

AVALIANDO A DISPONIBILIDADE DE SISTEMAS E EQUIPAMENTOS EM UMA APLICAÇÃO MES⁽¹⁾

Alécia Mol e Silva^{(2)(*)}

Alexander Cramer von Clausbruch⁽³⁾

Marco Tulio Duarte Rodriguez⁽⁴⁾

RESUMO

Uma vez implantados os sistemas de automação, de informações de processo (Process Information Management System – PIMS) e/ou corporativos (Enterprise Resource Planning – ERP), o caminho natural passa a ser a implantação de sistemas de apoio a produção (Manufacturing Execution System – MES) e estratégicos (Business Intelligence – BI). Em muitas empresas a camada MES é utilizada exclusivamente para integração do chão de fábrica com os sistemas corporativos. Nestes casos estão disponíveis, normalmente, apenas funcionalidades de apontamento e consolidação de dados de processo e/ou laboratório e a geração de relatórios. No entanto, devido a sua arquitetura flexível e a capacidade de integrar diferentes sistemas, sejam eles corporativos, produtivos e até mesmo de expedição, a camada MES pode desempenhar tarefas muito mais complexas que a simples transferência de dados entre os sistemas, tais como: programação/otimização detalhada da produção (APS), fechamento de balanços de massa (reconciliação), monitoramento automático de variáveis do processo, cálculo de índices de processo (KPIs), entre outros. Uma das possíveis aplicações que podem ser adicionadas ao MES é a gerência de manutenção. De maneira diferente dos *softwares* disponíveis no mercado, a gerência de manutenção sob o ponto de vista do MES é uma ferramenta capaz de avaliar a operação e disponibilidade das unidades produtivas. Os dados gerados podem ser úteis para melhorar e/ou avaliar a qualidade operacional e de manutenção da planta. Os dados de paradas dos equipamentos são obtidos diretamente do PIMS, o que facilita o fluxo de informações e garante a integridade dos dados.

Palavras-chave: MES, ERP, índices, manutenção

(1) VIII Seminário de Automação de Processos, 06 a 08 de outubro de 2004, Belo Horizonte – MG.

(2) Analista TI – Samarco Mineração S.A.

(3) Engenheiro de Desenvolvimento – Chemtech Engenharia.

(4) Gerente Sênior – Chemtech Engenharia.

(*) Autores em ordem alfabética

INTRODUÇÃO

Existem no mercado diversos softwares voltados para a gerência de manutenção. No entanto, cada um destes sistemas encontra-se focado em um determinado aspecto, tais como geração de ordens de inspeção e manutenção, controle de horas gastas com pessoal de manutenção, etc. Quando se procura por soluções que permitam a integração (envio e recebimento de dados) entre diversos sistemas industriais e corporativos, que sejam flexíveis para aderirem aos detalhes e necessidades atuais e vindouros apenas com pequeno esforço de configuração, e que gerem índices confiáveis e detalhados, as opções se reduzem bastante.

A SAMARCO Mineração, segunda maior exportadora transoceânica de pelotas de minério de ferro do mundo, que possui necessidades bastante específicas nesta área, optou pelo desenvolvimento de uma solução própria para a análise e cálculo de diversos índices ligados à manutenção e disponibilidade de equipamentos. Para isto contou com a parceria da CHEMTECH Engenharia, empresa líder de mercado no desenvolvimento de soluções MES.

Assim, foi desenvolvido e implementado um sistema de gerência de índices de performance operacional de equipamentos que oferece diversas funcionalidades e recursos que não estão disponíveis em outros sistemas comerciais. As principais características e funcionalidades estão detalhadas nas próximas seções.

ARQUITETURA DO SISTEMA

O módulo de Gerência de índices de performance operacional de equipamentos faz parte do sistema MES (Manufacturing Execution System) da Samarco, sistema desenvolvido na plataforma Microsoft .NET, e estruturado em três camadas (cliente, servidor de aplicação e banco de dados). Maiores detalhes sobre o sistema MES da SAMARCO podem ser obtidos no trabalho de AMARAL, PEREIRA, SILVA, COSTA, e RODRIGUEZ.

