

## Relatório Descritivo

### Trabalho realizado no âmbito do convênio ECV - 01/2017



#### 1 - Descrição da Planta:

O Grupo Rima está em operação desde 1987, é líder na produção e comercialização de ligas à base de silício no Brasil e único produtor de magnésio primário do Hemisfério Sul. Os produtos são fabricados a partir de reservas próprias de dolomita e quartzo de alta pureza em processos com certificações internacionais.

O grupo atua nas seguintes divisões: Fundição sob Pressão, Magnésio, Silício Metálico, Ferro-Ligas e Agropecuária. Conta, também, com as divisões de Engenharia, Mineração, Florestal e Turismo.

Além de ser a única produtora de magnésio primário do Hemisfério Sul, a Rima é a única do mundo a produzir peças automotivas, diretamente por meio do minério (dolomita). Para tanto, utiliza a inovadora tecnologia de transporte de magnésio líquido e de reciclagem interna de retornos de fundição.

A RIMA possui a segunda maior Fundição sob Pressão de magnésio do mundo, na qual são produzidas peças fundidas em ligas de excelente qualidade, com custos bastante competitivos.

No ano de 2008, o grupo Rima instala em Bocaiúva uma nova unidade para fusão de alumínio e injeção de peças de alumínio sob pressão (*Die Casting*). O objetivo é fornecer peças, principalmente para a indústria automobilística. A RIMA, em Bocaiuva, torna-se um dos únicos *die casters* mundiais com capacidade instalada e tecnologia para fornecimento de peças fundidas de Magnésio e Alumínio (metais leves).

A RIMA de Bocaiúva tem como principais consumos energéticos: energia elétrica, gás liquefeito de petróleo e combustíveis sólidos, o que totaliza um consumo da ordem de 20 MWh/ ano.

Tal consumo classifica a respectiva empresa como energo-intensiva e a torna apta a 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 RIMA:**

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 RIMA é uma empresa energo intensiva e cumpre todos os requisitos técnicos para sua inserção no Programa Aliança.

A RIMA daria 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 do Brasil.

### **2.1 - Fase de Prospecção:**

O contato com a RIMA aconteceu por meio do profissional Gustavo Soares Vasconcelos. Inicialmente houve trocas de *e-mails* e uma reunião presencial foi agendada para a data de 07/07/2017, em Belo Horizonte. Estiveram presentes nessa reunião o próprio Gustavo Soares e o consultor Eng. Paulo Augusto Pessan Miotto.

Ao final da reunião, a RIMA demonstrou interesse na implementação do Programa Aliança e acordou, junto com os representantes do programa, a realização de outra reunião, também em Belo Horizonte. A reunião ocorreu no dia 05/10/2017, com os mesmos representantes.

Dessa vez, a reunião contou com a presença de pessoas envolvidas diretamente na operação da planta da RIMA, além de tomadores de decisão do corporativo. A reunião teve por finalidade alinhar informações sobre as atividades e metodologias do programa, que incluiu:

- A - Reapresentar a metodologia do Programa Aliança e confirmar o interesse da RIMA;
- 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 de 05/10/2017, a minuta de acordo voluntário foi enviada para análise e assinatura da RIMA, 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 RIMA foi originado de uma missão técnica realizada no dia 28/11/2017. Estiveram presentes nessa missão os consultores listados na Tabela 1.

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

<b>Equipe</b>	<b>Data</b>	<b>Empresa</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Localidade</b>
Fabrcia Araujo Sales				
Esley Silva Cavalcante				
Gilmar Trindade de Araujo				
Paulo Augusto Pessan Miotto	28/11/2017	RIMA	Kick-Off Programa Aliança	Bocaiuva - MG
Romildo Pereira Brito				
Sebastiao Araujo Coutinho				

Ao final dessa reunião, ficou acordado a atuação do programa em 5 áreas da RIMA, consideradas grandes consumidoras de energia elétrica (EE), gás liquefeito de petróleo (GLP), e de combustível sólido (carvão). Conforme acordado com o Procel, maiores detalhes técnicos do trabalho realizado na RIMA estão protegidos pelo acordo de confidencialidade assinados entre CNI e RIMA.

