

SIMINE MES – SOLUÇÃO BASE PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS MES PARA A INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO ¹

Leonardo Muradas San Martin Reis ²

Luiz Alberto da Silva Vieira ³

Frederico Mello ⁴

Alexandre Leal ⁵

Resumo

Projetos de sistemas MES estão cada vez mais baseados em produtos disponibilizados por grandes players mundiais, pois garantem continuidade e evolução além de menor esforço de projeto e de roll-out, otimizando o retorno do investimento. Este trabalho mostra como foi desenvolvida e os ganhos de uma solução MES específica para a indústria de mineração, regida pela ISA-S95 e independente da commodity, aplicável às fases de lavra, beneficiamento e pelletização. Será mostrado como a solução foi concebida e desenvolvida, baseada na modelagem das topologias de plantas e fluxos de materiais durante os processos de transformação e transporte. Em seguida será discutida a modelagem de pilhas e pátios. Por fim, como foram implementadas as saídas do sistema, relacionando as variáveis quantidade, tempo e qualidade, como relatório de produção, balanço de massa, genealogia e cálculo de teores das pilhas.

Palavras-chave: MES; Gestão de produção; S95; Beneficiamento; Pelotização.

SIMINE MES – A BASE SOLUTION FOR MES IMPLEMENTATION IN THE MINING INDUSTRY

Abstract

MES systems are getting based on products developed by world basis players, mainly because that guarantees continuous development and support. Moreover, it decreases the effort of a MES project and eases rollouts, optimizing the return of the investment. This paper shows how a base MES platform specific for the mining industry, guided by the ISA S-95 and independent of the commodity has been built. The development was based on the plant topology, material flow, piles and stockyards modeling.

Key words: MES; Production Management; S95; Beneficiation; Pelletizing.

¹ *Contribuição técnica ao 13º Seminário de Automação de Processos, 7 a 9 de outubro de 2009, São Paulo, SP.*

² *IT Coordinator, Siemens-VAI - lmuradas@siemens-vai-ea.com.br*

³ *Analyst, Siemens-VAI - lsilva@siemens-vai-ea.com.br*

⁴ *Analyst, Siemens-VAI - aleal@siemens-vai-ea.com.br*

⁵ *Analyst, Siemens-VAI - fmello@siemens-vai-ea.com.br*

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho será apresentado um sistema MES – o Simine – que pode ser considerado um conjunto de bibliotecas a ser utilizado como plataforma de desenvolvimento de sistemas MES para a indústria de mineração, com o objetivo de redução de esforço e custo de projeto, otimizando o retorno do investimento. Será discutido o resultado da sua utilização em um projeto real e em seguida exposta uma conclusão sobre as vantagens do desenvolvimento de sistemas MES guiados pelo SIMINE.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Sistemas MES

Após um período de grandes investimentos focados em automação de processos e sistemas corporativos (ERP's), percebeu-se a necessidade de uma camada intermediária, responsável por gerenciar a produção e ao mesmo tempo o fluxo de informações entre o chão de fábrica e o ERP. O sistema de gestão da produção ou MES (*Manufacturing Execution System*) surgiu para preencher esta lacuna.

Definido inicialmente pela MESA (*MES Association* – www.mesa.org) e mais recentemente normatizado pela ANSI ISA S95, um sistema MES pode ser definido como responsável pelas atividades de coordenação da produção, definida pelo nível superior (ERP) e executada pelo nível inferior (controle). Ele é responsável por consolidar as informações do chão de fábrica e disponibilizá-la não apenas aos sistemas corporativos mas também publicá-las a operadores, supervisores e gerentes, para que estes possam acompanhar a produção praticamente em tempo real, ou pelo menos com atrasos considerados irrelevantes.

2.2 ISA S95

A ISA S95 é a norma responsável por regir o desenvolvimento de sistemas de gestão de produção (sistemas MES). A S95 utiliza um modelo hierárquico com três níveis para definir as funcionalidades macro de um sistema MES (Figura 4). Produção, qualidade, manutenção e inventário são consideradas as quatro categorias de operações básicas a serem contempladas, podendo haver variações. Para cada uma destas categorias, são definidas as atividades a serem gerenciadas e ainda um terceiro nível formado pelas tarefas que compõem estas atividades.

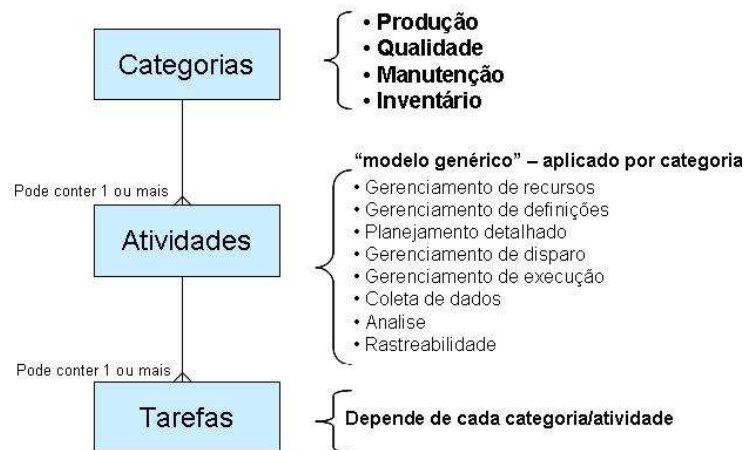


Figura 1 – Nível hierárquico de categorias, atividades e tarefas na ISA S95.

