

# SOLUÇÃO INTEGRADA DE ELÉTRICA, TA E TI (PIMS/LIMS/MES/PORTAL) EM PLANTA GREENFIELD DE MINERAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE NÍQUEL<sup>1</sup>

Warley Magno Farias<sup>2</sup>  
Ricardo de Assis Lomez<sup>3</sup>  
Felipe André Guerra Braga<sup>4</sup>  
Evandro Figueiredo Reis Faria<sup>5</sup>

## Resumo

O sucesso de projetos do porte da Mirabela requerem boas estratégias de soluções de engenharia e comissionamento. Ao adotar o regime de fornecimento *turn-key* (compreendendo sistemas elétricos, automação e sistemas de gestão), a Mirabela vislumbrou a sinergia existente e todos os benefícios que esta abordagem agrega ao projeto. Os detalhes que avalizaram o sucesso destas medidas serão apresentados neste artigo, mostrando a *expertise* vivenciada em todas as etapas (engenharia, comissionamento, soluções de TA e TI).

**Palavras-chave:** *Turn-key*; Automação; Sistemas MES; PIMS.

## ELECTRICAL, AT AND IT (PIMS/LIMS/MES/PORTAL) INTEGRATED SOLUTION IN A MINING AND NICKEL BENEFICIATION GREENFIELD SITE

## Abstract

The success of large projects as Mirabela's, require good engineer and commissioning solution strategies. By adopting the turn-key supply (comprehending electrical systems, automation and management systems), Mirabela foresaw the existing synergy and all the benefits that this approach aggregates to the project. The details that supported the success of these steps are going to be presented in this article, showing all steps expertise's (engineer, commissioning, AT and IT solutions).

**Key words:** Turn-key; Automation; MES; PIMS Systems

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 14º Seminário de Automação de Processos, 6 a 8 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

<sup>2</sup> Engenheiro de Controle e Automação, MBA em gestão de projetos, Tecnologia da Informação da Orteng Equipamentos e Sistemas, Contagem – MG, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Eletricista, Pós em gestão de projetos e engenharia econômica, Gerente da unidade de metais e sistemas industriais da Orteng.

<sup>4</sup> Engenheiro de Controle e Automação, Tecnologia da Informação da Orteng.

<sup>5</sup> Engenheiro de Minas, Pós Graduação em Engenharia de Produção, Gerente de Processo da Mirabela Mineração do Brasil, Itagibá – BA, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

O projeto Santa Rita da Mirabela deu origem a maior mina de níquel da América Latina, terceira maior do mundo a céu aberto, descoberta nos últimos dez anos. A Mirabela fica localizada no município de Itagibá, na Bahia e sua produção é de 4,6 milhões de toneladas de minério por ano (previsão de expansão para 6,4 MTPA), 150 mil toneladas de níquel concentrado, podendo chegar a 208 mil, aumentando em 30% a produção brasileira do minério.

A Orteng foi responsável pelo fornecimento em regime *turn-key* das salas elétricas (SE) de 230 KV seccionamento e principal, SEs secundárias, Sisort 2000® (sistema digital de supervisão e controle das SEs - SDSC), sistemas de automação (DCS – controle e supervisão, redes Profibus-DP/PA, Modbus, Ethernet), sistemas de gestão (*Asset Management*, PIMS, LIMS, MES e Portal), além, do projeto e montagem do COI (Centro de Operação Integrado – Sala de operação). Este tipo de fornecimento completo da solução para as camadas: 0 - equipamentos e instrumentação, 1 – controle, 2 – supervisão e 3 – gestão, foi o diferencial que possibilitou à Mirabela iniciar suas atividades com um alto nível de integração, alinhou os vários fornecedores no foco dos testes de comissionamento, permitiu uma “passagem de bastão” muito mais suave e tranquila para as equipes de operação, manutenção e gerenciamento da unidade.

Projetos deste porte requerem colaboração e foco, pois, devido a grande quantidade de fornecedores envolvidos, o sucesso passa pelo alinhamento dos objetivos e do controle de avanço e metas. Consciente deste desafio a Orteng empenhou esforços para estruturar a integração de seus produtos e sistemas com os demais fornecedores durante a etapa de engenharia o que resultou num *start-up* sem surpresas.

