

Relatório Descritivo Trabalho realizado no âmbito do convênio PRPF - 01/2017



Usina Presidente Vargas

1 - Descrição da Planta:

A unidade fabril Usina Presidente Vargas, empresa do Grupo CSN, atua com destaque no segmento da siderurgia nacional e está localizada em Volta Redonda (RJ), a 141 km da cidade do Rio de Janeiro. A usina tem capacidade anual de produção de 5,8 milhões de toneladas de aço e pertence ao Grupo CSN desde 1993. A usina (neste trabalho mencionada como CSN) atua em toda a cadeia produtiva do aço, desde a extração do minério de ferro até a produção e comercialização de uma diversificada linha de produtos siderúrgicos que incluem aços planos, revestidos, galvanizados, pré-pintados, folhas metálicas e aços longos (vergalhão e fio-máquina).

A CSN tem como principais consumos energéticos: gás natural, energia elétrica e gases de processos como o gás de auto forno, gás de coqueria e o GLD (do inglês, *Linz-Donawitz Converter Gas*). O consumo de energia dessa planta siderúrgica é da ordem de 20 MWh/ ano.

Tal consumo classifica a empresa como energo-intensiva e a torna apta a participar do Programa Aliança, conforme previsto no item 3.2 do convênio PRPF - 01/2017, firmado entre a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

2 - Processo de prospecção e pré-operacional da CSN:

Conforme descrito no documento de estratégia de prospecção, parte integrante dos documentos de prestação de contas, e nos termos do convênio PRPF-01/2017, a CSN é uma empresa energo intensiva e cumpre todos os requisitos técnicos para sua inserção no Programa Aliança.

Por ser uma das maiores plantas industriais da América Latina, a implementação do programa na CSN daria ao Programa Aliança grande visibilidade e credibilidade, não só junto às indústrias do setor siderúrgico como junto a todo o parque industrial, dada a complexidade dos processos industriais, o tamanho da planta e o seu simbolismo, como esforço de industrialização do Brasil.

2.1 - Fase de Prospecção:

O contato com a CSN aconteceu por meio do profissional Gustavo Soares Vasconcelos. Inicialmente houve trocas de *e-mails* e uma reunião por meio de videoconferência foi agendada para a data de 09/08/2017.

Ao final da reunião, a CSN demonstrou interesse na implementação do Programa Aliança. Ficou acertado a realização de uma nova reunião para as datas de 04 e 05 de setembro/2017, dessa vez com a presença do consultor Paulo Augusto Pessan Miotto.

A segunda reunião, ocorrida no dia 13/09/2017, contou com a presença de pessoas envolvidas diretamente na operação da planta da CSN, além de tomadores de decisão do corporativo. A realização da reunião teve como finalidade:

- A - Reapresentar a metodologia do Programa Aliança e confirmar o interesse da CSN;
- B- Pré-identificar-identificar as áreas de atuação do Programa Aliança;
- C - Datas de início do trabalho; e
- D - Profissionais responsáveis pela interlocução com os consultores do Programa Aliança.

2.2 - Fase Pré-operacional:

Conforme acordado na reunião de 05/09/2017, a minuta de acordo voluntário com o texto de confidencialidade foi enviada para análise e assinatura da CSN.

O pré-projeto elaborado entre a equipe do Programa Aliança e a equipe da CSN origina-se de uma missão técnica realizada entre os dias 13 e 15 de novembro/2017. Estiveram presentes nessa missão técnica os consultores listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Datas de visitas/reuniões para elaboração do plano de atividades da CSN

Equipe	Data	Empresa	Objetivo	Localidade
Alexandre Carvalho Ribeiro				
Arthur Siqueira Damasceno				
Esley Silva Cavalcante				
Gilmar Trindade de Araújo				
Gilvan Wanderley de Farias Neto				
Gustavo Soares Vasconcelos	13/11/2017	CSN	<i>Kick-Off</i> Programa Aliança	Volta Redonda - RJ
Luis Gonzaga Sales Vasconcelos				
Paulo Augusto Pessan Miotto				
Paulo Takachi Yamada				
Sebastião Araújo Coutinho				