### **3 - Implementação da metodologia de otimização energética do Programa Aliança na RIMA:**

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

Os consultores do Programa Aliança foram divididos em 3 times. Cada time foi responsável por uma área de atuação, conforme apresentado na Tabela 2, Tabela 3 e **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 2 – equipe Processo Siderúrgico 1

<b>Área de atuação</b>	<b>Sistemas estudados</b>	<b>Responsáveis técnicos</b>
<b>Processo siderúrgico (1)<sup>1</sup></b>	Sistema (1.1)	Alysson Dantas Ferreira
	Sistema (1.2)	Esley Silva Cavalcante
	Sistema (1.3)	Fabricia Araujo Sales
		Gilmar Trindade de Araujo

<sup>1</sup> 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 3 - equipe Processo Siderúrgico 2

<b>Área de atuação</b>	<b>Sistemas estudados</b>	<b>Responsáveis técnicos</b>
<b>Processo siderúrgico (2)</b>	Sistema (2.1)	Gilvan Wanderley de Farias Neto Paulo Takachi Yamada Sebastião Araújo Coutinho

O cronograma de atuação na planta da RIMA está apresentado na Tabela 4 e 6.

Tabela 4 – Cronograma de atividades de campo na RIMA – Parte 1

PROGRAMA ALIANÇA																			
CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO 2017-2018																			
FASES x ETAPAS x PARCEIROS	nov/17					dez/17					jan/18					fev/18			
	1 a 3	6 a 10	13 a 17	20 a 24	27 a 30	1	4 a 8	11 a 15	18 a 22	25 a 29	1 a 5	8 a 12	15 a 19	22 a 26	29 a 31	1 a 2	5 a 9	12 a 16	19 a 23
Fase de Implantação Inicial																			
Reunião de kick off/preparação da fase operacional																			
Trabalhos de campo 1 - Processo Siderúrgico 1																			
Trabalhos de campo 2 - Processo Siderúrgico 2																			
Trabalhos de campo 3 - Sistemas de Utilidades																			
Preparação Seminário Cultural																			
Semana de Eficiência Energética																			
Relatório técnico																			
Fase de Implantação Contínua																			
Seminário cultural (repasso de informações, apresentação do relatório final, planejamento das ações técnicas e culturais)																			
Reuniões de acompanhamento mensal (Ano 1)																			

Tabela 5 - Cronograma de atividades de campo na RIMA – Parte 2

PROGRAMA ALIANÇA																
CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO 2017-2018																
FASES x ETAPAS x PARCEIROS	mar/18					abr/18					mai/18					
	1 a 2	5 a 9	12 a 16	19 a 23	26 a 30	2 a 6	9 a 13	16 a 20	23 a 27	30	1 a 4	7 a 11	14 a 18	21 a 25	28 a 31	
Fase de Implantação Inicial																
Reunião de kick off/preparação da fase operacional																
Trabalhos de campo 1 - Processo Siderúrgico 1																
Trabalhos de campo 2 - Processo Siderúrgico 2																
Trabalhos de campo 3 - Sistemas de Utilidades																
Preparação Seminário Cultural																
Semana de Eficiência Energética																
Relatório técnico																
Fase de Implantação Contínua																
Seminário cultural (repasso de informações, apresentação do relatório final, planejamento das ações técnicas e culturais)																
Reuniões de acompanhamento mensal (Ano 1)																

### 3.1 Implantação Inicial

Conforme mencionado, os times de consultores responsáveis pelas respectivas áreas de atuação realizaram 04 missões técnicas à planta da RIMA (ver Tabela 1 e Tabela 6). O foco das respectivas missões é apresentado na Tabela 6. As oportunidades de otimização de processos, identificadas ao longo do programa, bem como o impacto esperado com essas otimizações estão apresentados na Tabela 7.