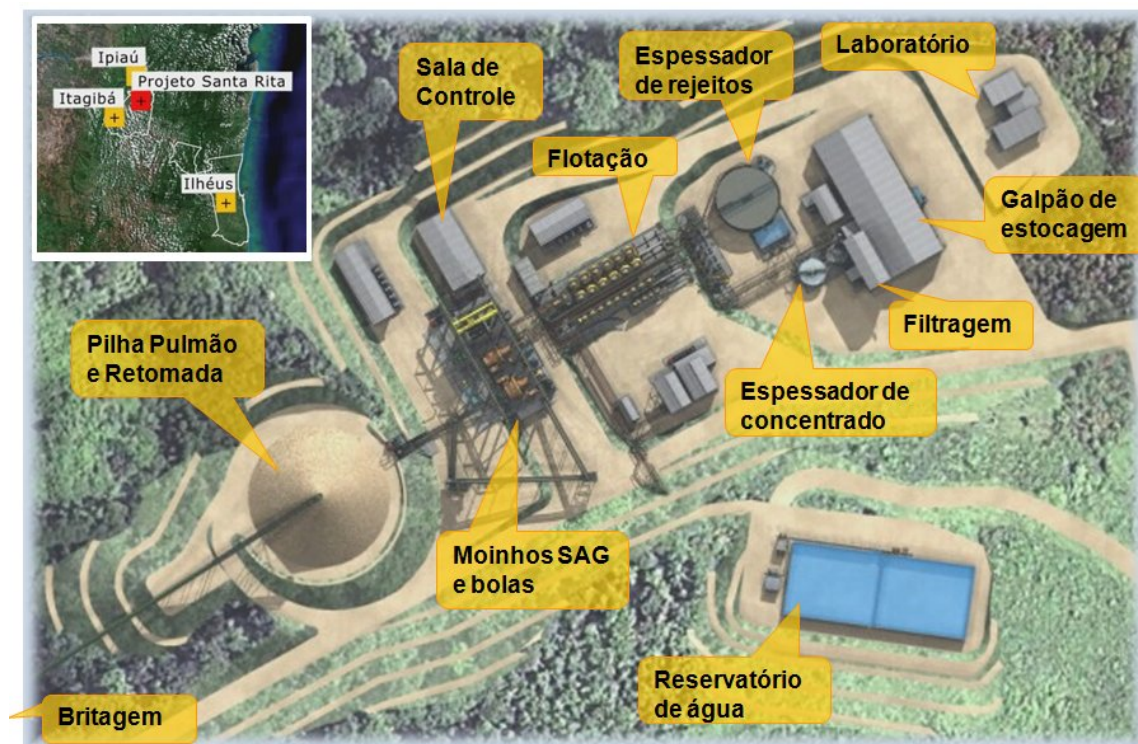


Figura 1 – Visão superior do processo; detalhe da localização do site.

## 2 SOLUÇÕES ELÉTRICAS

O projeto contemplou um total de nove salas elétricas (SE) de energia. Toda a rede de automação e proteção está sincronizada via GPS localizado na subestação principal. Esta integração permite a sincronização horária das informações com precisão de 1 milissegundo para os IEDs (*Intelligent Electronic Device*) – Total de 70. Desta forma, o sistema possibilita uma correta análise da sequência de eventos e ocorrências do sistema elétrico. Toda esta tecnologia de ponta possibilita uma otimização da *performance* do sistema elétrico, além de permitir a monitoração de grandezas elétricas e supervisão de *status* dos dispositivos de manobra e manutenção.

A monitoração e supervisão destas grandezas em tempo real tem como resultado a detecção e o rastreamento de possíveis fontes de falhas. Através do sistema desenvolvido pela Orteng, é possível operar e monitorar remotamente todos os dispositivos elétricos das SEs (para os usuários que possuem tal habilidade). O SISORT 2000® e seus *drivers* de comunicação, que utilizam neste projeto o padrão de comunicação DNP 3.0 em TCP/IP, estão integrados com o software de supervisão permitindo ao usuário completo controle dos principais dispositivos das SEs. Este sistema comunica-se diretamente com os IEDs descartando o uso de CLPs para a aquisição de dados e conferindo maior robustez, flexibilidade e redução de custos.

Cada SE possui uma estação de operação e supervisão local que através de telas sinóticas apresentam os diagramas unifilares, status, monitoração de defeitos e intertravamentos, gráficos de tendência, oscilografia, grandezas elétricas (tensão, corrente, potência, energia, fator de potência etc). Na sala de controle existe uma estação de operação e supervisão remota permitindo a operação destas SEs sem que haja a necessidade da operação *in loco*.

Todo o sistema de energia foi integrado com os sistemas de gestão PIMS e MES possibilitando assim a geração de informações para atuação na economia de energia minimizando a incidência de multas por parte da concessionária, pela utilização inadequada da energia no horário de pico. No que diz respeito à integração dos sistemas de gestão com os sistemas de energia, foram desenvolvidos relatórios de consumo que dependendo da necessidade podem ser gerados por equipamento, SE ou da planta como um todo. A flexibilidade destes relatórios traz para a equipe de operação e manutenção da planta a possibilidade de criação de padrões de operação a fim de se obter um melhor desempenho no processo. Os relatórios foram gerados em Excel® a fim de democratizar a informação possibilitando também aos gestores uma atuação pró ativa no processo.

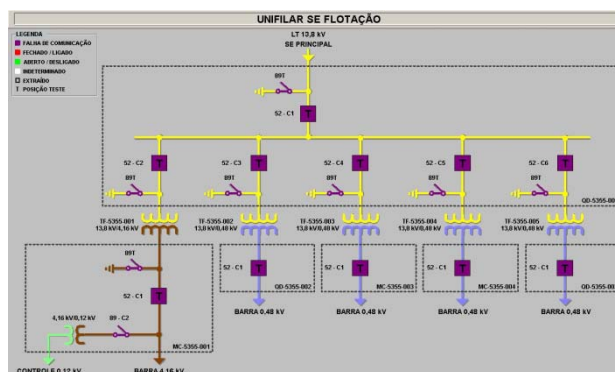
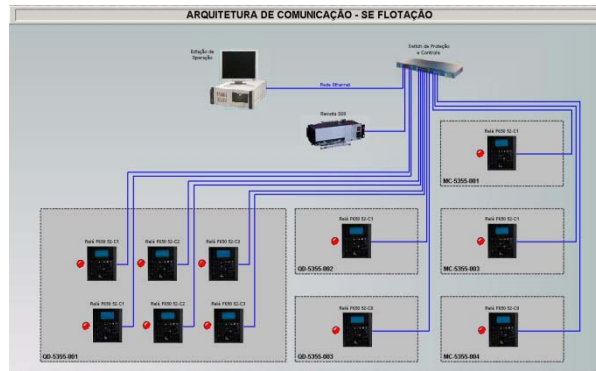


Figura 2 – Unifilar da área da flotação.