O ponto de partida dos dados utilizados no módulo Performance é o sistema PIMS (Process Information Management System). Neste sistema, existem tags que são configurados de tal forma que seu status indique o estado de determinado equipamento (parado ou funcionando). Toda vez que ocorre a mudança de estado deste tag, o PIMS informa para o MES o início ou fim de uma parada.

Através do módulo Performance Operacional, o usuário tem acesso aos dados das paradas e pode classificá-las de acordo com a especialidade e o tipo de intervenção associado. É possível também a inserção ou alteração manual de paradas.

Uma vez feita a classificação, os dados das paradas podem ser usados no cálculo dos índices de Performance Operacional (KPIs). Estes índices são consolidados e validados no MES e enviados para o SAP. Finalmente, o módulo de Manutenção do SAP será responsável pela geração das ordens de manutenção.

A Figura 1, apresentada a seguir, resume o fluxo de dados do módulo de performance operacional:

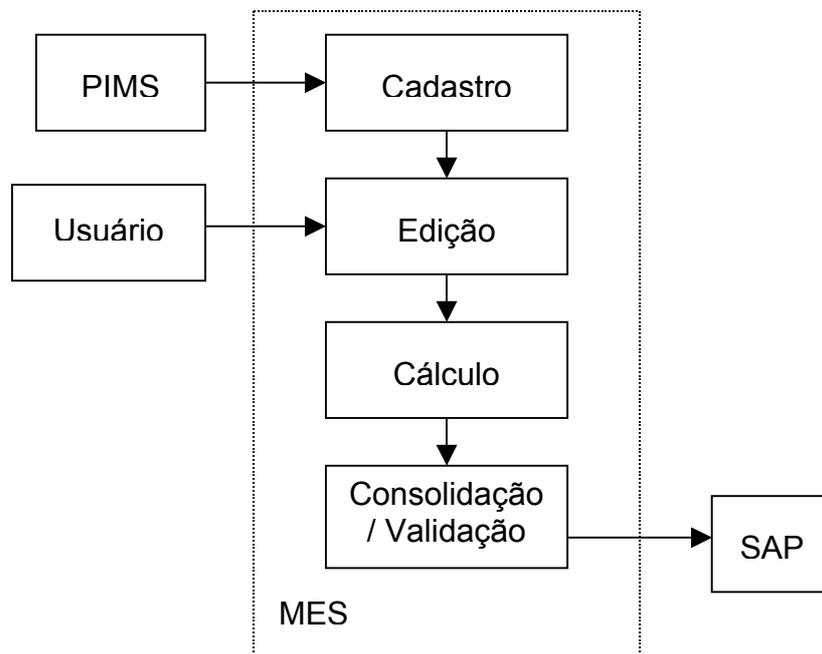


Figura 1: Fluxo de dados do módulo Performance Operacional

PRINCIPAIS FUNCIONALIDADES DO SISTEMA

O sistema é totalmente configurável, oferecendo ao usuário a possibilidade de definir hierarquicamente a estrutura do processo, cadastrar diferentes especialidades de paradas e tipos de intervenção. Também existe a possibilidade de configurar equipamentos móveis, que podem ser movidos entre sistemas e equipamentos em “stand-by”, que são acionados quando da parada de algum outro equipamento do mesmo sistema. Desta forma, o sistema é capaz de se adequar a um grande número de processos, incorporando tanto a estrutura do processo quanto a classificação e terminologia adotadas para o registro de paradas e intervenções.

Cadastro de sistemas e equipamentos

O usuário pode construir a estrutura do processo monitorado através de uma árvore hierárquica, onde os equipamentos estão agrupados em Sistemas, que por sua vez são agrupados em Áreas. Dentro de um mesmo sistema também podem estar contidos outros sistemas (sub-sistemas).