*Tabela 6 – Objetivo das visitas à planta da RIMA*

<b>Áreas de atuação</b>	<b>Data</b>	<b>Objetivo da visita (trabalho de campo)</b>
<b>Processo Siderúrgico (1)</b> <b>Processo Siderúrgico (2)</b>	18 a 20/12/2017	Modelagens e Simulações - Nível 1 <sup>2</sup> - e transferência de conhecimento
<b>Processo Siderúrgico (1)</b> <b>Processo Siderúrgico (2)</b>	15 a 17/01/2018	Modelagens e Simulações - Nível 2 - e transferência de conhecimento
<b>Processo Siderúrgico (1)</b> <b>Processo Siderúrgico (2)</b>	29 a 31/01/2018	Modelagens e Simulações - Nível 3 - e transferência de conhecimento
<b>Processo Siderúrgico (1)</b> <b>Processo Siderúrgico (2)</b>	19 a 20/02/2018	Modelagens e Simulações - Validação técnica <sup>3</sup> - e transferência de conhecimento

<sup>2</sup> Nível: grau de aperfeiçoamento das simulações computacionais.

<sup>3</sup> Validação técnica: processo de validação dos modelos computacionais junto ao corpo técnico da RIMA (versão anterior à final)

Tabela 7 – Resultados das missões: otimização das OPORTUNIDADES, com foco nos IMPACTOS

<b>Processo</b>	<b>#</b>	<b>Sistema</b>	<b>Oportunidade</b>	<b>Impactos</b>
<b>Processo siderúrgico (1)</b>	1	Sistema (1.1)	Redução do consumo de GLP	Consumo de Gás
	2	Sistema (1.2)	Redução do consumo de GLP	Consumo de Gás
	3	Sistema (1.3)	Otimização do ciclo térmico do forno	Produtividade (t/h) e Consumo de carvão (t/h)
<b>Processo siderúrgico (2)</b>	4	Sistema (2.1)	Otimização do Forno de Silício	Redução do consumo específico

Para viabilizar as respectivas oportunidades, foram utilizados softwares dedicados a simulações de processamentos em plantas industriais. A descrição dos recursos computacionais, bem como tipo de trabalho e análises que levaram às ações de eficiência energética (EE) estão apresentados na Tabela 8.



Tabela 8 – Escopo dos trabalhos desenvolvidos na RIMA

Área	#	Sistema	Ferramenta	Oportunidade	Trabalhos de construção das ações de eficiência energética (linhas de trabalho)
PS <sup>4</sup> (1)	1	Sistema (1.1)	Matlab	Redução do consumo de GLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar perdas de calor pelas paredes.</li> <li>• Avaliar a combustão em função do pré-aquecimento do ar de combustão.</li> <li>• Avaliar perdas de calor nos gases de combustão.</li> <li>• Avaliar troca térmica no cadinho.</li> <li>• Avaliar pé de banho no consumo de GLP.</li> <li>• Avaliar pré-aquecimento da carga metálica no consumo de GLP.</li> <li>• Avaliar perdas térmicas na superfície do metal líquido do cadinho.</li> <li>• Avaliar perdas térmicas na panela.</li> <li>• Avaliar deformações das panelas</li> <li>• Avaliar o preaquecimento das panelas para vazamento com reflexo na temperatura/consumo do forno</li> </ul>
	2	Sistema (1.2)	CFD <sup>5</sup> e Matlab	Redução do consumo de GLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar a implementação de queimadores regenerativos</li> </ul>
	3	Sistema (1.3)	Aspen e Matlab	Otimização do ciclo térmico do forno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelar forno de calcinação e resfriador de dolomita.</li> <li>• Fazer análise estrutural do forno para aumento de rotação/produção.</li> <li>• Fazer análise da redução da carga para economia de energia.</li> <li>• Fazer análise da variação de temperatura do ar de combustão do forno de calcinação</li> <li>• Avaliar calcinação da dolomita nas faixas de 12 a 19 mm, 12 a 39 mm e 6 a 12 mm.</li> <li>• Modelar ciclo térmico do resfriador de dolomita.</li> <li>• Propor melhoria no aquecimento do ar no resfriador de dolomita.</li> </ul>
PS(2)	4	Sistema (2.1)	Matlab	Otimização do Forno de Silício	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelagem do forno de silício.</li> <li>• Modelagem do consumo de eletrodos.</li> </ul>