**Figura 3** – Arquitetura de comunicação.

### 3 ENGENHARIA

Dentro da estratégia de todo o fornecimento ser realizado por um só integrador capaz de detalhar os projetos de elétrica, TA e TI, ganhos significativos na integração técnica do empreendimento foram obtidos devido a sinergia entre as equipes da Orteng (elétrica, TA e TI) na estruturação da solução integrada e também entre as equipes das empresas de engenharia de processos. Em função da proximidade física e da evolução em paralelo dos projetos, o esforço gerencial focou nas interfaces, garantindo o progresso do escopo contratado dentro do prazo previsto.<sup>(1)</sup> Essa forma de avanço vertical permitiu que todo o desenvolvimento dos softwares de controle, supervisão e gestão evoluíssem simultaneamente ao detalhamento elétrico conduzindo a uma programação fabril (painéis) e de engenharia de TA e TI totalmente sincronizada, de forma que não foram introduzidos atrasos no recebimento dos equipamentos em função de retrabalho na engenharia.

### 4 COMISSIONAMENTO

Concluída as montagens de equipamentos e instrumentos, o próximo passo envolve a validação da integração entre os sistemas, e para atender a esta etapa foi alinhada uma estratégia envolvendo todos os fornecedores de equipamentos, instrumentação, equipes da Mirabela, diretoria de implantação e a Orteng, visando uma agenda de testes nas áreas, tão logo elas fossem concluídas. Para alcançar o sucesso, nesta etapa foi necessário o comprometimento de todos a partir de metas claras. Como a automação e a TI são os pontos de convergência de todos os fornecimentos, a interação com as equipes envolvidas foi orquestrado pela Orteng e o diligenciamento diário ficou a cargo da diretoria de implantação.

A Orteng elaborou uma solução para auxiliar no controle dos testes que coletava a informação dos pontos testados/problemas detectados, preenchendo uma base de dados e no final do dia geravam-se relatórios de avanços e pendências que auxiliava com informações coesas as reuniões de diligenciamento. Esta metodologia adotada incitou o avanço dos testes e desta forma foi possível tirar a diferença de atrasos das etapas anteriores (devido a uma série de intempéries a que está sujeito um projeto deste porte). Mesmo com a presença de muitos estrangeiros durante o comissionamento, todos entenderam e aderiram a metodologia o que resultou numa integração salutar.

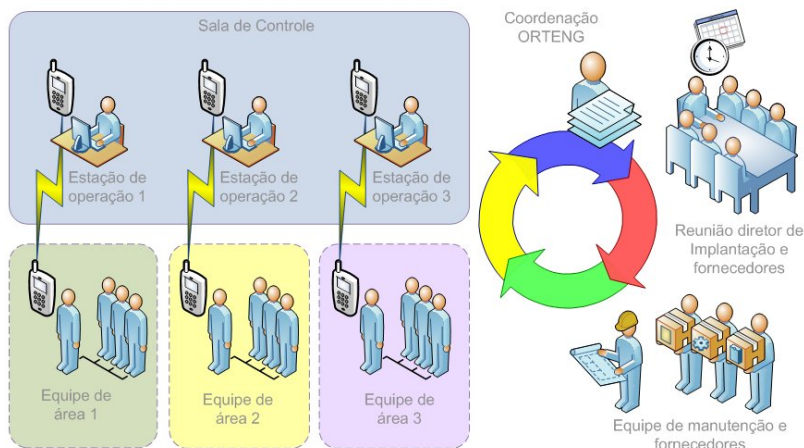


Figura 4 – Metodologia de comissionamento.

Esta metodologia foi vencedora, pois, provou-se eficaz ao alinhar várias empresas (pessoas) na busca da conclusão dos testes e por se adequar a grande dinâmica envolvida neste tipo de projeto. De posse dos índices de avanço, a equipe de implantação consolidava a agenda dos próximos testes e com a identificação das pendências e a respectiva distribuição diária das responsabilidades. O mecanismo destacava os pontos de gargalos e os envolvidos estabeleciam prazos para a conclusão, tudo isso sob a ótica pujante da diretoria de implantação.

As várias equipes abriam frentes de testes por áreas e alimentavam um sistema que por sua vez ao final do dia gerava relatórios dos testes, e na reunião era apresentada a agenda de testes e definia as responsabilidades pelas pendências, que por fim fomentava a atividade das equipes de manutenção multidisciplinar (mecânica, instrumentação, processo, engenharia, automação, TI, fornecedor, etc) na resolução dos problemas, a Figura 4 ilustra bem este ciclo.

Os relatórios eram impressos e também enviados por e-mail, afim de que todos estivessem cientes dos fatos, na Figura 5 apresentamos um exemplo do relatório de avanço por área, como pode ser visto o gráfico deixa claro, as remotas que foram concluídas (cor azul), as que apresentaram problemas (cor vermelha – neste caso há um segundo relatório que informa o motivo do problema e quem está responsável por resolver) e na cor amarela a indicação dos itens restantes.

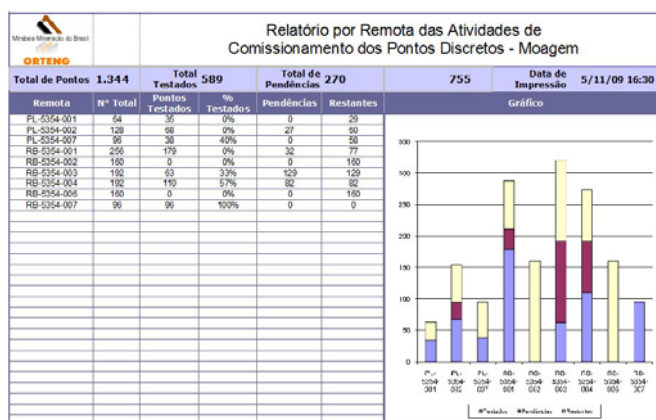


Figura 5 – Relatório de avanço dos testes.

