

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

INTEGRAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA E GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO

ELISANDRO MARCOS NASINIAC

NOVO HAMBURGO, 2009.

ELISANDRO MARCOS NASINIAK

INTEGRAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA E GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO

**Centro Universitário Feevale
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Curso de Engenharia Industrial Química
Trabalho de Conclusão de Curso**

Professor Orientador: Eng. Luciano André Farina, M.Sc.

Novo Hamburgo, Novembro de 2009.

ELISANDRO MARCOS NASINIAK

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Industrial – Habilitação Química, com título **INTEGRAÇÃO DE CHÃO DE FÁBRICA E GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO**, submetido ao corpo docente do Centro Universitário Feevale, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Industrial Químico.

Aprovado por:

Professor Luciano André Farina
Orientador

Professor Sidnei Lopes Dias
Banca Examinadora

Professor Roberto Affonso Schilling
Banca Examinadora

Sr. Fábio Luis Monticelli
Banca Examinadora

Novo Hamburgo, Novembro de 2009.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho aos meus pais por terem me apoiado nesta longa jornada. À minha esposa, companheira fiel e paciente e principalmente a Jesus Cristo em quem estão ocultos todos os tesouros da sabedoria e ciência.

RESUMO

O reconhecimento da manufatura como função de extrema importância para alavancar a competitividade torna-se cada vez mais importante frente ao cenário competitivo no qual as empresas se encontram. Frente a isso, as informações provindas do chão de fábrica devem ser corretas, rápidas e adequadas para o suporte à tomada de decisões. Engenheiros de diversas áreas da engenharia têm se adentrado em um mundo de integração do chão de fábrica com diversas linguagens de programação e técnicas de *Business Intelligence* (BI) a fim de reduzir o tempo para compilação de indicadores e dados de processo para atender esta necessidade. Este trabalho apresenta o perfil deste novo profissional, o Engenheiro do Conhecimento, e apresenta um modelo prático de aplicação de BI numa Indústria de Fundição visando a automação do setor de qualidade de produto.

Palavras-chave:

Business Intelligence. Engenheiro do Conhecimento. Sistemas de Gestão.

ABSTRACT

The recognition of manufacturing as an extreme important function to increase the competitiveness become increasingly important front of the competitive landscape in which companies are. Facing that, the informations come from the shop floor must be correct, rapid and appropriate to support decision making. Engineers from several areas of engineering have been stepping into a world of integrating the plant floor with various programming languages and techniques of Business Intelligence (BI) to reduce the time to compile indicators and process data to meet this need. This work presents the profile of this new professional, the Knowledge Engineer, and presents a practical model implementing BI in a Foundry Industry, aimed the automation in product quality sector in this industry.

Keywords:

Business Intelligence. Knowledge Engineer. Management Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetura de dados de uma tabela-----	21
Figura 2: Modelo relacional de banco de dados-----	22
Figura 3: <i>Interface</i> de inserção de engenharia de produto-----	23
Figura 4: Fluxograma de tratamento de dados para BI-----	30
Figura 5: Aplicação BI a partir de dados de produção-----	32
Figura 6: Aplicação <i>Data Mining</i> em gráfico-----	34
Figura 7: Aplicação <i>Data Mining</i> a partir do gráfico-----	34
Figura 8: Aplicação <i>Data Mining</i> a partir de dados de produção-----	35
Figura 9: Sistema de informações gerenciais de chão de fábrica e a problemática associada-----	39
Figura 10: Pirâmide de automação. Sistema não integrado-----	40
Figura 11: Processo de vazamento de ferro fundido para molde de areia-----	41
Figura 12: Moldes de areia para fundição-----	43
Figura 13 Liga metálica sendo despejada em cadinho-----	44
Figura 14: Vazamento da liga metálica para molde de areia-----	45
Figura 15: Tipos embalagens em peças de fundição. (a) Embalagem em caixa; (b) Embalagem em <i>pallet</i> -----	47
Figura 16: Planilha de lançamentos de produção-----	50
Figura 17: Arquitetura de dados – Ensaio-----	55
Figura 18: Modelo proposto – <i>Interface</i> de <i>input's</i> eventos de produção-----	56
Figura 19: Mensagens de sucesso ou insucesso de ação-----	57
Figura 20: Arquivo texto gerado a partir do espectrofotômetro-----	59
Figura 21: T-SQL para importação da composição química-----	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Metas, Objetivos e Funções dos Sistemas MRPs.....	17
---	----

