

PROGRAMA ALIANÇA



ArcelorMittal

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

ARCELORMITTAL
Serra - ES

1 - Descrição da Planta:

A ARCELORMITTAL é a maior produtora de aço do país, com capacidade instalada superior a 12,5 milhões de toneladas/ano. Dentre os produtos gerados na empresa têm-se: aços longos e aços planos.

A produção de aços longos ocorre em cinco unidades, presentes nos estados da Bahia, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. O produto é utilizado na construção civil, indústria e no o setor de agronegócio.

As plantas de aços planos produzem em torno de 7,5 milhões de toneladas de aço em placas, bobinas a quente e bobinas a frio que são aplicados na construção civil, naval, na produção de eletrodomésticos e em sistemas de infraestrutura. O produto é comercializado no Brasil e em mais de 30 países. As unidades de produção encontram-se nos estados do Espírito Santo e Santa Catarina.

A planta localizada no estado do Espírito Santo opera na região metropolitana de Vitória. Nessa unidade são produzidos aços direcionados a diversos setores, como automobilístico, eletrodomésticos, naval, tubos, construção civil e implementos agrícolas. A unidade possui uma produção anual de 7,5 milhões de toneladas de aço e se destaca, também, pelos seus índices de sustentabilidade, como consumo de água, energia elétrica e autossuficiência na produção de eletricidade.

À vista dessas questões, a ARCELORMITTAL qualificou-se para participar do Programa Aliança, conforme previsto no item 3.2 do convênio ECV - 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 ARCELORMITTAL:

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

A ARCELORMITTAL atribui ao Programa Aliança grande visibilidade e credibilidade, não só junto às indústrias do setor siderúrgico e do setor da mineração como, também, a todo o parque industrial, dada a complexidade dos seus processos de manufatura, o tamanho da planta e dado ao seu simbolismo, como esforço de industrialização nacional.

2.1 - Fase de Prospecção:

O contato inicial com a ARCELORMITTAL aconteceu por meio do Consultores da CNI; o senhor Gustavo Soares Vasconcelos e o senhor Paulo Miotto. A aproximação com a empresa foi iniciada no segundo semestre de 2018. Nesse período, houve trocas de *e-mails* e uma reunião presencial foi agendada para o dia 22 de maio de 2018 na sede da empresa em Vitória.

Ao final da Reunião, a ARCELORMITTAL concordou em aderir ao Programa Aliança e acordou, junto com os representantes do Programa, a realização da reunião pré operacional que ocorreu nos dias 24 e 25 de setembro de 2018 com a presença dos especialistas da CNI e com a gerência e corpo técnico da ARCELORMITTAL.

A reunião teve foco nas questões técnicas da planta e contou com as pessoas envolvidas diretamente na operação. Na ocasião, também foram apresentadas as atividades e metodologias do programa, considerando:

- a – Diálogos para confirmar o interesse da ARCELORMITTAL ;
- b - Pré-identificar as áreas de atuação do Programa Aliança;
- c – Definir datas de início do trabalho;
- d – Enumerar os profissionais responsáveis pela interlocução com os consultores do Programa Aliança; e
- e – Apresentar os termos do acordo voluntário.

2.2 - Fase Pré-operacional:

Conforme acordado na reunião do dia 22 de maio de 2018, a minuta de acordo voluntário foi enviada para análise e assinatura da ARCELORMITTAL, juntamente com o texto de confidencialidade e com a descrição das atividades do projeto.

O pré-projeto elaborado entre a equipe do Programa Aliança e a equipe da ARCELORMITTAL foi originado a partir de uma missão técnica realizada nos dias 24 e 25 de janeiro de 2019, conforme mencionado. Estiveram presentes nessa missão os consultores listados na Tabela 1.

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

Equipe	Data	Empresa	Objetivo	Localidade
Esley Silva Cavalcante	24 a 25/09/2018	Empresa 08	Pré-operacional	Cidade 01
Gilmar Trindade de Araújo				

Gustavo Soares Vasconcelos

Karoline Dantas Brito

Luís Gustavo Camelo Trovão

Luis Gonzaga Sales Vasconcelos

Paulo Takachi Yamada

Paulo Augusto Pessam Miotto

Rafael Rodrigues da Silva

Ao final da reunião, ficou acordado a atuação do programa para o desenvolvimento de medidas de eficiência em 06 processos produtivos da ARCELORMITTAL e nas áreas de tratamento de água e efluentes e de utilidades (ver Tabela 2). As respectivas áreas são consideradas consumidoras importantes de energia.

