

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DA PLANTA DE BRIQUETAGEM DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

*Bruno Valladão Fraga²
Arnaldo Veronez Junior²
Nelson dos Santos Madeira Filho³*

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar a solução desenvolvida na ArcelorMittal Tubarão para a implementação de um sistema de automação e operação para a planta da Briquetagem. Serão apresentados os ganhos obtidos a partir da utilização de um sistema automatizado neste processo, demonstrando como as operações eram realizadas antes deste trabalho, para destacar os benefícios obtidos pela implementação do sistema. Também serão apresentados detalhes do sistema desenvolvido, as novas tecnologias utilizadas, arquitetura e telas.

Palavras-chave: Briquetagem; Automação; Tecnologia; Otimização; Operação.

AUTOMATION SYSTEM OF THE BRIQUETTING PLANT OF ARCELORMITTAL TUBARAO

Abstract

The objective of this article is to present the solution developed in ArcelorMittal Tubarão for the implementation of a system for control and operation of the Briquetting Plant. It will be presented the gains obtained from the use of an automated system in this process, demonstrating how the operations were performed before this work to highlight the benefits achieved by implementing the system. We will also present details of the system developed, new technologies, architecture and screens.

Key words: Briquetting; Automation; Technology; Optimization; Operation.

¹ *Contribuição técnica ao 15º Seminário de Automação e TI Industrial, 20 a 22 de setembro de 2011, São Paulo, SP.*

² *Especialista de Automação pela ArcelorMittal Tubarão.*

³ *Supervisor da planta de Briquetagem pela ArcelorMittal Tubarão.*

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar a solução desenvolvida na ArcelorMittal Tubarão para a automação da planta da Briquetagem.

A implementação desse sistema teve como principal característica a utilização de novas tecnologias e ferramentas, com a integração destas com ferramentas já consolidadas, trazendo para a área de Automação da ArcelorMittal Tubarão um novo conceito de análise, modelagem e desenvolvimento de software.

Este trabalho apresentará como era a forma de trabalho antes e depois do sistema, qual a metodologia utilizada para a elaboração deste projeto, quais os desafios encontrados e como eles foram superados.

Por fim, na conclusão do trabalho serão apresentados os resultados obtidos com a implantação do sistema, lições aprendidas e os próximos passos.

2 A PLANTA DE BRIQUETAGEM DA ARCELORMITTAL TUBARÃO

A planta de briquetagem é uma fornecedora de matéria-prima para a Aciaria, local onde é fabricado o aço na usina. Ela é responsável por fazer os briquetes (metálicos e refrigerantes) que serão carregados nos convertedores juntamente com o gusa e a sucata para produzir o aço.

Os briquetes são produzidos através da aglomeração de diversos materiais com elevado teor de ferro, provenientes principalmente de rejeitos do processo siderúrgico. Esses materiais são aglomerados e prensados no formato de pequenos sabonetes.

Devido a sua capacidade de processar uma grande quantidade de rejeitos a planta de briquetagem desempenha também um importante papel no controle ambiental do processo.

A Figura 1 mostra o fluxo de produção da ArcelorMittal Tubarão.

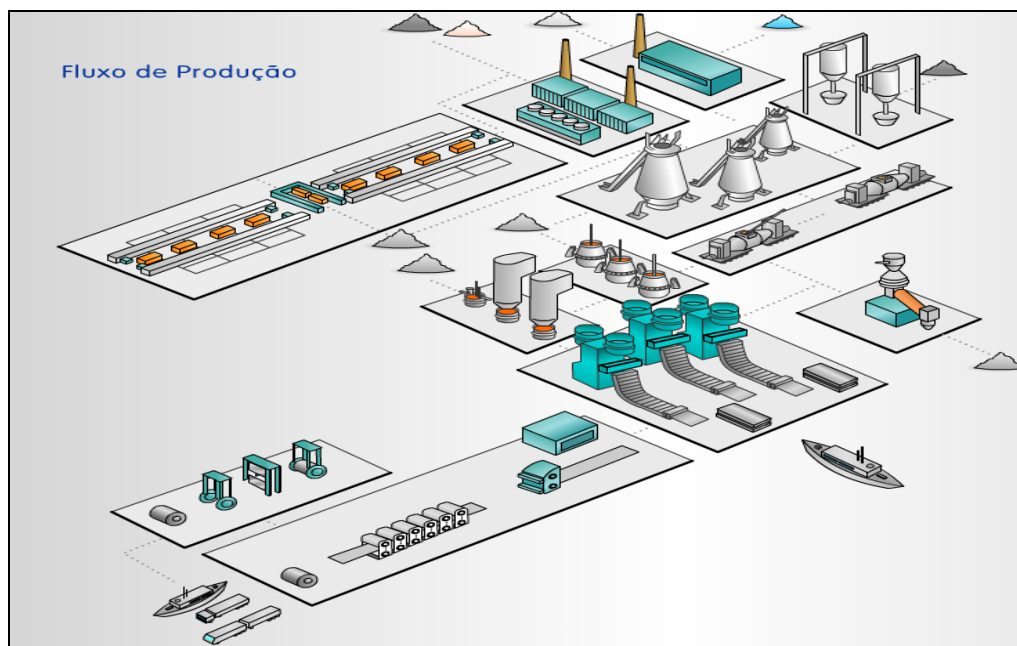


Figura 1. Fluxo de produção da ArcelorMittal Tubarão.⁽¹⁾

3 O ANTIGO SISTEMA DE CONTROLE

Todo o controle da planta era feito manualmente através do uso de planilhas em Excel, onde os dados da planta eram coletados pelos operadores e lançados nas planilhas para que ao final do dia pudesse ser gerado um relatório de controle do processo e da produção.

Esse procedimento gerava uma carga excessiva de trabalho para a operação e supervisores, além de ser passível de erros.

