantados, a possibilidade de melhoria no processo de injeção do alto forno. A injeção de finos pulverizados, realizados por dupla lança, pode ser alterada para coinjeção de diversos tipos de carvões pulverizados, através da dupla lança e injeção de gás natural diretamente pelas ventaneiras sem a utilização das lanças.

Esta inovação permitirá injetar gás natural sem interromper o processo da injeção de finos, levando a uma economia de combustível devido a redução de injeção de produtos com custos mais elevados. Este projeto encontra-se em andamento, o projeto da ventaneira foi alterado para contemplar essa inovação e, pretende-se iniciar os testes em dezembro de 2011.

O terceiro objetivo específico foi descrever o processo de inovação adotado no alto-forno da AcelorMittal Monlevade. Para cumprir esse objetivo, foi realizado um estudo comparativo entre o alto-forno da empresa em estudo, com todos os altos-fornos do Brasil, incluindo dois altos-fornos da Argentina e um alto-forno do Chile. Os dados mostraram que o processo de injeção do alto-forno da ArcelorMittal Monlevade prima-se pela diferenciação, o que gerou, conseqüentemente, a inovação do processo.

O quarto e último objetivo específico, foi o de avaliar os impactos do processo de inovação na organização estudada. Esse objetivo foi atingido, através do processo de aprendizagem e estudo das possibilidades da utilização de novos combustíveis, o que trás redução de custo do gusa, através da redução do coke rate e da injeção de carvão mineral no Alto-Forno.

Outro aspecto importante é o fato da sustentabilidade ambiental, visto que com a substituição dos combustíveis fósseis, a emissão de CO<sub>2</sub> foi reduzida, o que melhora a imagem da empresa e a torna mais competitiva. A injeção de combustíveis alternativos no alto-forno da ArcelorMittal Monlevade, gerou uma redução calculada de 620.000 t de emissão de CO<sub>2</sub> na produção de gusa. Esta redução é bem representativa visto que equivale a 186.000 árvores plantadas ou um quarto do Distrito Federal em árvores.

Quanto ao processo de inovação, o marco teórico usado para verificar o objeto de estudo foram as definições de Tidd; Bessant e Pavitt (2008), as orientações propostas no Manual de Oslo (2005) e as definições propostas por Terra (2007). Outro referencial importante utilizado relaciona-se a inovação voltada para o produto e para o processo. Os estudos de Yukimura (1999), explicam que, normalmente, no início do processo de inovação, existe concentração maior é no modelo de inovação do produto. Nessa fase, em que as ideias fluem com maior facilidade, diversas opções de produtos são disponibilizadas no mercado, até que, num certo momento da corrida, surge um “modelo dominante”, aprovado pelo mercado. O surgimento do “modelo dominante” provoca o declínio nas inovações voltadas ao produto para iniciar uma maior concentração em inovação voltada para o processo. Esse referencial vai ao encontro do trabalho apresentado, visto que se trata de inovação de processo.

O presente trabalho utilizou também, como marco teórico, a proposta de Tidd, Bessant e Pavitt (2008), segundo a qual se verificam as inovações ocorridas no alto-forno da ArcelorMittal, com foco no consumo de combustíveis, destacando a inovação de processo,

que é caracterizada por mudanças na forma em que produtos ou serviços são produzidos e entregues aos consumidores. Para fins de análise, utilizou-se o questionário proposto por Tidd, Bessant e Pavitt (2008, p.586). O objetivo foi realizar uma auto-avaliação das áreas importantes da inovação e, descrever como a empresa lida e gerencia a questão da inovação.

Outro conceito, muito abordado por outros autores utilizados nesta dissertação, foi a aprendizagem e o conhecimento. Sigmar Malvezzi (2009, p. 26), destaca a aprendizagem como impulsionadora da inovação. O trabalho se ateve com o foco em inovação e utilizou o conceito de aprendizagem como sugerido pelo autor.

Mediante tais conclusões, considera-se que o objetivo principal da pesquisa, qual seja, analisar como vem ocorrendo a inovação no alto-forno da ArcelorMittal Monlevade, e os secundários foram atingidos a partir do caráter descritivo do estudo de caso.

