

# SICLA\_LCB – PROJETO MES DA ÁREA DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DE BLOCOS E BEAM BLANKS <sup>1</sup>

*Felipe Cordeiro Amorim<sup>2</sup>*

*Mario Hermes Rezende<sup>3</sup>*

*Neio Lúcio Sá<sup>2</sup>*

*Selma Marchette da Silva Marinho<sup>4</sup>*

## **Resumo**

Este trabalho descreve as fases do projeto e as técnicas utilizadas para a criação do Sistema MES do Lingotamento Contínuo de Blocos e Beam Blanks (LCB) da Aciaria da Gerdau Açominas em Ouro Branco, MG. Sistema responsável por garantir a operação do processo produtivo através de seus vários módulos, que estão integrados aos sistemas de Automação e Controle e Gestão (SAP R/3 - Enterprise Resource Planning). Desde a concepção do projeto, foram adotadas duas metas de trabalho para serem cumpridas. A primeira, de aspecto funcional, nos levou a criação de um sistema extremamente prático, de simples e rápida utilização, que exigisse o mínimo de tempo possível do operador do processo para digitação de dados. Com suas funcionalidades desenhadas para atender fielmente às necessidades da equipe de operação. Garantindo performance, informações em tempo real, indicadores, além de agilidade para tomada de decisão. A segunda meta, de aspecto tecnológico, foi a adoção das melhores práticas de análise e programação orientadas por objetos e a criação de um padrão responsável por mapear as tabelas de um banco de dados relacional para objetos, utilizando as práticas preconizadas no estudo dos Design Patterns. A utilização deste padrão permitiu a consecução do projeto em menor prazo comparado aos projetos anteriores devido às características intrínsecas da análise orientada a objetos, tais como: herança, polimorfismo e encapsulamento. Este padrão permite o reaproveitamento de classes para outros projetos, onde hoje, tem-se 50% das classes de acesso a banco e manipulação de objetos pertinentes ao processo de Aciaria, já prontas.

**Palavras-chave:** MES; Padrão; Objetos.

## **SICLA\_LCB – MES PROJECT FROM BLOOM AND BEAM BLANK CONTINUOUS CASTING MACHINE**

### **Abstract**

This paper describes the project phases and the techniques used for the creation of the Bloom and Beam Blank Continuous Casting Machine MES System (LCB) of Gerdau Açominas Steelmaking Plant in Ouro Branco, MG. This system is responsible to guarantee the productive process operation through its various modules that are integrated to the Automation, Control and Management Systems (SAP R/3 - Enterprise Resource Planning). Since the beginning of this project there have been two work goals to be met which were adopted. The first one, looking at the functional point of view, led us to the creation of a system extremely practical, simple and quick to use that would demand the minimum possible time spent for data typing from the process operator. Its functionalities were designed to strictly meet the needs of the operation team guaranteeing performance, real time information, indicators besides speed for decision making. The second goal, looking at the technological point of view, was the adoption of the best object oriented analysis and programming practices as well as the generation of a standard responsible for mapping the tables of a relational data base for objects, using the recommended practices in the Design Patterns study. The use of this Pattern has allowed this project execution in less time compared to previous projects due to the intrinsic characteristics of the object oriented analysis, such as: inheritance, polymorphism and encapsulation. This Pattern allows class reuse for other projects, where nowadays 50% of the data base access classes and object manipulation related to the Steelmaking process have already been made.

**Key words:** MES; Pattern; Objects.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XI Seminário de Automação de Processos, 3 a 5 de outubro, Porto Alegre-RS*

<sup>2</sup> *Analista de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas*

<sup>3</sup> *Gerente de Tecnologia de Informação – Gerdau Açominas*

<sup>4</sup> *Chefe da Área de Sistemas Industriais – Gerdau Açominas*

## INTRODUÇÃO

A máquina de Lingotamento Contínuo de Blocos e Beam Blank da Gerdau Açominas foi concebida para garantir a produção de 1,5 milhões de toneladas de aço/ano, gerando peças com cortes otimizados para as linhas de Laminação Primária e Laminação de Perfis.

Para garantir o controle e acompanhamento da produção com eficácia, possibilitando agilidade na entrega de produtos de alta qualidade, para as áreas clientes, foi necessária a implantação de um sistema MES altamente integrado aos sistemas de Controle e Supervisão do Chão de Fábrica (níveis 1 e 2) e ao Sistema de Gestão - SAP/R3 (ERP), permitindo assim, a monitoração de performance do negócio, auxiliando no gerenciamento e nas tomadas de decisões. Para construção deste sistema MES, foram adotadas práticas de análise e desenvolvimento de sistemas orientados por objetos e a criação de um padrão de projeto que garantiu agilidade na entrega do software.

O gerenciamento e o acompanhamento de todas as atividades do projeto foram realizados através do Escritório de Projetos de TI (EPTI). O EPTI é suportado pela solução otimizada para os processos de TI da Gerdau Açominas, baseado na ferramenta Microsoft Office EPM (Enterprise Project Management) e nos conceitos de gerenciamento de projetos do PMI (Project Management Institute).