LISTA DE SIGLAS

BI – Business Intelligence

EC – Engenheiro do Conhecimento

DM – Data Mart

DT – Data Mining

DW – Data Warehouse

ERP – Enterprise Resource Planning

MRP – Material Requirements Planning

MRP II - Manufacturing Resources Planning

PCP – Programação e controle da produção

TI – Tecnologia da informação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 CONCEITUAÇÃO	12
1.1 SISTEMAS DE GESTÃO ERP	12
1.2 FUNÇÕES E OBJETIVOS DO SISTEMA ERP	13
1.3 SISTEMAS MRP E MRP II.....	16
1.4 ARQUITETURA E ENGENHARIA DE DADOS	18
1.5 RELAÇÃO ENTRE ERP E BANCO DE DADOS	22
1.6 O ENGENHEIRO COMO GESTOR DA INFORMAÇÃO.....	24
2 TRANSFORMANDO DADOS DE PRODUÇÃO EM GESTÃO	28
2.1 CONCEITUAÇÃO DE BI (<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>)	28
2.1.1 Armazém de dados (<i>Data Warehouse</i>)	30
2.1.2 Mineração de dados (<i>Data Mining</i>)	33
2.1.3 Metodologia do processo de Inteligência de negócio.....	35
2.2 APLICAÇÃO DE BI (<i>BUSINESS INTELLIGENCE</i>) NO CHÃO DE FÁBRICA	36
3 INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO DE AÇO.....	41
3.1 PROCESSO INDUSTRIAL	41
3.1.1 Fabricação do modelo.....	42
3.1.2 Preparação das ligas.....	43
3.1.3 Vazamento da liga	44
3.1.4 Esfriamento/Solidificação, Desmoldagem e Rebarbamento.....	45
3.1.5 Pintura, Inspeção e Embalagem.....	46
4 METODOLOGIA	48
5 ESTUDO DE CASO	49
5.1 METODOLOGIA DE TRABALHO ATUAL.....	49
5.2 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO MODELO PROPOSTO.....	52
5.2.1 Especificação de Requisitos ou Análise Inicial	52
5.2.2 Projeto de Sistema:.....	53
5.2.3 Programação.....	53
5.3 ARQUITETURA DE DADOS	54
5.4 MODELO PROPOSTO.....	55
5.4.1 Lançamento de corrida de forno	56
5.4.2 Integração do sistema com o espectrofotômetro	57
5.4.3 Relatório de Inspeção de Qualidade via Web.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS	66

INTRODUÇÃO

A engenharia, independente da área de atuação, é uma ciência que tem sua origem na lógica e matemática. Uma das principais funções do engenheiro químico, mecânico ou industrial, quando ligado a um cargo mais gerencial, é ligar a gestão à engenharia de uma forma eficaz e eficiente.

Atualmente no século XXI, as técnicas de engenharia têm sido aplicadas e reproduzidas tendo como grandes aliadas a automação e as linguagens de programação. Essas linguagens de programação nada mais são que funções matemáticas e operadores de condição e repetição que obedecem a critérios definidos pelo desenvolvedor, posterior a uma etapa de análise e entendimento do negócio.

Com essa parceria tecnológica, Engenheiros começam a integrar seus conhecimentos com metodologias de tratamento de dados, como *Business Intelligence* (BI), para transformar uma grande quantidade de informação em gestão. Sendo a base da inteligência competitiva, é o valor, e não o volume, a força motriz da inteligência, ou seja, é a informação tão bem analisada que já pode servir de base para decisões fundamentais. Levar a informação a tal estágio é o que constitui o valor.

O primeiro capítulo do trabalho conceitua os sistemas de gestão atuais, como também a engenharia de dados e traz um item chave do trabalho que é o engenheiro como Gestor da Informação.

Ao longo do segundo capítulo são mostradas as técnicas e metodologias de BI disponíveis para se trabalhar com as informações colhidas do ambiente de produção para posterior manipulação e geração de indicadores e relatórios.

