

Relatório Descritivo

Trabalho realizado no âmbito do convênio ECV - 01/2017



1 - Descrição da Planta:

A Aperam South America é uma empresa fundada no ano de 1944, especializada na produção de Aços Planos Inoxidáveis e Elétricos e na produção de Aços Planos Especiais ao Carbono. Possui mais de 2 mil empregados e está localizada na cidade de Timóteo, Minas Gerais.

A empresa tem capacidade instalada de 900 mil toneladas de aço líquido. Sua planta industrial conta com dois altos-fornos que utilizam apenas carvão vegetal, como energia renovável, o que permite evitar a emissão, aproximada, de 700 mil toneladas de CO₂ na atmosfera, ano.

Atualmente, cerca de 25% do custo total de transformação do produto relaciona-se à utilização de energia. Com a implantação do Sistema Integrado de Gestão de Energia (SIGE), dentro das atividades da Equipe, foi possível reduzir custos, além de permitir encontrar meios para mitigar o consumo de energia e tornar eficiente os processos de utilização dos recursos energéticos.

Nesse sentido, foi possível, por exemplo, substituir 70% do gás natural utilizado para o aquecimento dos refratários de panelas pelo gás de alto-forno, gerando uma economia de economia de US\$ 2,3 milhões por ano.

Considerando o nível de consumo energético (maior que 20MWh/ano), bem como a cultura da eficiência energética, presente nas atividades da empresa, foi possível conciliar a participação da Aperam no 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 Aperam

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 Aperam é uma empresa energo intensiva, consciente dos impactos positivos da cultura da eficiência energética, e cumpre, portanto, todos os requisitos técnicos para sua inserção no Programa Aliança.

A Aperam proporcionaria ao Programa Aliança grande visibilidade e credibilidade, não só junto às indústrias do setor siderúrgico 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 com a Aperam aconteceu por meio do profissional Gustavo Soares Vasconcelos. Inicialmente houve trocas de e-mails e reuniões remotas com o corpo técnico da empresa. Juntamente com o Gustavo, o consultor Eng. Paulo Augusto Pessan Miotto participou das discussões iniciais.

Ao final desse processo, a Aperam demonstrou interesse na implementação do Programa Aliança e acordou, junto com os representantes do programa, a realização de uma reunião em Timóteo, junto com os gestores de área. A reunião ocorreu no dia 20/02/2018, com a presença do Gustavo Soares e dos engenheiros Paulo Augusto Pessan Miotto e Romildo Brito.

A reunião também contou com a presença de pessoas envolvidas diretamente na operação da planta da Aperam e, nela, foram apresentadas as atividades e metodologias do programa, considerando:

- a. Diálogos para confirmar o interesse da Aperam;
- b. Pré-identificação das áreas de atuação do Programa Aliança;
- c. Definição de datas de início do trabalho;
- d. Identificação dos profissionais responsáveis pela interlocução com os consultores do Programa Aliança
- e. Apresentação dos termos do acordo voluntário

Conforme acordado na reunião de 20/02/2018, a minuta de acordo voluntário foi enviada para análise e assinatura da Aperam, 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 Aperam foi originado em uma missão técnica realizada entre os dias 18 a 20/06/2018 (Reunião Pré-operacional). Estiveram presentes nessa missão os consultores listados na Tabela 1.

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

Equipe	Data	Entidade	Objetivo	Localidade
Alexandre Carvalho Ribeiro				
Alysson Dantas Ferreira				
Esley Silva Cavalcante				
Gilvan Wanderley de Farias Neto				
Gustavo Soares Vasconcelos	18 a	Aperam	Reunião Pré-	Timóteo/MG
Leonardo Ivo de Carvalho Silva	20/06/2018	South America	Operacional	
Luis Gonzaga Sales Vasconcelos				
Luis Gustavo Camelo Trovão				
Paulo Augusto Pessam Miotto				

Ao final da reunião Pré-operacional, ficou acordado a atuação do programa em 05 grandes áreas da Aperem, que abrangem 08 sistemas operacionais (ver Tabela 2). As respectivas áreas são consideradas consumidoras importantes de gás natural, energia elétrica e de gás de alto-forno.