Ficou acordado a atuação do programa em 26 processos da CSN, que consideram a energia elétrica (EE), o gás natural (GN), gás de alto-forno (GAF), gás de coqueria (GCO) e gás de aciaria (GLD)¹. Conforme acordado com o Procel, maiores detalhes técnicos do trabalho realizado na CSN estão protegidos pelo acordo de confidencialidade assinados entre CNI e CSN.

3 - Implementação da metodologia de otimização energética do Programa Aliança na CSN:

Depois de validada as áreas de atuação com a CSN, após o dia 13/11/2017 deu-se o início do processo de implementação das ações do programa.

Os consultores do Programa Aliança foram divididos em 5 times. Cada time foi responsável por uma área de atuação, conforme apresentado na Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 2 – Equipe Processo Siderúrgico (1)

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo siderúrgico (1)²	Sistema (1.1)	
	Sistema (1.2)	Alexandre Carvalho Ribeiro
	Sistema (1.3)	Alysson Dantas Ferreira
	Sistema (1.4)	Arthur Siqueira Damasceno
	Sistema (1.5)	

Tabela 3 - Equipe Processo Siderúrgico (2)

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo siderúrgico (2)		Esley Silva Cavalcante
	Sistema (2.1)	Flávio Roberto de Carvalho Mathias
	Sistema (2.2)	Gilvan Wanderley de Farias Neto Gilmar Trindade de Araújo

¹ GLD: do inglês, Linz-Donawitz Converter Gas

² Maiores detalhes técnicos sobre a descrição dos processos e sistemas considerados nas atividades do programa estão protegidos por acordo voluntário assinado entre a CNI e a empresa parceira.

Tabela 4 – Equipe Processo Siderúrgico (3)

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo siderúrgico (3)	Sistema (3.1)	Glenn Cunningham Luis Gonzaga Sales Vasconcelos
	Sistema (3.2)	
	Sistema (3.3)	
	Sistema (3.4)	
	Sistema (3.5)	
	Sistema (3.6)	

Tabela 5 – Equipe Processo Siderúrgico (4)

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.1)	Paulo Takashi Yamada Paulo Augusto Pessan Miotto

Tabela 6 – Equipe Processo Siderúrgico (5)

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
		Rafael Rodrigues Silva
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.1)	Leonardo Ivo de Carvalho Silva

O programa Aliança também considerou os resultados de um trabalho realizado por uma consultoria internacional, na qual foram analisados sistemas complexos da área de utilidades (sistemas termodinâmicos e fenômenos de transferência de calor) que exigiram o uso de instrumentos de medição específicos. Os resultados dessa consultoria estão presentes na Tabela 13 e Tabela 15.

O acesso ao relatório dessa consultoria é regulado pela Confederação Nacional da Indústria, dado o perfil confidencial das informações.

O cronograma de atuação na planta da CSN está apresentado na Tabela 7 e Tabela 8.

3.1 Implantação Inicial

Os times de consultores responsáveis pelas respectivas áreas de atuação (ver Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6) realizaram 05 missões à planta da CSN, com foco no desenvolvimento dos modelos computacionais de processos, conforme apresentado na Tabela 9 e Tabela 10.