Abaixo são mostradas algumas das principais planilhas que eram utilizadas e foram migradas para o novo sistema.

3.1 Planilha para Acompanhamento da Produção

A Figura 2 mostra a planilha que era utilizada para realizar o acompanhamento da produção.

ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE JANEIRO														
Data	P. Prev	LAMA	PRETA	TOTAL	A. Prev	A. Total	Q. Prev	Q. Total	C. LAMA	Costo	Costo	ST LAMA	ST PRETA	
01/02/10	383	430	0	430	383	430	47	46.00%	42.78%	86.95	320	53	2	97.41
02/02/10	383	410	0	410	765	840	74	46.00%	42.58%	439.34	480	57	8	97.83
03/02/10	383	590	0	590	1148	1430	282	46.00%	41.74%	426.89	680	58	7	97.27
04/02/10	383	586	0	586	1531	2016	485	46.00%	41.29%	421.41	480	56	8	96.98
05/02/10	383	383	0	383	1913	2399	486	46.00%	40.67%	424.57	380	55	10	98.05
06/02/10	383	409	0	409	2296	2808	512	46.00%	42.78%	409.33	510	55	7	97.71
07/02/10	383	436	0	436	2679	3244	565	46.00%	45.49%	364.62	435	57	8	96.51
08/02/10	383	390	0	390	3061	3634	573	46.00%	46.69%	479.71	390	56	9	97.34
09/02/10	383	343	0	343	3444	3977	533	46.00%	39.87%	326.73	400	48	7	97.78
10/02/10	383	386	0	386	3827	4363	536	46.00%	46.28%	299.84	410	42	7	97.43
11/02/10	0	0	0	0	3827	4363	536	0.00%	0.00%	404.38	185	55	7	96.88
12/02/10	0	0	0	0	3827	4363	536	0.00%	0.00%	141.44	0	38	4	96.98
13/02/10	383	243	0	243	4209	4605	396	46.00%	28.80%	78.36	242	44	2	0
14/02/10	383	351	0	351	4592	4957	364	46.00%	38.94%	126.31	261	57	3	96.87
15/02/10	383	460	0	460	4975	5417	442	46.00%	45.63%	247.32	680	54	6	97.33
16/02/10	383	0	0	0	5358	5417	60	46.00%	0.00%	346.36	158	68	6	0
17/02/10	383	0	0	0	5740	5417	-323	46.00%	0.00%	292.62	0	54	5	0
18/02/10	383	468	0	468	6123	5885	-238	46.00%	46.67%	28.84	468	57	0	0
19/02/10	383	423	0	423	6506	6308	-198	46.00%	42.20%	324.69	450	49	7	97.55
20/02/10	383	456	0	456	6888	6763	-125	46.00%	45.39%	283.81	950	62	3	96.88
21/02/10	383	430	0	430	7271	7193	-78	46.00%	42.78%	268.86	750	62	4	96.93
22/02/10	383	386	0	386	7654	7579	-74	46.00%	38.48%	343.88	780	57	6	97.98
23/02/10	383	53	0	53	8036	7632	-404	46.00%	6.18%	296.80	458	68	4	97.45
24/02/10	0	409	0	409	8036	8041	5	0.00%	48.69%	222.48	808	62	4	97.88
25/02/10	383	432	0	432	8419	8474	55	46.00%	42.93%	388.77	646	63	7	97.68
26/02/10	383	83	0	83	8802	8556	-246	46.00%	8.18%	386.41	380	63	7	96.77
27/02/10	383	483	0	483	9184	9039	-146	46.00%	47.92%	375.38	658	65	6	96.16
28/02/10	383	543	0	543	9567	9581	14	46.00%	53.89%	388.28	720	58	5	97.27
TOTAL	3881	0	0	3881	0	0	0	0.00%	0.00%	0	0	0	0	0.00
P. Méd	389	0	0	389					P. Méd	389				
P. Real	315	0	0	315					P. Real	314				
M. Ext	8939	0	0	8939										

Figura 2. Planilha para acompanhamento da produção.

3.2 Planilha para Edição de Receitas de Produção

A Figura 3 mostra a planilha que era utilizada para a criação e edição de receitas de produção.

Receita para ser usada nos silos 19/05/2011
Zerar SL 10 colocar mix do SL 30 e HBI SL 50(3º Aço)

Materiais	Número de toneladas Silo 19	Número de toneladas Silo 30	Número de toneladas Silo 50	Número de toneladas Silo 85
LAMA CST	295	295		
LAMA USIMINAS				
LAMA AÇOMINAS				
LAMA COSIPA				
FRIBI		260		
CAREPA EXTERNA				
CHUMBINHO (RFGI)				
LAMA FINA (ETL)	100	100		
MIX DO PÁTIO				
CONCENTRADO DE GUSA				
CAREPA INTERNA				138
CAREPA FINA D. MANGA				
FINOS DE AÇO INTERNO				

MIX para os silos	Silos	%	Ton. h	PED.
	Silo 19	30,5%	11,2	PROB
	Silo 30	30,5%	11,2	35
	Silo 50	26,0%	9,6	37
	Silo 85	13,0%	4,8	Melaço
	Silo 870	8%	3,00	3,2%
Total		100,0%		

