

Relatório Descritivo

Trabalho realizado no âmbito do convênio ECV - 01/2017



1 - Descrição da Planta:

A NEXA é uma mineradora global e faz parte do conglomerado de empresas investidas da Votorantim. No Brasil, operam quatro unidades, todas localizadas no Estado de Minas Gerais. São duas unidades mineradoras, uma em Vazante e outra em Morro Agudo (Paracatu) e duas unidades de produção metalúrgica, uma em Três Marias e a segunda em Juiz de Fora.

O portfólio de produtos abrange a cadeia produtiva de zinco, cobre, chumbo, prata e outros minerais relacionados, que são comercializados com clientes de diferentes setores industriais, como construção civil e automotiva.

Os principais produtos e marcas são Zinco SHG (*Special High Grade*) em lingotes, jumbos e grânulos; Zamac (ligas especiais de zinco-alumínio, magnésio e cobre); Zincal 200 (calcário agrícola); óxido de zinco, ácido sulfúrico, sulfato de cobre, dióxido de enxofre e concentrados de zinco, cobre e chumbo

Os concentrados de zinco extraídos nas minas de Vazante e Morro Agudo são transformados em produtos metálicos na unidade metalúrgica de Três Marias. São produzidos nessa unidade 186,7 mil toneladas de zinco metálico por ano.

A unidade de Três Marias tem como principais consumos energéticos a energia elétrica e vapor de processo¹, o que totaliza um consumo superior a 20 MWh/ ano.

Essa unidade ainda se apresenta como uma empresa precursora em iniciativas que possuem foco na sustentabilidade da produção e na eficiência energética. Dentre elas:

- Estudos para eliminar gargalos dos processos Sulfeto e Silicato. Têm por objetivo aumentar o volume de produção para 208 mil toneladas de zinco/ano (2023);
- Implantação de uma caldeira a biomassa. O equipamento entrou em operação em março e os resultados conquistados com a troca de óleo 1A (derivado de petróleo) por combustível renovável foram expressivos. Deixaram de ser emitidas 33.362 toneladas de CO₂ e – o que representa cerca de 22,1% de toda a emissão da unidade²;

¹ A maior parte do vapor de processo é fornecido por uma empresa externa.

² Outro benefício é que o combustível – cavaco de eucalipto ou bagaço de cana – é produzido na região, o que ajuda a fomentar a cadeia produtiva e contribui para o desenvolvimento local

- Utilização de energia solar no processo de eletrólise; e
- Implantação do sistema de gestão com informações em tempo real para fortalecer a rotina de produção.

Considerando o aporte tecnológico e cultural presentes na NEXA e o nível de consumo energético praticado nesse empresa, a unidade Três Marias se qualifica como parceira no âmbito cultural e energo-intensiva, o que a torna apta a participar do Programa Aliança, tal qual previsto no item 3.2 do convênio ECV - 01/2017³.

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

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

A NEXA 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 nacional.

2.1 - Fase de Prospecção:

O contato inicial com a NEXA aconteceu por meio do Consultor Gustavo Soares Vasconcelos, no segundo semestre do ano de 2017. Houve trocas de *e-mails* e nesse processo a NEXA demonstrou interesse na Implementação do Programa Aliança e acordou, junto com o representante do Programa, a realização de uma reunião para tratar sobre a parceria e sobre as questões técnicas.

A Reunião ocorreu no dia 20/02/2018 e estavam presentes o Gustavo Vasconcelos e o Eng. Paulo Augusto Pessan Miotto.

Na ocasião, também foram apresentadas as atividades e metodologias do programa, considerando:

- a – diálogos para confirmar o interesse da NEXA;
- b - pré-identificar as áreas de atuação do Programa Aliança;
- c – definir datas de início do trabalho; e
- d – enumerar os profissionais responsáveis pela interlocução com os consultores do Programa Aliança.
- e – apresentar os termos do acordo voluntário

2.2 - Fase Pré-operacional:

³ Convênio firmado entre a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).

Conforme acordado na reunião de 20/02/2018, a minuta de acordo voluntário foi enviada para análise e assinatura da NEXA, 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 foi originado de uma missão técnica realizada entre os dias 11 e 13/06/2018. Estiveram presentes nessa missão os consultores listados na Tabela 1.