Tabela 9 – Objetivo das visitas à planta da CSN

Áreas	Equipe	Data	Objetivo
PS (1) ³	Alexandre Carvalho Ribeiro	04 a 08/12/2017	Modelagens e Simulações - Nível 1 ⁴ - e transferência de conhecimento
	Arthur Siqueira Damasceno		
PS (2)	Esley Silva Cavalcante		
	Gilvan Wanderley de Farias Neto		
PS (3)	Karoline Dantas Brito		
	Luis Gonzaga Sales Vasconcelos		
PS (4)	Paulo Augusto Pessan Miotto		
	Paulo Takachi Yamada		
PS (5)	Sebastião Araújo Coutinho		
PS (1)	Alexandre Carvalho Ribeiro		
	Alysson Dantas Ferreira		
	Arthur Siqueira Damasceno		
PS (2)	Esley Silva Cavalcante		
	Flávio Roberto de Carvalho Mathias		
	Gilmar Trindade de Araújo		
	Gilvan Wanderley de Farias Neto		
PS (3)	Glenn Cunningham		
	Luis Gonzaga Sales Vasconcelos		
PS (4)	Paulo Augusto Pessan Miotto		
	Paulo Takachi Yamada		
PS (5)	Rafael Rodrigues da Silva		
	Romildo Pereira Brito		
	Sebastião Araújo Coutinho		

³ PS(n): Processo Siderúrgico “n”

⁴ Nível: grau de aperfeiçoamento das simulações computacionais.

PS (1)	Alexandre Carvalho Ribeiro	29/01 a 02/02/2018	Modelagens e Simulações - Nível 3 - e transferência de conhecimento		
	Esley Silva Cavalcante				
PS (2)	Flávio Roberto de Carvalho Mathias				
PS (3)	Paulo Augusto Pessan Miotto				
PS (4)	Paulo Takachi Yamada				
PS (5)	Romildo Pereira Brito				
PS (1)	Alexandre Carvalho Ribeiro			26/02 a 02/03/2018	Modelagens e Simulações - Validação técnica ⁵ - e transferência de conhecimento
	Arthur Siqueira Damasceno				
PS (2)	Esley Silva Cavalcante				
	Gilvan Wanderley de Farias Neto				
PS (3)	Leonardo Ivo de Carvalho				
	Luís Gustavo Camelo Trovão				
PS (4)	Luis Gonzaga Sales Vasconcelos				
	Paulo Augusto Pessan Miotto				
PS (5)	Paulo Takachi Yamada				
	Rafael Rodrigues da Silva				

⁵ Validação técnica: processo de validação dos modelos computacionais junto ao corpo técnico da CSN (versão anterior à final)

Tabela 10 – Resultados das missões: otimização das OPORTUNIDADES, com foco nos IMPACTOS

Processo	#	Sistema	Oportunidade	Impactos
Processo siderúrgico (1)	1	Sistema (1.1)	Planejamento de produção e otimização do ciclo térmico conforme especificação do material	Consumo insumo energéticos
	2	Sistema (1.2)	Otimização do set de temperatura conforme carga do forno	Consumo insumo energéticos
	3	Sistema (1.3)	Redução de geração de escória	Consumo insumo energéticos
	4	Sistema (1.4)	Otimização do sistema de recuperação de ácido	Consumo insumo energéticos
	5	Sistema (1.5)	Otimização do sistema de automação	Redução de picos de demanda (MW)
Processo siderúrgico (2)	6	Sistema (2.1)	Refinamento do modelo atual de operação do encharque	Consumo insumo energéticos
	7	Sistema (2.2)	Investigação do efeito do isolante térmico nas painéis	Consumo insumo energéticos
Processo siderúrgico (3)	8	Sistema (3.1)	Otimização dos sistemas de geração e distribuição de vapor	Redução de consumo de vapor de processo
	9	Sistema (3.2)	Controle do teor de sólidos suspensos	Redução de consumo de vapor de processo
	10	Sistema (3.3)	Controle do teor de sólidos suspensos	Recuperação de lama
	11	Sistema (3.4)	Controle do teor de sólidos suspensos no fluido de trabalho	Recuperação de lama
	12	Sistema (3.5)	Retirada de sílica do fluido de trabalho	Custo do vapor e químicos
	13	Sistema (3.6)	Otimização dos sistemas de operação das estações de tratamento de efluentes	Custo de operação
Processo siderúrgico (4)	14	Sistema (4.1)	Otimização da operação de fornos	Consumo insumo energéticos
Processo siderúrgico (5)	15	Sistema (5.1)	Aumento da eficiência da produção de lingotes quentes	Consumo insumo energéticos

Para cada área de atuação foram identificadas as oportunidades de trabalho na planta da CSN, conforme apresentado na Tabela 11, consideradas as respectivas ações de operacionalização. Para desenvolver as oportunidades identificadas, foram utilizadas as ferramentas computacionais descritas na mesma tabela.