A S95 também possui estruturas hierárquicas para a representação de plantas, materiais e ordens de produção. Para se modelar uma planta, a estrutura utilizada é: Enterprise, Site, Área, Célula, Unit. Com esta estrutura, é possível representar qualquer indústria, independente do seu porte e distribuição física.

Já as ordens de produção – que podem ser entendidas como qualquer operação a ser realizada no processo produtivo - são modeladas, segundo a S95, em Quatro níveis hierárquicos: campanhas, ordens, transações e sub-transações. Uma campanha nada mais é que um agrupamento de ordens, que por sua vez é um conjunto de transações, que podem ainda ser quebradas em sub-transações.

Em relação a materiais, a S95 possui alguns conceitos básicos como tipos de material, materiais e lotes. Um material pertence a um tipo pré-definido e, quando associado a uma quantidade, o material se torna um lote. A partir de então pode-se realizar operações como movimentação, processamento, sucateamento, etc... No SIMINE, um lote, acrescido de algumas propriedades particulares, representa uma pilha.

2.3 Simatic IT

Projetos de sistemas MES estão cada vez mais baseados em produtos disponibilizados por grandes players mundiais, pois garantem continuidade e evolução além de menor esforço de projeto e de roll-out, otimizando o retorno do investimento

O Simatic IT é o produto da Siemens destinado ao desenvolvimento de sistemas MES, independente da indústria. O Simatic IT é um produto baseado na ISA S95, permitindo cadastros e configurações a partir dos conceitos regidos pela mesma, como materiais, ordens de produção, equipamentos e planta. Uma vez modelada a planta, os materiais e as operações a serem realizadas, o Simatic IT possui regras de negócio (em forma de métodos) que permitem coordenar a produção, como disparo de ordens de produção e operações de lote como movimentação de materiais.

2.4 Simine MES

O Simine é uma solução MES para a indústria de mineração baseada no Simatic IT, que atualmente cobre as fases de lavra, beneficiamento e pelotização.

O Simine utiliza a maioria das estruturas (como a de planta, de materiais e de ordens de produção) e regras de negócio (como disparo de ordens de produção e operações de lote) que já fazem parte do Simatic IT. No entanto, no Simine estas estruturas e regras são customizadas para a indústria de mineração. Um exemplo básico é o conceito de pilhas, que nada mais é que um lote (estrutura já presente no Simatic IT) com propriedades específicas como balizamento, altura ou tipo de empilhamento.

Outra característica do Simine é a presença de telas de alta usabilidade e controles gráficos comumente utilizados na mineração, como mapa de pátios, gráficos de acompanhamento de teores de pilhas, entre outros. A seguir serão descritas algumas das principais funcionalidades do Simine.

2.4.1 Gerenciamento de ordens de produção

Permite a criação, alteração e exclusão de ordens de produção. Uma ordem de produção é qualquer operação realizada no processo, como por exemplo britagem, lavagem, movimentação entre pilhas ou uma manutenção corretiva. Para organizar estas operações, são utilizados 3 níveis hierárquicos:

- campanha: representa a família da ordem: beneficiamento, pelotização, manutenção, movimentação de material, entre outros;
- ordem: estapa do processo, como britagem, lavagem ou flotação; e
- transação: turnos ou tarefas para se completar uma ordem.

Cada família de ordens de produção possui propriedades específicas do processo que representa, que serão informadas (manual ou automaticamente) e se tornarão base para relatórios relacionados à produção.