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

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

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

Os consultores do Programa Aliança foram divididos em 05 times. Cada time foi responsável por uma área de atuação, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Equipes, áreas de atuação e sistemas

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo de produção (1) ¹	Sistema (1.1)	Esley/Luís Luis Trovão/ Wesley Gilvan/Luís
Processo de produção (2)	Sistema (2.1)	Esley/Alysson/Paulo Yamada Luís Alysson/Luís
Processo de produção (3)	Sistema (3.1)	Arthur/ Paulo Yamada/ Esley
Processo de produção (4)	Sistema (4.1)	Diane/ Luís
Processos de Utilidades (5)	Sistema (5.1)	Arthur/ Luis Trovão
	Sistema (5.2)	Arthur/Luis Trovão/ Rafael
	Sistema (5.3)	Trovão/ Rafael
	Sistema (5.4)	Gilmar/Arthur

O cronograma de atuação das equipes na planta da Aperam está apresentado na Tabela 3 e Tabela 4.

¹ 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 Aperam.

3.1 Implantação Inicial

Conforme apresentado no cronograma de trabalho, os times de consultores responsáveis pelas respectivas áreas de atuação realizaram 04 missões técnicas à planta da Aperem, cujo foco é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Objetivo das visitas à planta da Aperem

Equipe	Data	Objetivo
Alexandre Carvalho Ribeiro Alysson Dantas Ferreira Esley Silva Cavalcante Gilmar Trindade de Araújo Paulo Augusto Pessam Miotto	09 a 11/07/2018	Modelagens e Simulações - Nível 1 - e transferência de conhecimento
Alysson Dantas Ferreira Arthur Siqueira Damasceno Esley Silva Cavalcante Luis Gonzaga Sales Vasconcelos Luís Gustavo Camelo Trovão Paulo Augusto Pessam Miotto Paulo Takachi Yamada	30 a 01/08/2018	Modelagens e Simulações - Nível 2 - e transferência de conhecimento
Alexandre Carvalho Ribeiro Alysson Dantas Ferreira Arthur Siqueira Damasceno Esley Silva Cavalcante Luís Gustavo Camelo Trovão Paulo Augusto Pessam Miotto	20 a 22/08/2018	Modelagens e Simulações - Ajustes finos - e transferência de conhecimento
Alexandre Carvalho Ribeiro Alysson Dantas Ferreira Arthur Siqueira Damasceno Esley Silva Cavalcante Luís Gustavo Camelo Trovão Paulo Augusto Pessam Miotto Rafael Rodrigues da Silva	17 a 19/09/2018	Validação das simulações

As oportunidades de otimização de processos, identificadas ao longo do programa, bem como o impacto esperado com essas otimizações estão apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Para viabilizar as respectivas oportunidades, foram utilizados softwares dedicados a simulações de processamentos em plantas industriais. A descrição dos recursos computacionais, bem como os entregáveis com os resultados das simulações estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 – Descrição das oportunidades de ganhos energéticos e objetos de impacto (indicador) das ações de eficiência energética

Área	Processo	Indicador	Oportunidade
Processo de produção (1)	Sistema (1.1)	Energia Elétrica e Consumo de Eletrodo	Refinamento do modelo matemático, visando a redução do consumo de energia elétrica, eletrodo e oxigênio
			Avaliação dos reatores série do circuito do FEA3, visando o aumento da eficiência do processo e da redução do consumo de eletrodo
			Modelagem do sistema de resfriamento do eletrodo, visando estabilidade do perfil de temperatura do eletrodo e aumento de sua vida útil
Processo de produção (2)	Sistema (2.1)	Gás Natural	Avaliar o uso de queimadores regenerativos para eliminar/minimizar o uso de GN na seção de pré-aquecido
			Aplicar o modelo desenvolvido para definir novos set-points de temperaturas (refinamento dos padrões atuais)
			Avaliar melhoria no modelo online atual através da análise do perfil de temperatura do forno (região inferior) e da contemplação convecção e radiação
Processo de produção (3)	Sistema (3.1)	Gás Natural	Otimização do ciclo térmico e do set de temperatura, conforme especificação do material