Tabela 11 – Escopo dos trabalhos desenvolvidos na CSN

Área	#	Sistema	Ferramenta	Oportunidade	Ações de operacionalização
PS(1)	1	Sistema (1.1)	Matlab	Planejamento de Produção (piloto na linha #2)	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização do modelo atual usado para planejamento de produção, com técnicas de Matlab. • Modelagem fenomenológica • Modelagem para prever geração de <i>escoria</i> para atuar no controle de temperatura
	2	Sistema (1.2)	CFD e Matlab	Otimização do set de temperatura conforme carga do forno	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem fluidodinâmica para melhor distribuição de temperatura / tempo (curva) • Otimização do tempo de encharque das bobinas (primeira etapa de aquecimento). • Modelagem de um modelo para otimizar a formação da carga
	3	Sistema (1.3)	Aspen e Matlab	Otimização do ciclo térmico conforme especificação do material	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem fluidodinâmica para melhor distribuição de temperatura / espaço (curva) • Modelagem fluidodinâmica para prever e explicar o aparecimento das trincas próximas ao sistema de resfriamento das zonas
	4	Sistema (1.4)	Aspen	Otimização do sistema de recuperação de ácido	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem do reator de leito fluidizado • Modelagem da coluna de absorção na recuperação de ácido
	5	Sistema (1.5)		Otimização do sistema de automação	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial redução nos picos de demanda
PS(2)	7	Sistema (2.1)	Matlab	Otimização no controle das curvas de aquecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização da curva de aquecimento e suprimento de gás
	8	Sistema (2.2)	Aspen	Otimização da unidade do processo Phozan	<ul style="list-style-type: none"> • Modelagem e simulação de processos
PS(3)	9	Sistema (3.1)	SSM	Otimização no sistema de geração de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização das caldeiras e sistemas de geração de vapor (balanço energético)
	10	Sistema (3.2)	SSM	Otimização no sistema de distribuição de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação e quantificação das perdas no sistema de distribuição de vapor.

	11	Sistema (3.3)	AirMaster	Otimização no sistema de ar comprimido	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de oportunidades na geração (interna e WM) e distribuição
	12	Sistema (3.4)	Laboratório UFCG	Teor de óleo e sólidos suspensos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão do tratamento físico-químico
	13	Sistema (3.5)	Laboratório UFCG	Retirada de sílica	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão do tratamento visando redução de sílica
	14	Sistema (3.6)	Laboratório UFCG	Outras ETEs serão analisadas ao longo do trabalho (existem > 50 estações na planta)	
PS(4)	15	Sistema (4.1)	Matlab e CFX	<p>Verificação das oscilações da chama dos queimadores dos fornos</p> <p>Elevação do percentual de lingotes quentes processados</p> <p>Validação do dimensionamento do recuperador de calor</p> <p>Otimização dos fornos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análise do dimensionamento dos elementos primários de controle. • Verificação da adequação do queimador de gás. • Verificação da relação ar/gás • Utilização de Estufa de Lingotes Quentes • Modelagem da estufa. • Estimativa da temperatura final das placas na estufa. • Estimativa da temperatura da estufa em operação. • Análise do dimensionamento do recuperador de calor, do ponto de vista do processo. • Modelagem dos fornos. • Otimização do set de temperatura conforme carga do forno. • Determinação de zonas de estagnação. • Determinação do perfil de temperatura da placa de aço ao longo das zonas do forno.