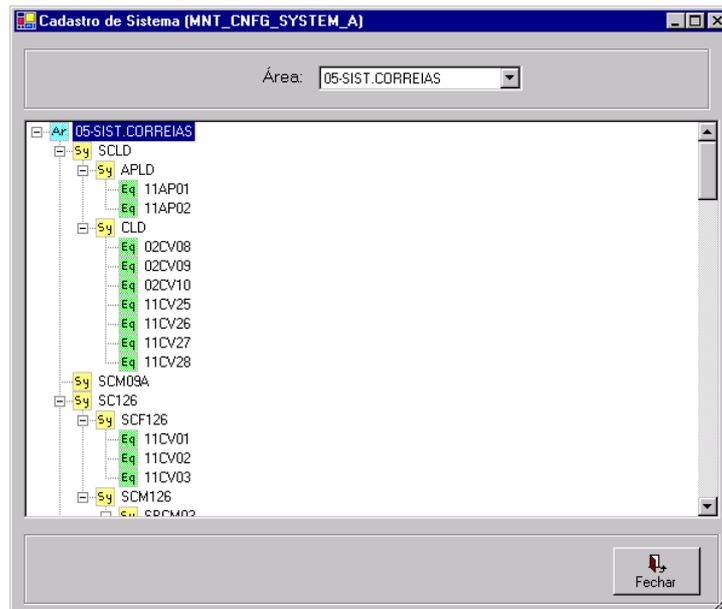


Figura 2: Cadastro de sistemas

Em cada sistema, podem ser configurados o arranjo dos equipamentos ou sub-sistemas nele contidos (que podem estar em série ou paralelo), o número de equipamentos em stand-by e o peso considerado para cada equipamento/sub-sistema no cálculo de disponibilidade do sistema.

No caso de equipamentos móveis, isto é, que podem estar em diferentes sistemas em diferentes intervalos de tempo. Uma outra tela de configuração permite especificar o sistema em que o equipamento móvel se encontra, e o intervalo de tempo em que o equipamento se encontra neste sistema.

Cadastro de especialidades e tipos de intervenção

Estes cadastros permitem configurar as especialidades e os tipos de intervenção que caracterizam as paradas de equipamentos, de acordo com a terminologia adotada no processo monitorado. Para cada especialidade ou tipo de intervenção configura-se a prioridade a se adotada no cálculo de disponibilidade, nos casos em que existam paradas simultâneas.

Edições e Apontamentos

Os apontamentos de paradas e restrições são feitos através de telas de edição, onde o usuário pode cadastrar novas paradas e restrições e/ou alterar as propriedades de paradas e restrições já cadastradas. Tipicamente, esta funcionalidade é usada para classificar as paradas cadastradas automaticamente pelo MES a partir dos dados do PIMS.