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

Equipe	Data	Empresa	Objetivo	Localidade
Alexandre Carvalho Ribeiro				
Danilo Pablo Barros Araújo				
Fabírcia Araújo Sales				
Gilmar Trindade de Araújo				
Gilvan Wanderley de Farias Neto	11 a 13/06/2018	NEXA	Reunião de <i>Kick-Off</i>	Três Marias MG
Gustavo Soares Vasconcelos				
Leonardo Ivo de Carvalho Silva				
Luís Gustavo Camelo Trovão				
Romildo Pereira Brito				

Ao final dessa reunião, ficou acordado a atuação do programa em 03 grandes áreas da NEXA, que abrangem 07 sistemas operacionais (ver Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4). As respectivas áreas são consideradas consumidoras importantes de energéticos.

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

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

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

Os consultores do Programa Aliança foram divididos em 03 times. Cada time foi responsável por uma área de atuação, conforme apresentado na Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 2 – Equipe Processo Químico 1

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo químico (1)⁴	Sistema (1.1)	Alexandre Carvalho Ribeiro
		Bruno Brito Dantas
	Sistema (1.2)	Danilo Pablo Barros Araújo
		Fabricia Araújo Sales
		Romildo Pereira Brito

Tabela 3 - Equipe Processo Químico 2

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo químico (2)	Sistema (1.1)	Gilmar Trindade de Araújo
		Gilvan Wanderley de Farias Neto
	Sistema (1.2)	Gustavo Soares Vasconcelos
		Romildo Pereira Brito

Tabela 4 – Equipe Processo Metalúrgico 3

Área de atuação	Sistemas estudados	Responsáveis técnicos
Processo metalúrgico (3)	Sistema (1.1)	Leonardo Ivo de Carvalho Silva
		Luís Gustavo Camelo Trovão
	Sistema (1.2)	Paulo Augusto Pessam Miotto
		Romildo Pereira Brito

O cronograma de atuação técnica na planta da NEXA é apresentado na Tabela 5.

⁴ Maiores detalhes técnicos sobre a descrição dos processos químicos e dos sistemas considerados nas atividades do programa estão protegidos por acordo voluntário assinado entre a CNI e a empresa parceira.

Tabela 5 - Cronograma de atividades de campo na NEXA

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO 2017-2018															
FASES x ETAPAS x PARCEIROS															
	jun/18					jul/18					ago/18				
Fase de Implantação Inicial	1	4 a 8	11 a 15	18 a 22	25 a 29	2 a 6	9 a 13	16 a 20	23 a 27	30 a 31	1 a 3	6 a 10	13 a 17	20 a 24	27 a 31
Reunião de kick off/preparação da fase operacional															
Trabalhos de campo - Processo químico (1)															
Trabalhos de campo - Processo químico (2)															
Trabalhos de campo - Processo metalúrgico (3)															
Preparação Seminário Cultural															
Semana de Eficiência Energética															
Relatório técnico															
Fase de Implantação Contínua	1	4 a 8	11 a 15	18 a 22	25 a 29	2 a 6	9 a 13	16 a 20	23 a 27	30 a 31	1 a 3	6 a 10	13 a 17	20 a 24	27 a 31
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 apresentado no cronograma de trabalho, os times de consultores responsáveis pelas respectivas áreas de atuação realizaram 03 missões técnicas à planta da NEXA. O foco dessas 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 NEXA

Áreas de atuação	Data	Objetivo da visita (trabalho de campo)
Processo Químico (1)		
Processo Químico (2)	27 e 29/06/2018	Modelagens e Simulações - Nível 1 ⁵ - e transferência de conhecimento
Processo Metalúrgico (3)		
Processo Químico (1)		
Processo Químico (2)	11 e 13/07/2018	Modelagens e Simulações - Nível 2 - e transferência de conhecimento
Processo Metalúrgico (3)		
Processo Químico (1)		
Processo Químico (2)	23 e 25/07/2018	Modelagens e Simulações - Ajuste fino - e transferência de conhecimento
Processo Metalúrgico (3)		

⁵ Nível: grau de aperfeiçoamento das simulações computacionais.