PS(5)	6	Sistema (5.1)	Matlab CFD Aspen CFX	Refinamento do modelo atual para estado térmico da panela (encharque) Investigação do efeito do isolante Silplate nas panelas Recuperação de Gás de Aciaria e calor sensível Aquecedores de Panela	<ul style="list-style-type: none">• Otimização nas previsões das taxas de queda temperatura para melhorar acerto das temperaturas no distribuidor do lingotamento (rota Estação de Borbulhamento, redução na quantidade de refrigerante (sucata canivete) nas estações de borbulhamento, além de redução no índice de retorno parcial do aço para o conversor e será avaliado a possibilidade da diminuição da porcentagem de gusa na carga nos conversores.• Análise do impacto do isolante térmico no revestimento das panelas• Modelagem para otimização da recuperação dos gases para a caldeira da termoelétrica. Modelagem fluidodinâmica da panela e dos aquecedores das panelas para verificar a condição de encharque das panelas
--------------	---	------------------	-------------------------------	---	--

Maiores detalhes técnicos sobre as atividades de implementação do Programa Aliança na CSN estão protegidos por acordo voluntário assinado entre CNI e CSN.

Durante a etapa de implantação do Programa Aliança na CSN, foram realizadas 05 atividades de treinamento. As sessões ocorreram nas semanas de aperfeiçoamento dos modelos computacionais e ao longo da semana da eficiência energética.

Os treinamentos realizados tinham como objetivo de apresentar novas técnicas computacionais de análise e abordar os fenômenos físicos e químicos envolvidos nos processos estudados. Os treinamentos foram realizados pelos consultores presentes nas missões (ver Tabela 9).

A realização da semana de eficiência energética aconteceu na CSN no período de 19 a 23 de março de 2018, conforme apresentado no cronograma (ver Tabela 8). Durante essa semana os times responsáveis pelas áreas validaram os resultados das simulações computacionais junto ao corpo técnico e ao corpo gerencial da CSN.

Participaram da semana de eficiência energética os consultores do Programa Aliança apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Participantes da semana de eficiência energética na CSN

Participante	Especialidade
Alexandre Carvalho Ribeiro	Eng.
Esley Silva Cavalcante	Eng.
Gilmar Trindade de Araújo	Eng. PhD
Gilvan Wanderley de Farias Neto	Eng.
Gustavo Soares Vasconcelos	ADM
Karoline Dantas Brito	Eng.
Leonardo Ivo de Carvalho	Eng. M.Sc.
Luis Gonzaga Sales Vasconcelos	Eng. PhD
Luís Gustavo Camelo Trovão	Eng.
Paulo Augusto Pessan Miotto	Eng.
Paulo Takachi Yamada	Eng.
Rafael Rodrigues da Silva	Eng. PhD
Romildo Pereira Brito	Eng. PhD
Sebastião Araújo Coutinho	Eng. PhD

Na ocasião foram ministrados treinamentos com foco no entendimento das ações de eficiência energética e na metodologia de implementação das respectivas ações, medição e verificação dos resultados de economia de energia esperados.

Maiores detalhes técnicos sobre as atividades de implementação do Programa Aliança na CSN estão protegidos por acordo voluntário assinado entre CNI e CSN.

A reunião final (último dia da semana da eficiência energética) foi na presença da liderança da CSN e teve foco na apresentação e validação das ações de eficiência energética e dos resultados dos trabalhos na CSN (ver Tabela 13 e Tabela 15).

