

ENGENHARIA BÁSICA DO BALANÇO ENERGÉTICO DE CARAJÁS/PARÁ¹

Marcelo Simões Reis²

Resumo

Em todo o mundo existe a preocupação em diminuir perdas e custos com energia, seja por motivos financeiros ou ambientais. No processo de beneficiamento do minério de ferro o custo com consumo energético é enorme e por isso é natural que estudos e ações sejam tomadas neste sentido. O projeto de Balanço Energético de Carajás consiste em um levantamento da estrutura de medição de energia e produção instaladas em Carajás e a proposição de mudanças na instrumentação, nos sistemas de automação e, também, definição de um sistema de informação a fim de desagregar o consumo de energia e a produção por processo, sub-processo e equipamento principal. Com este trabalho pretende-se desagregar as cargas evidenciando a eficiência energética de cada etapa proporcionando assim elementos para estudos de melhoria do processo. Com posse das informações de energia, de produção e do sistema de gestão energética, diversas ferramentas de análise e monitoramento podem ser utilizadas para visualizar gargalos e melhorar a eficiência energética de uma área. Este trabalho proporciona à usina de beneficiamento de minério de Carajás as informações necessárias para uma melhor gestão dos recursos e melhor utilização da energia.

Palavras-chave: Eficiência; Energia; Produção; Carajás.

BASIC ENGINEERING OF CARAJÁS ENERGETIC BALANCE PROJECT

Abstract

There is a worldwide concern to reduce losses and costs of energy, because of either financial or environmental reasons. In the process of beneficiation of iron ore, the cost of energy is enormous and it is therefore natural that studies and actions are taken in this area. The Carajás Energy Balance project of consists of a survey about the structure of energy measuring and production installed in Carajás and proposed changes in instrumentation, automation systems, and also the definition of an information system in order to disaggregate consumption energy and production per process, sub-process and the main equipment. This work aims to break down the loads, showing the energetic efficiency of each step, thus providing evidence for process improvement studies. With possession of the energetic information, production and energy management system, several tools for analysis and monitoring can be used to visualize bottlenecks and improve the energy efficiency of an area. This work provides the Carajás' ore beneficiation plant with the information necessary for better management of resources and better use of energy.

Keywords: Efficiency; Energy; Production; Carajás.

¹ *Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.*

² *Engenharia de Controle e Automação Elétrica. Analista de TI. IHM Engenharia.*

1 INTRODUÇÃO

A preocupação em diminuir perdas e custos com energia é com certeza uma realidade das grandes empresas sejam por motivos financeiros ou ambientais. Na Vale de Carajás existe também a preocupação em diminuir os custos com energia e o projeto de balanço energético de Carajás vem de encontro à esta ideia.

O projeto de Balanço Energético de Carajás consiste em um levantamento da estrutura de medição de energia e produção instaladas em Carajás, proposição de mudanças na instrumentação, nos sistemas de automação e, também, definição de um sistema de informação a fim de desagregar o consumo de energia e a produção por processo, sub-processo e equipamento principal.

Portanto, com este trabalho pretende-se desagregar os elementos do processo de beneficiamento de minério de ferro de Carajás evidenciando a eficiência energética de cada etapa proporcionando assim informações para melhor gestão dos recursos e melhor utilização de energia.

Os itens seguintes deste trabalho irão descrever o processo, a instrumentação, sistemas de automação e o sistema de gestão energética.

2 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

O processo de beneficiamento de minério de ferro de Carajás assim como o de diversas minas pelo Brasil e pelo o mundo possui etapas de fragmentação, classificação e concentração, o que difere Carajás das demais minas é que ela é a maior mina a céu aberto do mundo e possui uma enorme capacidade de produção de minério de qualidade.

As etapas de processamento do minério que são consideradas no projeto de balanço energético são: Britagem Primária, Britagem Semi Móvel 1 a 4, Britagem Secundária, Britagem Terciária, Peneiramento Secundário, Peneiramento Terciário, Ciclonação Tripla, Filtragem a Disco, Moagem, Deslamagem, Filtragem a Pressão, Estocagem, Expedição e Captação de Água. A representa os sub-processos da produção e como eles se relacionam.

