



TECNOLOGIAS EM TURBINAS A VAPOR APLICADAS¹ ESTUDO DE CASO: BR ENTERPRISE

Carlos Eduardo Machado Paletta²
Flávio Henrique Stahlberg Nataf³

Resumo

A iniciativa é a de apresentar as turbinas TGM como uma alternativa as necessidades de repotenciamento das turbinas existentes no parque industrial nacional. É de observar que, algumas aplicações de turbinas datam da década de 80 ou 70. É fato que em muitas instalações existentes a, ao longo dos anos, as demandas por energia elétrica e vapor de processo aumentaram, surgindo assim, a necessidade de otimização dos equipamentos existentes de geração de energia, no caso turbinas a vapor. Entretanto a decisão em se modernizar ou substituir o equipamento existente deve também ser analisada. O que se pode observar, é que devido às novas tecnologias aplicadas em turbinas a vapor, em muitos casos, a substituição do equipamento existente por um novo é mais vantajosa.

Palavras-chave: Geração de energia; Turbinas a vapor; Eficiência; Competividade.

APPLIED TECHNOLOGIES FOR STEAM TURBINES CASE STUDY: BR ENTERPRISE

Abstract

This paper main target is to provide the TGM turbines as an optimized solution for turbines refurbishment for the Brazilian industry state of art. It's noticeable to remind that a good part of turbines application solutions comes from 70's and 80's. It is true that, in many existing plants over the years, the electricity demand and process steam increased, thus resulting in the need of existing equipment optimization for energy generation, in regard of steam turbines. The Turbine modernization process requires experience as far as expertise and can be done safely, as already performed in several occasions. However, even the decision to modernize or replace existing equipment must also be closely evaluated. In many cases, the experience shows the replacement of existing equipment with a updated technology one could be more advantageous.

Keywords: Power generation; Steam turbines; Efficiency; Competitiveness.

¹ Contribuição técnica ao 33º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 27º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 22 a 24 de agosto de 2012, Belo Horizonte, MG.

² Engenheiro mecânico e Mestre em Energia, Gerente de Desenvolvimento de Negócios, TGM Turbinas.

³ Engenheiro mecânico, Engenheiro de Aplicação, TGM Turbinas.



1 INTRODUÇÃO

Esse estudo pretende analisar preliminarmente a viabilidade técnica e econômica do projeto produção de ar soprado, vapor de processo e geração de eletricidade para consumo próprio na empresa do setor siderúrgico a BR Enterprise, localizada no Estado de São Paulo.

A BR Enterprise atua no mercado de produção de aço.

O mercado de aços planos é altamente competitivo e requer que as empresas atuantes sejam altamente eficientes.

O processo de sopragem de ar de alto forno é peça fundamental da eficiência e produtividade da planta, e deve ter alta disponibilidade e confiabilidade. Devido a defasagem dos equipamentos ao longo de três décadas aliado ao aumento produtivo do período, o sistema de sopragem de ar da BR Enterprise passou a operar no limite e sem unidade reserva.

Para definir a estratégia de ganho de disponibilidade e confiabilidade do sistema de ar soprador serão analisadas as condições técnicas e econômicas existentes a fim de fornecer subsídios para a escolha da melhor alternativa.

Assim sendo, o estudo pretende analisar os fatores que possibilitam a modernização ou substituição dos equipamentos de produção de ar soprado aos altos fornos da indústria, a fim de suportar a plena capacidade de produção da indústria.

Na primeira parte do estudo serão analisadas as opções estratégicas. Posteriormente, na segunda parte serão analisados os parâmetros técnicos econômicos e financeiros necessários para o estudo de viabilidade.

Em linhas gerais, trata da apresentação dos critérios que podem ser utilizados na tomada de decisão sobre implementar ou não um projeto.

Vale ressaltar que, avaliação é o processo que une risco e retorno para se determinar o valor de um ativo. As técnicas de análise para a avaliação dos investimentos a serem realizados são utilizadas pelas empresas para a seleção de projetos que irão aumentar a riqueza de seus proprietários.

Tal avaliação se faz necessária, visto que as mudanças econômicas e políticas ocorridas nas duas últimas décadas propiciaram o ambiente empresarial, hoje caracterizado pela internacionalização dos mercados e por ampla e acirrada competição.

Conseqüentemente, as empresas devem se adaptar a essa realidade de contínuas e rápidas mudanças, otimizando os recursos disponíveis, ao custo de verem a sua continuidade comprometida.