			Modificações estruturais dos queimadores do forno para redução do consumo de Gás Natural e Gás de alto forno
Processo de produção (4)	Sistema (4.1)	Energia Elétrica	Otimização do ciclo térmico e do set de temperatura, conforme especificação do material e carga do forno (foco HGO)
Processos da Utilidades (5)	Sistema (5.2)	Gás de alto forno	Cálculo da Energia passível de recuperação na RB I, II, III e IV, WB2, Cowpers do Alto Forno e Aciaria
	Sistema (5.3)	Energia Elétrica	Otimização do sistema de distribuição/Aproveitamento de calor de compressores/ Substituição de usos impróprios
	Sistema (5.4)	Gás Natural e Energia Elétrica	Mitigar perdas de energia no sistema de distribuição de vapor de processo e caracterizar cenários para a modernização da caldeira, considerando a cogeração e recuperação de calor nos fornos
	Sistema (5.5)	Energia Elétrica e Produtos Químicos	Re-uso de água e mudança de tratamento químico/físico

Tabela 7 – Ferramentas computacionais e produtos finais

Área/Sistema	Produto Final	Recursos
Processo de produção (1)	Relatório e modelo computacional a ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™, Matlab e CFD
Processo de produção (2)	Relatório e modelo computacional ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™, Matlab e CFD
Processo de produção (3)	Relatório e modelo computacional ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™ e Matlab®
Processo de produção (4)	Relatório e modelo computacional ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Matlab®
Processos da Utilidades (5)	Relatório para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™
	Relatório para definição de Re-uso de água e mudança de tratamento químico/físico	Laboratório

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

Durante a etapa de implantação do Programa Aliança nessa empresa, 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 apresentar novas técnicas computacionais de análises dos processos de produção, além de tecnologias de aprimoramento dos sistemas auxiliares (área de utilidades e recuperação de energia). Os treinamentos foram ministrados pelos consultores presentes nos trabalhos de campo.

Após a última visita técnica, houve a realização da semana da eficiência energética, que ocorreu entre os dias 1 e 5 de outubro de 2018.

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

Participaram da semana de eficiência energética os consultores do Programa Aliança apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Participantes da semana da eficiência energética na Aperam

Alexandre Carvalho Ribeiro				
Alysson Dantas Ferreira				
Arthur Siqueira Damasceno				
Esley Silva Cavalcante				
Gustavo Soares				
Vasconcelos				
Luis Gonzaga Sales	01 a	Aperam	Semana de	
Vasconcelos	05/10/2018	South America	Eficiência Energética	Timóteo
Luís Gustavo Camelo				
Trovão				
Paulo Augusto Pessam				
Miotto				
Paulo Takachi Yamada				
Rafael Rodrigues da Silva				

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

Maiores detalhes técnicos sobre as atividades de implementação do Programa Aliança na Aperam 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 Aperam (ver Tabela 9). Nesse processo, os resultados da primeira fase do programa seriam analisados sob o ponto de vista dos gestores da empresa.

Os dados apresentados foram validados e aprovados, em definitivo pela Aperam.

Ao longo da semana do dia 01/11/2018 o corpo técnico da Aperam teve acesso à versão final do relatório técnico. Esse relatório contém as ações de eficiência energéticas, sugestões de meios para a implementação, bem como um descritivo das tecnologias de Verificação e Medição (V&M). Os métodos e recursos tecnológicos aplicados na obtenção dos resultados também são considerados nesse relatório.

A equipe técnica da Aperam, destacada a execução da fase de implementação contínua, voltaria a se reunir com a equipe Aliança na semana do dia 03/12/2019. Essa reunião ocorreu no âmbito do Seminário Cultural, ocasião em que o planejamento de implementação das ações de eficiência energética e das ações de V&M foram desenhadas pelas equipes.