## O FLUXO DA INFORMAÇÃO NA ACIARIA

A Figura 1 resume o fluxo da informação da produção na Aciaria da Gerdau Açominas, destacando-se o processo do LCB (verde):

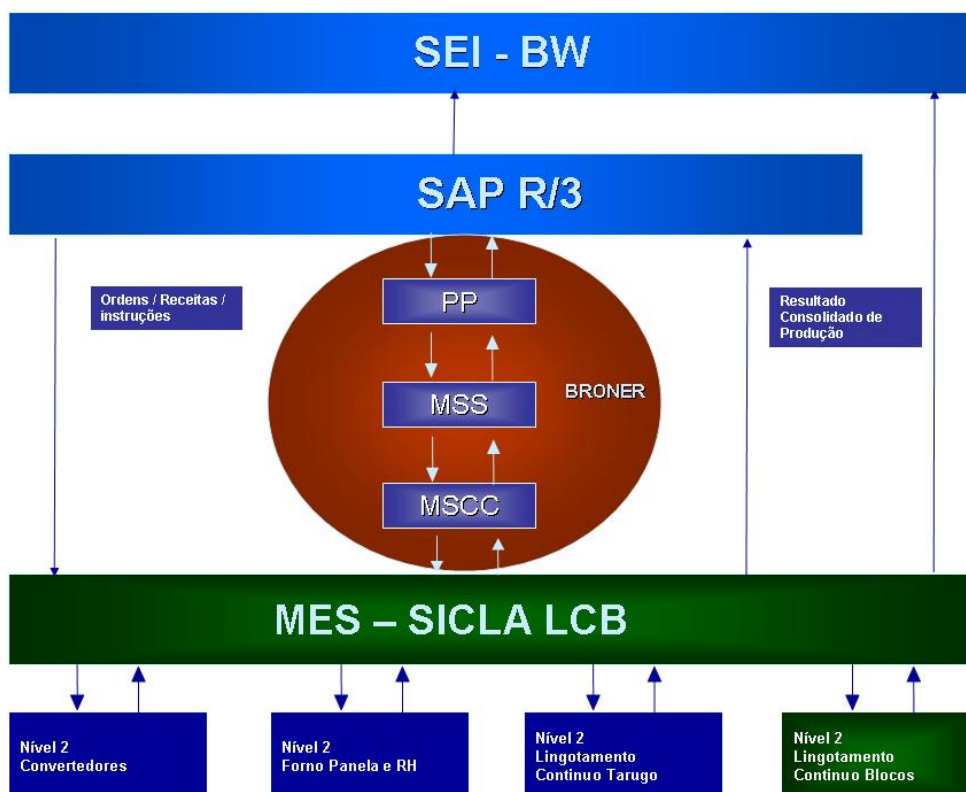


Figura 1 – Fluxo de informação na Aciaria

Depois do cadastro de pedidos, ordens de produção e receitas são criadas levando em consideração a necessidade de cada cliente. Estes dados, juntamente com as instruções de processos e rotas, são enviados do R/3 aos sistemas: Sicla Convertedor, Sicla LCB e BRONER.

O BRONER é composto por três módulos responsáveis por:

- Production Planning (PP) – Planejamento da produção (até 60 dias);
- Production Programming (MSS) – Programação da produção (até 10 dias - normalmente 2 a 3 dias);
- Melt Shop Control Center (MSCC) – Coordenação de 1 a 3 dias da programação enviada pelo MSS (podendo chegar a 6 dias em feriados prolongados), levando-se em conta os desvios ocorridos nos processos e quebra de equipamentos.

Estes três módulos trabalham juntos lendo a programação inicial feita pelo R/3 e otimizando uma seqüência de produção para as próximas semanas, dias e horas, respectivamente.

O sequenciamento de produção otimizado pelo MSCC é enviado ao SICLA Convertedor, onde o operador da programação de produção faz os ajustes finais após análise da situação atual da Aciaria. Logo após, o sequenciamento é enviado ao Sistema de Controle dos Convertedores (Nível 2) onde o mesmo utiliza estas informações para produzir o aço líquido para atendimento ao pedido do cliente. Este sequenciamento também é enviado ao sistema de controle (Nível 2) das áreas envolvidas, como: Forno Panela, RH, Estação de Borbulhamento e Lingotamentos. E cada uma destas áreas, está integrada ao seu respectivo módulo MES (SICLA), como: Sicla Convertedores, Sicla Lingotamento Contínuo de Tarugos e Sicla Lingotamento Contínuo de Blocos e Beam Blanks.

Esta Integração permite que os dados gerados pelo processo (adquiridos dos PLCs) sejam enviados do nível 2 (controle) para o nível 3 (MES). E respectivamente, após a consolidação da produção, estes dados sejam enviados ao R/3.

Em várias etapas do processo, são criados pontos de controle de qualidade do material. Estas informações se resumem em: resultados de análises químicas, dimensões do material produzido, previsto x realizado, etc. E os eventos reais de cada uma destas etapas, até a Laminação, são retornados ao OLC para efeito de ajustes na coordenação da produção.