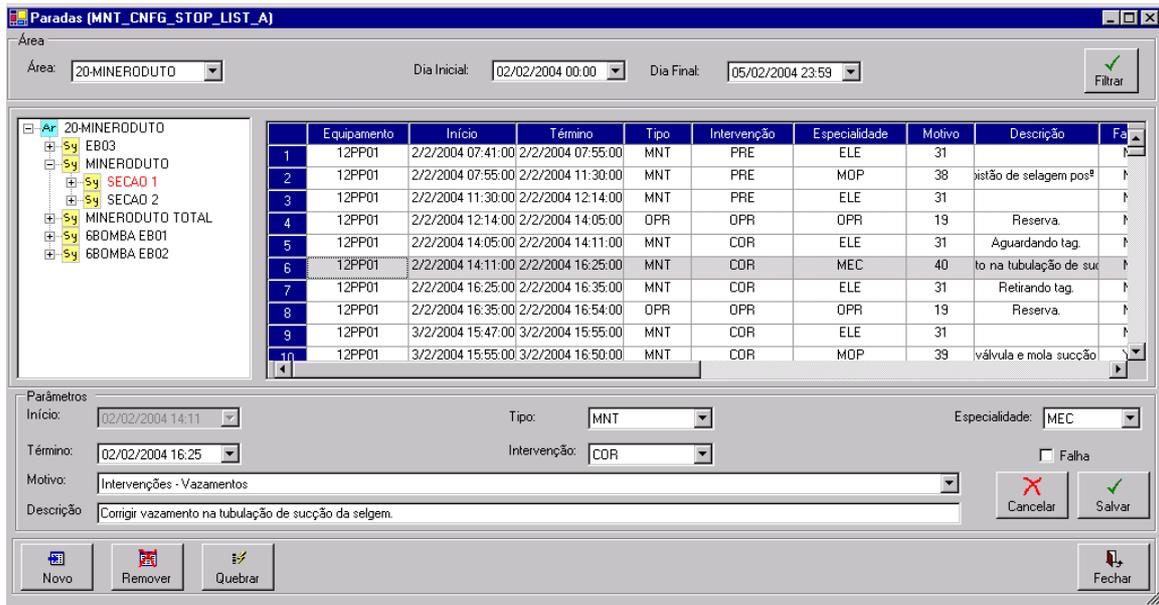


Figura 3: Lista de paradas

É oferecida também a funcionalidade de visualizar graficamente as paradas de equipamentos. O usuário seleciona a área ou sistema e o período de tempo considerado, o sistema por sua vez, exibe um gráfico temporal onde as paradas são representadas por barras coloridas, onde cada cor representa um diferente tipo de intervenção.