Essa reunião marca a fase de transição entre a implementação inicial e a contínua.

Tabela 9 – Ganhos econômicos e energéticos observados na Aperam

Área	Detalhamento do indicador	Potencial de ganho do Indicador	Potencial de ganho (R\$/ano)	Economia (MWh/ano)	Economia (GJ/ano)	CO2 equivalente
Processo de produção (1)	Redução do consumo de O ₂	11.629,12 Nm ³ /mês	50.273,23	-	-	
	Diminuição do tempo de corrida	Diminuição em 4,35%	-	-		
Processo de produção (2)	Gás Natural	337.079,00Nm ³ /ano	-	-	12.694,50	80,84
	Gás Misto	3.069.889,00* Nm ³ /ano	-	-	45.918,80*	292,4
Processo de produção (3)	Gás Misto	989,689,60* Nm ³ /ano	-	-	14.803,60*	94,27
	Gás Misto	12.184.284,00* Nm ³ /ano	-	-	182.205,10*	1.160,30
Processo de produção (4)	Energia Elétrica	542.136,57** kWh/ano	126.317,82**	-	-	
	Hidrogênio	28.101,51** Nm ³ /ano	44.632,79**	-	-	
Processos da Utilidades			5.428.200,00	1.292,50	401.255,00	2.639,90
TOTAL			5.649.423,84 R\$/ano	1.292,50 MWh/ano	656.877,00 GJ/ano	4.267,71 CO2 equivalente

* Considerando-se a economia máxima.

** Considerando-se a maior redução de duração do ciclo.

Nesse trabalho, o CO2 equivalente da energia elétrica economizada é calculado considerando um Fator Médio, utilizado pelo governo brasileiro (ver Tabela 10). 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 média² dos valores observados para os meses de Janeiro a Junho de 2018 (0,0655 tCO2/MWh).

Tabela 10 – 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 térmica³ armazenada nesses insumos em energia elétrica.

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

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.

Nessa fase, os times se organizarão em equipes, correspondentes as suas áreas de trabalho na empresa. Cada ação terá um responsável, com atividades e indicadores de andamento pré-definidos.

Conforme mencionado, as ações de eficiência energética foram apreciadas pela liderança da Aperam ao longo do semanário cultural. Após essa atividade, foi realizado o Seminário de Eficiência Energética (3 a 7/12/2018), no qual foram selecionadas as ações de eficiência energética, para a fase de implementação contínua. O processo de implementação segue um plano de gestão, que abrange desde as ações de implementação às ações de medição e verificação da economia de energia⁴

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.

⁴ Maiores detalhes técnicos sobre o Plano de Gestão estão protegidos por acordo voluntário assinado entre a CNI e a Aperam

5 - Considerações Finais

Como parte do acordo voluntário assinado entre a Aperam e CNI em junho de 2018, válido por 24 meses, as equipes técnicas e gerenciais dessas instituições têm trabalhado desde então, com o objetivo de identificar e implantar ações de melhoria que possibilitem elevar a competitividade dessa empresa.

O trabalho envolveu cerca de 15 profissionais, sendo 10 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 Aperam. 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 Aperam foram divididos em 05 grandes áreas, com foco no desenvolvimento de 09 linhas de trabalhos (ver Tabela 9, coluna: Detalhamento do Indicador).

As equipes identificaram 09 ações que foram consideradas viáveis técnica e economicamente, as quais, quando implantadas, podem agregar uma economia de R\$() sobre o custo dos insumos energéticos.

Os valores de melhoria indicados para cada área são fruto de avaliações técnicas elaboradas em conjunto com a equipe da Aperam. 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 utilidades.

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

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 de eficiência energética mais desafiadoras para a empresa parceira.

Cabe ressaltar que o trabalho desenvolvido na Aperam 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”.

Rodrigo Sarmiento Garcia

Gestor do Projeto

Paulo Augusto Pessan Miotto

Responsável Técnico

Brasília, mês de ano