O relatório apresentado na Figura 6 ilustra como eram atribuídas responsabilidades e a data de conclusão, além, das informações para realizar a devida manutenção:

Painel		TAC Equipamento	Responsável	Descrição	Data	Observação
RB-5354-004	AP-4151-002	Elétrica		Chave de Emergência Lado Direito Alimentador de Placas	09/06/2009	Identificado problema na chave
RB-5354-004	AP-4151-002	Elétrica		Chave de Emergência Lado Esquerdo Alimentador de Placas	09/06/2009	Identificado problema na chave
RB-5354-004	AP-4151-003	Elétrica		Chave de Emergência Lado Direito Alimentador de Placas	09/06/2009	Identificado problema na chave
RB-5354-004	TR-4151-003	Instrumentação		Chave Emergência Lado Direito Transportador de Corneia	09/06/2009	Identificado problema nas chaves 651A / 651B / 652A / 652B / 653A
RB-5354-004	TR-4151-003	Instrumentação		Chave Emergência Lado Esquerdo Transportador de Corneia	09/06/2009	Identificado problema nas chaves 651A / 651B / 652A / 652B / 653A
RB-5354-004	TR-4151-003	Instrumentação		Chave de Desalinhamento Transportador de Corneia	09/06/2009	Identificado problema nas chaves 651A / 651B
RB-5354-004	TR-4151-003	Instrumentação		Chave de Desalinhamento Transportador de Corneia	09/06/2009	Identificado problema nas chaves 651A / 651B
RB-5354-004	TR-4151-003	Montagem		Transportador de Corneia	09/06/2009	Não está instalado no campo
RB-5354-004	TR-4151-003	Montagem		Chave Nivel Alto do Chute Transportador de Corneia	09/06/2009	Chave não está acessível
RB-5354-004	TR-4251-006	Elétrica		Chave de Desalinhamento Transportador de Corneia	09/06/2009	Identificado problema na chave 651B
RB-5354-004	TR-4251-006	Montagem		Chave Nivel Alto do Chute Transportador de Corneia	09/06/2009	Falta lançamento de cabos da remota para a JB
RB-5354-004	TR-4251-006	Instrumentação		Chave Emergência Lado Direito Transportador de Corneia	09/06/2009	falta cabo entre a JB e o instrumento
RB-5354-004	TR-4251-006	Instrumentação		Chave Emergência Lado Esquerdo Transportador de Corneia	09/06/2009	falta cabo entre a JB e o instrumento
RB-5354-004	TR-4251-006	Elétrica		Chave de Desalinhamento Transportador de Corneia	09/06/2009	Identificado problema na chave 601A. B ok
RB-5354-004	TR-4251-006	Elétrica		Botão Liga para Subir Local Transportador de Corneia	09/06/2009	Falta lançamento de cabos da remota para a JB
RB-5354-004	TR-4251-006	Elétrica		Botão Liga para Descer Local Transportador de Corneia	09/06/2009	Falta lançamento de cabos da remota para a JB

Figura 6 – Relatório de pendências e responsabilidades.

Para apoiar a etapa de comissionamento, reduzindo o tempo de configuração dos instrumentos e auxiliando na realização dos testes, a Orting implantou o sistema de gestão de ativos (*Asset Management*) que interagiu com medidores/ transmissores e válvulas via Profibus, permitindo assim a parametrização e a simulação de funcionamento, e devido a esta última funcionalidade foi possível de dentro da sala de controle testar todos os equipamentos em campo de forma remota e as intervenções técnicas *in loco* aconteciam apenas em caso de problemas mecânicos/elétricos.

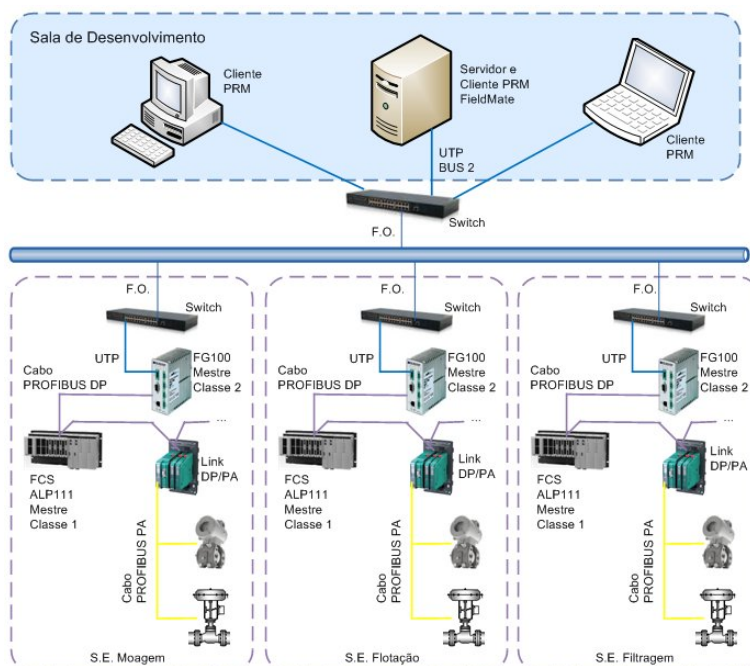


Figura 7 – Arquitetura conceitual de integração do asset management.

Esta solução é parte da sistemática adotada pela ORTENG para o projeto da Mirabela, que contou com ferramentas de gestão e apoio ao comissionamento, que ao invés de segmentar a integração – o que acarreta duas etapas de comissionamento – foi adotada a integração paralelamente aos instrumentos e equipamentos de processo. Com os sistemas de gestão coletando dados tão logo fossem disponibilizados permitiu o acompanhamento remoto das informações.