Integrar “chão de fábrica” com um *software* para se obter dados estratégicos exige análise e interpretação do processo como um todo e é o objetivo deste trabalho, que tem a finalidade de mostrar, de uma forma prática, a relação do

engenheiro com essas tecnologias mediante a integração de um sistema de produção com um equipamento de laboratório (espectrofotômetro) usado em uma Indústria de fundição de aço.

Todo o projeto seguirá os conceitos descritos ao longo do trabalho, como, sistemas ERPs, MRPs, engenharia de dados para captação e transformação dos dados em gestão estratégica, onde também será apresentado um modelo lógico de sistema para minimizar as diversas fontes de informação e possibilitar o gerenciamento do processo em tempo real.

1 CONCEITUAÇÃO

1.1 SISTEMAS DE GESTÃO ERP

Antes de conceituar um ERP, é importante ressaltar a definição de sistema. Segundo Turban (2004), sistema é um conjunto de operações que coleta, processa, armazena, analisa e dissemina informações com um determinado objetivo. Esse conjunto de operações é executado através de linhas de código escritas e definidas por um engenheiro de software ou programador na linguagem de máquina.

Basicamente, as linhas de códigos são a base da inteligência do software, responsável por solucionar ou sugerir uma solução diante de um problema ou necessidade proposta.

Para analisar e disseminar informações há um meio envolvido que gera estes dados, como um processo fabril, movimentação de estoque, compras, vendas. Estas informações estão ligadas diretamente ao negócio, atividades do setor ou processo.

Como exemplo, no estudo de caso deste trabalho a gerência industrial precisa ter as informações de composição química e resultados de testes físicos do início do processo integrados ao produto final possibilitando sua rastreabilidade desde a matéria prima até a peça final para cada corrida¹ de seu processo.

A fim de integrar, gerenciar e organizar as informações do processo, em meados dos anos 80 surgem os Sistemas Integrados de Gestão, mais conhecidos como ERP. Analisando a literatura, os autores definem os sistemas ERP de formas diferentes, mas ligadas entre si.

¹ Define-se corrida como a quantidade de liga fundida num forno de indução. O produto obtido da corrida poderá se dividir em diversas peças com finalidades diferentes.

Para Hicks (1997) um sistema ERP pode ser visualizado como uma arquitetura de *software* criada para facilitar o fluxo de informação entre todas as funções dentro de uma companhia, tais como logística, finanças, produção e recursos humanos. É constituído por um banco de dados único que interage com o conjunto integrado de aplicações, consolidando todas as operações do negócio em um ambiente operacional simples. Para Turban (2004) um sistema ERP é aquele que liga as atividades de processamento de transações das áreas funcionais de toda a empresa e o seu principal objetivo é integrar todos os setores e funções da empresa em um sistema unificado de informática.

Em acréscimo as idéias anteriores, Simcsik e Polloni (2002) ressaltam algo importante sobre os sistemas ERP's; os mesmos solucionam sérios problemas de dados redundantes armazenados em mais de um sistema ou planilhas eletrônicas ao agregar funcionalidades que suportam as atividades dos diversos processos de negócio das empresas.

Tanto Turban (2004) quanto Simcsik e Polloni (2002) defendem a idéia de integração de atividades, ou seja, um sistema ERP, além de organizar e reduzir dados redundantes em diversas fontes de dados faz com que os processos diversos entre as áreas estejam integrados e dependentes uns dos outros, na qual a informação é incrementada a medida que passa por todas as áreas da empresa.

1.2 FUNÇÕES E OBJETIVOS DO SISTEMA ERP

De uma forma geral, o investimento que as empresas fazem em sistemas de gestão está ligado diretamente a fatores como competitividade, rápida tomada de decisões, informações instantâneas e certificações de qualidade. Para Lozinsky (1996), qualidade da informação versus investimentos feitos são balizadores importantes que os sistemas de gestão prometem oferecer aos clientes que o adquirem.

Desde o momento da escolha de um sistema ERP até a finalização do processo de implantação, um sistema de gestão exige muito trabalho e investimentos significativos de uma organização que queira usufruir de seus

benefícios. Haberkorn (1999) defende a idéia de que o diferencial competitivo da empresa está diretamente relacionado ao quesito de o sistema ERP ser bom ou não.