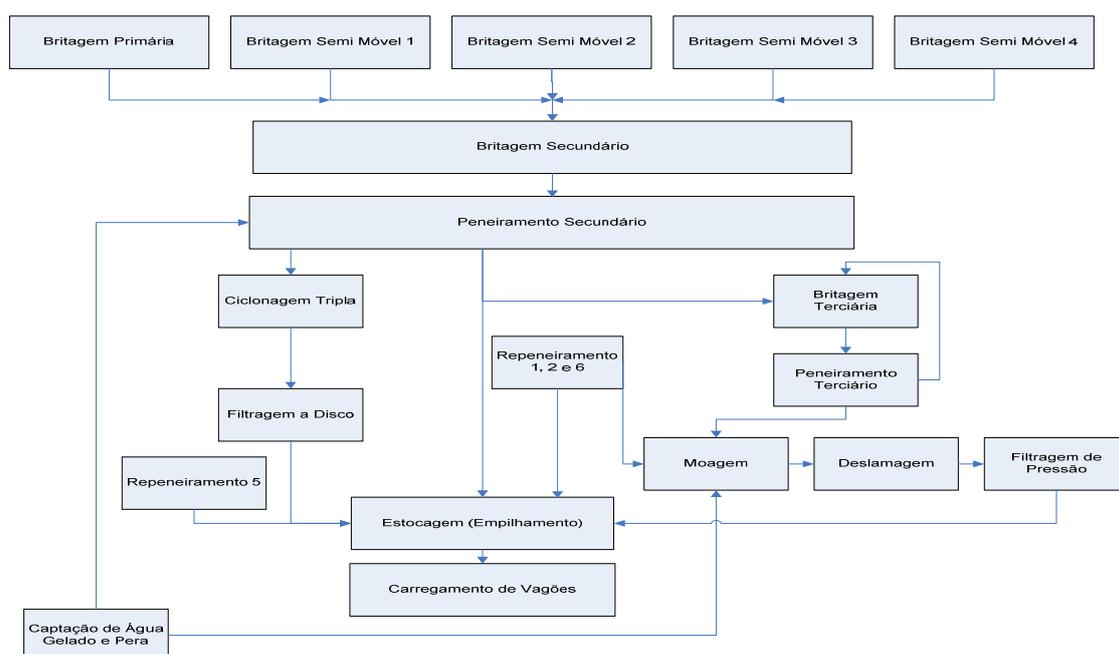


Figura 1 - Fluxograma de processo.

- **Britagem Primária:** A britagem primária é o processo de cominuição do material advindo da mina e ainda não tratado ROM (“Run of mine”), através de uma operação a seco. A operação no britador é a seco e pode ou não fazer uso de grelha para escalar a alimentação, em Carajás é utilizado grelha para separação do produto a ser processado e um britador giratório. O britador giratório é o equipamento que irá possuir medição de consumo energético individualizado a fim de calcular a eficiência energética do equipamento.
- **Britagens Semimóveis (1 a 4):** As britagens semimóveis assim como a britagem primária é dedicada a uma cominuição mais grossa transformando blocos de minério da ordem de m para cm. A alimentação do minério nos britadores de mandíbula é executada através de caminhões fora de estrada diretamente da mina. O consumo energético dos britadores será medido a fim de individualizar a eficiência energética de cada equipamento.
- **Britagem Secundária:** A britagem secundária é alimentada pelo produto da britagem primária e das semimóveis com blocos de minério com tamanhos entre 15 a 30 cm. Para a fragmentação do minério utiliza-se um britador giratório e três britadores hidrocônicos em um circuito fechado, os britadores terão seu consumo energético mensurado e a eficiência energética da área calculada.
- **Britagem Terciária:** A britagem terciária irá fragmentar o minério originado da britagem secundária para uma granulometria em torno de 1,5cm. A britagem terciária de Carajás é composta por 6 britadores cônicos em circuito fechado com o peneiramento terciário. O consumo energético dos britadores será medido a fim de calcular a eficiência energética do conjunto de britadores.
- **Peneiramento Secundário:** O peneiramento secundário é responsável pela classificação do material cominuído na Britagem secundária. O produto deste sub-processo irá alimentar a Britagem Terciária e também poderá ser estocado. O rejeito do Peneiramento Secundário irá alimentar a Ciclonagem Tripla através de uma calha que recebe o material dos classificadores no peneiramento.
- **Peneiramento Terciário:** O peneiramento terciário é a etapa de classificação do minério posterior a Britagem Terciária. O passante da peneira segue o fluxo de produção e over é realimentado na britagem terciária para atingir a granulometria desejada.
- As britagens e os peneiramentos utilizam de balanças nas correias transportadoras para contabilização da produção de cada subprocesso.
- **Ciclonagem Tripla:** A etapa de Ciclonagem Tripla é alimentada pelo minério arrastado pela água dos classificadores no peneiramento secundário. O processo de Ciclonagem é composto por três estágios o Rougher, Scavenger e Cleaner. Uma particularidade do processo de Ciclonagem tripla de Carajás é a retirada de produto no estágio Rougher além do estágio Cleaner. A produção desta área será mensurada através de densímetros e medidores de vazão a serem instalados nas tubulações que desaguam no tanque de produto.
- **Moagem:** A moagem é o último estágio do processo de fragmentação do minério, diminuindo os elementos da ordem de cm para μm . Este processo é a área de fragmentação que requer maiores investimentos e maior gasto de energia, portanto, é considerada uma operação chave para o bom