	Fe Total	Fe Metal	Total "Zn"	Total "S"
	71,07	41,06	0,104	0,072

Análise Química dos Materiais

MATERIAS	t	%	Fe Total	Fe Metal	Cu	Zn	C	S
LAMA CST	410,0	41,00%	82,50	78,08	10,670	0,854	1,248	0,870
LAMA USIMINAS	0,0	0,00%	79,70	65,00	12,950	0,189	1,030	0,929
LAMA AÇOMINAS	0,0	0,00%	71,20	65,00	12,20	0,132	1,00	0,823
LAMA COSIPA	0,0	0,00%	73,00	58,30	3,117	0,820	0,837	0,828
FRIBI	260,0	26,00%	79,70	42,00	0,550	0,897	0,681	0,817
CAREPA EXTERNA	0,0	0,00%	72,60	2,36	1,820	0,836	0,189	0,843
CHUMBINHO (RFGI)	0,0	0,00%	69,00	68,00	0,001	0,001	0,025	0,025
LAMA FINA (ETL)	200,0	20,00%	68,00	8,27	6,80	0,42	2,67	0,864
MIX DO PÁTIO	0,0	0,00%	78,4	7,32	2,8	0,94	1,04	0,818
CONCENTRADO DE GUSA	0,0	0,00%	68,00	0,00	0,011	1,320	0,232	0,000
CAREPA INTERNA	138,0	13,80%	71,60	3,11	1,65	0,822	0,43	0,919
CAREPA FINA D. MANGA	0,0	0,00%	72,00	2,36	1,820	0,836	0,189	0,843
FINOS DE AÇO INTERNO	0,0	0,00%	69,00	68,00	0,001	0,001	0,025	0,025
PO de Aço (POHF - POHF - BHT)	0,0	0,00%	28,84	2,33	6,840	0,840	0,150	0,380
Total	1000,0	100,0%	75,46	45,68	6,11	0,911	1,27	0,928

Figura 3. Planilha para edição de receitas.

3.3 Planilha para Relatório Diário

A Figura 4 mostra a planilha que era utilizada para elaborar o relatório diário operacional.

Arcelor Mittal Tubarão – AMT
Relatório Operacional da Briquetagem II
DATA: 01/02/10

Item	Dia Plano	Dia Real	Diferença	Mes Plano	Mes Real	Diferença	Int.Prev.	I.Disp.Dia	I.Disp.Mês
383	429,56	46,88	382,68	430	47		40,00%	42,8%	42,8%

Item	Produção	Consumo Mat
0	0	0
653,91	654	0
653,91	654	0

Unidade (%)	Torno de 00:00h às 06:00h	Torno de 06:00h às 18:00h	Torno de 18:00h às 24:00h
0	0	0	0
653,91	654	0	11,02
653,91	653,91	0	11,02

Produção	Consumo Mat
0	0
653,91	654
653,91	654

Paradas e/ou ocorrências do turno de 00:00h às 06:00h	Motivos	Respostas
00	Falta de lama grossa	00

Figura 4. Planilha para relatório diário.

4 O NOVO SISTEMA DE CONTROLE

O novo sistema foi desenvolvido de forma a eliminar o uso dessas planilhas, realizando a aquisição automática dos dados da planta e fazendo a integração com outros sistemas já existentes visando permitir à operação a geração automática do relatório diário.

Abaixo será descrita como foi feita a modelagem do sistema, a arquitetura utilizada e alguns exemplos de telas e funcionalidades que foram implementadas.

4.1 Arquitetura e Tecnologias

O sistema foi desenvolvido utilizando uma arquitetura cliente servidor (Figura 5).

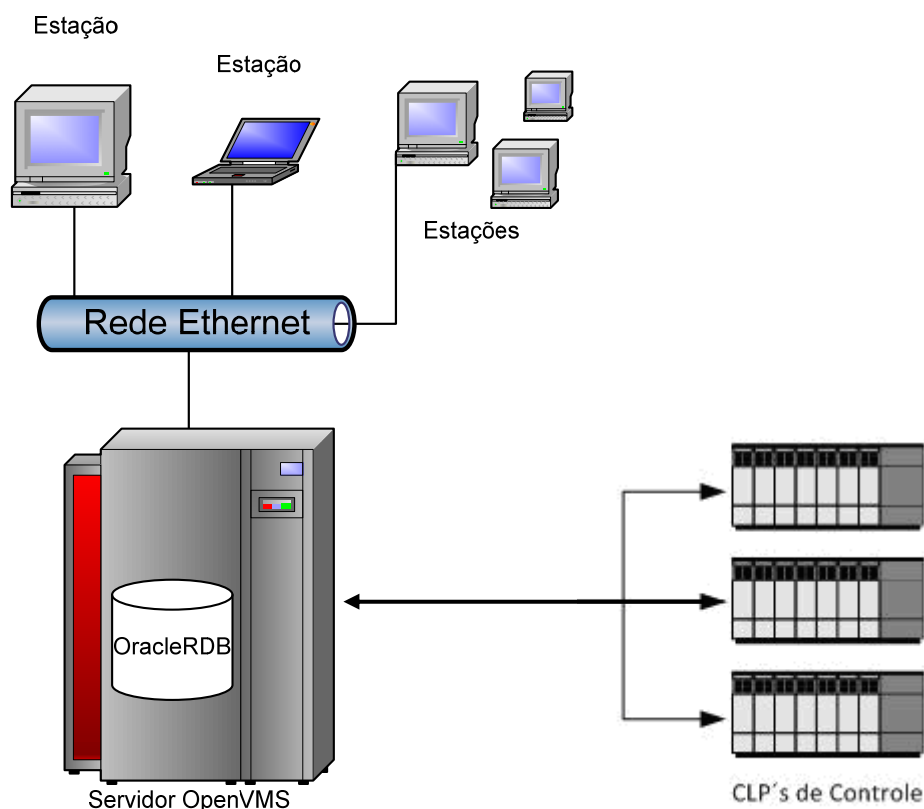


Figura 5. Arquitetura cliente/servidor.

O servidor é responsável por fazer a aquisição de dados e eventos dos PLC's da área e armazenar essas informações periodicamente no banco de dados. Essa camada foi desenvolvida utilizando o seguinte conjunto de ferramentas já utilizadas e consolidadas pela área de automação:

- sistema operacional: OpenVMS v7.3-2;
- banco de dados: Oracle RDB v7.1-52;
- linguagem de programação: Fortran;
- PLC: Allen-Bradley SLC-5/05;
- comunicação com PLC: Basestar v3.4 + Interchange; e
- *software* de comunicação com outros sistemas: Bea Message Queue (BMQ).