Mendes (2004) menciona que a implantação de um ERP, em função de sua complexidade e também por envolver a organização como um todo, desde o processo industrial até a expedição, provoca inevitavelmente um processo de adequação e modelagem organizacional com impactos diretos nos modelos de gestão. Segundo Cajaraville (2000), o ERP tem o “poder” de unir a organização, ou seja, antes do sistema, as áreas desenvolviam suas atividades distintas entre si, cada qual visualizando suas informações e indicadores sem ter uma visão do processo como um todo. Pós implantação e utilização do mesmo, as áreas e pessoas ficam, de certa forma, ligadas, ou melhor, os colaboradores não podem passar os problemas adiante sem tratá-los, aumentando a necessidade do trabalho em equipe.

A integração das áreas, rotinas e atividades são dependentes uma das outras, e o comprometimento tanto dos colaboradores quanto da direção é de extrema importância para o sucesso de implantação e utilização do sistema. Todos devem estar cientes dos impactos que podem acontecer, como mudança de cultura, alteração de rotinas e quebras de paradigmas. (CORREA, apud MENDES, 2004).

“O objetivo de um ERP é a perfeita integração entre os setores da organização, com uma base de dados única e não redundante, e a informação boa e certa”. (CORREA, apud PAMPLONA, 1999, p. 5).

Para Simões (2000) e Lozinsky (1996), os sistemas de gestão não têm como única função integrar as áreas da organização, mas também devem agregar as seguintes características fundamentais que dão suporte aos processos de negócio:

- Flexibilidade – São flexíveis de forma a responder as constantes transformações das empresas. A tecnologia cliente/servidor permite aos sistemas ERP's a operação envolvendo diferentes bancos de dados;
- Modularidade – Possuem arquitetura aberta, ou seja, apesar de estarem integrados entre si, é possível a utilização de um módulo (setor) sem que este afete o restante, salvo em rotinas recorrentes. Suportam

múltiplas plataformas de *hardware*, e possuem a customização² de cada módulo conforme necessidade da empresa;

- Maleabilidade – Estão aptos a suportar diferentes estruturas organizacionais das empresas, bem como diversas áreas de negócio;
- Conectividade – Permitem a ligação com outras entidades, que são outros sistemas usados na empresa, pertencentes ao mesmo grupo empresarial;
- Seleção de diferentes cenários de negócios – Contém uma seleção das melhores práticas de negócios existentes em diversos países;
- Redução drástica do tamanho e custo da informática, pois o sistema passa a fazer diversas rotinas antes executada por recurso humano;
- Descentralização dos processos de informações, tornando os dados disponíveis em tempo real onde eles são necessários;
- Redução do retrabalho e do risco de erros de operação, uma vez que o usuário introduz os dados em um único momento;
- Maior confiabilidade das informações, obtidas a partir de uma base de dados única;
- Disponibilização de recursos tecnológicos da informação de forma efetiva, prática, conceitual e criativa permitindo que os gestores, de todos os níveis hierárquicos, obtenham as informações sobre desempenho e funcionamento da organização.

² A palavra customização é empregada no sentido de personalização, adaptação. Desta forma, customizar é adaptar algo de acordo com o gosto ou necessidade de alguém. Customização pode ser entendida como sendo adequação ao gosto do cliente.

Em suma, o objetivo principal do sistema ERP é facilitar e integrar todas as camadas do negócio. Mendes (2004) faz um comparativo importante que os demais autores consultados não mencionam, visualizando os sistemas ERP's como uma oportunidade das organizações subirem de escala tecnológica, pois apesar do alto custo de implementação do sistema ser citado como uma desvantagem é quase impossível a empresa não ter que investir em estrutura de servidores, computadores, *hardware*, coletores de dados, integração entre equipamentos, dentre outros, fazendo com que a empresa suba na escala de tecnologia, o que trará qualidade na informação e atenderá diretamente aos objetivos e funções em que o sistema ERP for implantado.

1.3 SISTEMAS MRP E MRP II

Dos sistemas ERP's atuais, quase todos englobam o conceito de MRP e MRP II. No surgimento dos sistemas de gestão, muitos supriam somente as necessidades fiscais e financeiras, não atendendo às necessidades dos processos industriais.

Moresco (2001) descreve que o MRP foi desenvolvido na década de 1960 por J. Orlick e era utilizado para o gerenciamento de materiais, através do planejamento das ordens de produção. Nesta época já se tinha uma visão para controle das informações de produção, que mais tarde seriam utilizadas para gerenciamento estratégico da produção.