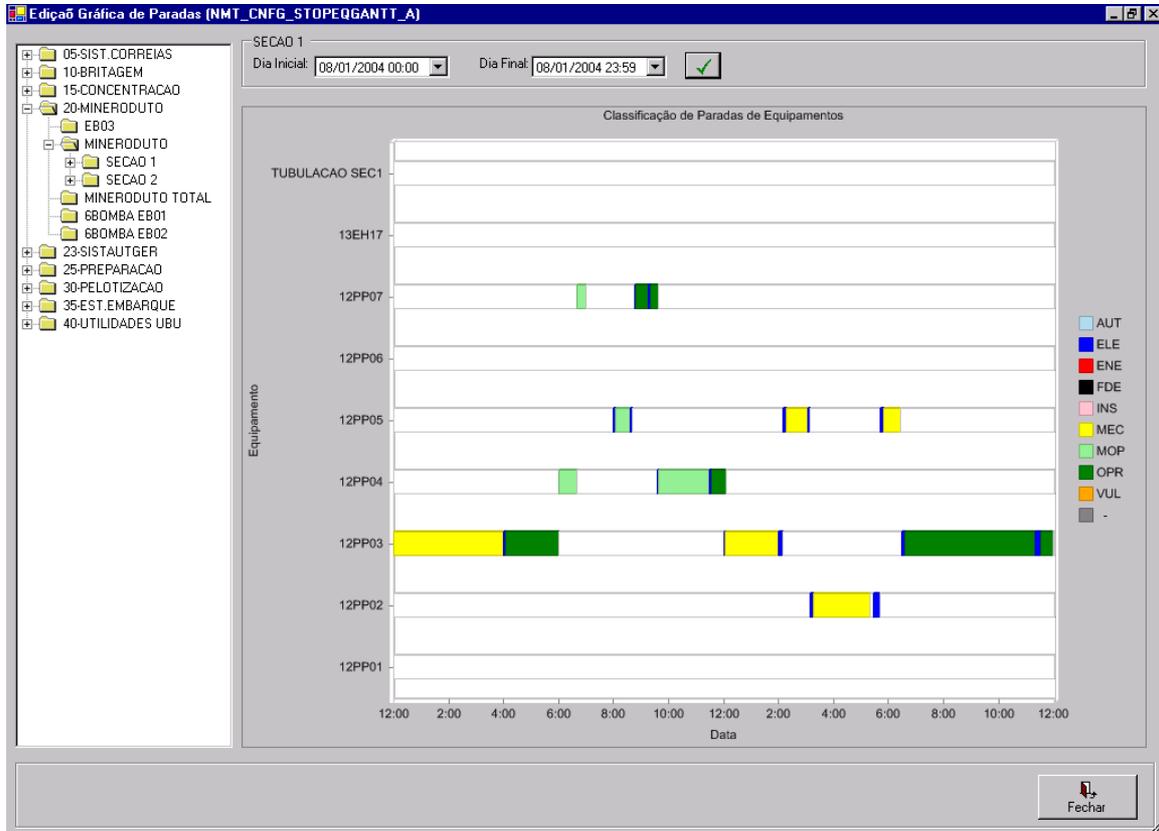


Figura 4: Gráfico de paradas

Neste mesmo gráfico, está disponível ainda a funcionalidade de edição de paradas, invocada através de clique com o mouse na área do gráfico correspondente à parada desejada. Apresenta-se uma caixa de diálogo onde o usuário pode visualizar/editar os dados da parada selecionada.

Cálculos de disponibilidade

Esta funcionalidade realiza os cálculos dos índices de Performance Operacional (KPIs). Uma vez cadastradas as paradas dos equipamentos de um determinado sistema para um período de tempo, poderá ser feito o cálculo dos índices de disponibilidade para este sistema e período. O cálculo pode ser feito para qualquer intervalo de tempo que tenha dados cadastrados, mesmo que já tenha sido consolidado, e o resultado é exibido apenas na tela.

Os índices calculados são:

$$D_{OP} = 1 - \frac{HP_M}{HC}$$

$$U_{OP} = \frac{HO}{HC - HP_M}$$

$$R_{OP} = D_{OP} \cdot U_{OP}$$

$$D_R = 1 - \frac{HP_M + HR_M}{HC}$$

$$U_R = \frac{HO - HR_M - HR_O}{HC - HP_M - HR_M}$$

$$R_R = D_R \cdot U_R$$

$$D_I = \frac{HC - HP_M - HR_M - HP_F - HR_F}{HC - HP_F - HR_F - HP_P - HR_P}$$

Onde:

D_{OP}	=	Disponibilidade operacional
D_R	=	Disponibilidade real
D_{IN}	=	Disponibilidade intrínseca
HC	=	Horas de calendário
HO	=	Horas operadas
HP_F	=	Horas paradas por falta de demanda
HP_M	=	Horas paradas por manutenção
HP_O	=	Horas paradas operacionais
HP_P	=	Horas paradas por manutenção preventiva
HR_F	=	Horas em restrição por falta de demanda

HR_M = Horas em restrição por manutenção
 HR_O = Horas em restrição operacionais
 HR_P = Horas em restrição por manutenção preventiva
 R_{OP} = Rendimento operacional
 R_R = Rendimento real
 U_{OP} = Uso operacional
 U_R = Uso real

Todos os índices resultam em números entre 0 e 1 que são representados na forma de porcentagens.