Conforme acordado com o Procel, maiores detalhes técnicos do trabalho realizado na ARCELORMITTAL estão protegidos pelo acordo de confidencialidade assinados entre CNI e a ARCELORMITTAL .

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

Depois de validadas as áreas de atuação com a ARCELORMITTAL, foi dado início ao processo de desenvolvimento e implementação das ações do programa.

Os consultores do Programa Aliança foram divididos em 08 times. Cada time foi responsável por uma área de atuação, conforme apresentado na Tabela 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 2 – Profissionais envolvidos no trabalho

<i>Área de atuação</i>	<i>Sistemas estudados</i>	<i>Responsáveis técnicos da empresa</i>	<i>Especialistas da CNI</i>
Processo siderúrgico (1)	Sistema (1.1)	André Bonelar	Karoline
Processo siderúrgico (2)	Sistema (2.1)	Aderlei	Karoline
Processo siderúrgico (3)	Sistema (3.1)	Amanda (Sábata)	Karoline
	Sistema (3.2)	André Bonelar/ Odilon	Karoline
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.1)	Filipe Sathler	Bruno/ Esley
	Sistema (4.2)	Roberto Cruz	Girrad/ Esley
	Sistema (4.3)	Filipe Sathler	Diane / Luis vasconcelos
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.1)	Camila Christ	Esley
	Sistema (5.2)	Fialho/ Camila / Demetrius	Alysson
	Sistema (5.3)	Daniele	Esley
Processo siderúrgico (6)	Sistema (6.1)	Eduardo Judice	Gladson/ Luis Trovão
	Sistema (6.2)	Lara Moreira	Alysson/ Danilo
		Luis Felipe	Gladson/ Luis Trovão
Águas e efluentes (7)	Sistema (7.1)	Daniele/Ana Clara	Gilmar
	Sistema (7.2)	Daniele/Ana Clara	Gilmar
	Sistema (7.3)	Daniele/Ana Clara/ Filipe Sathler	Gilmar
	Sistema (7.4)	Bruno Vieira	Gilmar
Utilidades (8)	Sistema (8.1)	Gustavo Queiroz	Rafael/ Trovão
	Sistema (8.2)	Marcelo Beccalli/ Walmir	Rafael/ Trovão

3.1 Implantação Inicial

Foram realizadas 04 missões técnicas à planta da ARCELORMITTAL, cujos objetivos estão apresentados na Tabela 3.

As oportunidades de otimização de processos, identificadas ao longo do programa, bem como o impacto esperado com essas otimizações estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 – Objetivo das visitas à planta da ARCELORMITTAL

<i>Área de atuação</i>	<i>Data</i>	<i>Objetivos da visita</i>	<i>Especialistas da CNI</i>
Processos siderúrgico e utilidades	22 a 24/10/2018	Trabalho de campo 1 (entendimento dos processos e coleta de dados)	Alexandre Carvalho Ribeiro
			Alysson Dantas Ferreira
			Esley Silva Cavalcante
			Diane Oflia Lima Fontes
			Karoline Dantas Brito
			Luis Gonzaga Sales Vasconcelos
			Rafael Rodrigues da Silva
Processos siderúrgicos	05 e 06/11/2018	Trabalho de campo 2 (apresentação e ajustes iniciais dos modelos computacionais; transferência de conhecimento à planta)	Lucas de Oliveira Carneiro
			Karoline Dantas Brito
			Maria Beatriz Mendes Leite
			Suênia Fernandes de Vasconcelos
Processos siderúrgicos e utilidades	19 e 20/11/2018	Trabalho de campo 3 (apresentação e ajustes dos modelos computacionais; transferência de conhecimento à planta)	Arthur Siqueira Damasceno
			Alysson Dantas Ferreira
			Carla Gabriela Azevedo Misael
			Esley Silva Cavalcante
			Diane Oflia Lima Fontes
			Glenn Cunningham
			Leonardo Ivo de Carvalho Silva
			Luís Gustavo Camelo Trovão
			Paulo Takachi Yamada
			Rafael Rodrigues da Silva
	30 e 31/01/2019	Trabalho de campo 4	Arthur Siqueira Damasceno