Na década de 1970, Oliver Wight introduziu o sistema MRPII (Planejamento de Recursos da Manufatura), que nada mais é um complemento de rotinas e funções ao MRP desenvolvido por J. Orlick. Correia e Gianesi, apud Souza (2000), complementam que o princípio básico do MRP II é o de calcular as necessidades de produção, como materiais, recursos e processos com base na estrutura de engenharia do material, totalmente em função das datas de entrega dos produtos ao cliente.

No aspecto técnico, o MRP II não é muito diferente do MRP. Com os sistemas MRP II, os processos industriais e financeiros formam um único sistema, integrando produção com as áreas administrativas em tempo real.

Ritzmann, Krajewski e Moura (1996), complementam as definições de Moresco (2001), por meio da compilação de metas, objetivos e funções dos sistemas MRPII, conforme quadro a seguir.

Metas e Objetivos do MRPII	Funções e Atividades do MRPII
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controle da quantidade e rotatividade do estoque ▪ Atendimento ao cliente ▪ Produtividade da mão-de-obra ▪ Custo do material ▪ Custo do transporte ▪ Custo do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Previsão e entrada de pedidos ▪ Plano mestre de produção ▪ Plano geral de produção ▪ Liberação das ordens (colocação, aumento, redução, cancelamento). ▪ Carga máquina ▪ Manutenção dos registros ▪ Coordenação

Quadro 1: Metas, Objetivos e Funções dos Sistemas MRPs.
Fonte: RITZMANN; KRAJEWSKI; MOURA (1996, P.5)

Para Simcsik e Polloni (2002) os sistemas MRP II fornecem aos gerentes os dados e as ferramentas necessárias para a tomada de decisão auxiliando nas escolhas diárias e na implementação dos objetivos de curto, médio e longo prazo com os benefícios a seguir:

- Redução dos ciclos de produção e do tempo de obtenção das informações;
- Redução de estoque e de trabalho em processo;
- Redução de custos diretos e indiretos;
- Otimização da utilização de materiais e de recursos humanos;
- Melhoria na gestão de fornecedores;

- Aumento da qualidade.

Em complemento ao que Simcsik e Polloni (2002) afirmam, Fortulan e Filho (2005) defendem que um dos principais objetivos dos sistemas MRP II é o de consolidar as informações da empresa como um todo, agregando as funções de planejamento e controle da produção, planejamento das necessidades de materiais, cálculo da capacidade de produção, controle do chão de fábrica, controle de compras, gerenciamento de recursos humanos, vendas e distribuição, finanças e controladoria, entre outros, dentro de um único sistema, eliminando assim a dificuldade de se obter informações consolidadas e a inconsistência de dados redundantes em mais de um sistema.

Analisando as citações, todos os autores, em colocações diferentes, afirmam que os sistemas MRP II são os precursores dos sistemas ERP's atuais, pois surgiram com a necessidade de controle de produção. Desta forma, os sistemas MRP I e MRP II assumem o segundo nível na pirâmide das camadas de um processo, pois integram o chão de fábrica com os setores administrativos da empresa.

1.4 ARQUITETURA E ENGENHARIA DE DADOS

Qualquer sistema, programa ou arquivo necessariamente precisa de um local para salvar informações, regras, códigos e rotinas que compõem suas funcionalidades. Para descrever de uma forma simples, vejamos a citação a seguir (DATE, C. J., 2004).

“O banco de dados, por si só, pode ser considerado como o equivalente eletrônico de um armário de arquivamento; ou seja, ele é um repositório ou recipiente para uma coleção de arquivos de dados computadorizados.” (DATE, C. J., 2003. p. 374).

Os usuários de um sistema podem realizar ou solicitar que o sistema realize diversas operações envolvendo os dados armazenados no banco de dados. Essas operações podem ser, por exemplo:

- Acrescentar novos arquivos ao banco de dados;
- Inserir dados em arquivos existentes;
- Buscar dados de arquivos existentes;
- Excluir dados de arquivos existentes;
- Alterar dados em arquivos existentes;
- Remover arquivos existentes do banco de dados;
- Chamar rotinas e *scripts* existentes no banco de dados.

