

## Relatório Descritivo

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



#### 1 - Descrição da Planta

A Nexa Resources é uma empresa global de mineração e metalurgia de metais não-ferrosos, resultado da fusão da brasileira Votorantim Metais e a peruana Milpo. A empresa está entre as cinco maiores produtoras mundiais de zinco.

No Brasil, a Nexa Resources mantém quatro operações industriais no estado de Minas Gerais, as quais duas delas são voltadas para extração e beneficiamento de zinco, chumbo e prata e estão localizadas em Vazante e Paracatu. As outras duas são responsáveis pela metalurgia do zinco e polimetálicos e ficam localizadas em Três Marias e Juiz de Fora, respectivamente.

A mineração praticada pela Nexa Resources tem impacto na qualidade de vida e no bem-estar da sociedade. Para a empresa, os resultados financeiros são apenas parte dos objetivos conquistados, sendo, as maiores vitórias atreladas ao valor criado para sociedade e os compromissos com a sustentabilidade.

A unidade de Juiz de Fora é um complexo metalúrgico que teve suas atividades iniciadas em 1980, com a fabricação de zinco. Atualmente, a empresa é líder na produção de zinco e níquel eletrônico na América Latina, terceira maior produtora de aços longos do país e quinta maior produtora de zinco do mundo e apresenta o consumo médio mensal de 47.380 KW.

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 Nexa Resources 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 Nexa Resources

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

A Nexa Resources proporcionaria ao Programa Aliança grande visibilidade e credibilidade, não só junto às indústrias do setor cimenteiro 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 Nexa Resources ocorreu por meio da Nexa, unidade Juiz de Fora/MG, empresa participante do Programa Aliança. O processo de inclusão da Nexa Resources foi conduzido pelo profissional Gustavo Soares Vasconcelos e pelos gerentes de energia da Nexa, Juiz de Fora.

A reunião de adesão ao programa ocorreu no dia 20/02/2018, com a presença do Gustavo Soares Vasconcelos e do consultor o Eng. Paulo Augusto Pessan Miotto.

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

- a. Diálogos para confirmar o interesse da Nexa Resources;
- 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 Nexa Resources, 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 Nexa Resources foi originado em uma missão técnica realizada em 20/12/2018 (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 Nexa Resources.*

<b>Equipe</b>	<b>Data</b>	<b>Entidade</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Localidade</b>
Ascendino Pereira de Araújo Neto Danilo Pablo Barros Araújo Fabrícia Araújo Sales Gilvan Wanderley de Farias Neto Paulo Augusto Pessan Miotto Gustavo Soares Vasconcelos Luis Gustavo Camelo Trovão Romildo Pereira Brito	20/12/2018	Nexa Resources	Reunião Pré- Operacional	Juiz de Fora/MG

Ao final da reunião Pré-operacional, ficou acordado a atuação do programa em 05 áreas, com elevado consumo de energia térmica, que abrangeu 07 sistemas operacionais (ver Tabela 2). A respectiva área é considerada uma importante consumidora de óleo diesel, óleo combustível e energia elétrica.

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

### **3 - Implementação da metodologia de otimização energética do Programa Aliança na Nexa Resources**

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

Os consultores do Programa Aliança foram divididos em 07 times. Cada time foi responsável pelo desenvolvimento dos trabalhos em sete sistemas de um processo de produção, conforme apresentado na Tabela 2.

*Tabela 2 – Equipes, áreas de atuação e sistemas.*

<b>Área de atuação</b>	<b>Sistemas estudados</b>	<b>Responsáveis técnicos</b>
Processo de produção <sup>1</sup>	Sistema (1.1)	
	Sistema (1.1.1)	Neto/Gladson/Trovão
	Sistema (1.1.2)	Gilvan
	Sistema (1.2)	
	Sistema (1.2.1)	Fabília/Carla/Gilmar
	Sistema (1.2.2)	Lucas/Fabília
	Sistema (1.3)	Danilo/Gilvan/Trovão
	Sistema (1.4)	Trovão
	Sistema (1.5)	Carla/Gilmar

Conforme observado, as respectivas equipes realizaram trabalho em 02 questões específicas dos Sistemas (1.1) e (1.2) e em 01 questão específica dos Sistemas (1.3), (1.4) e (1.5).

O cronograma de atuação das equipes na planta da Nexa Resources está apresentado na Tabela 3.



### 3.1 Implantação Inicial

Conforme apresentado no cronograma de trabalho, os times de consultores responsáveis pelas respectivas áreas de atuação realizaram 03 missões técnicas à planta da Nexa Resources, cujo foco é apresentado na Tabela 4.