A camada do cliente foi desenvolvida utilizando a arquitetura MVC, seguindo a arquitetura mostrada na Figura 6.

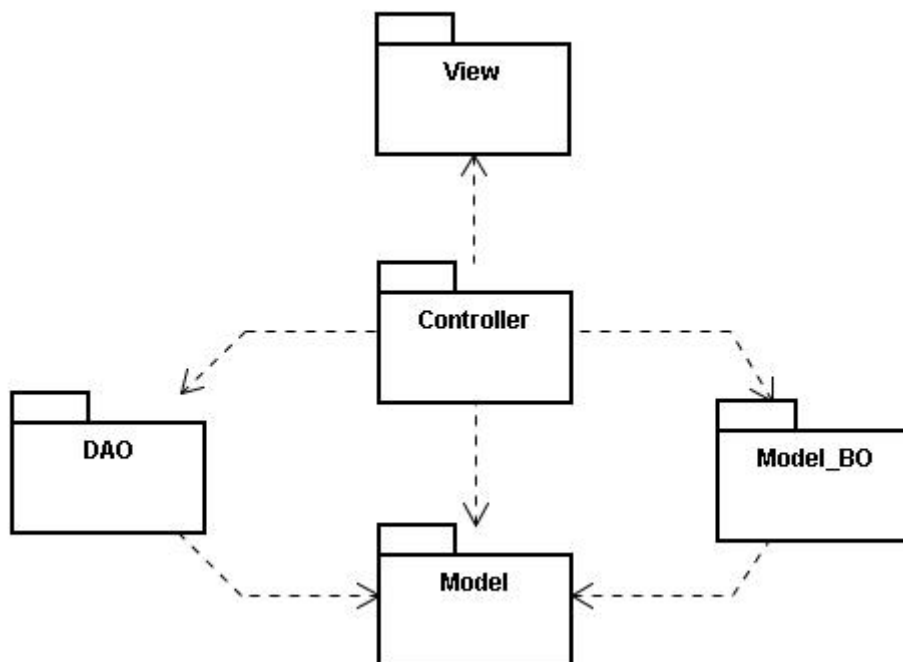


Figura 6. Arquitetura MVC utilizada no cliente.

Para essa camada foi utilizado um conjunto de novas ferramentas e metodologias conforme listado abaixo:

- sistema operacional: Windows XP;
- linguagem de programação da interface: Java 1.6;
- ambiente de desenvolvimento: IDE Netbeans 6.9;
- gerador de relatórios: JasperReports;
- gerador de gráficos: JFreeChart;
- acesso a base de dados: Hibernate;
- geração de logs do sistema: Log4J; e
- driver de comunicação com banco de dados: Oracle JDBC para RDB.

4.2 Modelagem

Toda a modelagem e documentação do novo sistema foi feita utilizando a linguagem UML.

4.2.1 Funcionalidades

O primeiro passo para o desenvolvimento do sistema foi a identificação de todos os controles que eram feitos utilizando as planilhas e de todas as informações necessárias para a elaboração de relatório da planta.

A listagem abaixo mostra todas as funcionalidades que foram identificadas e desenvolvidas no novo sistema:

- cadastro de usuários: é responsável por fazer a gerência dos usuários, permitindo a inclusão, exclusão, alteração e visualização dos mesmos;
- controle de permissões: é responsável por fazer a gerência das permissões que os grupos de usuários possuem em cada uma das funcionalidades do sistema;

- cadastro de parâmetros: é responsável por fazer a gerência dos parâmetros e metas necessários para o funcionamento do sistema, mantendo o histórico das alterações realizadas pelos usuários, permitindo a inclusão, exclusão, alteração e visualização dos parâmetros e histórico;
- cadastro dos turnos de produção: é responsável por gerenciar os turnos de produção existentes, permitindo excluir, incluir, alterar e visualizar os turnos existentes;
- cadastro de materiais, peneiras e elementos: é responsável por gerenciar os materiais que serão utilizados pela briquetagem, fazendo também a configuração das análises químicas e físicas dos mesmos;
- consulta de dados de processo: é responsável por realizar consultas de dados genéricas, ele permitirá a consulta dos dados de todas as *tags* que possuem valores no período de 5 minutos, horário e diário, podendo dessa forma verificar a tendência de cada uma delas;
- cadastro de *tags*: é responsável pelo gerenciamento das *tags* do sistema, permitindo a inclusão, exclusão, alteração e visualização dos dados;
- cadastro de tipos de briquetes: é responsável pelo gerenciamento dos tipos de briquetes que podem ser produzidos, permitindo a inclusão, exclusão, alteração e visualização dos dados;
- controle de finos: é responsável pelo controle de finos da briquetagem, permitindo a inclusão, exclusão, alteração e visualização dos dados, e está representado na planilha de controle diário na aba “controle de finos”;
- dados de produção e consumo (resumo): é responsável pela exibição dos dados diários consolidados de produção e consumo;
- plano de produção: é responsável por fazer a gerência do plano de produção, permitindo a inclusão, exclusão, alteração e visualização das informações;
- análises físico-químicas dos materiais (Laboratório): é responsável por fazer a gerência das análises químicas e físicas dos materiais e briquetes produzidos;
- *shatter test*: é responsável por fazer todo o gerenciamento dos testes de *shatter* realizados, permitindo a inclusão, alteração, exclusão e visualização dos dados;
- matérias-primas: é responsável por fazer a gerência do consumo das matérias primas utilizadas na briquetagem;
- materiais adquiridos: é responsável por exibir os materiais que foram recebidos na ArcelorMittal Tubarão cujo destino é a briquetagem. Esses recebimentos ficam armazenados no Sistema das Balanças Rodoviárias BR1 e BR2 - SISBAL e são exibidos na briquetagem para consulta;
- controle de paradas: é responsável por fazer a gerência de todas as paradas da planta da briquetagem. Nele será possível incluir, excluir, alterar e visualizar as informações das paradas, assim como gerar relatórios para a operação;
- temperaturas: é responsável por fazer a consulta e exibir as médias diárias da vazão de gás e temperaturas;
- relatório diário: é responsável por gerar o relatório diário operacional da briquetagem, que exibe a totalização da produção e consumos do dia, permitindo ao usuário realizar a entrada de algumas informações e consultar os dados;
- receita para produção: é responsável por simular o carregamento dos silos através da criação de receitas, de forma a atender a qualidade do briquete e o consumo de materiais necessários; e

- consulta de receitas executadas: é responsável por permitir ao usuário a consulta das informações de todas as receitas que já foram executadas.