Tabela 13 - Resumo dos benefícios originados na CSN considerando a aplicação das ações de eficiência energética, no âmbito do Programa Aliança

Área/Processo	Ações/Recomendações	Indicador	Economia do indicador	Economia de energia térmica (GJ/ano)	Economia de energia elétrica (MWh/ano)	CO ₂ equivalente (tCO ₂ /ano)
PS (1)	Ação de EE ⁶	Gás natural	277.992,00 (Nm ³ /ano)	10.002,80		63,7
	Ação de EE		463.320,00 (Nm ³ /ano)	16.671,33		106,2
		Zinco	73 (ton/ano)		288,35	18,9
PS (2)	Ação de EE	Produtividade	5.064,00 (ton/ano)		271,94	17,8
	Ação de EE	GAF	2.400.000,00 (Nm ³ /ano)		8.033,4	526,2
PS (3)	Ação de EE	GCO	176.000,00 (Nm ³ /ano)		3.092,8	202,6
	Ação de EE	N2	4.234,00 (Nm ³ /ano)		5.654,40	307,4
PS (4)	Ação de EE	Vapor de água	16.000,00 (Nm ³ /ano)	34.997,00		222,9
	Ação de EE	Gás natural	4.060.998,00 (Nm ³ /ano)	57.713,00		367,5
PS (5)	Ação de EE	Gás natural	2.237.460,00 (Nm ³ /ano)	80.509,03		512,7
	Ação de EE	GLD	93.881.000,00 (Nm ³ /ano)	667.753,00		4252,3
TOTAL				867.646,16	17.340,89	2.798,2
				GJ/ano	MWh/ano	tCO₂/ano
Utilidades (consultoria)*	Sistemas termodinâmicos e fenômenos de transferência de calor	Gás natural	35.395.499,00 (Nm ³ /ano)	1.258.835,44		8.016,33
		Energia elétrica	Adicional de capacidade elétrica (22.69 MW)		198.764,40	13.019,07

* Resultado da consultoria internacional para análise de projetos Capex. (não computado no resultado final).

⁶ Maiores detalhes técnicos sobre a descrição das ações de eficiência energética consideradas no desenvolvimento do programa estão protegidos por acordo voluntário assinado entre a CNI e a empresa parceira.

Nesse trabalho, o CO2 equivalente da energia elétrica economizada é calculado considerando um Fator Médio, utilizado pelo governo brasileiro (ver Tabela 14). Esse número é aplicado aos cálculos de emissão do dióxido de carbono no sistema interligado Nacional brasileiro e permite obter a média das emissões da geração, considerando até mesmo as usinas que operem na margem. E, portanto, é utilizado para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza.

Nesse trabalho, o número do Fator Médio corresponderá à média⁷ dos valores observados para os meses de Janeiro a Junho de 2018 (0,0655 tCO2/MWh).

Tabela 14 -- Fatores Médios utilizados no cálculo do CO2 equivalente na geração de energia elétrica, utilizados nos cálculos do Governo Federal. Fonte: http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html em 04/09/2018

Fator Médio Mensal (tCO2/MWh)						
2018	MÊS					
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho
	0,0640	0,0608	0,0635	0,0523	0,0607	0,0915

Para o cálculo do CO2 equivalente, resultante da economia de outros insumos energéticos, foi considerada a geração de energia elétrica a partir desses insumos. O cálculo, portanto, leva em conta uma eficiência média de conversão de 35% da energia térmica⁸ armazenada nesses insumos em energia elétrica

⁷ Sendo mínima a dispersão de valores em relação à média (1,5%), esse número pode ser utilizado para representar o Fator Médio anual, embora a amostra seja considerada pequena.

⁸ Poder calorífico inferior.