Atualmente no mercado existem inúmeros bancos de dados disponíveis, mas sua escolha depende muito do tipo de negócio, quantidade de informação, números de acessos e desempenho em relação ao projeto que se deseja aplicar. Podemos destacar dois dos bancos de dados mais utilizados atualmente:

- Microsoft SQL Server;
- Oracle.

Ambos são baseados em um alicerce formal, ou teoria, chamada modelo relacional de dados. Para DATE (2003), essa teoria se baseia nos seguintes aspectos:

- Aspecto Estrutural: os dados no banco são percebidos pelo usuário como tabelas, e nada além de tabelas;

- Aspecto de integridade: estas tabelas satisfazem a certas restrições de integridade;
- Aspecto manipulador: os operadores disponíveis para que o usuário possa manipular essas tabelas – por exemplo, para propósitos de busca de dados – são operadores que derivam tabelas a partir de outras tabelas.

Seja para manipulação das informações existentes na base de dados, ou em relação aos aspectos citados por DATE (2003), para o presente projeto, todas as regras e lógicas usam como linguagem principal a T-SQL (*Transact Structured Query Language*³), uma linguagem universal de banco de dados que é processada em lotes, ou seja, as linhas de comando são escritas em procedimentos armazenados (*stored procedures*) que nada mais são do que diversos comandos lidos e executados seqüencialmente.

O modelo relacional ou arquitetura de banco de dados pode ser descrita de maneira informal ou formal. Na descrição informal são levados em consideração aspectos práticos da utilização e usados termos tabela, linha e coluna. Na descrição formal é levada em conta a semântica formal do modelo e são usados termos como relação (tabela), tupla (linhas) e atributo (coluna).

Todos os dados de um *database* relacional são armazenados em tabelas. Uma tabela é uma estrutura simples de linhas e colunas. Em uma tabela, cada linha contém um mesmo conjunto de colunas e essas recebem informações conforme o tipo de dados, como data, texto, número inteiro, número decimal, imagem, etc. Conforme a Figura 1, a seguir, da esquerda para a direita, a primeira coluna se refere ao rótulo, a segunda ao tipo de dados associado e a última a opção de permitir valores nulos (vazios) ou não.

³ *Structured Query Language*, ou Linguagem de Consulta Estruturada, é uma linguagem de pesquisa declarativa para banco de dados relacional, onde muitas de suas características originais foram inspiradas na álgebra relacional.

Table - dbo.justnew_erp_pedido		Summary	
Column Name	Data Type	Allow Nulls	
id_pedido	int	<input type="checkbox"/>	
id_unidade	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_tipo	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_situacao	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_vendedor	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_empresa	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_tp_pgto	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_chave	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_cond_pgto	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
id_nf	int	<input checked="" type="checkbox"/>	
dt_criacao	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>	
dt_prz_programado	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>	
pr_itens	float	<input checked="" type="checkbox"/>	
pr_total_pedido	float	<input checked="" type="checkbox"/>	
deletado	char(1)	<input checked="" type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	

Figura 1: Arquitetura de dados de uma tabela
Fonte: JUSTNEW SOLUÇÕES LTDA.

Em um banco de dados podem existir uma ou centenas de tabelas, sendo que o limite pode ser imposto tanto pela ferramenta de *software* utilizada, quanto pelos recursos de *hardware* disponíveis no equipamento.

As tabelas associam-se entre si através de regras de relacionamentos, estas regras consistem em vincular um ou vários atributos de uma tabela com um ou vários atributos de outra tabela. Como exemplo: a tabela funcionário relaciona-se com a tabela cargo. Através deste relacionamento esta última tabela fornece a lista de cargos para a tabela funcionário.

A Figura 2 demonstra o conceito de modelo relacional, onde a tabela “Dimensão 1” une-se à “Tabela de fatos” através da coluna “Chave 1” em um relacionamento de um para muitos, mais especificamente um registro “Pai” para diversos registros “Filhos”.

Os conceitos acima definem a base da engenharia de dados de qualquer banco de dados, onde diversas tabelas relacionam-se entre si através de chaves primárias e estrangeiras para organizar todas as informações contidas no mesmo. Somente com estes relacionamentos é que é possível se extrair informações valiosas de um processo para o gerenciamento estratégico.