desempenho de todo o fluxo produtivo. Por isso será individualizado o consumo dos dois moinhos de bolas e será calculado o índice de eficiência energética para eles além do geral da Moagem. A produção da moagem será mensurada por balanças instaladas nos alimentadores dos moinhos.

- **Deslamagem:** A Deslamagem objetiva principalmente retirada das lamas como o próprio nome sugere. A lama é composta por um material muito fino e com alto teor de SiO_2 , Al_2O_3 , Mn, P, PPC e outros que prejudicam as etapas posteriores de beneficiamento do minério. O processo de retirada da lama é realizado auxílio dos equipamentos denominados hidrociclones. Os hidrociclones utilizam do efeito da força gravitacional e das diferenças entre os tamanhos e as densidades entre as partículas para promover a separação. A produção desta etapa será contabilizada a partir de densímetros e medidores de vazão instalados nas saídas dos espessadores de concentrado.
- **Filtragem a Pressão:** Os filtros de pressão caracterizam-se por: operação descontínua, produção de tortas com mais baixa umidade mesmo em granulometrias mais finas, baixo custo de operacional e mais alto custo de investimento.
- **Filtragem a Vácuo:** O filtro de disco convencional é composto por uma série de discos espaçados, ligados entre si por um tubo que executa um movimento de rotação. A formação de torta é realizada em ambos os lados de cada disco, dentro de uma bacia de polpa mantida sob agitação. A descarga da torta é feita com o auxílio de ar comprimido.
- As produções das filtragens serão contabilizadas por balanças instaladas nas correias que transportam o minério para estocagem.
- **Estocagem:** O minério beneficiado é estocado em pilhas no pátio para que posteriormente possa ser carregado nos vagões e expedido a outras regiões do país. O consumo e a produção de cada empilhadeira e empilhadeira recuperadora serão mensurados a fim de calcular a eficiência energética dos equipamentos.
- **Expedição:** O carregamento de vagões é a etapa onde o minério é pesado e embarcado nos vagões através de um dosador. Após o carregamento, o minério é enviado a seus consumidores ou ao porto para exportação. Assim como na estocagem na expedição será medido o consumo energético e produção de cada recuperadora para cálculo da eficiência energética.
- **Captação de Água:** A água é um elemento primordial para várias etapas do beneficiamento do minério de ferro. A fonte de água para a usina são as barragens de Gelado e Pera. Para mensurar a eficiência energética de cada captação será medida a quantidade de água captada através de medidores de vazão instalados na linha de captação de água de cada barragem.

3 INSTRUMENTAÇÃO

Esta seção irá descrever a instrumentação envolvida no projeto em questão evidenciando os equipamentos de medição de energia e produção e sinalizando locais em que a instrumentação é inexistente ou insuficiente propondo assim nova instrumentação.

3.1 Medições de Consumo Energético

A gestão energética de Carajás é o ponto primordial do projeto, portanto as medições de energia foram especificadas a fim de separar o consumo energético por subprocesso e por equipamento principal do subprocesso. Para isso todas as subestações referentes ao processo produtivo de Carajás foram analisadas e foram identificados os pontos de medição que deveriam ser individualizadas as cargas. A individualização dos pontos de medição é necessária pelos seguintes motivos:

- individualizar o consumo geral da subestação.
- medir o consumo de equipamentos principais do subprocesso.
- medir o consumo de equipamentos que são alimentados por subestações de outro subprocesso. Neste caso o consumo deste equipamento deve ser subtraído do consumo geral da subestação em que está alimentado e ser contabilizado na área correta.