Todas as vantagens que esta nova abordagem agrega auxiliaram os gestores e fornecedores na efetivação dos testes. Integrar os sistemas de gestão já na fase de *start-up* propiciou aos gestores validarem o correto funcionamento de equipamentos, através da medição de grandezas pertinentes, por exemplo, no caso dos britadores, informações de vibração, temperaturas, velocidade e etc, e aos fornecedores de buscar resolver qualquer problema detectado e otimizar o funcionamento de seus equipamentos. Os relatórios gerados pelo PIMS e MES (controle de paradas) forneceram dados precisos sobre o funcionamento/defeito dos equipamentos para as reuniões de comissionamento.

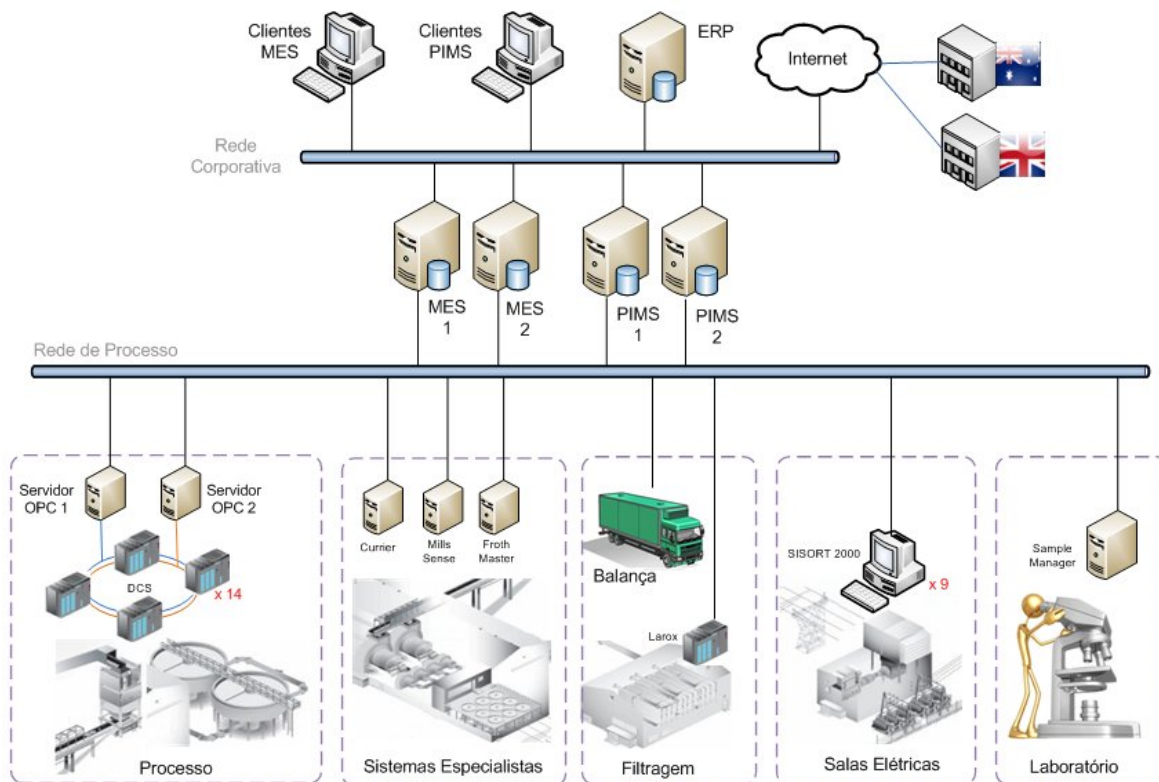


**Figura 8** – Pirâmide TA e TI e benefícios da integração durante o comissionamento.

Outra vantagem é que os sistemas de gestão evitam a perda de tempo com o levantamento de dados de processo e elaboração de planilhas, atividades essas que ainda podem incorrer em erros e tornam-se humanamente impossível quando se trata de uma grande quantidade de equipamentos, e ainda podendo ser extremamente críticos quando a partir destes relatórios será validado o aceite de equipamentos e processos. E futuramente serão descartadas quando partir os sistemas de gestão.

## 5 SOLUÇÕES DE TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO

A Orteng atuou nos quatro primeiros níveis (0, 1, 2 e 3) da pirâmide da automação na indústria, laborando desde o comissionamento dos instrumentos de campo, até a implementação dos sistemas de gestão da produção. Totalizando mais de 5000 pontos de I/O no processo. Todo o projeto foi regido pelo conceito de “estado da arte”, principalmente no que se refere à disponibilização e confiabilidade dos sistemas de TA e TI. No caso os DCSs utilizados, com redundância de CPU, tiveram esta estrutura estendida até os sistemas de gestão, passando por redundância de rede (cabearamento e *switches*). Na Figura 9 temos a dimensão geral do projeto de fornecimento da Orteng, e que será detalhado nos próximos tópicos.



**Figura 9** – Arquitetura conceitual geral de toda a solução de TA e TI.

O primeiro nível compreendeu a integração dos instrumentos através da rede de campo, utilizando o protocolo de comunicação Profibus PA. Estes instrumentos foram integrados ao nível 1 para efetuar o controle da planta.<sup>(2)</sup> Que utilizou DCSs e suas respectivas remotas que trazem do campo para a sala de equipamentos as informações dos instrumentos tornando possível o controle da planta.

Todo o controle foi feito baseado nas especificações e definições dos fabricantes dos respectivos equipamentos. Parte deste controle foi desenvolvido levando em consideração a atuação de um sistema especialista. Esta integração com o sistema especialista foi feita através de um servidor e um cliente OPC, permitindo assim, que o sistema atue diretamente no processo garantindo uma maior eficiência no controle da planta. Foram implementados diversos controladores PIDs e no caso específico da flotação e moagem malhas de controle em cascata com realimentação (*feedforward*) garantindo assim uma maior robustez e rapidez no controle do nível das células de flotação e dos moinhos. O sistema especialista atua diretamente no valor do *set-point* das válvulas, além de controlar também a vazão de ar das células.