*Tabela 4 - Objetivo das visitas à planta da Nexa Resources.*

<b>Equipe</b>	<b>Data</b>	<b>Objetivo</b>
Romildo Pereira Brito Carla Gabriela Azevedo Misael Danilo Pablo Barros Araújo Fabrícia Araújo Sales Gilvan Wanderley de Farias Neto Gladson Euler Lima Júnior Lucas de Oliveira Carneiro	30/09 a 01/10/2019	Modelagens e Simulações - Nível 1 - e transferência de conhecimento
Romildo Pereira Brito Ascendino Pereira de Araújo Neto Fabrícia Araújo Sales Gilvan Wanderley de Farias Neto Luís Gustavo Camelo Trovão	22 e 23/10/2019	Modelagens e Simulações - Nível 2 - e transferência de conhecimento
Danilo Pablo Barros Araújo Fabrícia Araújo Sales Gilmar Trindade de Araújo Gilvan Wanderley de Farias Neto Gladson Euler Lima Júnior Lucas de Oliveira Carneiro	12 a 13/11/2019	Modelagens e Simulações - Ajustes finos - transferência de conhecimento e 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 Tabela 5 **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 6.

Tabela 5 – Descrição das oportunidades de ganhos energéticos e objetos de impacto (indicador) das ações de eficiência energética.

Área/Processo	Sistemas	Indicador	Oportunidade
Processo de produção	Sistema (1.1.1)	Coque e GN	Modelagem fenomenológica para otimização dos parâmetros de processo, com foco em aumento da eficiência do forno
			Recuperação de calor da escória para secagem do lodo da ETEI e/ou aquecimento do ar de combustão
			Uso de inteligência artificial para determinação de set-points ótimos do processo
	Sistema (1.1.2)	Vapor	Aproveitamento energético da entalpia da polpa autoclavada e vapor ventado para pré-aquecer a água alimentada no repolpamento
	Sistema (1.2.1)	ZnO	Modelagem para verificação de gargalos na ustulação e purificação de gases, com foco no aumento de produção de ácido e zinco via concentrado
			Água e insumos químicos
	Sistema (1.2.2)	Zn	Modelagem fenomenológica para otimização da utilização do pó de Zn na purificação
	Sistema (1.3)	Energia elétrica/Zinco	Otimização da eficiência do sistema das torres de resfriamento
			Estudo fluidodinâmico da distribuição do eletrólito nas torres de resfriamento
	Sistema (1.4)	Energia elétrica, vapor	Quantificação e mitigação das perdas nos contatos da eletrólise Substituição dos dumpers dos ventiladores do forno Waelz por inversores de frequência
Sistema (1.5)	Água e insumos químicos	Proposta de mudanças de parâmetros operacionais e inclusão de etapa de filtração na ETA	

Tabela 6 – Ferramentas computacionais e produtos finais.

<b>Área/Sistema</b>	<b>Produto Final</b>	<b>Recursos</b>
Sistema (1.1)	Relatório e modelo computacional a ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™, Python, Matlab
	Relatório e modelo computacional a ser usado para definição de condições operacionais de maior produtividade.	Aspen™
Sistema (1.2)	Relatório e modelo computacional ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™, Laboratório
	Relatório e modelo computacional ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Aspen™
Sistema (1.3)	Relatório e modelo computacional a ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	Matlab, CFD
Sistema (1.4)	Relatório e modelo computacional a ser usado para definição de condições operacionais de menor consumo de energia.	SSAT, ferramentas DOE, sistema de medição elétrico
Sistema (1.5)	Relatório e propostas de modificação para definição de condições operacionais de menor consumo de energia e insumos químicos.	Laboratório

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

Durante a etapa de implantação do Programa Aliança nessa empresa, 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 realizados tinham como objetivo apresentar novas técnicas computacionais de análises dos processos de produção. 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 02 a 06 de dezembro de 2019.

Durante essa semana, os times (Nexa Resources e CNI) responsáveis pelas áreas de interesse validaram os resultados das simulações computacionais.

Participaram da semana de eficiência energética os consultores do Programa Aliança apresentados na Tabela 7.

*Tabela 7 – Participantes da semana da eficiência energética na Nexa Resources.*

<b>Equipe</b>	<b>Data</b>	<b>Entidade</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Localidade</b>
Romildo Pereira Brito				
Ascendino Pereira de				
Araújo Neto				
Carla Gabriela Azevedo				
Misael				
Danilo Pablo Barros				
Araújo	02 a 06/12	Nexa	Semana de	Juiz de
Fabírcia Araújo Sales	de 2019	Resources	Eficiência	Fora/MG
Gilvan Wanderley de			Energética	
Farias Neto				
Gladson Euler Lima				
Júnior				
Luís Gustavo Camelo				
Trovão				

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 Nexa Resources 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 empresa (ver Tabela 8). Nesse processo, os resultados da primeira fase do programa foram analisados sob o ponto de vista dos gestores da empresa e aprovados.