É importante salientar que para este trabalho foi considerado a mensuração do consumo dos equipamentos a partir de 4,16KV, já que são eles os maiores consumidores do processo produtivo.

Com relação aos instrumentos de medição de consumo energético foi considerado para a instrumentação inexistente ou insuficiente, a troca e a instalação de alguns relés SEPAM para atender as necessidades do balanço energético. A utilização dos relés SEPAM da Schneider visa manter o padrão de instrumentação adotado pela equipe de elétrica da Vale Carajás para relés de proteção de média tensão.

Para atender as necessidades do projeto, será preciso a instalação/troca de um total de 75 relés, sendo distribuídos na seguinte forma: 1 para Britagem Primária, 3 para BSM1, 4 para BSM2, 14 para Britagem Secundária, 15 para Britagem Terciária, 3 para Peneiramento Secundário/Ciclonagem Tripla, 5 para Peneiramento Terciário, 11 para Moagem de Barras, 1 para Moagem de Bolas/Deslamagem, 7 para Filtragem Prensa, 5 para Filtragem a Disco/Estocagem, 5 para Expedição e 1 para Barragem do Gelado.

Os equipamentos de medição utilizados para mensuração do consumo energético de Carajás e que deverão possuir comunicação com sistema de automação são:

- Relés: SEPAM da Schneider (modelos M20, T87, S41, M41, S40, 2000, S42, T40 e T41) e GE 369 (GE).
- Multimetro: Power Monitor 3000 (Rockwell), Power Monitor 300 (Rockwell) e Power Logic PM210 (Schneider).
- Inversores de frequência: 1557 e Power Flex 7000 (Rockwell).

3.2 Medições de Produção dos Sub-Processos

A produção de cada sub-processo será contabilizada a fim de gerar meios para analisar a eficiência energética disponibilizada para cada etapa de produção. A seguir serão descritos cada sub-processo e sua respectiva instrumentação para contabilizar a produção.

Quadro 1. Pontos de medição de produção.

Processo	Sub-Processo	Equipamento				
		Tipo	Marca / Modelo	Localização	Unidade	Obs.
Britagem	Britagem Primária	Balança	-	TR121K03	t/h	Instalar
	Britagem Semi-Móvel 1	Balança	Schenck Intecont Plus	TR113K02	t/h	-
	Britagem Semi-Móvel 2	Balança	Schenck Intecont Plus	TR113K13	t/h	-
	Britagem Semi-Móvel 3	Balança	Schenck Intecont Plus	TR117K03	t/h	-
	Britagem Semi-Móvel 4	Balança	Schenck Intecont Plus	TR1130KN20	t/h	-
	Britagem Secundário	Balança	Schenck Intecont Plus	TR122K07	t/h	-
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR122K08	t/h	-
	Britagem Terciária	Balança	-	TR131K03	t/h	Instalar
Balança		-	TR133K01	t/h	Instalar	
Peneiramento	Peneiramento Secundário	Balança	Engeleto / 10 - 201	TR131K03	t/h	-
		Balança	Siemens Milltronics BW500	TR131K04	t/h	-
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR131K07	t/h	-
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR131K10	t/h	-
		Balança	Toledo	TR131K19	t/h	-
	Peneiramento Terciário	Balança	-	TR133K04	t/h	Instalar
		Balança	-	TR133K08	t/h	Instalar
Cyclonagem Tripla		Densímetro			kg/m3	Instalar
		Medidor de Vazão			m3/h	
Filtragem	Filtragem a Disco	Balança	Siemens Milltronics BW500	TR149K02	t/h	-
		Balança	-	TR149K03	t/h	Instalar
		Balança	-	TR149K06	t/h	Instalar
	Filtragem a Pressão	Balança	Siemens Milltronics BW500	TR149K09	t/h	-
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR151K44	t/h	-
		Balança	Siemens Milltronics BW500	TR151K20	t/h	-
Moagem		Balança	Siemens Milltronics BW500	AL137K06	t/h	-
		Balança	Siemens Milltronics BW500	AL137K07	t/h	-
Deslamagem		Densímetro		ES143K02	kg/m3	-
		Medidor de Vazão		ES143K02	m3/h	-
		Densímetro		ES143K04	kg/m3	-
		Medidor de Vazão		ES143K04	m3/h	-
		Densímetro		ES143K05	kg/m3	-
		Medidor de Vazão		ES143K05	m3/h	-
Pátio	Estocagem	Balança	Siemens Milltronics BW500	TR149K02	t/h	-
		Balança	-	TR151K43	t/h	Instalar
		Balança		TR151K03	t/h	Instalar
		Balança		TR151K22	t/h	Instalar
		Balança		TR152K01	t/h	Instalar
		Balança		TR152K02	t/h	Instalar
	Expedição	Balança	Schenck Intecont Plus	TR151K07	t/h	Instalar
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR152K02	t/h	-
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR152K04	t/h	-
		Balança	Schenck Intecont Plus	TR152K33	t/h	-
Captação de água	Barragem Gelado	Medidor de Vazão			m3/h	-
	Barragem Pera	Medidor de Vazão			m3/h	-