Nesse novo cenário, as empresas são compelidas a adotar sistematicamente novas tecnologias, a fim de permanecerem competitivas.

Todo modelo de avaliação deve estar baseado em premissas e requisitos que darão sustentação ao mesmo. Entendem-se requisitos como os atributos que o modelo deve possuir para atingir o objetivo a que se propõe e premissa é definida como fato ou princípio que serve de base a um raciocínio.

Na seqüência, faz-se a apresentação das mesmas.

1.1 Premissas

- O ambiente competitivo disponibiliza limitações e oportunidades.
- O seu maior objetivo (empresa) é ser eficaz.



- Os gestores são competentes por meio da experiência e da vivência, levantam o maior número de alternativas para propiciar a escolha da melhor decisão.
- Os gestores/funcionários/empregados são dispostos a aceitar responsabilidades e essas estão claramente definidas.
- As decisões tomadas pelos gestores são aquelas que contemplam o melhor resultado para a empresa.
- Os investidores estão procurando, cada vez mais, empresas que cumpram da melhor forma as suas missões.

1.2 Requisitos

- O projeto tem que atender à função/missão da empresa.
- A avaliação do projeto proposto deve retratar a importância da participação dos gestores.
- Os gestores conhecem o mercado do setor siderúrgico.
- Os gestores conhecem os ambientes econômico e financeiro existentes no mercado atual.
- A empresa disponibilizará condições para que o projeto seja executado.

1.3 Objetivo

Analisar os fatores que possibilitam atingir a disponibilidade e confiabilidade recomendada ao sistema de ar soprado para altos fornos a partir da modernização/repotenciamento do equipamento atual ou a substituição completa por um novo conjunto turbo-soprador, de forma a disponibilizar uma máquina reserva com capacidade de suportar a plena produção da indústria nas ocasiões de parada das máquinas de operação contínua.

2 ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

A empresa BR Enterprise atua no ramo siderúrgico, há mais de 50 anos e está posicionada entre as grandes empresas do ramo no Brasil.

O sistema de sopragem de ar é constituído por 4 grupos turbo-sopradores, importados de fornecedores que até os dias de hoje não produzem no Brasil tais equipamentos, e instalados entre as décadas de 60 e 70. Na operação atual apenas os 02 sopradores de maior capacidade operam continuamente suprindo toda a demanda de ar. As outras 2 máquinas são mais antigas e de menor capacidade, e permanecem em reserva. Quando ocorre uma parada, planejada ou não, das máquinas de operação contínua, ocorre uma redução da disponibilidade de ar soprado, já que as máquinas em reserva não possuem capacidade de atender a demanda total de ar. Como consequência, todas as paradas das máquinas principais ocasionam a redução da produção durante o período da parada.

Essa situação reduz significativamente a confiabilidade do sistema de ar soprado.

Esta característica de defasagem tecnológica está aplicada na central termelétrica, que não teve aumento das suas capacidades desde as respectivas instalações, enquanto o processo de produção e a necessidade de eficiência cresceram, tornando então a central termelétrica um ponto fraco da unidade e de necessidade urgente de melhoria.



3 ANÁLISE ESTRATÉGICA

A seguir serão apresentadas e comentadas as possíveis opções estratégicas, mostrando as suas vantagens, desvantagens, riscos e oportunidades para posterior análise econômica e tomada de decisões.

Ao todo serão apresentadas duas opções para o planejamento estratégico da empresa BR Enterprise, ambas baseadas na mesma especificação de disponibilidade de ar soprado.

Em ambas as opções não serão analisadas as possibilidades de ganhos indiretos no balanço térmico total da planta em função das melhorias que possam ser implantadas na unidade turbo-soprador em questão.

Ao todo serão apresentadas duas opções para o planejamento estratégico da empresa BR Enterprise.

3.1 1ª OPÇÃO

Essa opção contempla o retrofit de um grupo turbo-soprador existente e atualmente na reserva, para atingir as condições plenas de fornecimento de ar no caso da parada de outro turbo-soprador de operação contínua.

3.1.1 Condições

- Não alterar as instalações atuais; e
- reutilizar todos os componentes quanto possíveis.