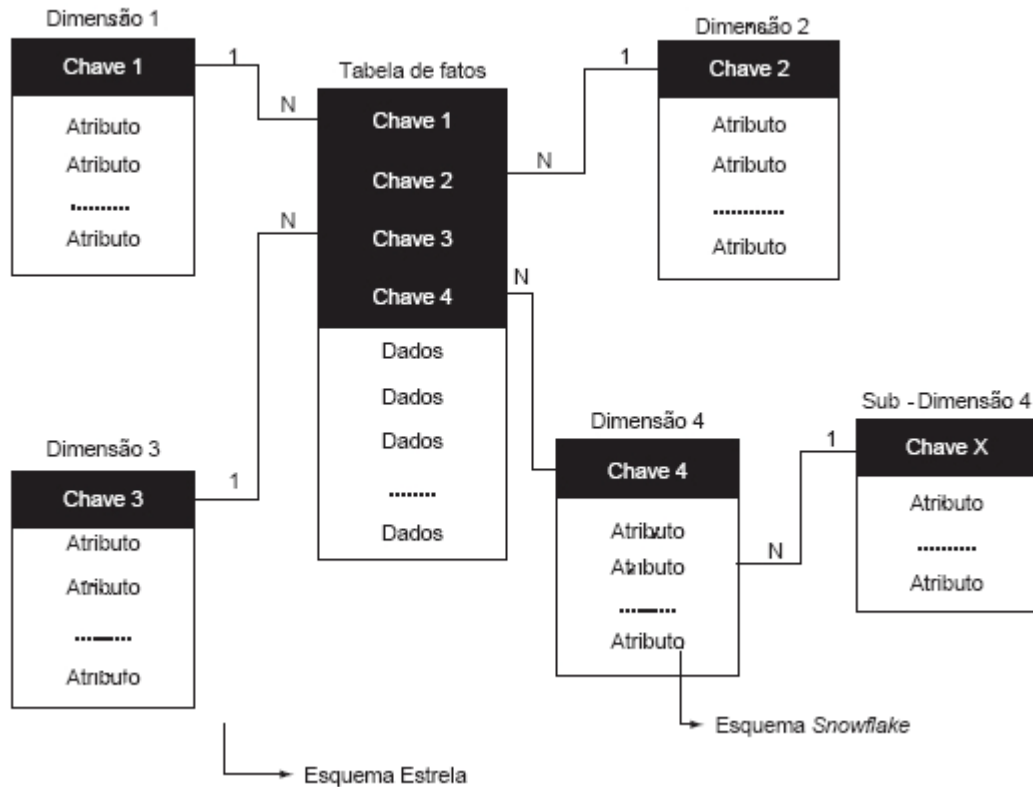


Figura 2: Modelo relacional de banco de dados
 Fonte: FORTULAN; FILHO (2005, P.5)

1.5 RELAÇÃO ENTRE ERP E BANCO DE DADOS

Sistema ERP e banco de dados andam juntos quando são avaliados aspectos de qualidade, desempenho e até mesmo na escolha dos sistemas. É no banco de dados onde as informações geradas e obtidas a partir de um processo fabril ou qualquer outra área são guardadas e relacionadas entre si para posteriormente serem tratadas e visualizadas na forma de gráficos, indicadores e relatórios para a tomada de decisões.

O sistema ERP, nesta relação, é como se fosse a interface⁴ de manipulação das informações existentes no banco de dados. Podemos dizer que um depende do outro para seu perfeito funcionamento.

A Figura 3 demonstra uma tela de um sistema onde são inseridas as informações de engenharia de produto, onde o usuário informa o tipo de PCP, se é um processo, recurso ou insumo e sua quantidade. Após a entrada de dados, são listadas as informações que compõem a engenharia do produto final. A disposição dos campos, fontes, cores de um sistema ficam a critério do desenvolvedor, mas as boas práticas de programação indicam sempre a opção pelo menor número de campos e simplicidade de uso.

Descrição	Unidade	Qtde	Excluir
PP HOMO	KG	0,037	
PP COPO	KG	0,01995	
ALÇA 2KG BRANCA	UN	1	
SACARIA DO BALDE 2KG (50 UN)	UN	0,02	
MOLDE BALDE 2KG NOVO	UN	1	
PIGMENTO BRANCO	KG	0,00114	
FITILHO F10	KG	0,0003	
FITA ADESIVA 60M	UN	0,012	

Figura 3: *Interface de inserção de engenharia de produto*
Fonte: JUSTNEW SOLUÇÕES LTDA.