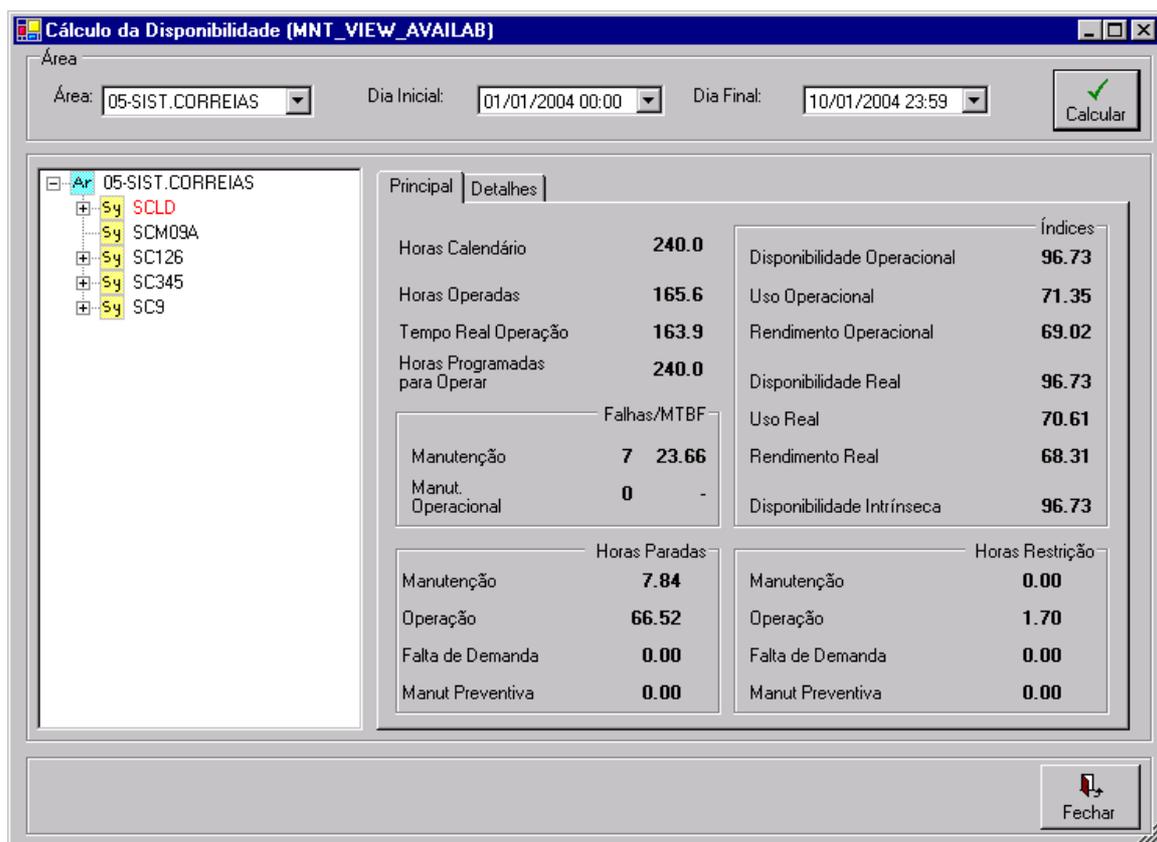


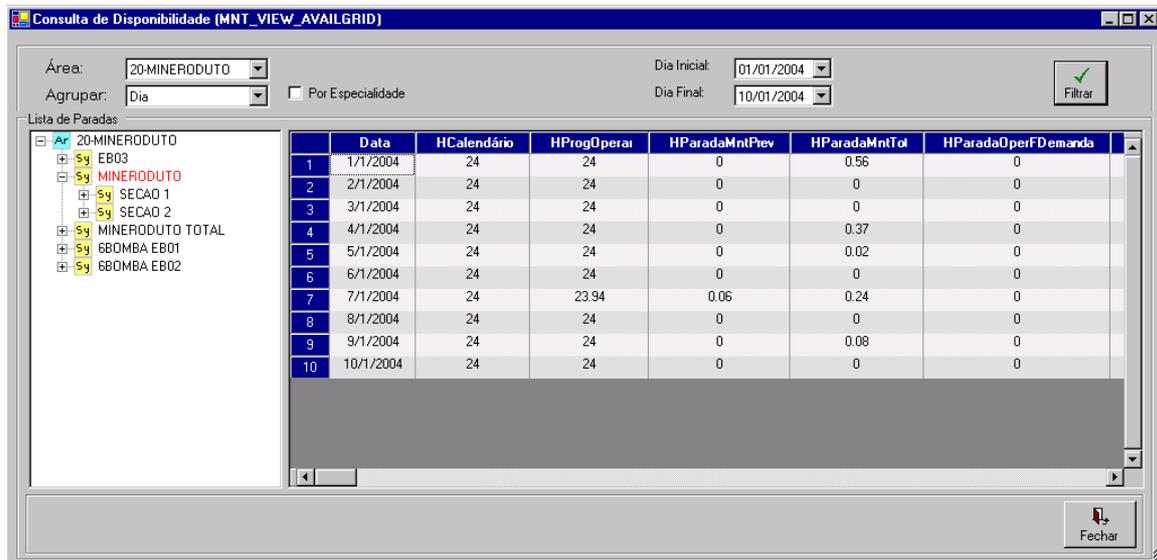
Figura 5: Cálculo da disponibilidade

Para registrar o resultado dos cálculos na base de dados do MES, permitindo consultas posteriores e envio ao SAP, os dados devem ser consolidados. Este procedimento é semelhante ao cálculo de disponibilidade, porém feito em intervalos fixos de um dia.

Caso o cálculo tenha que ser refeito para dados já consolidados, é oferecida a funcionalidade de abertura de dia. Nesta funcionalidade o usuário seleciona o dia e o sistema a ser reaberto, e