Todos estes módulos estão integrados ao SEI/BW (Sistema Estratégico de Informação), que garante a visualização dos dados de produção ao corpo gerencial da empresa de indicadores: de produção diária, rendimento, dados de paradas e disponibilidade de equipamentos.

## **RESPONSABILIDADES DO SISTEMA MES LCB**

O sistema MES do LCB (SICLA-LCB), está integrado ao sistema de controle (nível 2) da máquina de Lingotamento Contínuo de Blocos, através do software de gerenciamento de filas de mensagens (IBM MQSeries) que possibilita a troca de mensagens entre diferentes níveis de rede, permitindo que o sistema SICLA-LCB envie dados de ordens de produção e receitas para que o nível 2 possa utilizá-los durante o lingotamento de um determinado tipo de aço e que durante cada fase do processo, o SICLA-LCB, possa receber todos os dados relativos ao lingotamento, como: dados de distribuidor, peças, panela, análises químicas, temperaturas, paradas, etc.

No SICLA-LCB os operadores podem confirmar paradas registradas pela máquina de lingotamento e também fazer o lançamento de novas quando necessário. Além de terem acesso a vários relatórios e consultas, configurados por período, ordens, corridas, tipo de Lingotamento, painéis de aço, etc. O que lhes possibilita correções e ajustes nas informações geradas pela máquina de Lingotamento.

A partir deste instante os operadores podem finalizar e consolidar os dados de produção, prosseguindo com envio destes para o R/3 e para as áreas clientes, como Laminações e Acabamento.

## PROJETO E ANÁLISE DO SISTEMA

Com a utilização de metodologias modernas de desenvolvimento de software, denominadas metodologias ágeis, alinhadas à poderosa linguagem de modelagem UML, surgiu uma abordagem diferente para a modelagem e desenvolvimento de sistemas. Ao invés de gastarmos um enorme tempo tentando especificar detalhadamente todos os requisitos do sistema, a proposta foi iniciar o mais rapidamente possível o desenvolvimento, a partir dos requisitos mais críticos para o negócio e criar os diagramas que fossem mais relevantes para a organização. Tudo isso foi simplificado com a utilização de releases para a construção do software. Os processos de análise e desenvolvimento do sistema SICLA LCB, foram baseados nos segmentos da metodologia ágil (RAD - Rapid Application Development), chamada GRAPPLE, que tem como principal característica, a entrega de versões do software logo na primeira release. A Figura 2 exemplifica como um grande pacote de entregas pode ser dividido em porções menores, garantindo a qualidade e facilitando o gerenciamento.