Tabela 15 - Previsão de potenciais de ganhos com as ações de eficiência energética

Áreas / Processos		Potencial de ganhos		Custos de implantação das ações de eficiência energética			Payback simples
		MR\$/ano (min)	MR\$/ano (máx)	Opex (MR\$)	Capex (MR\$)		(anos)
				Custo CSN	Orçamento Aliança	Orçamento CSN	
PS (1)	Sistema	0,4	0,6	----	----	----	----
	Sistema		0,2	----	0,1	0,1	1,0
	Sistema	2,4	3,7	0,5	0,3	0,3	0,2
	Sistema	Capacidade 5,1kt aço		----	----	----	
PS (2)	Sistema		0,2	----	----	----	----
PS (3)	Sistema	0,6	6,3	0,2	0,1	0,3	0,1
	Sistema	0,4	0,7	----	----	----	----
PS (4)	Sistema	1,9	2,9	1,0	----	----	0,2
PS (5)	Sistema	2,7	3,0	----	1,8	4,0	1,0
	Sistema		7,8	----	1,0	1,0	0,3
Utilidades⁹	Sistema		12,7	1,0	----	----	0,1
	Sistema		3,1	3,2	----	----	1,0
	Sistema		10,5	3,3	5,0	5,0	1,3
TOTAL		42,9 a 51,7		9,2	8,3	10,7	
Utilidades (consultoria)*	Sistemas termodinâmicos e fenômenos de transferência de calor		61,3	----	----	39,1	0,6

* Resultado da consultoria internacional para análise de projetos Capex. (não computado no resultado final)

⁹ O detalhamento dos trabalhos relativos aos processos de utilidades consta no relatório confidencial, de acesso restrito (consultar a CNI)

4 – Implementação Contínua: metodologia de inserção da cultura de eficiência energética do Programa Aliança na CSN:

As ações validadas pela liderança da CSN na reunião de encerramento da semana de encerramento de eficiência energética estão em processo de implementação por meio de um plano de gestão que abrange desde as ações de implementação às ações de medição e verificação da economia de energia.

Ao longo da semana do dia 21 de maio de 2018 o time da CSN teve acesso à versão final dos relatórios técnicos. Depois dessa data ainda aconteceram 02 reuniões técnicas que tiveram como objetivo dirimir dúvidas técnicas sobre a implementação das ações de eficiência energética e sobre os processos de medição e verificação.

Essa fase de transição, que corresponde à absorção do entendimento dos resultados técnicos e o início da implementação da fase cultural, exigiu dedicação de ambas as equipes. Os resultados observados na fase de implantação contínua comporão dentre os objetivos do convênio CNI/Eletronbras, os objetos que culminarão na efetividade da aplicação do dinheiro público no projeto; comprovação da eficácia das ações de eficiência energética, transferência de conhecimento e mitigação dos consumos energéticos da planta.

Uma vez superada a fase de transição, os times se organizaram em equipes, correspondentes as suas áreas de trabalho na empresa. Cada ação tem um responsável, com atividades e indicadores de andamento pré-definidos.

Devido ao seu *layout*, o quadro de acompanhamento da CSN para a fase de implementação contínua consta no Apêndice A.

5 - Considerações Finais

Como parte do acordo voluntário de parceria assinado entre CSN e CNI em novembro de 2017, válido por 24 meses, as equipes técnicas e gerenciais da CSN e CNI trabalharam juntas nesse período com o objetivo de identificar e implantar ações de melhoria que possibilitassem elevar a competitividade da Unidade de Presidente Vargas (UPV).

O trabalho envolveu cerca de 100 profissionais, sendo 25 especialistas da CNI, sob a orientação de uma metodologia de trabalho focada na implantação de ações sem ou com baixa necessidade de Capex. Nessa metodologia foram utilizadas modelagens computacionais nos principais processos consumidores da UPV. Paralelamente, ações de caráter cultural foram desenvolvidas como parte de uma estratégia de aprofundamento da cultura de competitividade e eficiência na CSN.

Baseado na metodologia do Programa Aliança, a UPV foi dividida em 7 grandes equipes, com integrantes tanto da CSN quanto da CNI, e focou em um escopo que compreendeu 26 linhas de trabalhos.

As equipes identificaram 21 ações que foram consideradas viáveis técnica e economicamente, as quais, quando implantadas, puderam agregar uma melhoria entre 6,8% e 8,2% sobre o custo dos insumos energéticos da UPV.