No segundo nível, a supervisão é composta por três estações de supervisão equipadas com duas telas cada, além de um *videowall* de três cubos e quatro telas de LCD conectadas ao CFTV garantindo aos operadores completo controle e visualização do processo em tempo real. A sala de controle teve seu projeto elaborado visando a facilidade operacional e centralização de todas as informações relevantes do processo, a Figura 10 ilustra alguns dos recursos empregados.



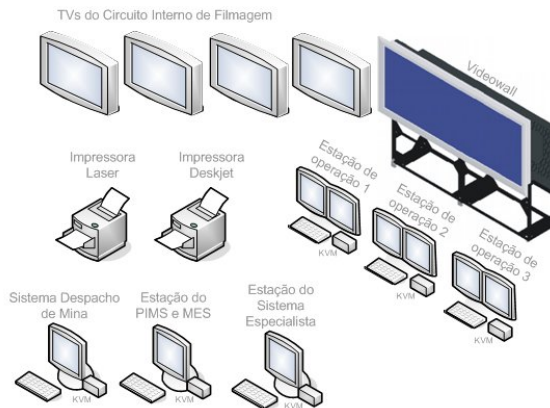


Figura 10 – Recursos de fonte de informação da sala de operação.

A Orteng acondicionou todas as CPUs das estações de operação na sala de equipamentos e levando para a sala de operação apenas: teclado, monitor e mouse (através de KVMs). Esta abordagem agrega uma série de vantagens entre elas: maior segurança das estações, evita proliferação de vírus, melhora significativamente a organização das mesas, dentre outras.

Os supervisórios desenvolvidos pela ORTENG contam com a tecnologia de *help on line*, sensível ao contexto e se provou bastante eficaz no treinamento dos operadores do sistema, pois, implementa a navegação das telas sinóticas diretamente nos manuais em PDF e arquivos CHM (*help*). Desta forma através de cliques nas figuras de telas/janelas presentes nestes arquivos o operador simula a interação entre as telas, janelas e botões do sistema de supervisão real.



Figura 11 – Exemplo de navegação a partir do arquivo PDF.

## 6 SOLUÇÕES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Ao optar pela integração das informações de processo com os sistemas de gestão, a Mirabela, dentre as vantagens já destacadas durante a etapa de comissionamento, vislumbrou os benefícios que esta abordagem agrega na cultura operacional do *site*, pois desta forma, toda a equipe envolvida durante a fase de *start-up* já estará familiarizada com as potencialidades dos sistemas PIMS, MES,<sup>(3)</sup> Portal e *asset management*, e os novos funcionários que comporão essas equipes terão mais facilidades para incorporar tais tecnologias. Outro ponto de destaque é que com esta abordagem, todos estarão alinhados com os objetivos de produção e isto é garantido pela democratização das informações que estes tipos de sistemas promovem.

Após a “passagem do bastão”, a equipe passou a operar com um mecanismo de melhoramento contínuo, pois, com os relatórios e KPIs, tem-se a clara indicação dos gargalos operacionais e a evidência do que se deve fazer para solucionar. E com o passar do tempo o que se percebe é o avanço produtivo e o alinhamento das equipes de cada área na busca de metas globais.

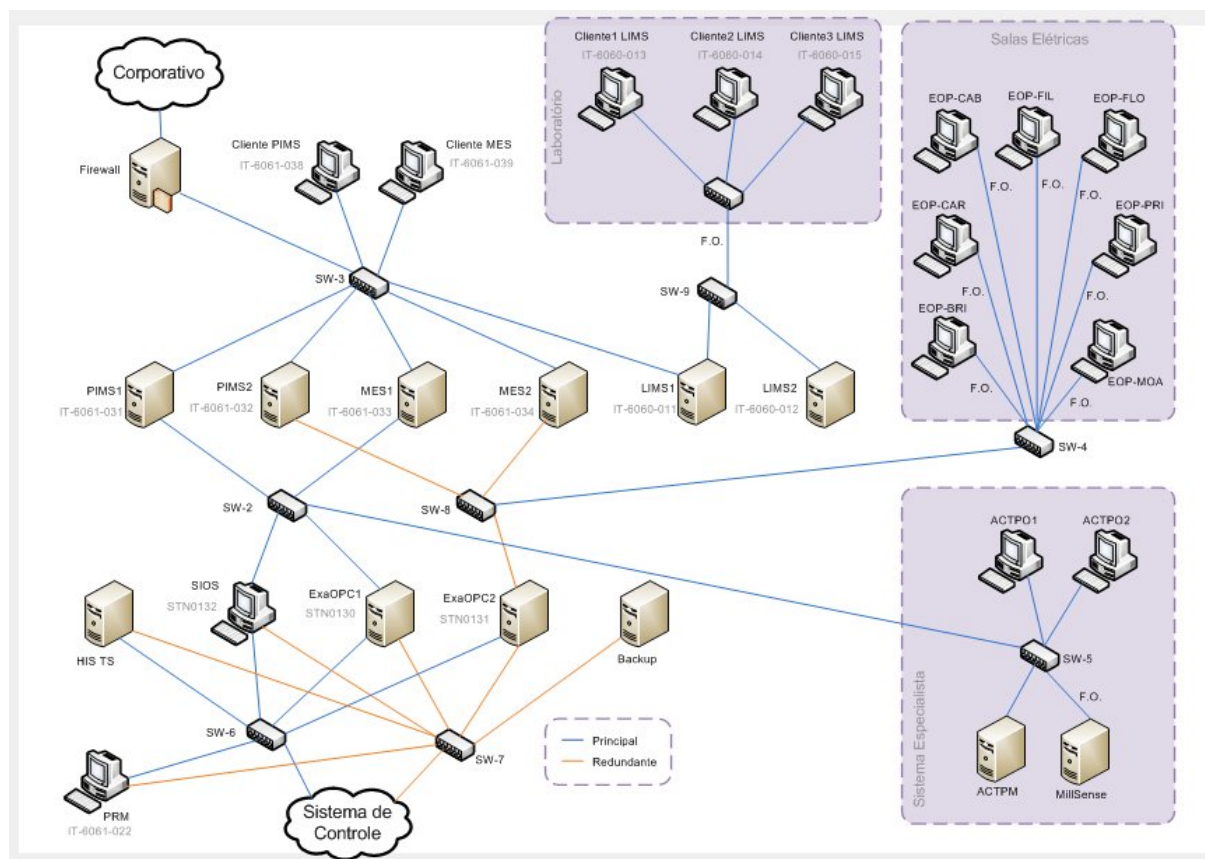


Figura 12 – Arquitetura conceitual dos recursos computacionais da TI.