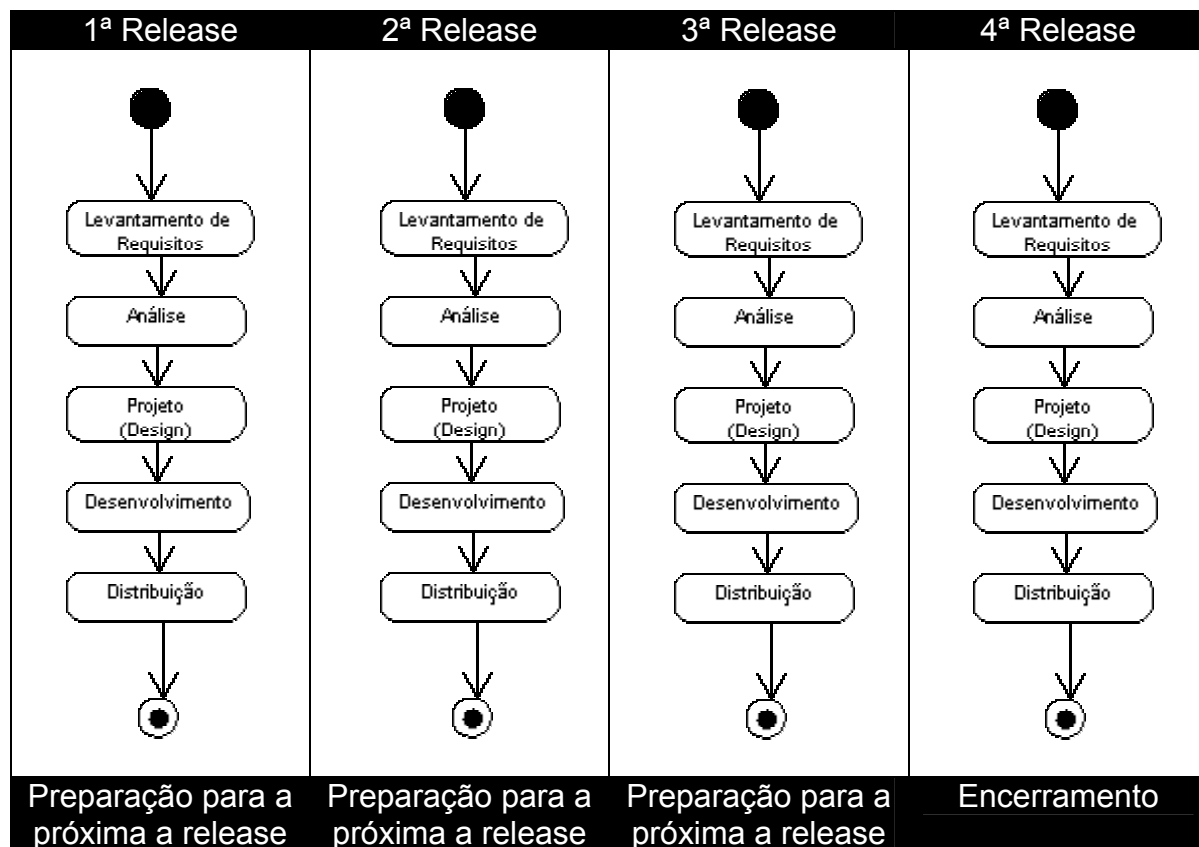


Figura 2 – Divisão do projeto em releases

Vale lembrar que as metodologias antigas eram baseadas na Engenharia da Informação (EI), que era bastante limitada. Pois a premissa mais importante da EI, ao atacar o problema de informatização de um processo, era obtenção do Modelo de Dados. Que despendia tempo excessivo do time do projeto, muitas vezes levando a perda do foco e objetividade. Sendo que com as metodologias ágeis, o importante é identificar os objetos do negócio e suas funcionalidades utilizando os conceitos da modelagem OO.

A divisão do projeto em entregas menores (releases) orientou a equipe de desenvolvimento, composta por um analista/desenvolvedor e dois programadores, durante cada fase do projeto, garantindo sempre entregas dentro do prazo e a satisfação do cliente. Durante cada release, foram feitas reuniões com os usuários responsáveis, onde eles expressavam suas necessidades e a equipe de desenvolvimento logo criava um diagrama de caso de uso, detalhando seu funcionamento descrevendo o objetivo, fluxo principal e fluxos alternativos. A Figura 3 exibe o diagrama de casos de usos das funções de cadastro do sistema.