3.1.2 Desvantagens

- Impossibilidade de traçar novos objetivos de crescimento;
- manutenção de uma tecnologia construtiva de década de 70;
- menor confiabilidade em função da reutilização de componentes cujos ciclos de vida útil encontram-se em fase final;
- limitação no ganho de eficiência termodinâmica do conjunto; e
- impossibilidade de melhoria da manutenibilidade do sistema.

3.1.3 Riscos

- Concorrentes possuem instalações mais novas e eficientes. Possuem equipamentos que atendem as demandas da produção no que se refere a ar soprado e energia elétrica, possuem ainda geração própria de EE e não compram energia elétrica do distribuidor local.

3.2 2ª OPÇÃO

O intuito de apresentar essa opção é o de analisar a possibilidade de implantação de uma tecnologia atualizada, por meio da substituição completa do equipamento antigo por um novo conjunto turbo-soprador, cuja turbina é de tecnologia e fabricação 100% nacional, atendendo e superando as especificações determinadas para a opção 1 do retrofit.



3.2.1 Condições

- Substituir o turbo-soprador e seus sistemas auxiliares existentes por um equipamento mais eficiente e tecnologicamente atualizado, com um alto índice de nacionalização através do fornecedor nacional TGM para a turbina e acessórios.

3.2.2 Vantagens

- Viabilidade do investimento necessário;
- é estratégico para a empresa;
- oferece flexibilidade de operação e torna-se um equipamento de operação contínua novo, possibilitando a existência de uma máquina reserva em boas condições que é atualmente de operação contínua;
- ganho de eficiência;
- aumento da manutenibilidade; e
- facilidade de acesso ao fornecedor nacional.

3.2.3 Oportunidades

- Disponibilidade do sistema de ar soprado para produção de aço;
- redução do custo de produção;
- aumento da produtividade;
- redução do custo de manutenção;
- menor tempo de manutenção; e
- melhor administração do insumo ar soprado.

Ao se analisar o projeto estratégico de crescimento da indústria em questão, deve-se enfatizar que as duas opções não devem ser desprezadas, entretanto como já dito anteriormente, o objetivo desse estudo é de analisar a viabilidade técnica econômica e financeira da substituição do equipamento de sopragem de ar para os altos fornos.

Assim sendo no Capítulo 4 Será analisado somente a 2ª opção, que é a da substituição ou reforma do equipamento existente por um turbo soprador TGM novo.

4 ANÁLISE DOS BALANÇOS TÉRMICOS DA BR ENTERPRISE

Nesse capítulo serão analisados os balanços térmicos BR Enterprise

O estudo do balanço térmico fornece condições técnicas para a definição da melhor alternativa técnica disponível comercialmente.

Para a análise será adotada somente a 2ª Opção Estratégica, para a qual analisada a modernização ou a substituição do equipamento existente por turbo soprador novo TGM.

1ª OPÇÃO: Modernização do turbo soprador existente

2ª OPÇÃO: Substituição do turbo soprador existente por um turbo soprador novo TGM

A Tabela 1 retrata todos os pontos de operação do equipamento turbo soprador.

Pode-se notar que no ponto máximo de operação, isto é a plena carga, a turbina produzirá, 24,78 MW de potência e ainda fornecerá vapor para o processo industrial.

Vale ressaltar que os pontos de operação da tabela 1 abaixo, retratam o turbo soprador modelo novo TGM, com uma turbina *de reação* e condensação com 2 tomadas de vapor para processo-aquecimento de condensado, no caso uma turbina TGM modelo CT 50.



Tanto no caso da modernização como no caso da substituição do equipamento por um novo, conseguiu-se atender o objetivo inicial que era de fornecer a quantidade de energia necessária ao soprador de ar aos altos fornos da empresa.

Assim sendo, restou aos gestores do projeto, a decisão de se modernizar ou substituir o equipamento existente por um novo TGM.