Ao longo da semana do dia 20/12/2019 o corpo técnico da Nexa Resources 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 Nexa Resources, destacada para execução da fase de implementação contínua, se reunirá com a equipe Aliança na semana do dia 11/02/2020. Essa reunião ocorrerá no âmbito do Seminário Cultural, ocasião em que o planejamento de implementação das ações de eficiência energética e das ações de V&M serão desenhadas pelas equipes.

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

Tabela 8 – Ganhos econômicos e energéticos observados na Nexa Resources.

Área	Ações/ Recomendações	Indicador	Potencial de ganho do Indicador	Potencial de ganho (MR\$/ano)	Economia (MWh/ano)	Economia (GJ/ano)	Custo de implantação (MR\$/ano)
<b>Sistema (1.1.1)</b>	Mudança de condição operacional (IA)	Coque grosso	1.504,5 – 5.015,0 t/ano	1,2 – 4,0	-	53.861,0 – 179.536,7	-
	Secagem do lodo da ETEI	Gás Natural	46.800,0 – 187.200,0 Nm <sup>3</sup> /ano	0,09 – 0,37	-	1.684,8 – 6.739,2	10,0
		Zn	1.324,7 t/ano	4,23	-	18.516,1	
<b>Sistema (1.1.2)</b>	Aproveitamento do vapor ventado	Vapor	8.970,0 – 12.480,0 t/ano	1,39 – 1,93	-	20.236,0 – 28.155,0	0,3
		Água desmi	9.867,0 – 13.728,0 m <sup>3</sup> /ano	0,02 – 0,028			
<b>Sistema (1.2.1)*</b>	Aumento de produção via concentrado	ZnO	2.028,0 – 7.410,0 t/ano	1,67 – 4,35	-	-	1,5
<b>Sistema (1.2.2)</b>	Redução do consumo de pó de Zn	Zn	47,9 – 813,7 t/ano	0,029 – 0,5	153,11 – 2.601,9	-	0,5
<b>Sistema (1.3)*</b>	Aumento da performance das torres de resfriamento da eletrólise	Zn	309 t/ano	0,37	-	-	0,9
<b>Sistema (1.4)</b>	Redução do consumo de floculante	Floculante	65 t/ano	0,15	-	-	-
<b>Sistema (1.5)</b>	Instalação de inversores nos ventiladores do Forno Waelz	Energia elétrica	3.902,0 MWh/ano	0,74	3.902,0	-	1,5
	Substituição da geometria dos contatos da eletrólise (catodos e anodos)		4.433,0 MWh/ano	0,65	4.433,0	-	4,0
<b>TOTAL</b>				<b>10,54 – 17,32</b>	<b>8.388,0 – 10.937,0</b>	<b>94.298,0 – 232.947,0</b>	<b>0,3 – 18,7</b>

\*Para essas áreas, a Nexa Resources informou não ser possível contabilizar os ganhos em energia, mas sim em ganhos de produtividade.

Nesse trabalho, o CO<sub>2</sub> 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. E, portanto, é utilizado para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza.

Nesse trabalho, o número do Fator Médio corresponderá à média<sup>1</sup> dos valores observados para os meses de Janeiro a Junho de 2018 (0,0655 tCO<sub>2</sub>/MWh).

*Tabela 9 – Fatores Médios utilizados no cálculo do CO<sub>2</sub> 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 (tCO <sub>2</sub> /MWh)						
2018	MÊS					
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
	0,0640	0,0608	0,0635	0,0523	0,0607	0,0915

Para o cálculo do CO<sub>2</sub> 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>2</sup> armazenada nesses insumos em energia elétrica.

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

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 Nexa Resources ao longo da semana da eficiência energética. Após essa atividade, será realizado o Seminário de Eficiência Energética (semana do dia 11/02/2020), no qual serão selecionadas as ações de eficiência energética, para a fase de implementação contínua. O processo de implementação seguirá um plano de gestão, que abrange desde as ações de implementação às ações de medição e verificação da economia de energia.

<sup>1</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>2</sup> Poder calorífico inferior.

## **5 - Considerações Finais**

Como parte do acordo voluntário assinado entre a Nexa Resources e a CNI maio de 2019, 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 10 profissionais, 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 Nexa Resources. 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 Nexa Resources foram concentrados em 07 áreas, com elevado consumo térmico. Os trabalhos tiveram foco em 02 questões específicas dos Sistemas (1.1) e (1.2) e em 01 questão específica dos Sistemas (1.3), (1.4) e (1.5), conforme apresentado na Tabela 2 e na Tabela 8.

As equipes identificaram 10 ações que foram consideradas viáveis técnica e economicamente, as quais, quando implantadas, podem agregar uma economia de até R\$ 18.700.000,00 ao ano 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 Nexa Resources. 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 Nexa Resources 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”.