Dentre as diversas oportunidades identificadas e que foram trabalhadas no curto-prazo, algumas se destacaram pela combinação entre o impacto benéfico que as

modificações podem trazer e o relativamente baixo custo de implantação das ações, tornando-as prioridade por terem sido validadas e acordadas com a equipe CSN. São elas:

- Melhorias no sistema de purga (*blowdown*) e controle de combustão;
- Recirculação do fluxo de N₂ no sistema de alcatrão;
- Maior recuperação do Gás de Aciaria e redução de GN no pré-aquecimento de painéis;
- Oportunidades de redução no consumo de N₂;
- Ao mesmo tempo, a equipe do Programa Aliança identificou campos de atuação que aparentemente são promissores em termos de redução de custos e/ou impactos ambientais e deveriam ser mais amplamente investigados, de preferência por meio de trabalhos estruturados e com técnicas mais avançadas de engenharia;
- Estudos indicam que há sobrecarga térmica nos fornos, podendo ser reavaliado o setpoint de temperatura dos fornos;
- Qualidade da água para a central termoelétrica com alto teor de silício, levando a deterioração acentuada nas turbinas da cogeração, além de oportunidade de investimento em Capex para construção de sistema de remoção de carepa na água; e
- Diversas boas iniciativas estão em curso na planta com objetivo de reduzir gasto com excedente de nitrogênio (contrato take or pay com White Martins), mas técnicas mais avançadas de engenharia são indicadas para captura efetiva das oportunidades.

Os valores de melhoria indicados para cada área são fruto de avaliações técnicas elaboradas em conjunto com a equipe da CSN. Para cada valor, extensas reuniões foram executadas com as áreas fabris, sendo também utilizadas técnicas e os *softwares* de otimização mais avançados disponíveis mundialmente, tais como Aspen (*Plus e Dynamics*), CFX (Fluidodinâmica Computacional), Matlab/Simulink e Steam Modeler.

Eventuais diferenças entre valores projetados de ganhos e valores de custo de implantação foram avaliadas ao longo do período contratual, apresentando uma diferença média de menos de 1%.

Com objetivo de avaliar o perfil de atuação tanto das equipes da CNI, quanto das equipes operacionais da CSN, o Programa Aliança buscou estratificar as características das ações identificadas, entre Capex/Opex, novas e conhecidas.

Das 21 linhas de trabalho executadas, cerca de 1/3 foram consideradas novas ideias, ou seja, iniciativas que provavelmente só puderam ser identificadas em função das técnicas avançadas aplicadas nas avaliações. Do ponto de vista de investimento de capital, os resultados mostram que a maioria das ações não dependem de investimentos Capex. Em uma análise combinada, esses números sugerem que no

geral as equipes da fábrica conhecem bem os problemas e oportunidades em seus processos, porém há espaço para melhorar a quantificação dos ganhos no sentido de aumentar a taxa de implantação das melhorias desenhadas.

De uma forma resumida, o estímulo à quantificação das oportunidades já conhecidas e a aplicação periódica de técnicas de otimização mais avançadas (trabalhos estruturados a cada 3 anos pelo menos) podem fazer grande diferença no atingimento das metas energéticas mais desafiadores para a CSN.

O trabalho desenvolvido na Usina Presidente Vargas atende, portanto, aos objetivos do convênio celebrado entre a CNI e a Eletrobrás, que considera:

“... o desenvolvimento de ações de eficiência energética, consistentes na implantação de metodologia de redução de consumo de energia em grandes consumidores industriais, visando à manutenção dos ganhos energéticos no longo prazo, por meio da inserção do tema “eficiência energética” em suas respectivas agendas estratégicas”.



Assinatura do Profissional

Gestor do Projeto



Eng. PAULO AUGUSTO PESSAM MIOTTO
Engenheiro Metalurgista
CREA-SP Nº 5061224788

Brasília, dezembro de 2018