<sup>4</sup> PS: Processo Siderúrgico

<sup>5</sup> CFD: Dinâmica dos Fluidos Computacional

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

Durante a etapa de implantação do Programa Aliança na RIMA, 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 análise e abordar os fenômenos físicos e químicos envolvidos nos processos estudados. Os treinamentos foram realizados pelos consultores presentes trabalhos de campo (ver Tabela 6).

Após a última visita técnica, houve a realização da semana da eficiência energética, que ocorreu entre os dias 05 e 09 de março de 2018.

Durante essa semana, os times (RIMA 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 9.

*Tabela 9 – Participantes da semana de eficiência energética na RIMA*

<b>Participante</b>	<b>Especialidade</b>
Alysson Dantas Ferreira	Eng.
Fabricia Araújo Sales	Eng.
Gilmar Trindade de Araújo	Eng. PhD
Gustavo Soares Vasconcelos	ADM
Luís Gustavo Camelo Trovão	Eng.
Paulo Augusto Pessan Miotto	Eng.
Paulo Takachi Yamada	Eng.
Romildo Pereira Brito	Eng. PhD
Sebastião Araújo Coutinho	Eng. PhD

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

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

A reunião final (último dia da semana da eficiência energética) foi na presença da liderança da RIMA. Os resultados da primeira fase do programa (ver Tabela 10 e Tabela 11) validados tecnicamente pela RIMA, agora seriam analisados sob o ponto de vista dos gestores da empresa.

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

Ao longo da semana do dia 06/04/2018 o corpo técnico da RIMA teve acesso à versão final do relatório técnico. Esse relatório contém os métodos e recursos tecnológicos aplicados na obtenção dos resultados apresentadas e discutidas ao longo da semana da eficiência energética. A equipe técnica da RIMA, destacada para a execução da fase de implementação contínua, voltaria a se reunir com a equipe Aliança no dia 09/05/2018, no Seminário Cultural, ocasião em que o planejamento de implementação das ações de eficiência energética e das ações de Verificação e Medição (V&M) seriam desenhadas pelas equipes.

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

Tabela 10 - Resumo dos benefícios originados na RIMA considerando a aplicação das ações de eficiência energética, no âmbito do Programa Aliança

Área/Processo	Número	Sistema	Ações/Recomendações	Indicador	Economia do indicador	Economia de energia térmica (GJ/ano)	Economia de energia elétrica (MWh/ano)	CO <sub>2</sub> equivalente (tCO <sub>2</sub> /ano)
Processo siderúrgico (1)	1	Sistema (1.1)	Ação de EE <sup>6</sup> (1.1.1)	GLP	285,12 ton/ano	13.728,00		87,42
			Ação de EE (1.1.2)	GLP	184,40 ton/ano			8.864,74
	2	Sistema (1.2)	Ação de EE (1.2)	GLP	118,80 ton/ano	5.720,00		36,42
	3	Sistema (1.3)	Ação de EE (1.3.1)	Carvão	2.592,00 ton/ano	81.259,20		517,46
Ação de EE (1.3.2)								
Processo siderúrgico (2)	4	Sistema (2.1)	Ação de EE (2.1)	Energia elétrica	2.268,00 MWh/ano		2.268,00	148,55
<b>TOTAL</b>						<b>109.571,94 GJ/ano</b>	<b>2.268,00 MWh/ano</b>	<b>846,30 tCO<sub>2</sub>/ano</b>

<sup>6</sup> Maiores detalhes técnicos sobre a descrição das ações de eficiência energética estão protegidos por acordo voluntário assinado entre CNI e RIMA.