4.2.2 Casos de uso

O sistema foi dividido em módulos e cada módulo possui determinadas categorias. Para facilitar o entendimento da divisão dos módulos, os casos de uso também foram divididos seguindo essa mesma filosofia de separação. Assim, os diagramas de casos de uso foram modelados de forma que cada um represente um módulo operante do sistema contendo suas respectivas categorias.

Como no sistema existe um módulo responsável pela configuração de permissões de usuários, os atores exibidos nos casos de uso foram sempre mostrados no papel de administrador, pois as permissões de outros atores irão depender exclusivamente ao grupo a que pertencem. Foi elaborado um caso de uso para cada um dos módulos do sistema conforme pode ser visto no exemplo da Figura 7.

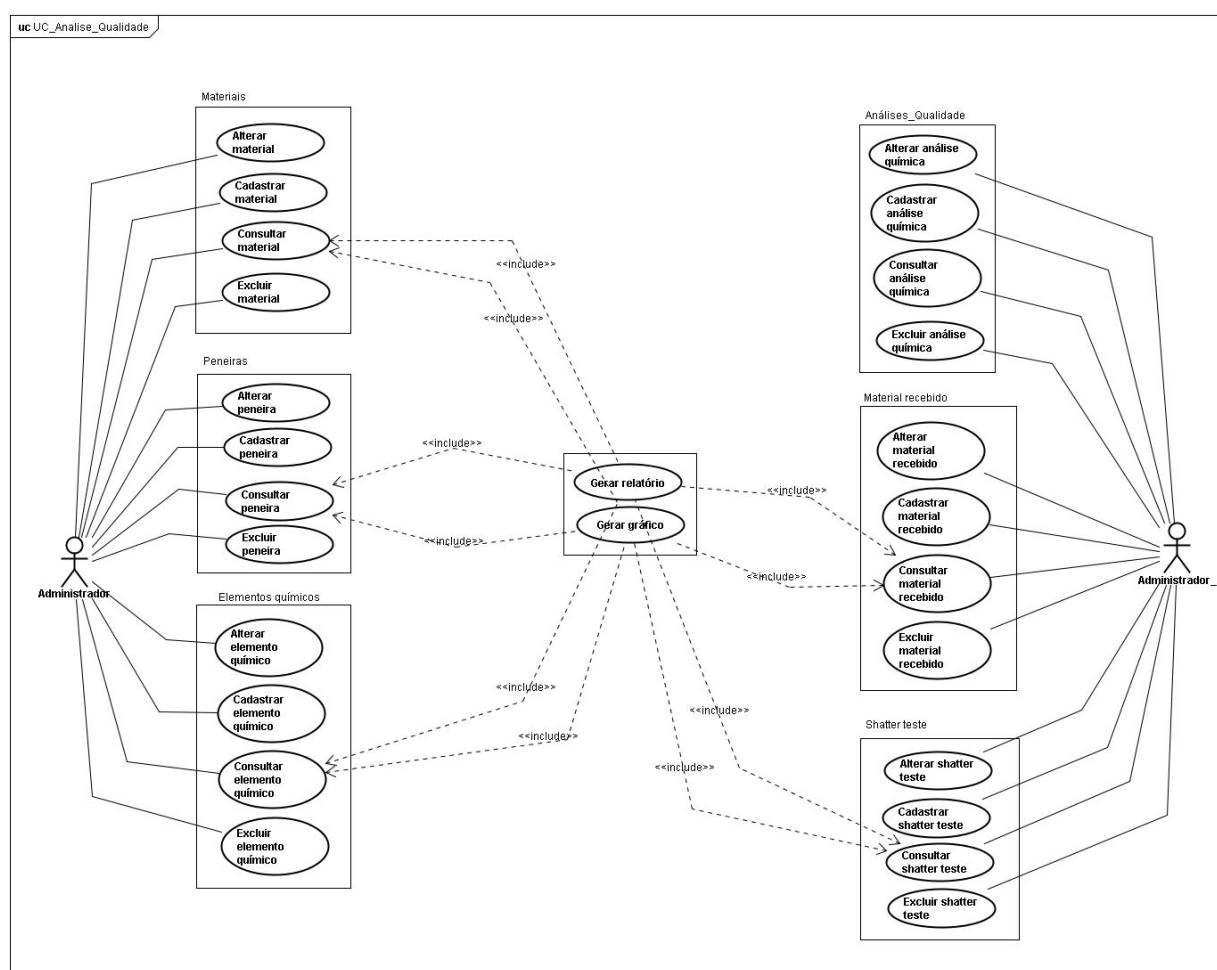


Figura 7. Caso de uso para o módulo de análises de qualidade.

4.2.3 Diagramas de classe

Como uma forma de determinar as classes que deveriam existir e como é a interação entre elas, foi desenvolvido um diagrama de classe para cada um dos módulos do sistema (Figuras 8 e 9).