uma vez aberto poderá ser consolidado novamente. A mesma tela pode ser usada para consultar o status de consolidação de um sistema selecionado em determinado intervalo de tempo.

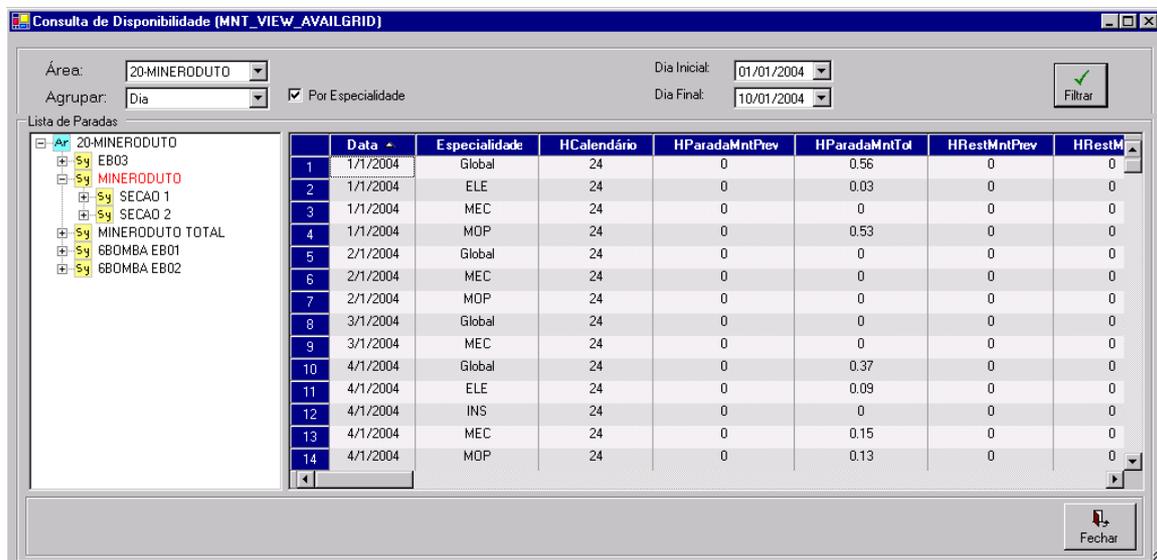
Consultas

O sistema oferece funcionalidades de consulta aos dados já consolidados. Da mesma forma que para o cálculo, a consulta é feita para determinado sistema ou equipamento, em determinado período de tempo. Adicionalmente, os dados podem ser exibidos agrupados por dia ou mês, e classificados ou não de acordo com a especialidade.