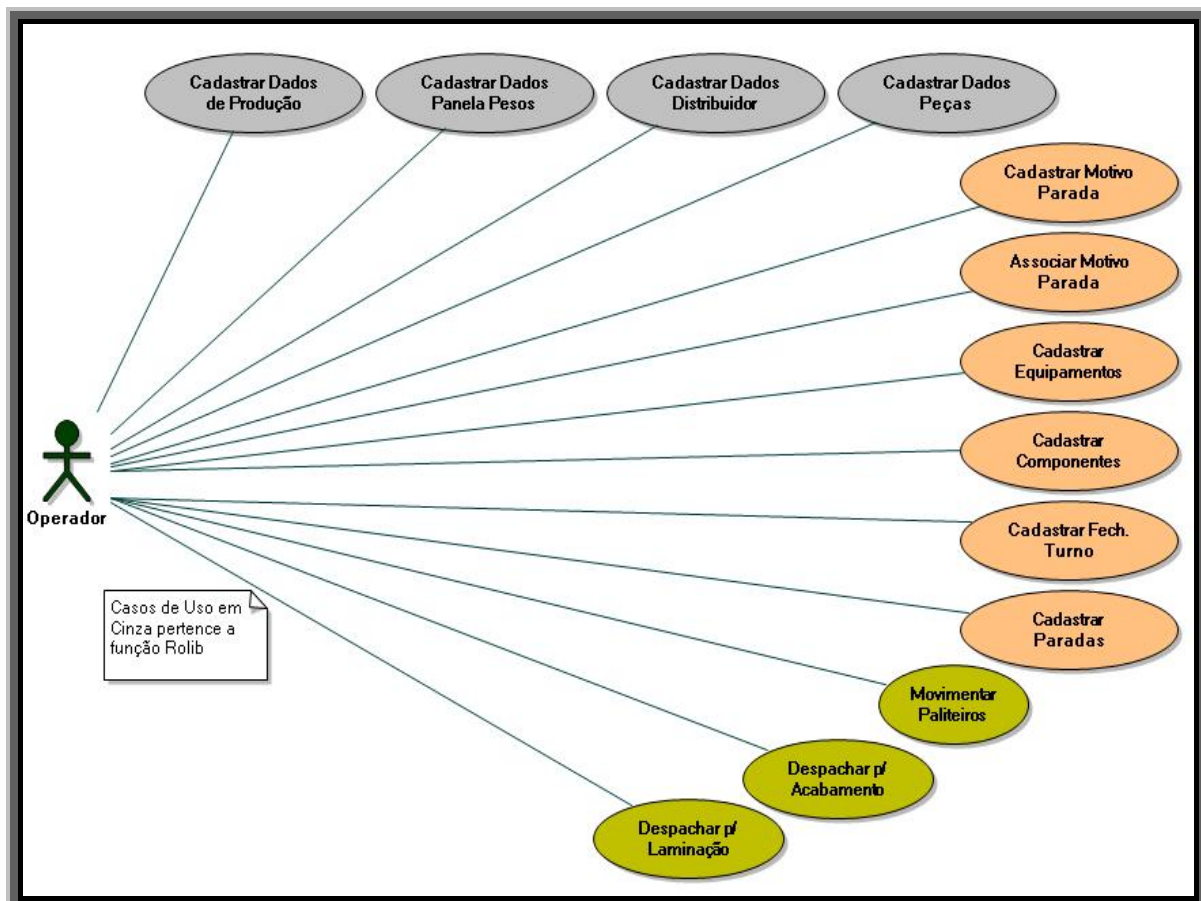


Figura 3 – Diagrama de Caso de Uso

## DESENVOLVIMENTO E TECNOLOGIA DO SISTEMA

O módulo SICLA-LCB foi desenvolvido com a utilização da ferramenta Borland Developer Studio 2006. Dentro desta solução, a linguagem de programação escolhida foi o Delphi .Net, por conter os principais recursos e facilidades para a implementação de um software orientado por objetos: herança, polimorfismo e encapsulamento. E o SGBD utilizado para suportar todas as tabelas do negócio foi o SQL Server 2000.

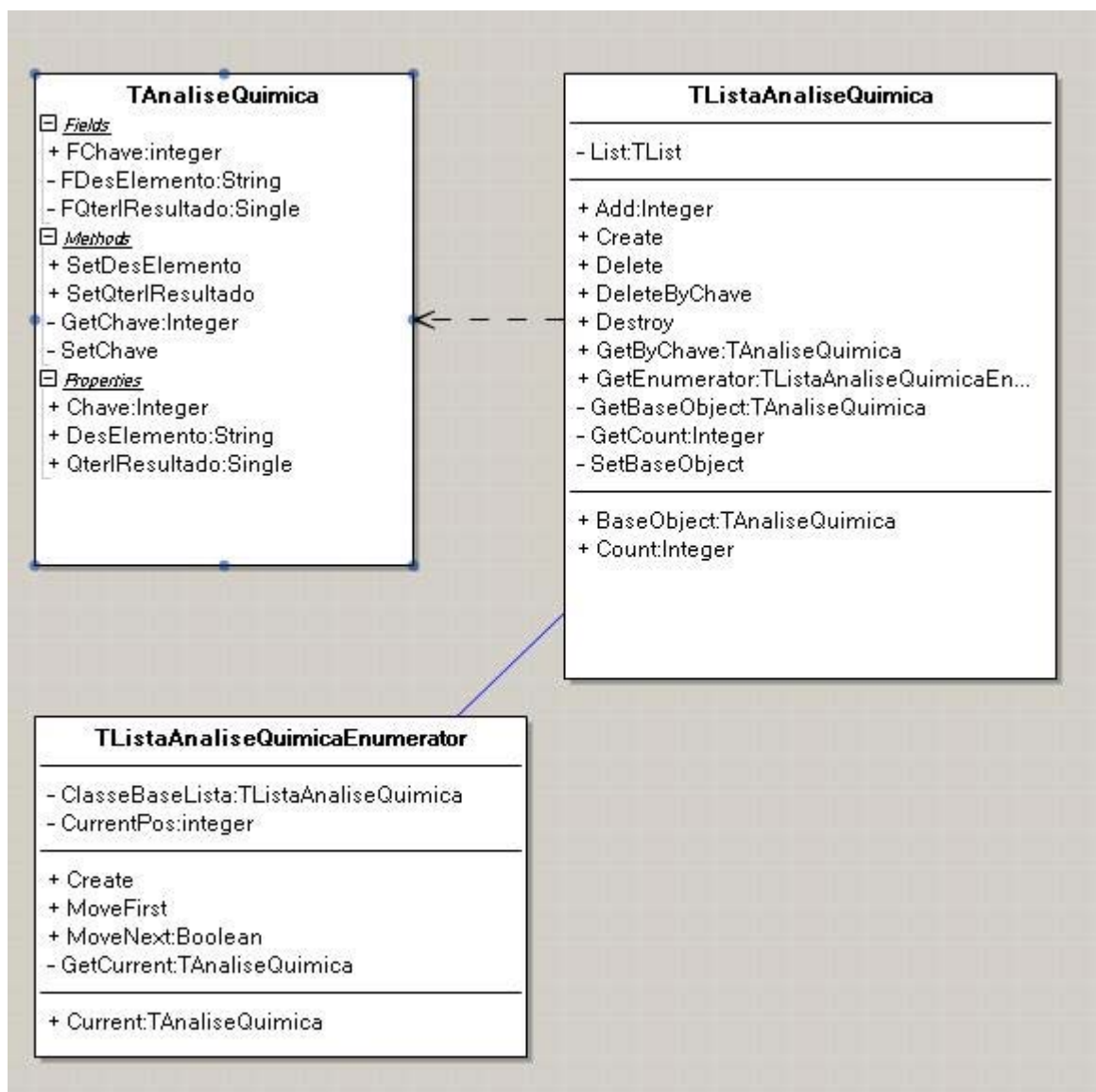
A ferramenta também contém o Together Engine, que nos auxiliou na criação de um padrão de projeto (Design Pattern) responsável por mapear as tabelas do banco de dados relacional em objetos dentro de classes de negócio. Desta forma o tempo de desenvolvimento foi consideravelmente reduzido. Resumidamente este padrão trabalha com 3 classes para implementação de cada objeto:

**1ª) Classe Base:** recebe todos os atributos de uma tabela e os transforma em membros da classe. Possui os métodos básicos para criação, alteração e exclusão dos objetos. Recebe o mesmo o nome da tabela;

**2ª) Classe Lista da Classe Base:** esta classe contém uma lista de objetos da classe base, bem como, todas as operações para manipulação de uma lista: criação, exclusão, busca ou exclusão por índice ou chave;

**3ª) Classe Enumerator:** esta classe é responsável por operações sobre os itens enumerados na classe anterior: varredura da lista, movimentação para o próximo ou primeiro item da lista e busca do item corrente;

A Figura 4 mostra um simples exemplo de como fica o diagrama criado através do padrão:



**Figura 4** – Classes criadas através do padrão

A maior dificuldade encontrada por desenvolvedores durante a criação de um sistema orientado por objetos é a impedância (impedance mismatch) entre bancos de dados relacionais orientados por tabelas e sistemas orientados por objetos. Com a utilização deste padrão o problema foi resolvido. Basta colocar o nome da tabela em cada uma das três classes, e a implementação é feita automaticamente. Sendo assim, cada tabela do banco de dados pertinente ao processo do LCB, tornou-se um objeto dentro do software, com suas classes: Base, Lista da Classe Base e Enumerator.

## FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O sistema foi concebido para ser ágil e de ótima usabilidade, através da utilização dos recursos de herança e polimorfismo, um menu inteligente foi criado para manipular todos os dados relativos de uma corrida selecionada, evitando que o operador perca tempo com a digitação de dados.

Outra opção interessante do sistema é disponibilidade de consulta aos indicadores do processo na tela principal do sistema, onde a operação pode acompanhar a evolução do processo após a finalização de cada corrida.

A Figura 5 mostra a tela principal do sistema com os indicadores de maior importância para o processo, e ao lado esquerdo o menu com as opções do sistema.