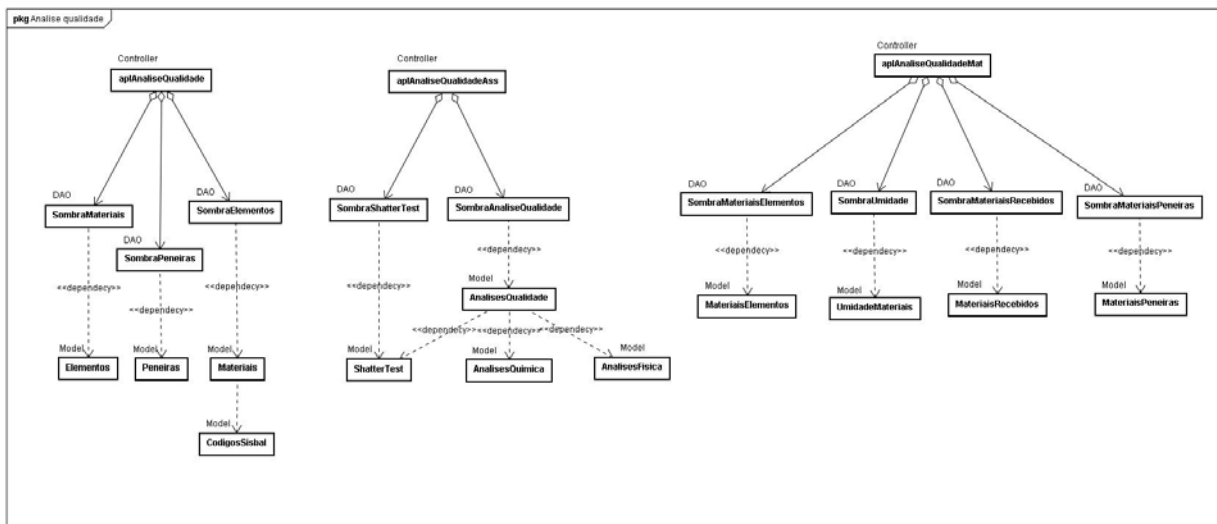


Figura 8. Diagrama de classe para o módulo de análises de qualidade.

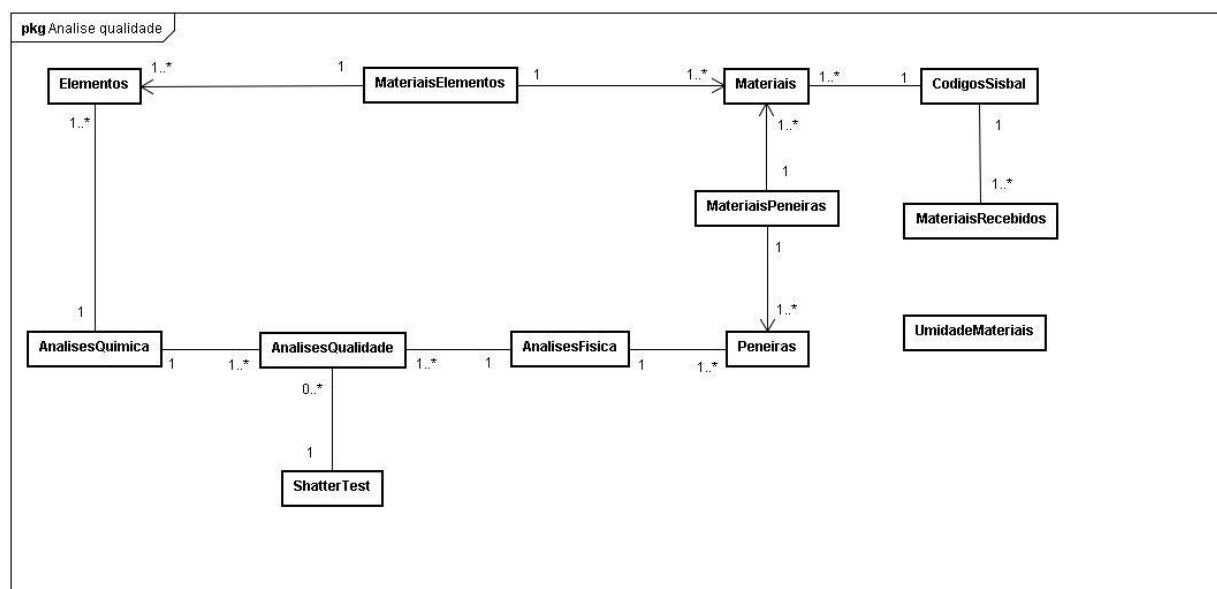


Figura 9. Diagrama de classe para o módulo de análises de qualidade.

4.2.4 Diagramas de sequencia

O diagrama de seqüência mostra o comportamento do sistema ao longo do tempo quando uma determinada solicitação é feita. Foi elaborado um único diagrama de seqüência para todo o sistema, visto que todos os módulos possuem o mesmo funcionamento. O diagrama da Figura 10 mostra a interação entre as camadas MVC e DAO.