As limitações da pesquisa referem-se ao processo analisado. Não existem muitos trabalhos e informações disponíveis sobre inovação voltada para siderurgia. Os dados existentes são consistentes, pois existe o espaço para troca de informações, mas limitam-se no desempenho dos processos voltados para determinados itens, o que impossibilita identificar inovações incrementais realizadas nos equipamentos periféricos do alto-forno. Outra limitação importante é que as empresas atuam no mesmo ramo, ou seja, produtoras de ferro gusa, o que as tornam concorrentes e, devido a esse fato, muitas das inovações surgidas não serão facilmente abertas e divulgadas ou utilizadas como troca de experiência.

Para a Academia, o presente trabalho traz uma discussão importante, que é a inovação na Siderurgia voltada para área de alto-forno. Essa discussão ganha importância por relatar a inovação presente em uma área onde não são comuns os trabalhos voltados para inovação e por se tratar de uma grande empresa siderúrgica, o que possibilita maior aprendizado sobre o tema, bem como, desperta novas oportunidades de pesquisas e trabalhos voltados para inovação.

Trabalhos futuros devem buscar avaliar os resultados da inovação com o novo processo de injeção, compreendido na alteração do sistema de injeção, ou seja, injeção do mix de pulverizado pelo processo de dupla lanças e injeção de gás natural diretamente pelas ventaneiras. Um possível ganho seria a elevação da eficiência de queima do gás na zona de combustão resultando em melhor aproveitamento do combustível.

Outros assuntos passíveis de desenvolvimento de pesquisas envolvem a importância da inovação na área de manutenção dos equipamentos no alto-forno, que representaria um ganho com redução do tempo do equipamento parado. Representaria também um ganho, visto que criaria a oportunidade de disseminar o tema inovação em áreas importantes como é a área destinada a manutenção dos equipamentos, bem como entrevistar os funcionários, procurando identificar qual a percepção e conhecimento dos mesmos sobre o processo de inovação em sua área de trabalho. Esses estudos estariam voltados para identificar a inovação incremental.

Sugere-se, por fim, de posse do resultado da pesquisa, que se procure disseminar o conceito de inovação, principalmente que não está voltada somente para o lançamento de novos produtos e, existe no processo uma grande oportunidade para inovar. Isso possibilitaria realizar um estudo comparativo sobre inovação, em diversas áreas do alto-forno como manutenção e produção, comparando os ganhos existentes.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO. **Desenvolvido por KBRTEC**, 2009. Apresenta informações referentes às empresas associadas. Disponível em <[www.abm.org.br](http://www.abm.org.br)> . Acesso em: 30 jan. 2011.
- BENVENUTTI, Lucinéia. **Estudo de mercado**: siderurgia e metalurgia. Disponível em: <<http://www.revistarevenda.com.br/materias/>>. Acesso em 23 jul.2011.
- BESSANT, John; TIDD, Joe; **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 512p.
- CASSIOLATO, José Eduardo, LASTRES, Helena Maria Martins. Aglomerações cadeias e sistemas produtivos e de inovações. **Revista Brasileira de Competitividade**. Belo Horizonte, ano 1, n.1, abr./jun. 2001.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 171p.
- KIM, W. CHAN; MAUBORGNE, RENNÉ – **A estratégia do oceano azul** – como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante, 10ª edição, Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.
- MALVEZZI, Sigmar. **Aprendizagem organizacional** – ferramenta fundamental de desenvolvimento. Disponível em: <<http://iptv.usp.br/portal/home.jsp>>. Acesso em 15 jul. 2010.
- MANUAL DE OSLO. OCDE. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação** 3.ed. 2005. 184p.
- PORTER, Michel E. **Competição**: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro, 1999. 584p.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 169p.
- SCHUMPETER, Joseph Alois (1942). **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984. 512p.
- TERRA, José Cláudio Cyrineu. **Inovação** – quebrando paradigmas para vencer. São Paulo: Saraiva, 2007. 272p.
- TIDD, Joe; BESSANT, John; PAVITT, Keith. **Gestão da inovação**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 600p.
- TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil – Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 304p.
- YUKIMURA, Carlos D. Lopez. **Conceitos e moldes de inovação**. 1999. Disponível em: <<http://www.edutopiatec.com.br,criandoeinovando.blogspot.com>>. Acesso em: 20 mar. 2011.