Tabela 11 - Previsão de potenciais de ganhos com as ações de eficiência energética

Área/Processo	#	Sistema	Ações/Recomendações	Investimento Potencial (R\$)	Economia Potencial Anual (R\$)	Payback simples (ano)
Processo siderúrgico (1)	1	Sistema (1.1)	Ação de EE (1.1.1)	100.000,00	1.090.650,00	0,1
			Ação de EE (1.1.2)	150.000,00	643.603,00	0,2
	2	Sistema (1.2)	Ação de EE (1.2)	910.000,00	414.747,00	2,2
	3	Sistema (1.3)	Ação de EE (1.3.1)	--	362.343,00	--
			Ação de EE (1.3.2)	150.000,00	473.273,00	0,3
Processo siderúrgico (2)	4	Sistema (2.1)	Ação de EE (2.1)	50.000,00	456.571,00	0,1
<b>TOTAL</b>				<b>1.360.000,00</b>	<b>3.441.187,00</b>	<b>0,4</b>

Nesse trabalho, o CO2 equivalente da energia elétrica economizada é calculado considerando um Fator Médio, utilizado pelo governo brasileiro (ver Tabela 12). 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 média<sup>7</sup> dos valores observados para os meses de Janeiro a Junho de 2018 (0,0655 tCO2/MWh).

*Tabela 12 -- 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](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 térmica<sup>8</sup> armazenada nesses insumos em energia elétrica.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> Poder calorífico inferior.

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

A fase de transição corresponde à absorção do entendimento dos resultados técnicos e o início da implementação da fase cultural. Esse processo exige 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 organizarão em equipes, correspondentes as suas áreas de trabalho na empresa. Cada ação terá um responsável, com atividades e indicadores de andamento pré-definidos.

As ações de eficiência energética selecionadas pela liderança da RIMA ao longo do semanário cultural ainda não estão em processo de implementação. Um plano de gestão que abrange desde as ações de implementação às ações de medição e verificação da economia de energia está sendo definido.

#### **5 - Considerações Finais**

Como parte do acordo voluntário assinado entre a RIMA e CNI em julho de 2017, válido por 24 meses, as equipes técnicas e gerenciais dessas instituições têm trabalhado com o objetivo de identificar e implantar ações de melhoria que possibilitem elevar a competitividade industrial da RIMA.

O trabalho envolve cerca de 35 profissionais, sendo 15 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 RIMA. Paralelamente, ações de caráter cultural foram 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 RIMA foram divididos em 03 grandes áreas, com integrantes tanto da RIMA quanto da CNI, e focou em um escopo que compreendeu 20 linhas de trabalhos (ver Tabela 8).

As equipes identificaram 06 ações que foram consideradas viáveis técnica e economicamente, as quais, quando implantadas, agregarão uma melhoria de 9,0% sobre o custo dos insumos energéticos da RIMA.

Os valores de melhoria indicados para cada área são fruto de avaliações técnicas elaboradas em conjunto com a equipe da RIMA. Para cada valor, extensas reuniões foram executadas com as áreas fabris, sendo também utilizadas técnicas e os softwares dedicados.

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 RIMA.

O trabalho desenvolvido na RIMA 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”.



assinatura do Profissional

**Gestor do Projeto**



---

Eng. PAULO AUGUSTO PESSAM MIOTTO  
Engenheiro Metalurgista  
CREA-SP N° 5061224788

Brasília, dezembro de 2018