4.1 Condições de Operação do Equipamento após a Modernização ou a Substituição do Mesmo

Tabela 1: Condições de operação e pontos de carga do turbo soprador

Máquina Acionada	Soprador									
Modelo de Turbina	CT 50									
Pontos de operação	1	2	3	4	5	6	7	8	8	
Potência nos bornes do gerador	24,78	21,56	17,09	20,47	16,405	20,02	16,08	19,29	15,59	MW
Pressão de vapor de entrada	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	Bar (a)
Temperatura de vapor de entrada	440	440	440	440	440	440	440	440	440	°C
Vazão de vapor de entrada	99,1	85,18	68,3	80,9	65,73	79,55	64,56	76,95	62,75	t/h
Pressão de vapor na tomada	4,66	3,97	3,15	3,75	3,02	3,69	2,96	3,56	2,87	Bar (a)
Temperatura de vapor na tomada	190,5	177,3	173,4	174,7	172,9	177,3	172,6	177,3	172	°C
Vazão de vapor na tomada	6,58	5,6	4,34	5,28	4,15	5,15	4,06	4,97	3,93	t/h
Pressão de vapor na tomada	1,07	0,92	0,73	0,87	0,7	0,86	0,69	0,82	0,67	Bar (a)
Temperatura de vapor na tomada	101,6	97,3	91,1	95,8	90,1	95,3	89,6	94,3	88,8	°C
Vazão de vapor na tomada	7,39	6,22	4,76	5,85	4,53	5,71	4,43	5,5	4,28	t/h
Pressão de vapor na saída	0,1	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,085	0,08	Bar (a)
Temperatura de vapor de saída	45,8	44	41,7	43,3	41,3	43,1	41,3	42,9	41	°C
Vazão de vapor na saída	85,13	73,36	59,21	69,76	57,05	68,7	56,06	66,48	54,54	t/h
Rotação da turbina	4.691	4.691	4.353	4.548	4.252	4.487	4.205	4.393	4.133	rpm
Rotação da máquina acionada	4.691	4.691	4.353	4.548	4.252	4.487	4.205	4.393	4.133	rpm
Tolerância	1	-	-	-	-	-	-	-	-	%



4.2 Produção de Ar e de Energia

Na condição de plena carga o turbo soprador produzirá 24,78 MW de potência e atenderá totalmente a demanda de ar soprado aos altos fornos da indústria. Como o repontecimento e a substituição do equipamento existente conseguem atender a demanda da indústria, resta observar as condições do investimento necessário para a implementação do projeto.

4.3 Comparação entre os Custos de Modernização e Substituição dos Equipamentos Existentes

A Tabela 2 consolida os custos dos investimentos da modernização e da substituição do equipamento existente por um novo TGM mais eficiente.

Tabela 2 - Resumo das alternativas apresentadas

Comparação de Valores			
Retrofit x Turbo soprador novo			
Item	Descrição	Opção 1 Retrofit	Opção 2 Turbo soprador novoTGM
1	Turbina	28.000.000	29.400.000
2	Sistema hidráulico		
3	Serviços de campo (mão de obra)		
4	Automoção e controle		
5	Condensador e sistema de vácuo		
6	Sistema elétrico		
7	Sistema de filtros		
8	Interligações, tubulações, obras civis etc		
Valor total			

Fonte: proposta comercial, TGM 2009.

A Tabela 2 mostra os custos referentes às Opções 1 e 2 .

Pode-se observar que o custo da Opção 1 é inferior ao da Opção 2.

É de observar que, embora o custo do *retrofit* seja inferior, a opção de substituir o equipamento usado por um novo é atrativa, visto que a diferença é de apenas 5% a mais no valor do investimento.

Assim sendo, ao se analisar os resultados, os gestores definiram como a melhor alternativa estratégica a substituição do equipamento existente por turbo soprador novo TGM.

A Figura 1 mostra as condições projetadas de operação da planta após a substituição do equipamento.

De acordo com a Figura 1, pode-se observar o balanço de energia da BR Enterprise após a substituição do turbo soprador antigo por um novo TGM.

Nota-se também que a potência de 24 MW foi atingida com sucesso, possibilitando a produção total da demanda de ar soprado para a indústria.

Seminário de Energia & Utilidades

33º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades & 27º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais

4.4 Balanço Térmico com a Substituição do Equipamento Existente por Novo TGM. Opção 2.

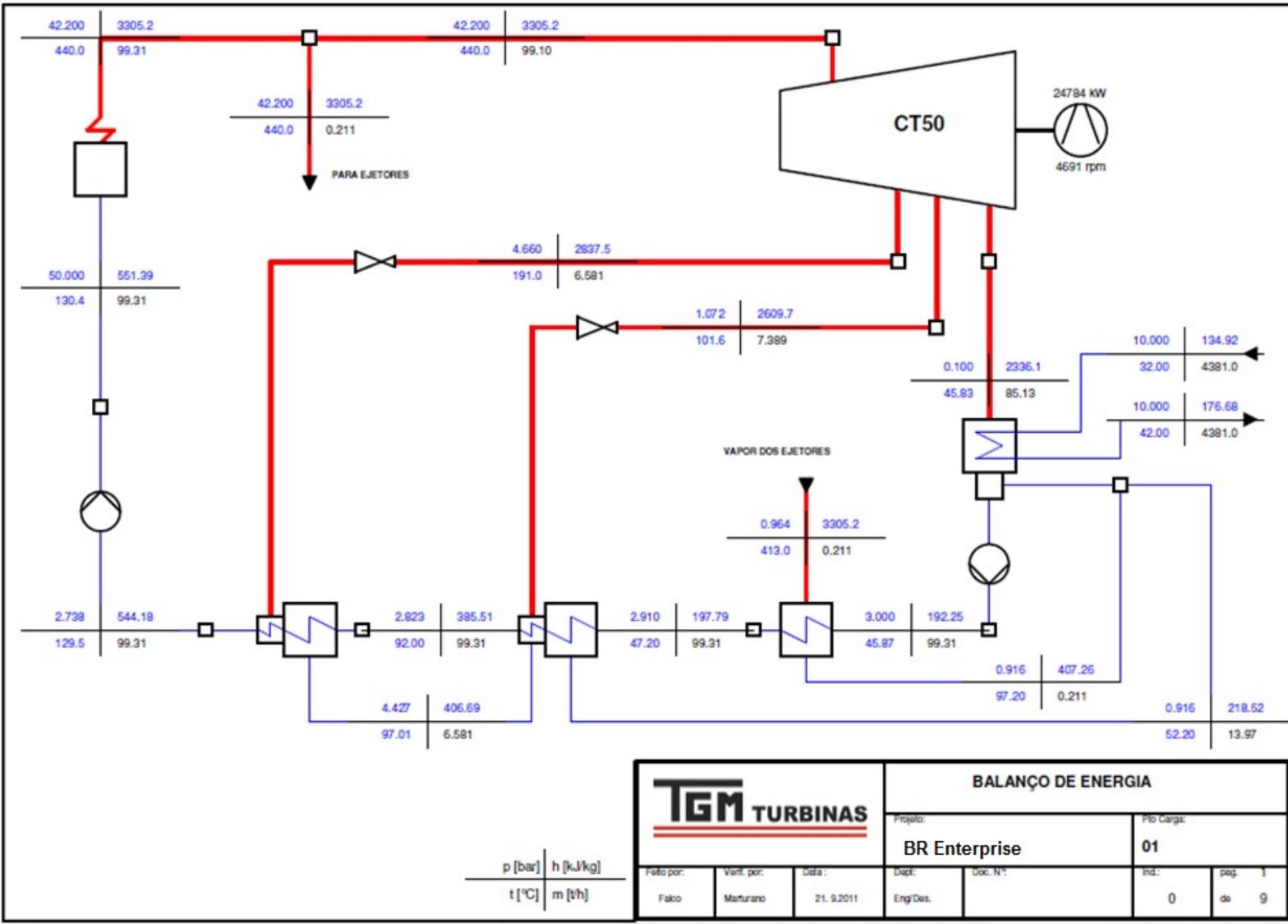


Figura 1. Balanço Térmico com a Substituição do Equipamento Existente por Novo TGM. Opção 2



A Tabela 3 apresenta um resumo entre a tecnologia da turbina existente anteriormente na BR Enterprise, a tecnologia utilizada para o *retrofit* e a tecnologia das turbinas novas TGM.

Tabela 3. Comparativo de tecnologias do turbo existente e da nova tecnologia TGM

ITEM	Tecnologia original	Tecnologia <i>retrofit</i> TGM	Tecnologia equipamento novo TGM
Eficiência turbina	76%	80,5%	86%
Princípio operação	Ação	Ação	Reação
Sistema de controle	Mecânico	Adequação eletrônica	Eletrônico
Sistema de proteção	Eletro-mecânico	Eletro-mecânico e eletrônico	Eletrônico
Sistema hidráulico	Sistema separado e defasado	Adequação de sistema separado padrão TGM	Sistema separado padrão TGM
Sistema de válvulas	Simplex sede com atuador único rotativo	Manutenção do sistema original	Sistema de servo-atuador e válvulas lineares dupla sede e independentes
Prazo de instalação do projeto	N.A.	150 dias	170 dias
Prazo major <i>overhaul</i>	30 dias	30 dias	24 dias
Custo manutenção estimado ciclo 50.000 h operação	R\$ 2.800.000,00 – nota: considerada a situação atual equipamento	R\$ 2.200.000,00	R\$ 1.800.000,00

Analisando a Tabela 3, pode-se notar que além das diferenças tecnologias apresentadas, o custo de manutenção da tecnologia das turbinas atuais da TGM é inferior ao das outras opções, representando 65 % do valor da tecnologia antiga.