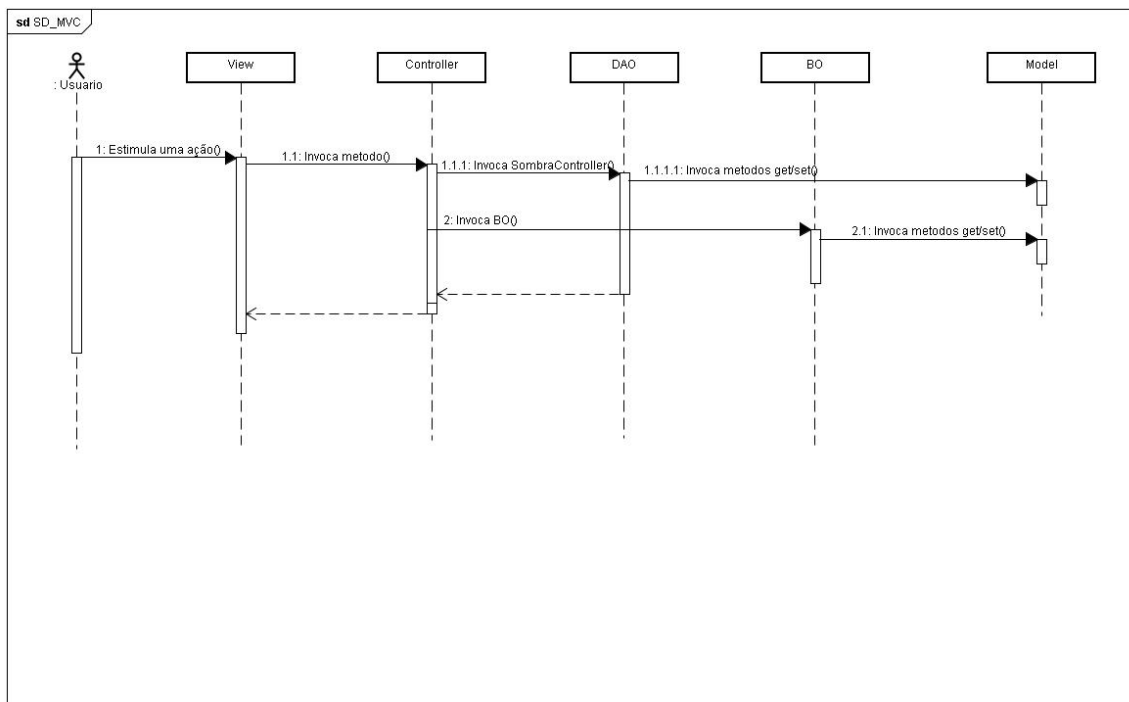


Figura 10. Representação da arquitetura do sistema como diagrama de seqüência.

4.3 Exemplos de Telas

A seguir mostramos algumas telas elaboradas para o novo sistema e a comparação com as planilhas em Excel que eram anteriormente utilizadas para controle da planta.

4.3.1 Controle de finos

A Figura 11 mostra uma comparação entre a planilha que era utilizada para realizar o controle de finos da planta e a tela do novo sistema.

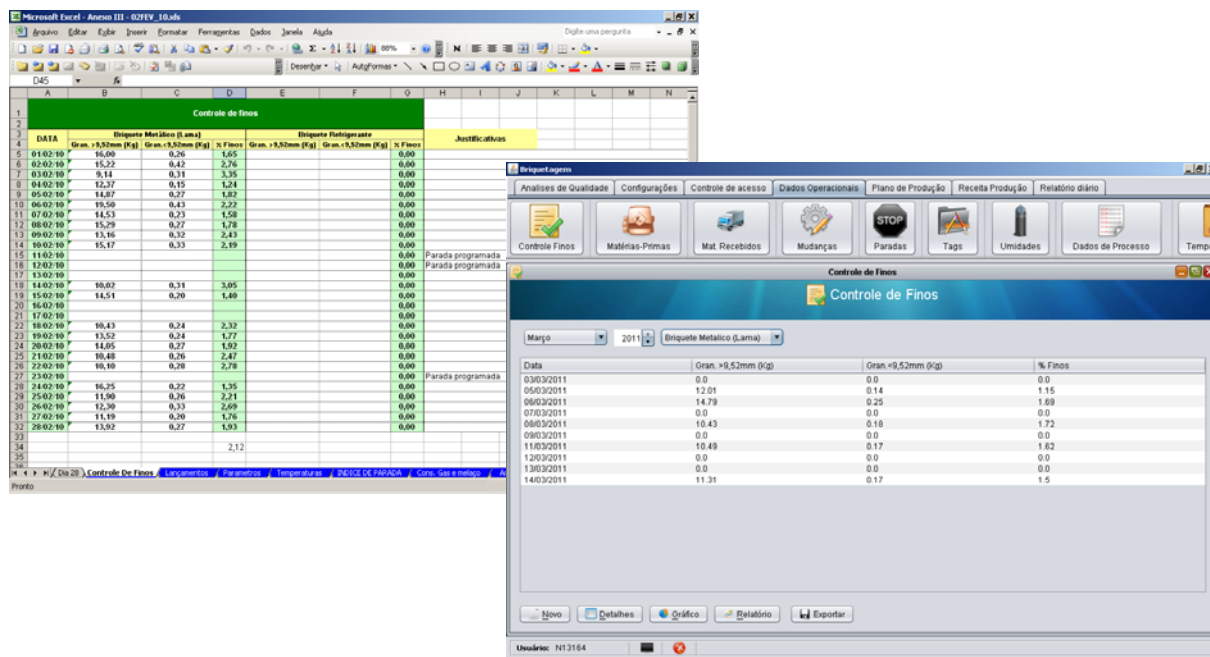


Figura 21. Tela de controle de finos.

4.3.4 Receitas para produção

A Figura 14 mostra uma comparação entre a planilha que era utilizada para criação de novas receitas e a tela do novo sistema.