Data	HCalendário	HProgOperai	HParadaMntPev	HParadaMntTot	HParadaOperFDemanda
1 1/1/2004	24	24	0	0.56	0
2 2/1/2004	24	24	0	0	0
3 3/1/2004	24	24	0	0	0
4 4/1/2004	24	24	0	0.37	0
5 5/1/2004	24	24	0	0.02	0
6 6/1/2004	24	24	0	0	0
7 7/1/2004	24	23.94	0.06	0.24	0
8 8/1/2004	24	24	0	0	0
9 9/1/2004	24	24	0	0.08	0
10 10/1/2004	24	24	0	0	0

Figura 6: Consulta agrupada por dia



Data	Especialidade	HCalendário	HParadaMntPev	HParadaMntTot	HRestMntPev	HRestMntTot
1 1/1/2004	Global	24	0	0.56	0	0
2 1/1/2004	ELE	24	0	0.03	0	0
3 1/1/2004	MEC	24	0	0	0	0
4 1/1/2004	MOP	24	0	0.53	0	0
5 2/1/2004	Global	24	0	0	0	0
6 2/1/2004	MEC	24	0	0	0	0
7 2/1/2004	MOP	24	0	0	0	0
8 3/1/2004	Global	24	0	0	0	0
9 3/1/2004	MEC	24	0	0	0	0
10 4/1/2004	Global	24	0	0.37	0	0
11 4/1/2004	ELE	24	0	0.09	0	0
12 4/1/2004	INS	24	0	0	0	0
13 4/1/2004	MEC	24	0	0.15	0	0
14 4/1/2004	MOP	24	0	0.13	0	0

Figura 7: Consulta por especialidade

SAP

Os dados consolidados podem ser enviados ao SAP. As informações de horas operadas de equipamentos e sistemas são utilizadas no módulo PM (*Plant Maintenance*) do SAP para controle de vida útil de equipamentos, bem como a geração de planos de manutenção baseados em contadores.

CONCLUSÃO

A opção pelo desenvolvimento de uma ferramenta própria para a análise e controle de índices de performance operacional de equipamentos e sistemas se mostrou acertada. O sistema desenvolvido em parceria com a CHEMTECH Engenharia, se mostrou flexível e robusto o suficiente para atender a todas as especificidades do processo da SAMARCO sem perda da generalidade para a inclusão de novos equipamentos, áreas e sistemas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. C.; PEREIRA, C. S.; SILVA, K. C.; COSTA, L. B. L.; RODRIGUEZ, M. T. D. MES – Solução para integração entre sistemas chão-de-fábrica e corporativos. VIII Seminário de Automação de Processos, Belo Horizonte. Minas Gerais: ABM, 2004.

ABSTRACT

The implementation of automation and process information systems (Process Information Management System - PIMS) and corporate systems (Enterprise Resource Planning - ERP) is usually followed by production support systems (Manufacturing Execution System - MES) and strategical systems (Business Intelligence - BI). In many companies, the MES layer is used only to integrate the plant floor with corporate systems. In this case, only data appointment and consolidation resources, as well as report generation, are usually available. However, due its flexible architecture and ability to integrate different systems, the MES layer is able to perform much more complex tasks, such as: advanced production scheduling/optimization (APS), mass balance calculation (data reconciliation), automatic process variable monitoring, process indices calculation (KPIs), and so on. One of the applications that may be added to MES is maintenance management. Unlike commercial software available in the market, under the MES point of view the maintenance management is a tool to evaluate the operation and availability of production units. Data generated is useful to improve and/or evaluate the operational and maintenance quality of the plant. The indices obtained by the system may also be used to compare different production units. Also, statistic evaluation can be applied to identify the working pattern of the unit and estimate the probability of failures and equipment stops. Failure and stop data may also be acquired directly from control systems or PIMS, simplifying the flow of information and assuring data integrity.

Keywords: MES, ERP, indices, maintenance