Os sistemas de gestão PIMS, LIMS, MES e Portal foram escolhidos após passarem por uma sabatina, este processo levou em conta os requisitos do cliente e também pontos críticos definidos pela equipe de TI da Orteng. Os quatro fornecedores receberam uma planilha contendo um questionário com a intenção de pontuar cada recurso. Após receber esta planilha a ORTENG cotejou todas as respostas e a solução que melhor atendeu aos requisitos foi o *Proficy Historian*<sup>®</sup> (PIMS), o *Proficy Plant Applications*<sup>®</sup> (MES) e o *Proficy Portal*<sup>®</sup> (RTIP) todos eles da GE *Intelligent Platform*.

Após definidas as ferramentas de gestão, foi iniciada a fase de configuração e preparação de servidores e estações clientes. Para minimizar o tempo de geração de cadastro investimos na elaboração de planilhas com macros que realizam a leitura da base de dados gerada pelo editor de lógica do DCS e cadastrava diretamente no *Proficy Historian*<sup>®</sup> que possui uma interface bastante amigável via *add-in* dentro do Excel<sup>®</sup>.

O PIMS foi a ferramenta responsável pelo acompanhamento das variáveis de processo durante o comissionamento e sua integração com o Excel<sup>®</sup> permitiu a geração de relatórios customizados de forma rápida e ágil. Pelas características de relatórios solicitados na fase de comissionamento o PIMS teve um papel de protagonista na geração de relatórios.



Figura 13 – Relatório com as principais variáveis do britador.

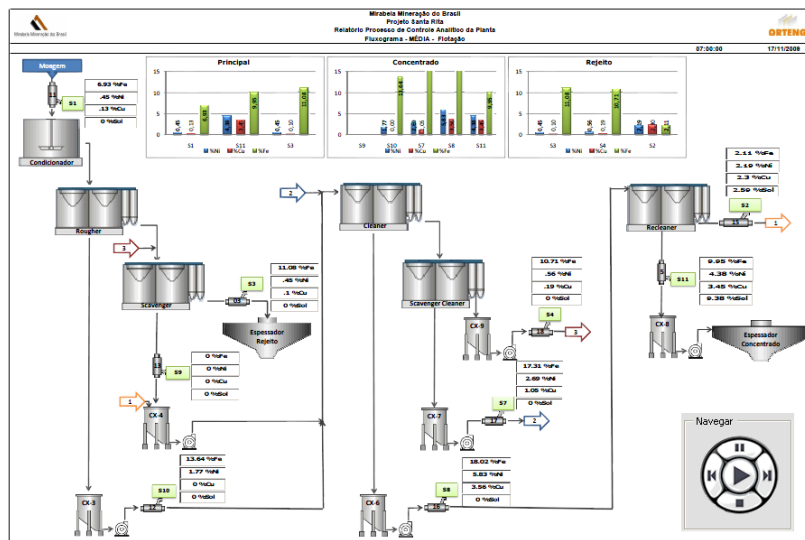


Figura 14 – Relatório do fluxo de produção da flotação e espessamento.

O relatório que é enviado aos órgãos ambientais, relacionado com a extração de água do Rio de Contas é gerado mensalmente através do PIMS.

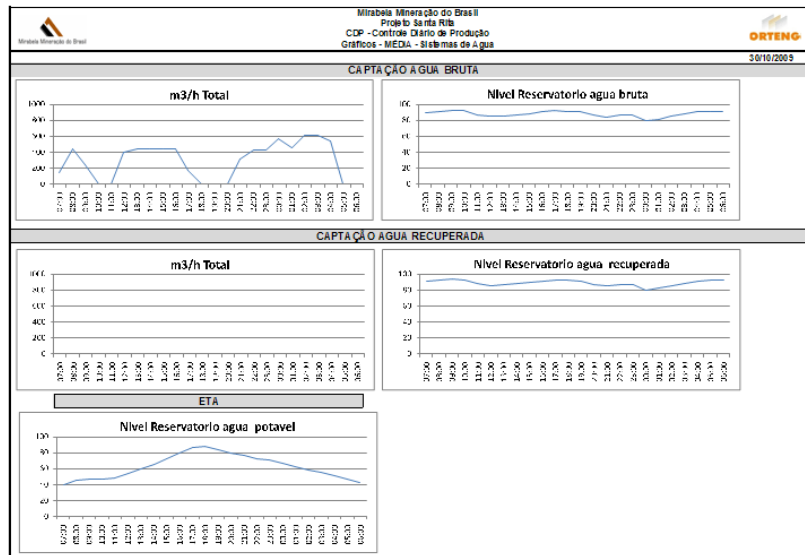


Figura 15 – Relatório enviado ao órgão ambiental – gerado a partir do PIMS.

No MES são controlados KPIs que mostram a saúde do processo de produção e fomentam a tomada de decisão baseada em dados coesos e em tempo real do processo.