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

Processo	#	Sistema	Oportunidade	Impactos
Processo Químico (1)	1	Sistema (1.1)	Otimização do consumo de vapor	Economia na compra de vapor
	2	Sistema (1.2)		
Processo Químico (2)	3	Sistema (2.1)	Otimização do consumo de vapor e aumento da eficiência de processos químicos	Economia na compra de vapor e na produção de químicos
	4	Sistema (2.2)	Otimização do consumo de energia elétrica	Economia no consumo de energia elétrica
Processo Metalúrgico (3)	5	Sistema (3.1)	Otimização do consumo de energia elétrica	Economia no consumo de energia elétrica
	6	Sistema (3.2)		
	7	Sistema (3.3)	Otimização do consumo de óleo combustível	Economia na compra de energéticos

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

Tabela 8 – Escopo dos trabalhos desenvolvidos na NEXA

Área	#	Sistema	Ferramenta	Oportunidade	Trabalhos de construção das ações de eficiência energética (linhas de trabalho)
Processo Químico (1)	1	Sistema (1.1)	Aspen	Otimização do consumo de vapor	<ul style="list-style-type: none"> Análise e estudo sobre o aproveitamento energético da entalpia da polpa pós autoclave para aquecer a solução secundária. Estudo com foco na redução da vazão de vapor enviado para atmosfera
	2	Sistema (1.2)			<ul style="list-style-type: none"> Estudo para a otimização do processo de controle da temperatura da contínua de Silicato
Processo Químico (2)	3	Sistema (2.1)	Aspen	Otimização do consumo de vapor e aumento da eficiência na produção de químicos	<ul style="list-style-type: none"> Análise e estudo com foco na redução da variabilidade da carga da planta (blendagem) Estudo com foco na avaliação do uso de água para controle de temperatura do processo Avaliação da possibilidade do uso de vapor “ventado” para aquecimento de água no desaerador (purga contínua)
	4	Sistema (2.2)	Aspen	Otimização do consumo de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Estudo para a otimização do processo de troca térmica
Processo Metalúrgico (3)	5	Sistema (3.1)	Aspen/MATLAB/CFX/Laboratório/Python	Otimização do consumo de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação fluidodinâmica das dimensões dos eletrodos ET D Estudo com foco na homogeneização da concentração de zinco (Zn) nas cubas eletrolíticas
	6	Sistema (3.2)	MATLAB		<ul style="list-style-type: none"> Estudo para a otimização do processo de abastecimento de catodo de Zn no Forno (carregamento/vazamento);
	7	Sistema (3.3)	CFX	Otimização do consumo de óleo combustível	<ul style="list-style-type: none"> Análise de Fluidodinâmica da combustão no forno (eficiência de combustão)

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

Durante a etapa de implantação do Programa Aliança na NEXA, foram realizadas 03 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 envolvidos. Os treinamentos foram ministrados pelos consultores do programa durante os trabalhos de campo (ver Tabela 6).

Após a última visita técnica, houve a realização da semana da eficiência energética, que ocorreu entre os dias 27 e 31 de agosto de 2018.

Durante essa semana, os times (NEXA e CNI) responsáveis pelas áreas de interesse validaram os resultados das simulações computacionais (ver Tabela 10).

Participaram da semana de eficiência energética os consultores do Programa Aliança apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Participantes da semana de eficiência energética na NEXA

Participante	Especialidade
Bruno Brito Dantas	Eng.
Danilo Pablo Barros Araújo	Eng.
Fabricia Araújo Sales	Eng.
Gilmar Trindade de Araújo	Eng. PhD
Gilvan Wanderley de Farias Neto	Eng.
Gustavo Soares Vasconcelos	ADM
Luís Gustavo Camelo Trovão	Eng.
Paulo Augusto Pessam Miotto	Eng.
Romildo Pereira Brito	Eng. PhD

Na ocasião foram feitas apresentações focadas no entendimento das ações de eficiência energética, na metodologia de implementação das respectivas ações e realizadas apresentações com foco nos processos de medição e verificação dos resultados esperados. Os resultados também foram apresentados à liderança da NEXA, para que fossem analisados sob o ponto de vista dos gestores da empresa

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

Os dados apresentados na Tabela 10 foram validados e aprovados, em definitivo pela NEXA.

O relatório final, contendo as ações de eficiência energética e sugestões de implementação dessas ações e das tecnologias de Verificação e Medição (V&M), será entregue em até 30 dias, a contar do encerramento da semana da eficiência energética.