5 RESULTADOS E CONCLUSÕES

O objetivo geral deste estudo foi o de verificar as interferências das variáveis tecnológicas, econômicas e financeiras no projeto de modernização ou substituição do turbo soprador existente da empresa BR Enterprise na sua unidade de São Paulo.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a Alternativa 2 apresenta um melhor resultado considerando que ao se adquirir um equipamento novo, os custos de manutenção, e o tempo de parada para manutenção são reduzidos.

Pode-se verificar que o investimento necessário para a Alternativa 2, foi de somente 5 % maior que o da Alternativa 1, fato esse que possibilitou a mesma.

Na análise dos resultados, pode-se notar que atualmente e nas condições encontradas no projeto, a indústria brasileira, de equipamentos novos, tem tecnologia e capacidade de ofertar equipamentos nacionais eficientes com custos



atrativos e competitivos aos fabricantes estrangeiros, fato esse que há 20 anos era impossível de se cogitar.

Entretanto, vale ressaltar que a limitação importante encontrada foi tomada de decisão dos gestores.

Ainda existe por grande parte dos gestores de indústrias um grande conservadorismo e a certeza que os antigos equipamentos importados são melhores que os novos equipamentos nacionais.

Fato esse que pode ser comprovado ao se analisar os resultados obtidos na BR Enterprise.

Assim sendo, pode-se concluir que a indústria nacional brasileira tem condições reais de competir com os fabricantes de equipamentos estrangeiros.

Vale ressaltar que, somente a divulgação de casos de sucesso, como o da BR Enterprise, fará aumentar a participação da indústria nacional, em empresas tradicionais do ramo siderúrgico brasileiro.

BIBLIOGRAFIA

- 1 BERTO, M. A., NAKAO, Hiroshi, S. **A Análise de Investimentos em ativo fixo na Abordagem do GECON.** Artigo exigido para a conclusão da disciplina de Análise de Custos do curso de mestrado em Contabilidade e Controladoria, ministrada pelo Prof. Dr. Armando Catelli, São Paulo, Agosto de 1998.
- 2 CORTEZ, L. A. B., LORA, E. S. **Tecnologias de Conversão Energética da Biomassa,** Série Sistemas Energéticos II. Manaus: EDUA/EFEI, 1997.
- 3 FIPECAFI. **Controladoria: uma abordagem da Gestão Econômica – GECON.** 2º ed., Armando Catelli (coord.) São Paulo: Atlas, 2001.
- 4 GUERREIRO, R. **A Meta da Empresa.** São Paulo: Atlas, 1996.
- 5 GOLDEMBERG, J., DONDERO, L. D. **Energia Meio Ambiente & Desenvolvimento,** 2º ed. São Paulo: EDUSP, 2003.
- 6 KWANDISKA, E. L. **Introdução à Administração.** 5º ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- 7 KOTLER, P. **Administração de marketing.** São Paulo: Prentice-Hall, 2002.
- 8 PALETTA, C. E. M. **As implicações dos aspectos legais, econômicos e financeiros na implementação de projetos de geração de energia a partir de biomassa no Brasil: um estudo de viabilidade. 2004.** Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- 9 PALETTA, C. E. M. **Modelo conceitual de decisão relativo ao desenvolvimento de produtos e clientes: uma contribuição para a eficácia da empresa.** Trabalho apresentado à disciplina de Gestão de Custos, sob a orientação do Prof. Dr. Armando Catelli, cursada no programa de pós-graduação (Doutorado) do Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- 10 Schegliáiev A.V. , **Turbinas de Vapor,** Editora Mir Moscou, Edição 1985.
- 11 THERMOFLEX Version 21.0 da **THERMOFLOW.** Licensed for TGM Turbinas, 2012.
- 12 TGM Turbinas – **Principais Tipos de Turbinas, 2010.** Disponível em: <http://www.tgmturbinas.com.br/>.