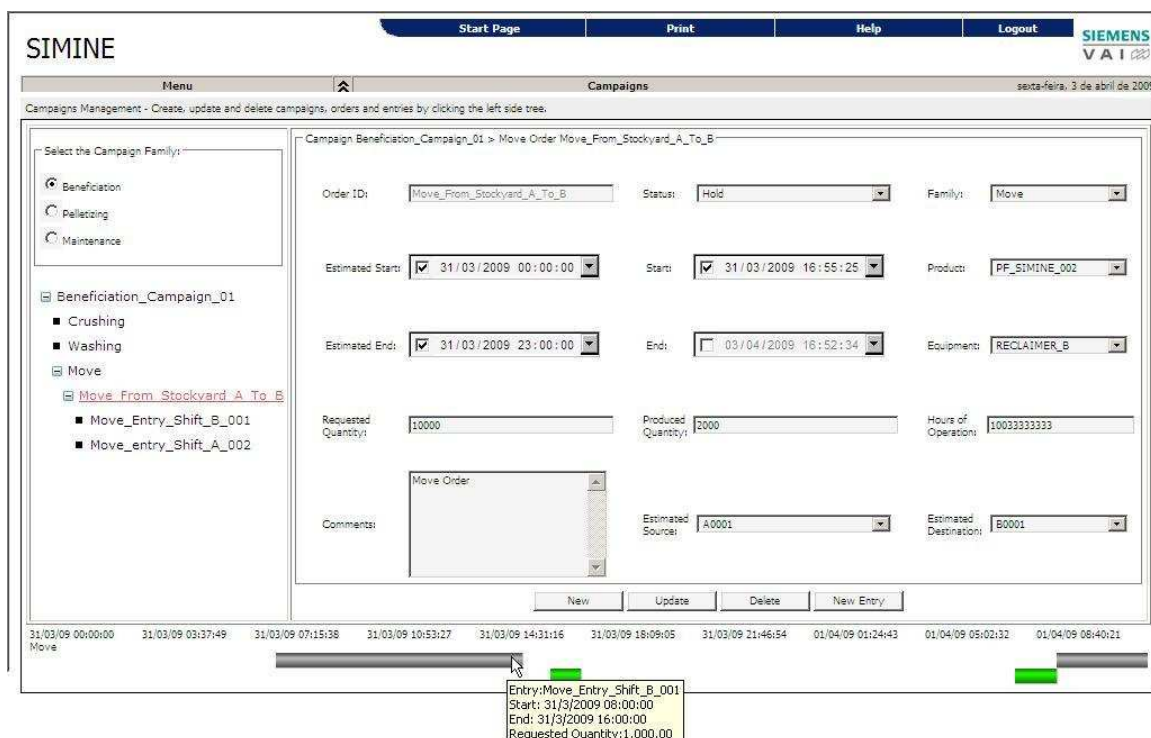


Figura 2 – Tela de gerenciamento de ordens de produção do Simine.

Também é possível visualizar a produção planejada ou comparar o realizado com o planejado por meio do gráfico gantt na parte inferior da janela.

2.4.2 Gerenciamento de pilhas

Funcionalidade que permite a criação, alteração ou exclusão de pilhas (Figura 3). Uma vez que uma pilha é criada, ela se torna disponível para que, no disparo de uma ordem de produção, ela seja a origem ou o destino do material a ser processado ou movimentado. Esta funcionalidade também permite o ajuste manual das quantidades e teores de uma pilha. Estes teores são as propriedades configuradas para o material relacionado à pilha.

Search Results

Identifier	Code	Material Name	Location Path	Location Alias	Status Name	Select
ML0000000172	A0001	PF_SIMINE_001	Area1.A	Stockyard A	Reclaiming	Select
ML0000000175	B0002	PF_SIMINE_002	Area1.B	Stockyard B	In Formation	Select
ML0000000173	B0001	PF_SIMINE_002	Area1.B	Stockyard B	In Formation	Select

Properties - Quality

Pile Properties

Code: A0002 Description: Location: Stockyard B

Status: Reclaiming Maximum Capacity: Material: PF_SIMINE_002

Actual Quantity: 1,000.0 Estimated Quantity: Piling Type:

First Land-Mark: 0.0 Last Land-Mark: 15.0

Estimated Date Time

Begin: 03/04/2009 14:11:28 Reclaiming Begin: 03/04/2009 14:11:28

End: 03/04/2009 14:11:28 Reclaiming End: 03/04/2009 14:11:28

Date Time

Begin: 03/04/2009 14:11:28 Reclaiming Begin: 03/04/2009 14:11:28

End: 03/04/2009 14:11:28 Reclaiming End: 03/04/2009 14:11:28

Create Update Delete Request Lab Analysis

Figura 3 – Tela de gerenciamento de pilhas do Simine.

2.4.3 Despacho de produção

Esta funcionalidade é responsável pelo acompanhamento e apontamento das ordens de produção cadastradas através do *GERENCIMENTO DE ORDENS DE PRODUÇÃO*. É possível configurar este apontamento para os modos:

- manual: o operador informa a produção manualmente;
- semi-automático: o operador recebe um evento da planta informando, por exemplo, a paralisação de uma ordem de produção. Cabe ao operador aceitar o evento através de um clique e o sistema realiza as operações necessárias; e
- automática: não existe operador. O Sistema recebe os eventos da planta e realiza as operações necessárias.

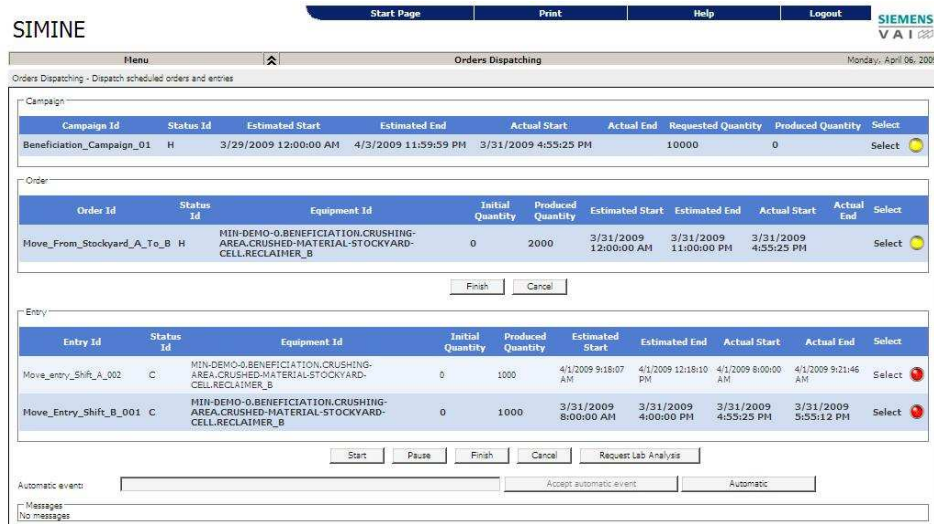


Figura 4 – Tela de despacho de produção do Simine.