4 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

Esta seção objetiva descrever os sistemas de automação e caracterizar sua função no projeto de balanço energético de Carajás.

O complexo minerário de Carajás é composto por 111 CLPs da Fabricante Rockwell dos modelos ControlLogix, PLC5, SLC-500, CompactLogix e MicroLogix interligados em rede aos sistemas de supervisão e ao historiador de dados, o PIMS.

Os controladores devem comunicar com diversos equipamentos de medição de energia na planta para disponibilizar ao PIMS as informações necessárias para os cálculos de consumo absoluto e específico das áreas e equipamentos do processo. A comunicação com estes instrumentos será basicamente Modbus. Apesar de a configuração ModBus TCP possuir inúmeras vantagens sobre a RTU como possibilidade de arquitetura estrela, melhores taxas de transmissão e menor incidência de interferências, em algumas áreas foi utilizada a rede Modbus RTU ou invés de TCP. A escolha do tipo de rede por área foi baseada no menor impacto e custo durante a implantação, minimizando assim a troca de hardware e instrumentação existente.

Nos controladores deverão ser criados acumuladores para as novas informações de energia e produção do processo produtivo de Carajás.

4.1 Equipamentos de Automação Adicionais

A interface para a comunicação entre os instrumentos medição de energia e os controladores é o cartão Prosoft Modbus. Toda a sala elétrica onde serão executadas medições de energia deverá possuir um cartão Prosoft que comunique com os equipamentos de medição a fim de medir o consumo energético desta área. O cartão funciona como um módulo de entrada /saída entre a rede Modbus e o rack da Rockwell.

O quadro lista os equipamentos de automação necessários ao projeto.

Quadro 2. Lista de equipamentos de automação adicionais.

Sub Processo	Equipamento	Qty
Britagem Primária	Cartão Prosoft - Modbus Master/Slave Communications Module - MVI71-MCM	1
BSM1	Cartão Prosoft -Modbus TCP/IP Communication Module - MVI71-MNET	1
	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	2
	Conversor Fibra / Ethernet	1
BSM2	Cartão Prosoft -Modbus TCP/IP Communication Module - MVI71-MNET	1
	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	2
	Conversor Fibra / Ethernet	2
Britagem Secundária	Cartão Prosoft -Modbus TCP/IP Communication Module - MVI71-MNET	1
	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	4
Britagem Terciária e Ciclone Tripla	Cartão Prosoft -Modbus TCP/IP Communication Module - MVI71-MNET	1
	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	4
Peneiramento Secundário	Cartão Prosoft - Modbus Master/Slave Communications Module - MVI71-MCM	2
Moagem e Deslamagem	Cartão Prosoft -Modbus TCP/IP Communication Module - MVI71-MNET	2
	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	6
Estocagem	Cartão Prosoft -Modbus TCP/IP Communication Module - MVI71-MNET	1
	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	5
	Modbus TCP/IP Client/Server Enhanced Communication Module MVI56E-MNET	1
Barragem Pera	Conversor Modbus TCP/RTU - PowerLogic Ethernet Gateway EGX100	1

4.2 Historiador de Dados - PIMS

O sistema de PIMS utilizado em Carajás é o Infoplus na versão 2004.2 da Apentech. O PIMS possui licença para 10000 pontos e estão sendo utilizados 9201 pontos, portanto existem ainda 799 pontos livres para utilizar.

As medições de consumo energético e de contabilização de produção das áreas do processo produtivo serão persistidas no PIMS que será a base de dados única para armazenamento das informações necessárias ao sistema de gestão energética. A confiabilidade e alta disponibilidade desta base de dados são requisitos importantes para que o sistema acesse as informações necessárias para o cálculo de produção e de consumo de energético.