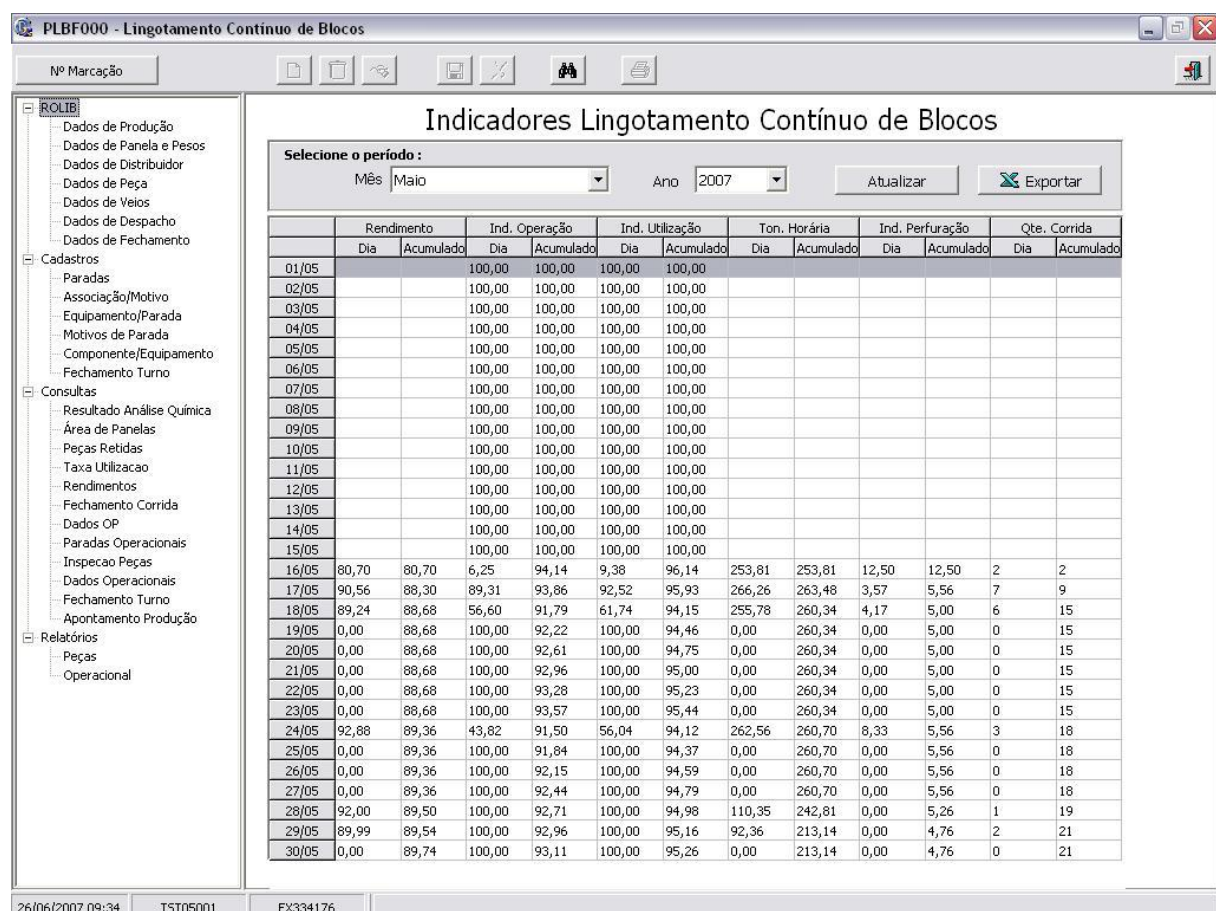


Figura 5 – Tela Principal MES LCB

A Figura 6 mostra uma das telas de cadastro preenchidas com os dados que são recebidos do sistema de nível 2 da máquina de Lingotamento de Blocos. A tela em questão exibe os dados relativos à panela de aço utilizada durante o lingotamento, dados relativos aos pesos e desvios calculados durante o processo.

Do lado esquerdo da tela, o menu de navegação continua disponível para que o operador possa navegar tela a tela sem precisar digitar a corrida novamente. Vale ressaltar que o sistema é inteligente o suficiente para aproveitar os dados dos objetos que já foram acessados e somente irá buscar no banco de dados aqueles que foram realmente necessários.

**Sistema de Controle do Lingotamento de Blocos - PLBF002 - Dados de Panela e Pesos**

Nº Marcação: [ ]

**Corrida**  
1012606

**Dados de Panela**

Nº Panela: [ 2 ]      Fim Trat. FP: [ 25/06/2007 14:30 ]      Temp. Lib. FP: [ 1600 ]  
 Chegada Torre: [ 25/06/2007 14:35 ]      Abert. Valv. Rota: [ 25/06/2007 14:40 ]      Fech. Valv. Rota: [ 25/06/2007 16:10 ]  
 Diferença Aferição: [ 5000 ]      Peso Panela Torre: [ 270000 ]      Peso Escória: [ 1000 ]  
 Peso Tampa: [ 4000 ]      Peso Cascão: [ 2000 ]      Peso Panela Fim: [ 1500 ]  
 Tara Antes: [ 87000 ]      Tara Após: [ 89000 ]  
 Abertura c/O2      Qte Varas Utilizadas: [ ]

**Pesos**

Aço Líquido: [ 171000 ]      Aço Retornado: [ 1100 ]      Carepa: [ 827 ]  
 Perda Acidental: [ 500 ]      Desponte Inicial (Kg): [ 3000 ]      Desponte Final (Kg): [ ]  
 Peso Amostra: [ 900 ]      Perda Forno Panela: [ ]      Aço Baía: [ 1900 ]  
 Total Desvios: [ 2782 ]      Sobre Distribuidor: [ 1000 ]      Peso Escoamento: [ 180,00 ]

Motivo Desvio	Peso
EV - EMENDA DE VEIO	2782

26/06/2007 09:39      TST05001      EX334176

**Figura 6 – Tela de dados de panela e pesos**

A Figura 7 mostra a tela de consulta da taxa de utilização dos veios. Nesta consulta o operador tem acesso as informações de paradas de máquina e veios, os motivos de cada parada, observações digitadas durante o processo, dados da corrida em processo, dados da próxima corrida, dados da seqüência de produção e informações de desempenho. Nesta tela também existe a opção de geração de um relatório com todas as informações citadas acima.