Nos modos manual e semi-automático, ao finalizar uma ordem de produção, o sistema permite a visualização e correção dos dados.

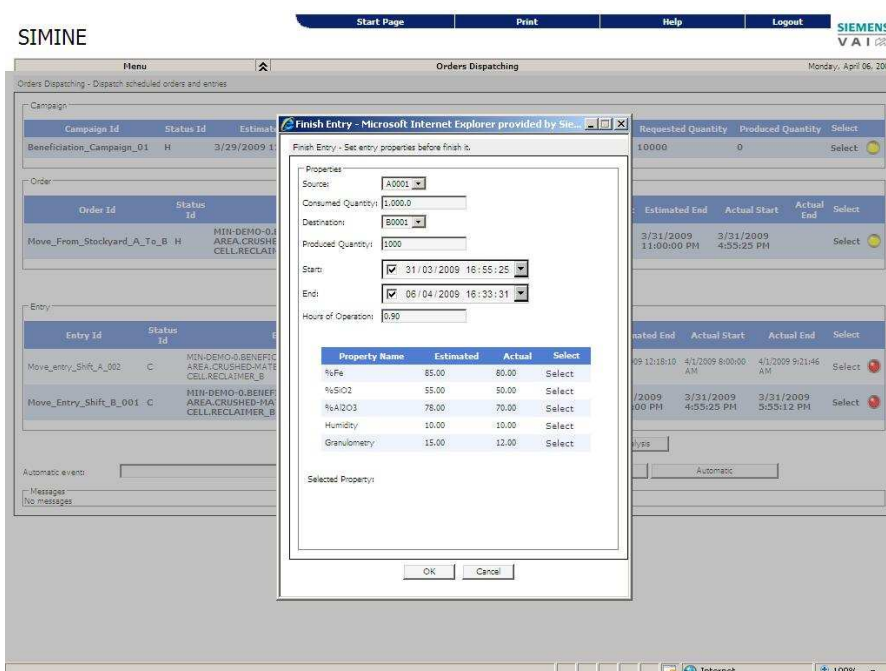


Figura 5 – Tela de despacho de produção do Simine – Confirmação de dados da ordem.

2.4.4 Acompanhamento de pilhas

Este gráfico representa as alterações dos teores e da quantidade de material de uma pilha de acordo com as ordens de produção que utilizam esta pilha como origem ou destino de material.

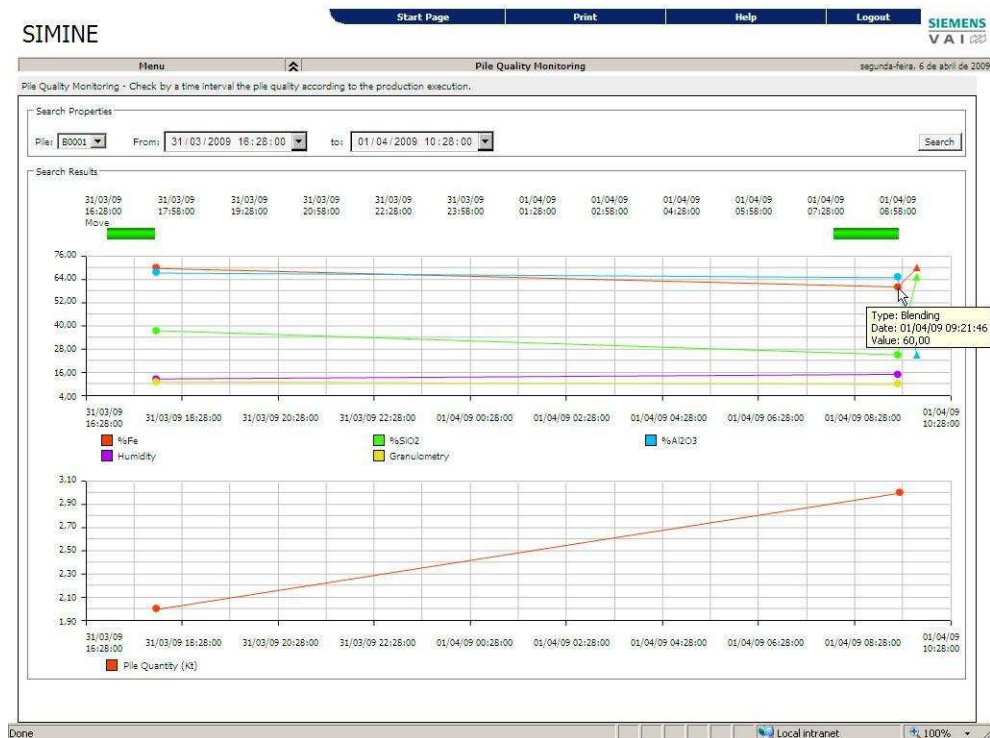


Figura 6 – Tela de acompanhamento de pilhas do Simine.