**Processos
siderúrgicos
e utilidades**

(apresentação e ajustes dos
modelos computacionais;
transferência de conhecimento à
planta)

Danilo Pablo Barros Araújo

Esley Silva Cavalcante

Gladson Euler Lima Júnior

Karoline Dantas Brito

Luis Gonzaga Sales Vasconcelos

Lucas de Oliveira Carneiro

Leonardo Ivo de Carvalho Silva

Marcio Iamundo Rodrigues (Weg)

Rafael Rodrigues da Silva

Tabela 4 – Resultados das missões: otimização das OPORTUNIDADES, com foco nos IMPACTOS

<i>Área de atuação</i>	<i>Sistemas estudados</i>	<i>Oportunidades</i>	<i>Impactos</i>
Processo siderúrgico (1)	Sistema (1.1)	Redução no consumo de gás de coqueria	Consumo de gás misto
Processo siderúrgico (2)	Sistema (2.1)	AGLOMERAÇÃO: Aumento na produção de sinter MÁQUINA DE SÍNTER: Redução no consumo de gás de coqueria.	Produção do sinter e consumo de coque
Processo siderúrgico (3)	Sistema (3.1)	Redução no consumo de soda da destilação	Redução de soda
	Sistema (3.2)	Redução no consumo de carvão de baixo enxofre	Emissões de SO2
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.1)	REGENERADOR: Redução do excesso de ar durante a combustão (Opção 1) REGENERADOR: Redução do excesso de ar e do percentual de COG no gás misto (Opção 2)	BFG / COG
	Sistema (4.2)	MOAGEM CARVÃO PCI: Redução do excesso de ar na combustão do HGG durante o período de carvão seco e período de carvão úmido	BFG
	Sistema (4.3)	ALTO FORNO: Desenvolvimento do modelo do Alto Forno para predição do comportamento térmico de operação, considerando o controle de temperatura e composição do silício no ferro gusa.	FR
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.1)	Reduções dos tempos de aquecimento de panelas de aço	NG

	Sistema (5.2)	Reduções dos tempos das curvas de secagem dos distribuidores da MLC3	NG
	Sistema (5.3)		Perdas térmicas
Processo siderúrgico (6)	Sistema (6.1)	Modelo de controle para diferentes composições do gás misto, capaz de determinar um fator ótimo de ajuste do set-point de pressão de alimentação do gás e do ar de combustão Modelo para quantificação e minimização do calor perdido pelos refratários do forno	COG/ LDG
	Sistema (6.2)	Modelo de combustão dos queimadores para análises da influência da umidade e da composição do gás no fornecimento de calor para o forno IA FORNO/RM: Alteração da redução e da velocidade no RM buscando manter o torque abaixo do limite do processo e minimizando o consumo.	COG/ LDG Energia Elétrica
	Sistema (7.1)		Redução de opex
Águas e efluentes (7)	Sistema (7.2)		Melhoria de qualidade
	Sistema (7.3)		Melhora do efluente/Redução de opex
	Sistema (7.4)		Melhora do efluente/Redução de opex
Utilidades (8)	Sistema (8.1)	Recuperação de condensado de pré- aquecedores de ar de combustão a vapor – CTEs #1 a #4. Substituição de pré-aquecedores de ar de combustão a vapor – CTEs #1 a #4.	Energia elétrica

Recuperação de calor de blowdown (líquido) –
CTEs #1 a #4.

Sistema (8.2)

Instalar inversores nos ventiladores das torres de resfriamento das CTEs 5-6.
Instalar inversores nos 3 IDFs da Sol Coqueria.
Implantação de lógica de controle de vazão de resfriamento de lanças - CV#3.
Instalação de inversores e válvulas de controle para resfriamento de lanças - CV#1 e #2.
Implantação de lógica para desligamento de exaustores da dessulfuração e instalação de inversores de frequência (#1 e #2).