Para atender as necessidades do projeto devem ser criadas 40 tags novas para o cálculo de produção, 127 novas tags para o cálculo do consumo energético e também 19 tags para cadastros de custo de energia e limites de eficiência energética, totalizando 186 novas Tags no PIMS.

5 SISTEMAS DE GESTÃO ENERGÉTICA

A ferramenta de gestão energética será um sistema responsável pela comunicação com a base de dados do PIMS, execução dos cálculos dos indicadores energéticos e apresentação dos dados para os usuários de forma que o acesso às informações seja feita de forma bem intuitiva e eficiente.

5.1 Arquitetura do Sistema

Com relação à arquitetura do sistema, a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** representa bem conceito do sistema. Uma arquitetura distribuída, sendo dividido em quatro processos que se comunicam através do protocolo TCP/IP utilizando sockets. Dessa forma, os processos podem ser executados em uma mesma máquina ou em várias máquinas da rede.

Os processos que compõe o sistema de gerenciamento energético serão:

- IpcServer é um processo centralizador de mensagens.
- “Cliente” é um processo cliente responsável pela interação com o usuário.
- “Servidor” é um processo controlador das regras de negócio do sistema.

DrvInfoPlus é driver de comunicação com o Infoplus, este processo é responsável pelo acesso as informações na base de dados do PIMS

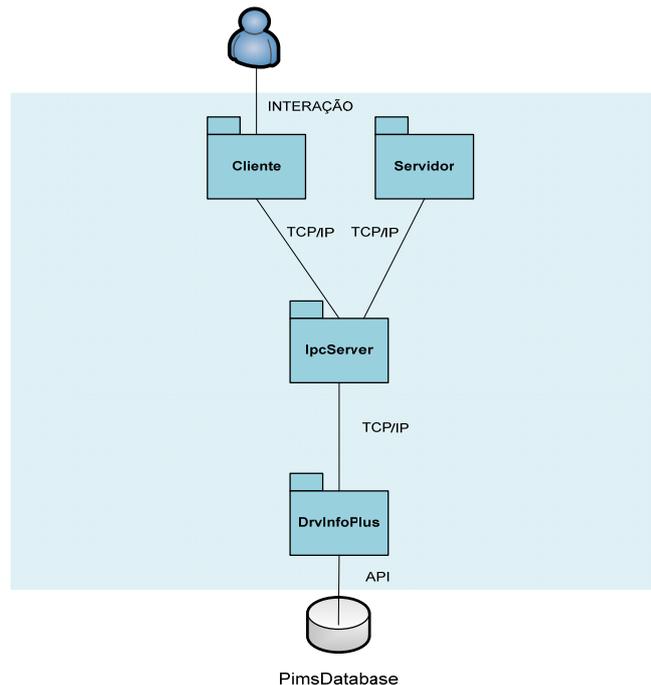


Figura 2 - Arquitetura do Sistema

Esta arquitetura provê ao sistema uma maior disponibilidade, desempenho, confiabilidade e escalabilidade.

5.1.1 Cliente

O processo do cliente é responsável pela interface com o usuário disponibilizando a ele as funcionalidades do sistema.

Para a distribuição dos clientes será utilizada a tecnologia ClickOnce. Esta tecnologia permite a distribuição do sistema e a sua atualização automática via Intranet, assim, a camada de apresentação do sistema é acessível a partir de qualquer computador da rede corporativa da qual o servidor da aplicação faça parte.

5.1.2 Servidor

O processo Servidor é o processo central do Sistema, responsável por todas as lógicas de negócio, manutenção da base de dados de usuário e por enviar atualizações aos clientes.

5.1.3 DrvInfoPlus

A comunicação com o PIMS da Aspentech, Infoplus, é essencial para atender as necessidades do projeto de balanço energético de Carajás especificamente o Sistema de Gestão Energética. O DrvInfoPlus é o serviço responsável por acessar as informações no PIMS e disponibilizar ao sistema.

Com relação à comunicação o driver do Infoplus irá obedecer a premissa da arquitetura distribuída com a comunicação centralizada no IPCServer. A comunicação entre os outros processos do SGE e o drvInfoPlus será executado através de mensagens IPC. As solicitações dos processos ao drvInfoPlus serão de forma assíncrona evitando assim uma inoperância no cliente no momento da consulta. A comunicação entre o drvInfoPlus e a base de dados do PIMS será através API do Infoplus e via OPC.