Um gráfico Gantt representa as ordens de produção que influenciaram nas propriedades da pilha. Logo abaixo, um gráfico de tendência simboliza as alterações dos teores da pilha. Pode-se visualizar operações de blendagem (quando uma ordem de produção é finalizada, os teores da pilha são calculados), uma correção de teores (realizada manualmente em GERENCIMANETO DE PILHAS) ou o recebimento de uma análise laboratorial – recebida automaticamente pelo Simine MES.

Por último, na parte inferior da janela, é possível monitorar a alteração na quantidade de material na pilha, alinhado na mesma janela de tempo do Gantt e do gráfico de alteração de teores.

2.4.5 Genealogia

Uma necessidade da indústria de mineração é a genealogia do material. O Simine MES grava todas as operações de lote (e por conseqüência das pilhas) de material, traçando a genealogia do material empilhado de maneira automática.

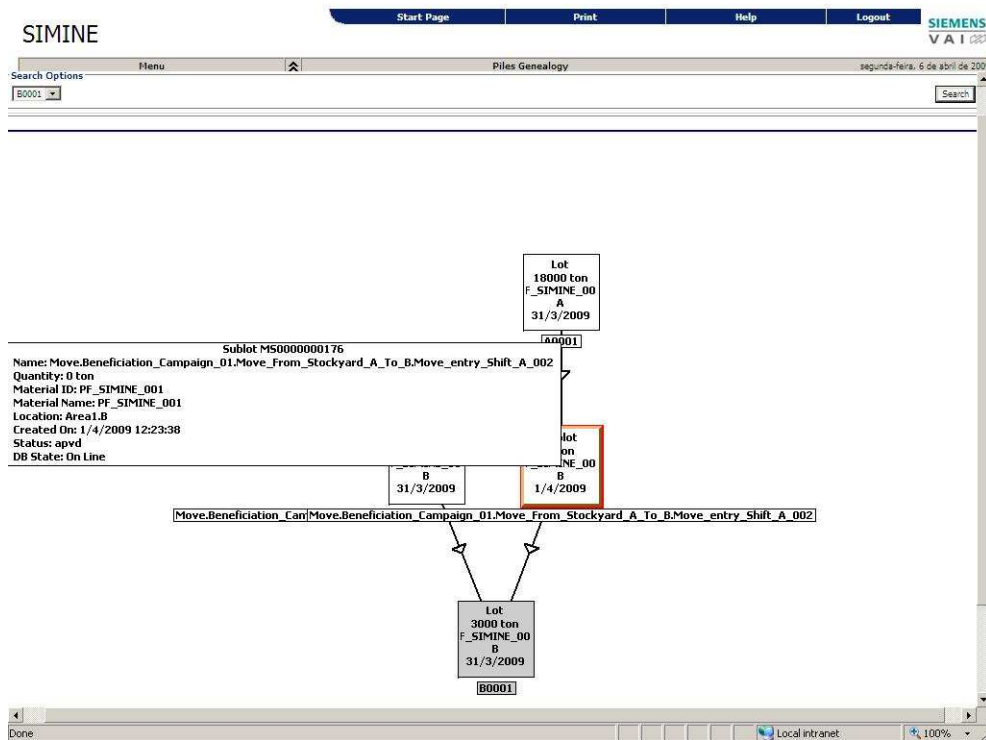


Figura 7 – Tela de genealogia do Simine.

2.4.6 Acompanhamento de produção

Composta de um gantt na parte superior e um grid na parte inferior, que representa as ordens de produção e permite a comparação entre o planejado e o realizado, não apenas em relação à duração de uma operação mas também quanto aos teores que aquela operação deveria produzir, informado ao final o desvio do realizado.

Campaigns	Orders	Entry Id	Estimated	Real	Deviation	Actual End	Quantity	
Beneficiation_Campaign_01	Move_From_Stockyard_A_To_B	Move_entry_Shift_A_002	01/04/2009 09:18	01/04/2009 08:00	-01:18	01/04/2009 09:21	1.000,0	
		Move_entry_Shift_B_001	31/03/2009 08:00	31/03/2009 16:55	08:55	31/03/2009 16:00	1.000,0	
								0,0
								0,0

Figura 8 – Tela de acompanhamento de produção do Simine.

2.4.7 Gerenciamento de estoque

Permite que o estoque nos pátios seja corrigido (normalmente após uma medição topográfica) e que se crie checkpoints de fechamento do estoque, com indicação do motivo.