Energia elétrica

Sistema (8.3)

Instalação de isolamento térmico externo a fornos e dutos de gás de fornos de coque – SunCoke

Energia elétrica

Para viabilizar as respectivas oportunidades, foram utilizados softwares dedicados a simulações de processamentos em plantas industriais. A descrição dos recursos computacionais, bem como o tipo de trabalho e análises que levaram às ações de eficiência energética (EE) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Escopo dos trabalhos desenvolvidos na ARCELORMITTAL

<i>Área de atuação</i>	<i>Sistemas estudados</i>	<i>Linhas de trabalho</i>	<i>Ferramentas computacionais</i>
Processo siderúrgico (1)	Sistema (1.1)	Otimização da curva de aquecimento dos fornos da bateria de coque	Aspen
Processo siderúrgico (2)	Sistema (2.1)	Modelagem por Matlab para avaliar o uso de água quente no misturador	Matlab
Processo siderúrgico (3)	Sistema (3.1)	Otimização na coluna de destilação D	Aspen
	Sistema (3.2)	Otimização na coluna de absorção para melhorar a remoção de H ₂ S	Aspen
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.1)	Otimização de regeneradores considerando eficiência de utilização de combustível, análise da taxa de pó e influência/eficiência <i>pre-heater</i> .	Aspen / Matlab
	Sistema (4.2)	Melhoria do controle interno da moagem, considerando consumo de combustível e qualidade do carvão.	Aspen / Matlab
	Sistema (4.3)	Modelamento para otimização do controle térmico de operação do forno, considerando os controles de temperatura de gusa, %Si, otimização da aplicação de O ₂ .	Python / Matlab
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.1)	Avaliação do ciclo de aquecimento das painéis da aciaria: <ul style="list-style-type: none"> • Aquecimento • Transporte • Refino secundário • Lingotamento (Enriquecimento com O₂) 	Matlab
	Sistema (5.2)	Avaliação do aquecimento do distribuidor (Enriquecimento com O ₂)	CFX
	Sistema (5.3)	Avaliação das perdas térmicas das painéis de aço para diferentes refratários (e permanente)	Matlab/ CFX

Processo siderúrgico (6)	Sistema (6.1)	Modelagem para predição do comportamento do forno em função de variáveis de entrada de combustível (PCI, pressões, válvulas, etc.)	CFX/ PYTHON
	Sistema (6.2)	Balanco energético do forno para otimização de processo: <ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da espessura do refratário sílico-aluminoso • Avaliação do fluxo de calor em função de comprimento de chama. 	CFX
		Modelagem para determinação de temperaturas ótimas de desenformamento, levando em consideração as restrições do laminador.	Python
Águas e efluentes (7)	Sistema (7.1)	Avaliação da instalação de um sistema misto de filtração na linha da desmineralização.	Laboratório
	Sistema (7.2)	Avaliação de mudanças na filtração na estação de água clarificada para tentar diminuir o índice de cloretos, fluoretos e dureza total.	
	Sistema (7.3)	Analisar a possibilidade de instalação de um sistema de pré-tratamento no efluente do alto forno	
	Sistema (7.4)	Avaliar a possibilidade de instalação de um pré-tratamento no efluente da laminação.	
Utilidades (8)	Sistema (8.1)	Avaliação das condições operacionais e eficiência da CTE da SOL	SSAT
	Sistema (8.2)	Avaliação da CTE 1A4 – geração de vapor / turbinas / distribuição de vapor e CDQ	SSAT
	Sistema (8.3)	Sistemas potenciais prévios de bombeamento: Água do mar, Craaf, lanças da aciaria, ETA da LTQ	PSAT

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

Durante a etapa de implantação do Programa Aliança na ARCELORMITTAL, foram realizadas 04 atividades de treinamento. As sessões ocorreram nas semanas de aperfeiçoamento dos modelos computacionais e ao longo da semana da eficiência energética.

Os treinamentos têm por objetivo apresentar novas técnicas computacionais de análises dos processos de produção, além de tecnologias de aprimoramento dos sistemas de estação de tratamento de efluentes. Os treinamentos formam ministrados pelos consultores durante os trabalhos de campo (ver Tabela 3).

Após a última visita técnica, houve a realização da semana da eficiência energética, que ocorreu entre os dias 11 e 14 de fevereiro de 2019.

Durante essa semana, os times (ARCELORMITTAL e CNI) responsáveis pelas áreas de interesse validaram os resultados das simulações computacionais e os resultados das análises energéticas da área de estação de tratamento de efluentes.