No drvInfoPlus o tratamento das mensagens será executado através de múltiplas threads possibilitando assim processamento em paralelo das informações e otimização do desempenho do driver.

5.1.4 Funcionalidades do Sistema

Esta seção objetiva apresentar as funcionalidades do sistema bem como suas particularidades e layout de apresentação dos dados para o usuário.

- *Controle de Usuários:* O controle de usuário será feito através de um cadastro de usuários, grupos e acesso as funcionalidades. Permissões específicas para grupos de usuários possibilitam segurança ao uso das funcionalidades do SGE.
- *Cadastro de Custo de Energia Elétrica:* Este cadastro irá possibilitar ao usuário a persistência da informação de custo de energia elétrica no PIMS.
- *Conexões do Sistema:* Este formulário proporciona uma visão geral do status da comunicação entre os processos que compõe o SGE.
- *Cadastro de Informações de limites de eficiência Energética:* Cada área irá possuir um índice de eficiência energético calculado a partir da produção e do consumo energético. O sistema irá possuir um formulário que irá cadastrar os limites de eficiência energética de cada área.

5.1.5 Consulta das Informações de Produção e de Consumo Energético por Processo, Sub Processo e Equipamento

Esta funcionalidade possibilita ao usuário uma interação visual do processo, sub-processos e equipamentos principais exibindo os consumos energéticos, produção e seus respectivos índices de eficiência energética.

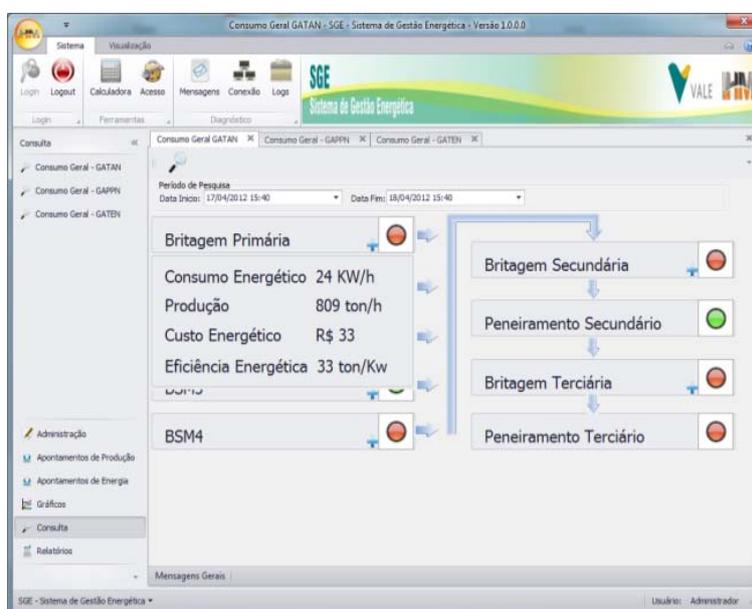


Figura 3 - Tela de Acompanhamento de Produção e Consumo Energético

5.1.6 Gráfico de tendência e pizza comparativo

Este formulário possibilita ao usuário plotar um gráfico de tendência ou Pizza de energia e de produção das áreas de Carajás.

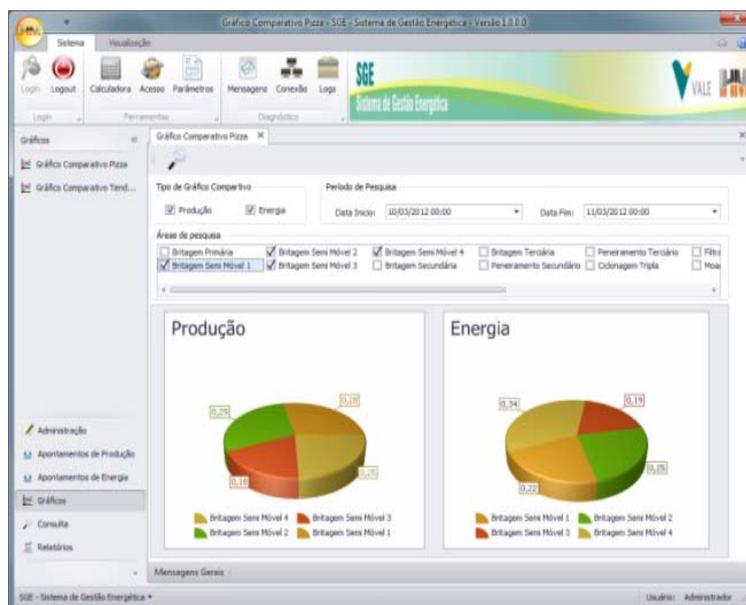


Figura 4 - Relatório de comparativo de produção e consumo energético.