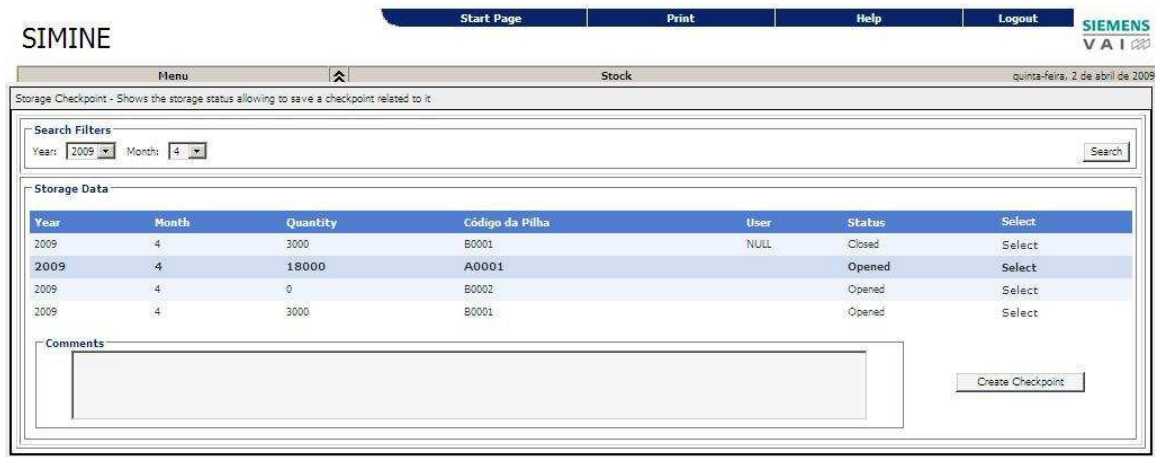


Figura 9 – Tela de gerenciamento de estoque do Simine.

2.4.8 Consumo de utilidades

Permite acompanhar o consumo de insumos, água e eletricidade em paralelo à execução da produção, representada pelo gantt na parte superior da tela.

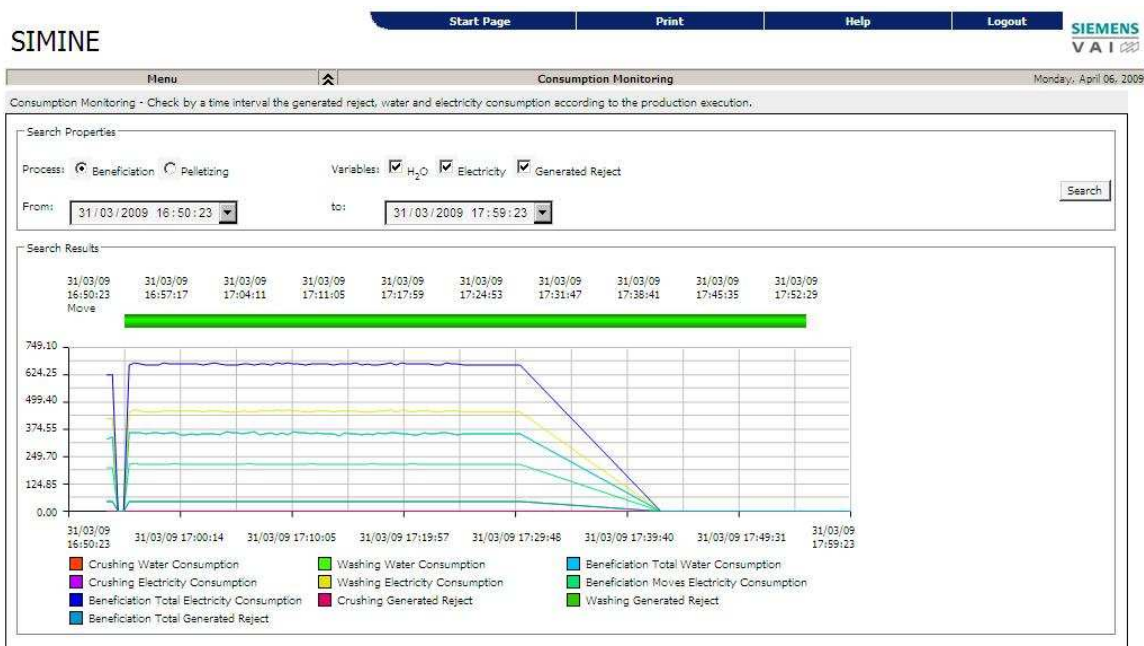


Figura 10 – Tela de consumo de utilidades do Simine.

2.4.9 Balanço de massa

Uma das maiores necessidades da indústria é o balanço de massa, para o acompanhamento e identificação de problemas durante o processo. O Simine possui uma funcionalidade de balanço de massa que permite que sejam feitas alterações nas entradas e saídas de um equipamento, célula, área ou planta. Também é permitido compactar ou expandir o grid para se visualizar o resultado com a granularidade desejada.