Participaram da semana de eficiência energética os consultores do Programa Aliança apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Participantes da semana de eficiência energética na ARCELORMITTAL

<i>Participantes</i>	<i>Especialidade</i>
Alysson Dantas Ferreira	Eng. M.Sc
Diane Otilia Lima Fontes	Eng. M.Sc
Esley Silva Cavalcante	Eng. M.Sc
Gilmar Trindade de Araújo	Eng. PhD
Karoline Dantas Brito	Eng. PhD
Leonardo Ivo de Carvalho Silva	Eng. M.Sc
Lucas de Oliveira Carneiro	Eng. M.Sc
Luis Gonzaga Sales Vasconcelos	Eng. PhD
Maria Beatriz Mendes Leite	Eng. M.Sc
Paulo Augusto Pessam Miotto	Eng. M.Sc
Paulo Takachi Yamada	Eng. M.Sc
Rafael Rodrigues da Silva	Eng. M.Sc

Na ocasião foram ministradas apresentações focadas no entendimento das ações de eficiência energética, na metodologia de implementação das respectivas ações e ministradas apresentações com foco nas metodologias dos processos de medição e verificação dos resultados esperados de economia de energia.

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

No último dia da semana da eficiência energética, os resultados foram apresentados à liderança da ARCELORMITTAL, por meio de apresentações desenvolvidas com preceitos de tomada de decisão¹. Os resultados da primeira fase do programa (ver Tabela 7 e Tabela 8), validados tecnicamente pela ARCELORMITTAL, seriam, agora, analisados sob o ponto de vista dos gestores da empresa.

Os dados apresentados nas respectivas tabelas foram validados e aprovados, em definitivo pela ARCELORMITTAL.

Da segunda quinzena de março de 2019 o corpo técnico da ARCELORMITTAL teve acesso à versão final do relatório técnico. Esse relatório contém as ações de eficiência energética e sugestões de processos de implementação dessas ações e de tecnologias de V&M. Os métodos e recursos tecnológicos aplicados na obtenção dos resultados também são considerados nesse relatório.

A equipe técnica da ARCELORMITTAL, destacada para a execução da fase de implementação contínua, voltou a ser reunir no dia 24 de abril de 2019 com a equipe Aliança. A reunião diz respeito ao Seminário Cultural, na qual foi desenvolvido o planejamento de implementação das ações de eficiência energética e das ações de V&M.

¹ Apresentações desenvolvidas para auxiliar a gerência da empresa parceira nas tomadas de decisão sobre a aplicação das ações de eficiência energética

Tabela 7 - Resumo dos benefícios originados na ARCELORMITTAL considerando a aplicação das ações de eficiência energética, no âmbito do Programa Aliança

Área	Sistema estudados	Indicador	Potencial de ganho do Indicador	Potencial de ganho (MR\$/ano)	Economia (MWh/ano)	Economia (GJ/ano)	CO2 equivalente
Processo siderúrgico (1)	Sistema (1.1)	Gás de Coqueria (COG)	195.000 Nm ³ /ano	0,032	-	3.227,6	20,55
		produtividade	Em andamento	Em andamento	-	Em andamento	
Processo siderúrgico (2)	Sistema (2.1)	Gás de coqueria (COG), produtividade	Em andamento	Em andamento	-	Em andamento	-
Processo siderúrgico (3)	Sistema (3.1)	Consumo de insumo químico	Otimizado 1: Redução de 128 ton/ano	0,516	-	**	-
			Otimizado 2: Redução de 230 ton/ano	0,928	-	**	-
	Sistema (3.2)	Carvão de alto/baixo enxofre	Otimizado 1: 8% alto enxofre 20% baixo enxofre	7	-	**	-
			Otimizado 2: 20% alto enxofre 8% baixo enxofre	51	-	**	-
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.1)	Gás de coqueria (COG)	Otimizado 1: Redução de 2.868.480 Nm ³ /ano	5,7	-	376.423,3	2397,08
			Otimizado 2: Redução de 1.702.080 Nm ³ /ano	3,4	-	223.372,2	1422,44
	Sistema (4.1)	Gás de coqueria (COG)	98/2: Redução de 12.830.400 Nm ³ /ano	7,6	-	203.753,6	1297,51
			99/1: Redução de 24.649.920 Nm ³ /ano	10	-	9.507,52	60,54
	Sistema (4.2)	Gás natural (NG)	Período Seco: Redução de 102.000 Nm ³ /ano	0,17	-	3.789,6	24,13