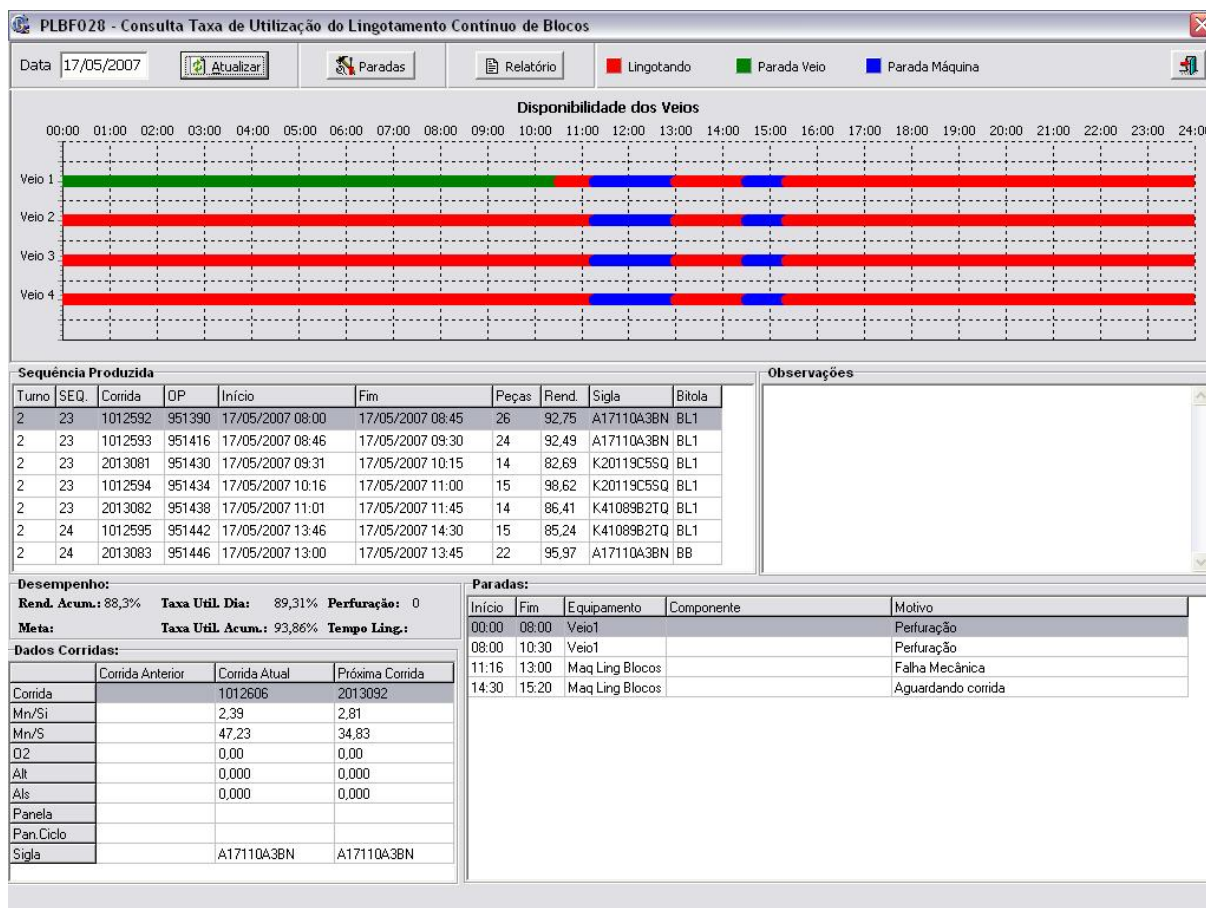


Figura 7 – Consulta Taxa de Utilização

## ACOMPANHAMENTO DO PROJETO

Desde a implantação, em 2004, do EPTI - Escritório de Projetos de TI, todos os projetos da Gerdau Açominas são controlados através do mesmo. Trata-se de uma solução de sucesso que trouxe ótimos resultados no gerenciamento dos projetos da empresa.

O projeto MES Sicla LCB teve sua vida acompanhada dentro do EPTI. O ciclo de vida é resumido na figura abaixo (Figura 8).



Figura 8 – Ciclo de Vida de um projeto.

Durante cada etapa do projeto, foi possível medir a qualidade das entregas e o grau de satisfação do cliente através de documentos de avaliações e aceites.

## CONCLUSÃO

A utilização de técnicas avançadas de análise e desenvolvimento de software orientado por objetos nos permitiu reduzir o tempo de projeto consideravelmente. Comparado a projetos anteriores de mesmo porte, tivemos uma redução de aproximadamente 40% no tempo de consecução. Além de ganharmos em facilidade de manutenção e reutilização de classes. Com a conclusão do projeto SICLA-LCB, hoje a Gerdau Acominas possui em torno de 50% das tabelas do processo de Aciaria mapeadas em classes de negócios. Com isto, em qualquer projeto futuro dentro da área de Aciaria, teremos uma redução ainda maior no tempo de consecução de projetos. Reduzindo também os recursos e principalmente o elevado custo da construção de sistemas.

As boas práticas de gerenciamento de projetos, alinhadas às técnicas de análise e entrevistas com os usuários responsáveis, foram fatores fundamentais na obtenção de um sistema totalmente personalizado. Atendendo fielmente as necessidades dos operadores e atingindo um alto grau de satisfação entre eles.

## REFERÊNCIAS

- 1 LARMAN, C. Utilizando UML e padrões. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- 2 BARBIERI, R. Criando Patterns com o Delphi 2006 e Together. Rio de Janeiro: jun. 2006.
- 3 Especificação de Requisitos de Software – Sistema MES Lingotamento Contínuo de Blocos, Gerdau Açominas, Ouro Branco, 2006.
- 4 Manual de Processo EPTI – Gerdau Acominas, Ouro Branco, 2004.

## Glossário:

MES – *Manufacturing Execution Systems*. São sistemas que integram a automação do chão de fábrica a um sistema de gerenciamento de informação

LCB – Lingotamento Contínuo de Blocos e Beam Blanks

GRAPPLE - metodologia ágil para desenvolvimento de software

OO – Orientação por objetos

RAD - Rapid Application Development

SICLA – Sistema Integrado de Controle da Aciaria, Laminação, Acabamento e Expedição

UML – Unified Modeling Language = linguagem padrão de modelagem de objetos