SIMINE

Start Page Print Help Logout SIEMENS V A I

Menu Mass Balance sexta-feira, 3 de abril de 2009

Mass Balance - Fill the search properties and click "Search" Button

Search Properties
Start: 30/03/2009 End: 03/04/2009 Search

Search Results

			Material Input	H2O Input	Material Output	Reject Output	Deviation
MIN-DEMO-8	CRUSHING-AREA	CRUSHED-MATERIAL-STOCKYARD-CELL	21.998.27	0.00	21.998.27	0.00	0.00
		CONVEYOR_04	21.997.97	0.00	21.997.97	0.00	0.00
		RECLAIMER_B	16.537.88	0.00	16.537.88	0.00	0.00
		STACKER_B	16.537.88	0.00	16.537.88	0.00	0.00
		CONVEYOR_01	21.477.10	0.00	21.477.10	0.00	0.00
		CONVEYOR_02	16.538.18	0.00	16.538.18	0.00	0.00
		CONVEYOR_03	16.538.18	0.00	16.538.18	0.00	0.00
		CRUSHING-CELL	26.176.72	0.00	23.528.86	2.602.32	45.53
		CRUSHER_01	23.000.78	0.00	20.678.40	0.00	3.322.38
		CRUSHER_02	23.000.78	0.00	23.528.86	0.00	16.98
		GRID_B1	20.679.00	0.00	20.665.70	0.00	13.30
		GRID_B2	21.660.91	0.00	21.476.50	216.73	-184.31
	HOPPER	9.976.76	0.00	7.972.12	1.993.00	11.64	
	BELT_FILTER	14.261.06	0.00	14.261.06	0.00	0.00	
	CONVEYOR_05	9.135.54	0.00	8.298.48	2.730.47	1.39	
	ELECTROMAG_FILTER	6.828.14	0.00	4.552.10	1.127.64	1.146.40	
	TANK_01	6.828.82	0.00	4.552.10	1.127.64	1.149.08	
	TANK_02	14.256.11	0.00	9.976.38	4.266.49	11.24	
	JIG	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
	BALL_MILL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CONVEYOR_06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MILL-CELL	35.668.60	0.00	35.667.20	0.00	1.40	
	GRID_P1	39.631.52	0.00	35.667.20	3.943.92	30.40	
	GRID_W1	14.330.86	0.00	14.330.86	0.00	0.00	
	ROLL_MILL	16.537.84	0.00	15.653.95	2.638.79	48.30	
	WASHING-CELL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	WASHED-MATERIAL-STOCKYARD-CELL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BURNING-CELL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	BURNER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CONVEYOR_07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	GRID_P2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	STACKER_P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	PELLET'S-STOCKYARD-CELL	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
	BALL_MILL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	CONVEYOR_08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	MILL-CELL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
GRID_P1	35.668.60	0.00	35.667.20	0.00	1.40		
GRID_W1	39.631.52	0.00	35.667.20	3.943.92	30.40		
ROLL_MILL	16.537.84	0.00	15.653.95	2.638.79	48.30		
DOSER_1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
DOSER_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
DOSER_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
MIXER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
PELLETIZER	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
PULP_FILTER_1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
PULP_FILTER_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

Done Local intranet 100%

Figura 11 – Tela de balanço de massa do Simine.

2.4.10 Interfaces com Legados

O Simine MES possui interfaces padronizadas com os seguintes sistemas:

- LIMS: o Simine MÊS permite a solicitação de uma análise e o recebimento automático de um resultado, sendo responsável por alterar os teores no lote de onde a amostra foi retirada;
- CMMS (manutenção): o Simine MÊS envia um pedido de manutenção corretiva quando uma parada é detectada e recebe o scheduling de manutenções criado no CMMS para visualização.
- ERP: o Simine MÊS recebe o scheduling de produção do sistema corporativo e o disponibiliza para alterações ou execução.

3 RESULTADOS

Os principais resultados na utilização do Simine MES como solução base em projetos de sistemas de gestão de produção podem ser resumidos em:

- redução do tempo de levantamento de requisitos, uma vez que o Simine MES já possui a maioria dos requisitos da indústria de mineração implementados, o que torna necessário apenas a validação e detalhamento dos mesmos;
- redução do tempo de desenvolvimento e de *rollout* – especificidades do processo, do material processado ou mesmo da planta são implementadas de maneira ágil, através de configuração de novas estruturas de dados ou customização das regras de negócio por meio de ferramenta de BPM (*Business Process Modelling*)
- maior robustez do sistema devido à utilização por outras mineradoras; e
- retorno do investimento mais rápido devido.

4 DISCUSSÃO

Uma dificuldade no desenvolvimento de sistemas MES é a falta de escopo bem definido no início do projeto. A norma ISA S95 ajuda bastante na definição macro, mas somente quando as funcionalidades são detalhadas se tem o escopo bem definido. A utilização de uma biblioteca específica para a mineração como ponto de partida para o desenvolvimento expõe em grande parte o escopo e os requisitos desde o início do projeto.

A utilização do Simine MES em um projeto real de MES reduziu em 60% o esforço de desenho da solução (Figura 12), uma vez que as principais entidades já estavam mapeadas na ferramenta, bastando identificar propriedades não presentes e mapear estruturas de dados específicas da operação das plantas. O fato de o Simine MES utilizar um banco de dados de maneira transparente – qualquer alteração no banco é feita através do próprio sistema - também reduz esforço de homologação de estruturas e de administração de dados pelo cliente, tarefas que normalmente requerem a participação do integrador.