			Período Úmido: Redução de 20.000 Nm3/ano	0,034	-	743,5	4,73
	Sistema (4.3)	Coque, Carvão PCI, Gás natural (NG)	Em andamento	Em andamento	-	Em andamento	-
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.1)	Gás natural (NG)	Reduções de 6,25% a 12,5% do tempo total de aquecimento de panelas novas após período de manutenção	*	-	*	
	Sistema (5.2)	Gás Natural (NG)	128.000 Nm3/ano	0,22	-	4582,0	29,17
	Sistema (5.3)				-		-
	Sistema (6.1)	Gás de coqueria (COG), Gás de Aciaria (LDG), Gás de alto forno (BFG)	*	*	-	60	0,38
Processo siderúrgico (6)			182,56 kW	0,22	0,182	-	0,01
	Sistema (6.2)	Energia Elétrica	163,33 kWh	0,20	0,163	-	0,01
Águas e efluentes (7)	-	-	-	-	-	-	-
Utilidades (8)		Energia Elétrica	84kW a mais gerado nas turbinas. 52.560 m³/ano de água economizada	0,23	736 ***	-	48,20
	Sistema (8.1)	Energia Elétrica	20kW de potência média economizada nos ventiladores e 1800MWh de energia elétrica não produzida em uma CTE	0,33	1.975 ***	-	129,36
		Energia Elétrica	162 kW a mais gerado nas turbinas.	0,23	1420 ***	-	93,01

	Energia Elétrica	1654 MWh/ano a mais gerado nas turbinas quando a extração está ativa ao invés do uso de vapor de alta pressão.	0,27	1654 ***	***	108,33
	Energia Elétrica	500kW médios de redução de potência usada em ventiladores	0,73	4.380	-	286,89
	Energia Elétrica	5 MW médios de redução de potência usada em exaustores	6,3	38.330	-	2.510,61
Sistema (8.2)	Energia Elétrica	152 kW médios de redução de potência usada bombas com inversores de frequência	0,22	1.330	-	87,11
	Energia Elétrica	700 kW médios de redução de potência usada bombas com inversores de frequência	1,0	6.140	-	402,17
	Energia Elétrica	470 kW médios de redução de potência usada em exaustores, mas a economia se dá no desligamento dos mesmos.	0,70	4.124	-	270,12
Sistema (8.3)	Energia Elétrica	7,6 MW médio a mais gerado nas turbinas (CTEs #5 e #6).	11,0	66.600 ***	-	4.362,30

* Os trabalhos encontram-se finalizados, sendo necessário planos de testes em área para quantificação dos ganhos atrelados as modelagens.

** Não é possível converter os potenciais de ganho dos indicadores em termos de energia.

*** O ganho é obtido pela passagem de mais vapor pelas turbinas (via condensação ou extração), com conseqüente geração adicional de energia elétrica, não indicando, portanto, uma redução em MWh/ano.

Tabela 8 - Previsão de potenciais de ganhos com as ações de eficiência energética

Área	Sistema estudados	Indicador	Custo da implantação (MR\$)	Potencial de ganho (MR\$/ano)	Payback Simples
Processo siderúrgico (1)	Sistema (1.1)	Gás de Coqueria (COG)	-	0,03	-
		produtividade	-	Em andamento	-
Processo siderúrgico (2)	Sistema (2.1)	Gás de coqueria (COG), produtividade	-	Em andamento	-
			-	0,52	-
Processo siderúrgico (3)	Sistema (3.1)	Consumo de insumo químico	-	0,93	-
			-	7,00	-
			-	51,00	-
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.1)	Gás de coqueria (COG)	-	5,70	-
			-	3,40	-
		Gás de coqueria (COG)	-	7,60	-
			-	10,00	-
			-	0,17	-
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.2)	Gás natural (NG)	-	0,03	-
			-	0,03	-
			-	0,03	-
Processo siderúrgico (4)	Sistema (4.3)	Coque, Carvão PCI, Gás natural (NG)	-	Em andamento	-
			-	0,17	-
			-	0,03	-
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.1)	Gás natural (NG)	-	*	-
			-	0,22	-
Processo siderúrgico (5)	Sistema (5.2)	Gás Natural (NG)	-	0,22	-
			-	0,22	-