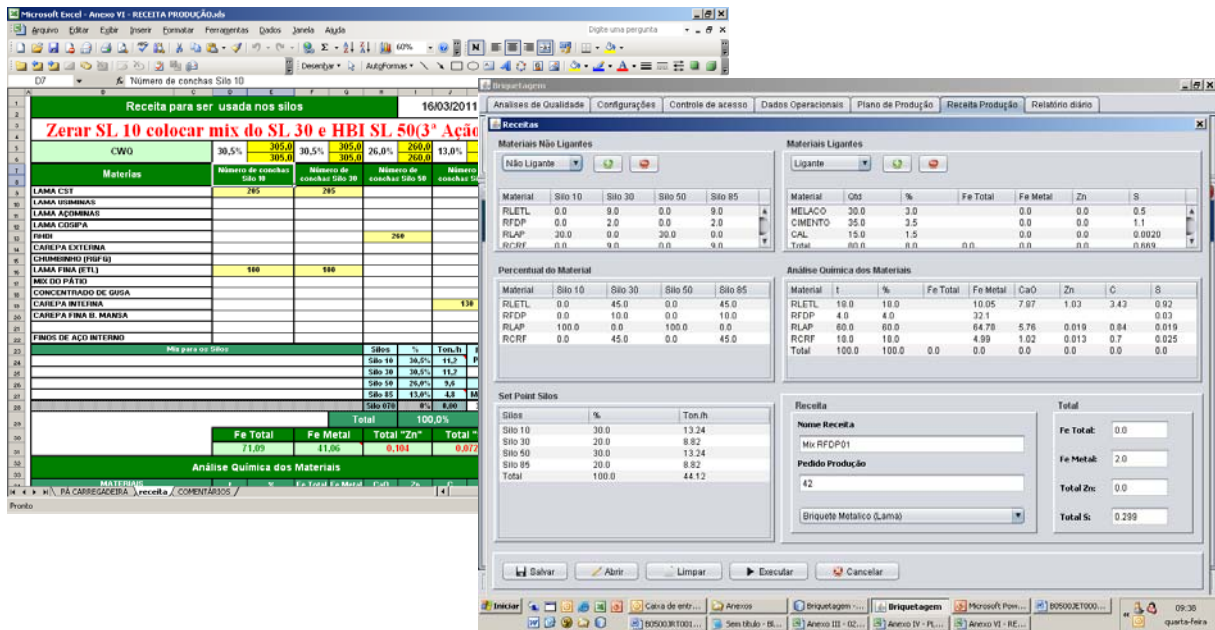


Figura 54. Tela para elaboração das receitas de produção.

4.3.5 Relatório diário

A Figura 15 mostra uma comparação entre a planilha que era utilizada para elaborar o relatório diário e o relatório gerado automaticamente pelo novo sistema.

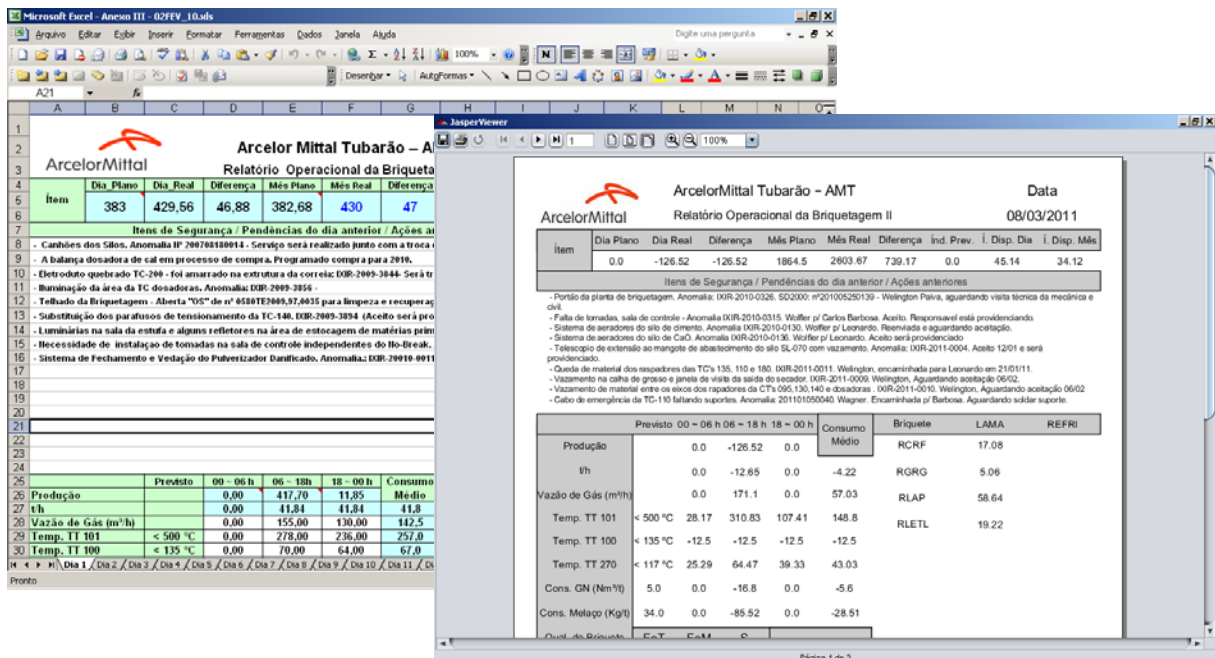


Figura 65. Tela do relatório diário da planta.

5 DESAFIOS

O desenvolvimento e implantação desse sistema representaram alguns desafios que tiveram que ser superados pela equipe de automação.

O primeiro deles foi a adequação ao novo paradigma de programação, uma mudança de uma linguagem procedural como o Fortran e C para a orientação a objetos do Java. Para isso foram realizados treinamentos em todas as ferramentas e tecnologias que seriam utilizadas.

Outro desafio encontrado foi a integração da interface, utilizando novas tecnologias (Java e Hibernate), com o banco de dados Oracle RDB, rodando num sistema operacional OpenVMS. Essa integração só foi possível com a utilização do *driver* JDBC nativo do RDB, tanto no cliente como no servidor e a atualização da versão do banco de dados para uma versão mais atual.

6 CONCLUSÃO

A implantação desse novo sistema possibilitou a ArcelorMittal Tubarão abandonar os controles manuais que eram feitos utilizando planilhas em Excel, automatizar uma série de atividades através da integração com outros sistemas existentes e a aquisição de dados e eventos dos PLC's de forma automática.

O próximo passo do projeto consiste na migração do servidor para novas tecnologias, abandonando o uso de ferramentas obsoletas.

REFERÊNCIAS

- 1 Site corporativo da ArcelorMittal Tubarão (www.arcelormittal.com/br/tubarao) – extraído em 19/05/2011