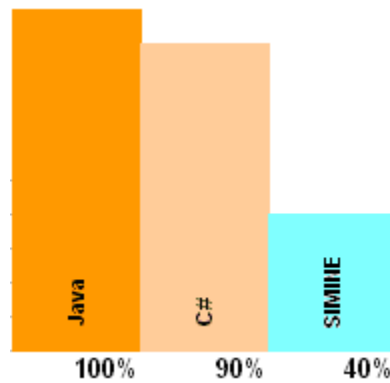


Figura 12: Esforço de desenho.

Em relação à implementação (codificação) do sistema, a redução de esforço foi de 40% (Figura 13), devido principalmente ao fato da biblioteca já ter implementada parte dos fluxos de operação como execução de ordens de produção.

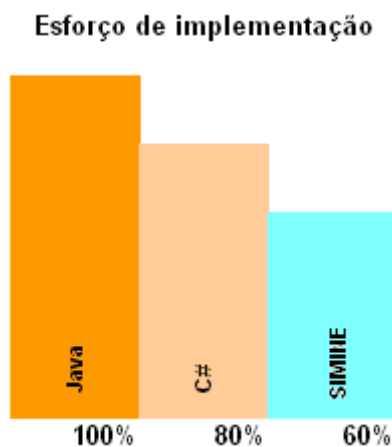


Figura 13: Esforço de implementação.

Comparado com o desenvolvimento de sistemas MES utilizando-se linguagens de programação de mercado - como C# ou Java – e não utilizando a ISA-S95 como guia, a redução de esforço de projeto com a utilização do SIMINE (e consequentemente da ISA-95) fica entre 30% e 40% (Figura 14), dependendo do escopo e módulos desenvolvidos. No caso do projeto executado, a estimativa é que se tenha reduzido 37% do esforço total quando comparado ao mesmo desenvolvimento realizado em Java.

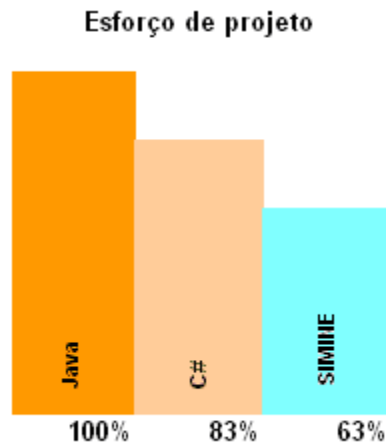


Figura 14: esforço de desenho

No desenvolvimento de sistemas MES é importante utilizar um ambiente que não seja engessado e permita que se reflita o processo produtivo fielmente. Não se pode adaptar o processo ao sistema de TI. A utilização de uma plataforma baseada na S-95 é essencial para que alterações nos processos sejam agilmente refletidas no sistema MES.

Em relação à arquitetura, é fundamental que o MES, como interface entre os sistemas de controle e os sistemas corporativos (ERP's), ofereça serviços para serem consumidos. Esta interface é feita por meio de trocas de informações por meio de SOA (Arquitetura Orientada a Serviços) e garante, com serviços únicos, que os dados enviados a estes sistemas sejam os mesmos. Fontes diferentes de dados são um risco para qualquer organização, colocando em xeque todos os sistemas envolvidos. Não é aceitável, por exemplo, que uma empresa tenha valores diferentes para um mesmo índice (KPI). A utilização de serviços também torna transparentes as características tecnológicas da sua implementação, uma vez que utiliza padrões de comunicação e de troca de dados. Com isso, a integração com sistemas legados é simplificada. O MES deve ser desenvolvido levando-se em conta a possibilidade de disponibilizar serviços a sistemas legados como também de consumir os serviços já existentes, diminuindo o tempo de desenvolvimento. Internamente ao MES, a implementação de seus módulos em serviços facilita a manutenção (tanto adaptativa quanto corretiva), a escalabilidade (o sistema pode aumentar sua abrangência em relação aos processos gradativamente) e a portabilidade (*roll out* para outras plantas da organização).

5 CONCLUSÃO

O crescimento do fluxo de investimentos destinado a sistemas MES e a percepção da indústria das vantagens em se utilizar uma plataforma de mercado ao

invés de desenvolvimento customizado como base para o desenvolvimento destes sistemas é indiscutível.

O Simine agrega às vantagens de um produto de mercado as especificidades de processo da indústria de mineração, diminuindo consideravelmente os riscos e o esforço de projetos de desenvolvimento de sistemas MES. A redução de esforço já foi comprovada em projetos reais e justifica o investimento em sistemas de gestão de produção, uma vez que reduz o tempo de retorno do investimento.

Agradecimentos

À equipe do projeto e autores deste trabalho, pela motivação sempre presente e pela responsabilidade e aplicação necessárias em um projeto internacional.

BIBLIOGRAFIA

- 1 OLIVEIRA, T. R., ELIAS, F.H., Como BPM e SOA vão extrair o máximo da ISA-95 e mudar a percepção dos conceitos de MES e PIMS. Congresso ISA Show 2007
- 2 Manufacturing Execution Systems Association (MESA). Disponível em: www.mesa.org. Acesso em: 05 jun. 2008.