	Sistema (5.3)		-		-
	Sistema (6.1)	Gás de coqueria (COG), Gás de Aciaria (LDG), Gás de alto forno (BFG)	-	*	-
Processo siderúrgico (6)	Sistema (6.2)	Energia Elétrica	-	0,22	-
			-	0,20	-
Águas e efluentes (7)	-	-	-	-	-
		Energia Elétrica	0,20	0,23	0,9
	Sistema (8.1)	Energia Elétrica	0,60	0,33	1,8
		Energia Elétrica	0,60	0,23	2,6
		Energia Elétrica		0,27	-
Utilidades (8)		Energia Elétrica	0,80	0,73	1,1
		Energia Elétrica	12,00	6,30	1,9
	Sistema (8.2)	Energia Elétrica		0,22	-
		Energia Elétrica	1,90	1,00	1,9
		Energia Elétrica	0,71	0,70	1,0
	Sistema (8.3)	Energia Elétrica	40,50	11,00	3,7

Nesse trabalho, o CO₂ equivalente da energia elétrica economizada é calculado considerando um Fator Médio, utilizado pelo governo brasileiro (ver Tabela 9). 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.

Nesse trabalho, o Fator Médio corresponderá à média² dos valores observados para os meses de janeiro a junho de 2018 (0,0655 tCO₂/MWh).

Tabela 9 – 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 (tCO ₂ /MWh)						
2018	MÊS					
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	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 térmica³ armazenada nesses insumos em energia elétrica.

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

O seminário cultural marca a fase de transição entre a implementação inicial e a contínua. A fase de transição corresponde à absorção do entendimento dos resultados técnicos e o início da implementação da fase cultural (Implementação contínua). Esse processo exige dedicação de ambas as equipes. Os resultados observados na fase de implantação contínua compõem, dentre os objetivos do convênio CNI/Eletrobras, 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.

As ações de eficiência energética forem selecionadas pela liderança da ARCELORMITTAL ao longo do semanário cultural. Nesse âmbito foi definido o um plano de gestão que abrange desde as ações de implementação às ações de medição e verificação da economia de energia.

Uma vez superada a fase de transição, a empresa e os consultores da CNI 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.

5 - Considerações Finais

Como parte do acordo voluntário assinado entre a ARCELORMITTAL e CNI, as equipes técnicas e gerenciais das instituições têm trabalhado desde então, com o objetivo de identificar e implantar ações de melhoria que possibilitem elevar a competitividade ARCELORMITTAL.

² 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.

³ Poder calorífico inferior

O trabalho envolveu cerca de 12 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 ARCELORMITTAL, além de tecnologias de análise para estações de tratamento de efluentes. Paralelamente, ações de caráter cultural estão sendo desenvolvidas como parte de uma estratégia de aprofundamento da cultura de competitividade e eficiência na Empresa Parceira.

Baseado na metodologia do Programa Aliança, os trabalhos na ARCELORMITTAL englobaram sistemas da linha de produção, águas e efluentes, além de sistemas de utilidades, e focaram em um escopo que compreendeu 20 linhas de trabalhos (ver Tabela 5).

Todas as ações foram consideradas viáveis técnica e economicamente. Quando implantadas, podem gerar uma economia de energia superior à 10%, nos processos produtivos e de utilidades.

Os valores de melhoria indicados para cada área são fruto de avaliações técnicas elaboradas em conjunto com a equipe da ARCELORMITTAL. Para cada valor, extensas reuniões foram executadas com as áreas fabris, sendo também utilizadas técnicas e *softwares* especializados nos processos industriais e nas análises da área de tratamento de efluentes.

Eventuais diferenças entre valores projetados de ganhos e valores de custo de implantação estão sendo avaliadas ao longo do período contratual.

Resumidamente, 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 de KPI's mais desafiadores para a ARCELORMITTAL.

O trabalho desenvolvido na empresa tem atendido aos objetivos do convênio celebrado entre a CNI e a Eletrobras, 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”.