A equipe técnica da NEXA, destacada para a execução da fase de implementação contínua, voltaria a se reunir com a equipe Aliança em data a ser acordada. 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 10 - Resumo dos benefícios originados na NEXA considerando a aplicação das ações de eficiência energética, no âmbito do Programa Aliança

Área/Processo	#	Sistema	Ações/Recomendações	Indicador	Economia do indicador	Economia de energia térmica (GJ/ano)	Economia de energia elétrica (MWh/ano)	CO ₂ equivalente
Processo Químico (1)	1	Sistema (1.1)	Ação de EE ⁶ (1.1)	Vapor (t/ano)	63.756	121.136		
	2	Sistema (1.2)	Ação de EE (1.2)	Vapor (t/ano)	18.900	35.910		
Processo Químico (2)	3	Sistema (2.1)	Ação de EE (2.1)	Vapor (t/ano)	12.117	22.060		
	4	Sistema (2.2)	Ação de EE (2.2)					
Processo Metalúrgico (3)	5	Sistema (3.1)	Ação de EE (3.1)	Zn (t/ano)	1.824		7.180	
	6	Sistema (3.2)	Ação de EE (3.2)	MWh	1.170		1.170	
	7	Sistema (3.3)	Ação de EE (3.3)	Óleo A1 (t/ano)	537	21.696		
TOTAL						200.802	8.350	

⁶ Maiores detalhes técnicos sobre a descrição das ações de eficiência energética desenvolvidas ao longo desse trabalho na NEXA estão protegidos por acordo voluntário assinado entre a CNI e a empresa parceira.

Tabela 11 - Resumo dos benefícios originados na NEXA considerando a aplicação das ações de eficiência energética, no âmbito do Programa Aliança

Área/Processo	#	Sistema	Ações/Recomendações	Indicador	Investimento (R\$)	Potencial de Ganho (R\$)	Payback Simples
Processo Químico (1)	1	Sistema (1.1)	Ação de EE ⁷ (1.1)	Vapor (t/ano)	2.000.000,00	5.700.000,00	
	2	Sistema (1.2)	Ação de EE (1.2)	Vapor (t/ano)	1.300.000,00	300.000,00	
Processo Químico (2)	3	Sistema (2.1)	Ação de EE (2.1)	Vapor (t/ano)	500.000,00	896.000,00	
	4	Sistema (2.2)	Ação de EE (2.2)				
Processo Metalúrgico (3)	5	Sistema (3.1)	Ação de EE (3.1)	Zn (t/ano)	800.000,00	6.022.000,00	
	6	Sistema (3.2)	Ação de EE (3.2)	MWh	--	237.000,00	
	7	Sistema (3.3)	Ação de EE (3.3)	Óleo A1 (t/ano)	1.300.000,00	1.200.000,00	
TOTAL					5.900.000,00	14.391.000,00	

⁷ Maiores detalhes técnicos sobre a descrição das ações de eficiência energética desenvolvidas ao longo desse trabalho na NEXA estão protegidos por acordo voluntário assinado entre a CNI e a empresa parceira.

Nesse trabalho, o CO2 equivalente da energia elétrica economizada é calculado considerando um Fator Médio, utilizado pelo governo brasileiro (ver Tabela 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 média⁸ 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 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 térmica⁹ armazenada nesses insumos em energia elétrica.

⁸ 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.

⁹ Poder calorífico inferior.

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

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 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 às suas áreas de trabalho na empresa. Cada ação terá um responsável, com atividades e indicadores de andamento pré-definidos.

As ações de eficiência energética serão selecionadas pela liderança da NEXA ao longo do semanário cultural, para serem implementadas na fase de implementação contínua. Um plano de gestão que abrange desde as ações de implementação às ações de medição e verificação da economia de energia será definido no respectivo seminário.

5 - Considerações Finais

Como parte do acordo voluntário assinado entre a NEXA e CNI em março 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 NEXA.

O trabalho envolveu cerca de 20 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 NEXA, 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 NEXA foram divididos em 03 grandes áreas, com integrantes tanto da NEXA quanto da CNI, e focou em um escopo que compreendeu 11 linhas de trabalhos (ver Tabela 8).

As equipes identificaram 07 ações que foram consideradas viáveis técnica e economicamente e capazes de agregar economia na aquisição dos insumos energéticos da NEXA e na produção de químicos.

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

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 NEXA.

O trabalho desenvolvido na NEXA 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 Nº 5061224788

Brasília, dezembro de 2018