5.1.7 Cartas de controle

Carta de controle é uma ferramenta extremamente útil no contexto produtivo permitindo aos usuários uma definição de limites de controle e acompanhamento de parâmetros de controle para o processo. No caso específico do sistema de gestão energética as cartas de controle irão fazer referências as variáveis de produção e energia das áreas de Carajás.

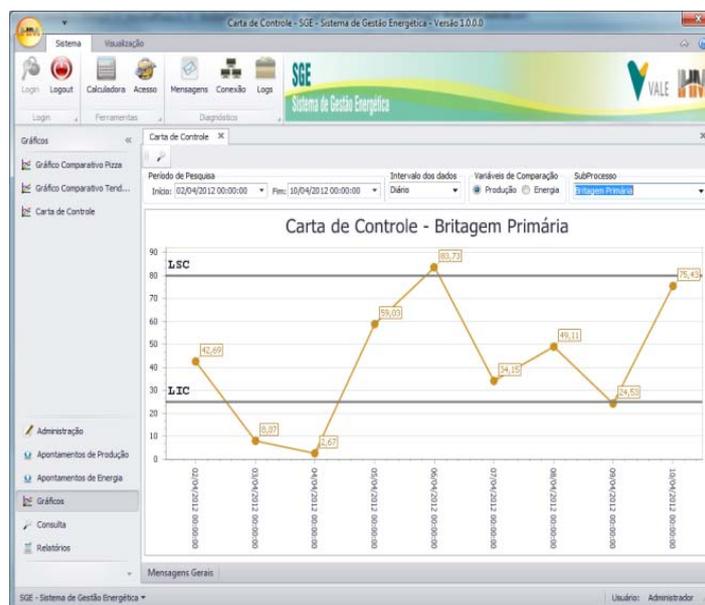


Figura 5 - Carta de Controle.

5.1.8 Relatório periódico de produção e consumo energético

Este formulário irá gerar um relatório de produção e de consumo energético agrupado por intervalo de análise, ou seja, a totalização do consumo e produção será feita por dia, semana, mês ou ano no período da pesquisa.

Indicadores de Produção e de Consumo Energético de Carajás									
Data	Processo	Produção	Energia	Sub Processo	Produção	Energia	Equipamento	Produção	Energia
02/04/2012	Patio			Estocagem			EP 15 2023		
				Expedição			EP 15 2024		
	Captação Água			Barragem Gelado			ER 15 2001	56,06	76,4
				Barragem Pera			RP 15 2001		
				Barragem Primária			RP 15 2002		
				Barragem Secundária			RP 15 2003		
03/04/2012	Britagem	697,61	45,73		10,57	43,30	BR 12 001		
				Britagem Semi Móvel 1			BR 11 2001		
				Britagem Semi Móvel 2			BR 11 2002		
				Britagem Semi Móvel 3			BR 11 2001		
				Britagem Semi Móvel 4			BR 11 200N	56,06	76,4
							BR 12 2001		
							BR 12 2002		
							BR 12 2003		
							BR 12 2004		

Figura 6 - Relatório de produção e consumo energético.

6 CONCLUSÃO

Este projeto tinha como desafio integrar informações dos diversos sistemas do processo produtivo de Carajás e desagregar produções e consumos energéticos das diversas áreas e equipamentos principais do processo. Por ser um projeto multidisciplinar o projeto exigiu informações de diversas áreas da Vale e possibilitou um grande conhecimento sobre a infraestrutura da elétrica, instrumentação, automação e processo o que agrega conhecimento e gera diversas possibilidades de melhorias.

Entre as dificuldades encontradas no projeto destacam-se a antiga infraestrutura de medição de energia e dos sistemas de automação, o que acarretou troca de diversos relés na planta e uma preocupação maior com a comunicação na rede de controle.

Dentre os resultados obtidos com o projeto destacam-se a proposta de estrutura de medição de energia e produção separando as cargas por área do processo produtivo e o sistema de gestão energética com boa usabilidade, rastreabilidade de ações dos usuários, facilidade de distribuição do cliente e robustez.