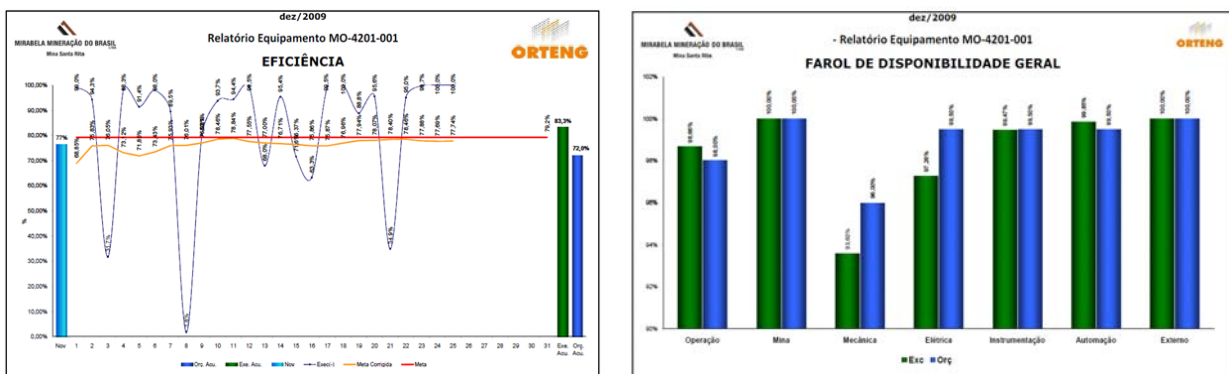


Figura 16 – Relatório enviado ao órgão ambiental – gerado a partir do PIMS.

O LIMS integra as informações de análises das amostras para toda a unidade. A solução adotada foi o SampleManager® da Thermo.

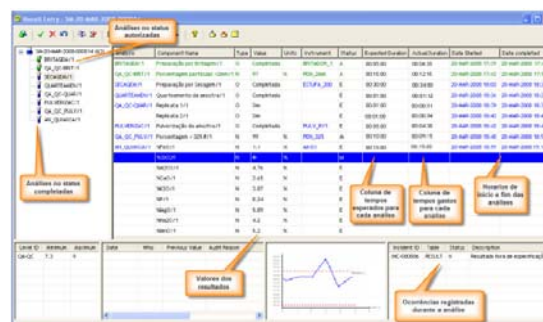


Figura 17 – Relatório gerado a partir de amostras cadastradas.

A disponibilização das informações através do Portal permitiu que a equipe de implantação, gerentes e coordenadores da Mirabela pudessem acompanhar informações de funcionamento dos principais equipamentos de processo,

verificassem relatórios de tendências, monitorassem KPIs, OEE e paradas de equipamentos, a partir de qualquer estação de operação conectada à rede da Mirabela e também pela internet.

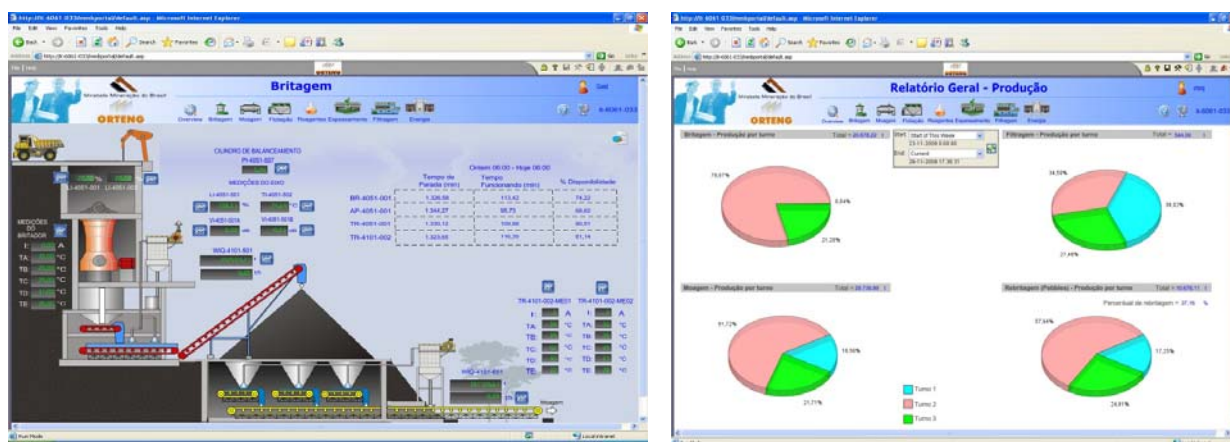


Figura 18 – Exemplos de telas do Portal acessadas via web.



Figura 19 – Exemplos de janelas de tendências obtidas via web.

## 7 CONCLUSÃO

A conclusão do projeto Santa Rita da Mirabela consolida a estratégia adotada pelos seus idealizadores em não segmentar o fornecimento de automação, TI e salas elétricas, pois, a sinergia alcançada através de um fornecimento *turn-key* deste porte agrega mais vantagens como foi destacado ao longo deste artigo. Outro benefício evidenciado foi a partida dos sistemas de gestão juntamente com o *start-up* do processo, possibilitando o controle efetivo das grandezas de equipamentos e alinhando equipes em prol de objetivos centrais da Mirabela. Entendemos que essa metodologia e solução se aplicam perfeitamente a projetos *brownfield*, e resultaria nos mesmos benefícios aqui apresentados para a solução *greenfield*.

## Agradecimentos

A Mirabela pelo apoio e a ORTENG pela motivação e suporte.

## REFERÊNCIAS

- 1 Guia PMBOK® Terceira edição
- 2 FONSECA, M.O., SEIXAS F., C., Bottura F., J.A. – Aplicando a Norma IEC 61131
- 3 MES Explained: A High Level Vision – MESA International, White paper #6, 1997.