⁴ Interface é o conjunto de características com o qual os usuários interagem com as máquinas e ela fornece métodos de entrada e saída de dados.

1.6 O ENGENHEIRO COMO GESTOR DA INFORMAÇÃO

...a palavra informação, transformada em sinônimo de dados, número, artigo, comunicação, ícone, índice, notícia, direção, parecer, instrução, quando desenvolvida de forma metódica e com determinada metodologia, o executor pode ser chamado de estudioso, experto, perito e culto, o que leva à conclusão de que ele trabalha com ciência. (SIMCSIK, Tibor, POLLONI, Enrico G. F., 2002, p. 63).

Com o avanço da tecnologia da informação mais e mais o engenheiro tem se deparado com um mundo além do processo industrial, o de relacionar e transformar dados de produção em gestão para a pronta tomada de decisões. Conforme cita Hassan Umarji (2009), a seguir.

...o engenheiro e gestor industrial é um gestor com conhecimentos de engenharia, capaz de gerir projetos e recursos de engenharia e tecnologia nos quais estão presentes as várias áreas da engenharia tais como química, mecânica, civil, de materiais e de produção industrial. O objetivo do engenheiro e gestor industrial é ligar a gestão à engenharia de uma forma eficaz e eficiente. (UMARJI, apud Hassan, 2009, p. 1).

Isso vai além de gerenciar um processo, fazendo com que o engenheiro busque mais conhecimento, a partir da base lógica obtida na graduação, em tecnologias de manipulação da informação, ou seja, técnicas de programação. Possuindo uma visão sistêmica, o Engenheiro entende o processo, o controle, a tecnologia da informação (TI) da organização e faz tudo isso funcionar de forma integrada.

Na bibliografia pesquisada foram encontrados diversos perfis de engenheiros que já tiveram ou continuam tendo contato direto com estas tecnologias. São profissionais que estão em busca de soluções para seus problemas do dia a dia, seja ele o processo produtivo, a gestão do negócio ou outro qualquer. Mas o que desperta este interesse nos engenheiros? Qual o seu diferencial? Respostas para estas questões são empíricas, fica a critério de escolha, mas, como o engenheiro possui uma grande facilidade de interpretação e análise para transformar dados e problemas de processos em funções matemáticas, este é o diferencial do engenheiro programador ou engenheiro do conhecimento (EC), pois, além de entender e conhecer sua área de atuação consegue aplicar este

conhecimento em linguagem de programação e gerir toda uma fábrica com simples relatórios e indicadores, integrando equipamentos em tempo real.

O termo Engenheiro do Conhecimento (*Knowledge engineer*) aparece na literatura muitas vezes como sinônimo de gestor do conhecimento. Para Simcsik e Polloni (2002) o Engenheiro do Conhecimento é o profissional responsável pela estruturação e construção de um sistema inteligente. Ele extrai conhecimento de alguma fonte, interpreta e representa em tipos e estruturas convenientes as informações obtidas. Ele entrevista o especialista, organiza o conhecimento, decide como ele deve ser representado e pode ajudar programadores na construção de uma aplicação de BI ou sistema. Brian Newman (1996) aponta que enquanto o gerente estabelece a direção que um processo deve tomar, o engenheiro desenvolve os meios para executar esta diretiva. Enquanto os gestores preocupam-se com as necessidades de conhecimento da empresa, os engenheiros buscam a melhor tecnologia para processar e disponibilizar este conhecimento.

Na verdade, esta é uma função que tem a sua atuação definida no mercado há cerca de duas décadas, e está associada à inteligência artificial e a sistemas de gestão. Em seu início, a aquisição de conhecimento para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento estratégico foi nomeada engenharia do conhecimento. O seu papel é o de desenvolver dados e regras para sistemas de informação (Murray, 2002).

O Engenheiro do Conhecimento trabalha com áreas como a representação de dados e informação e respectivas metodologias, gestão de fluxos de trabalho (*work flow*), tecnologias de *groupware*⁵, etc. Deve ainda estabelecer os processos pelos quais as demandas de conhecimento organizacional são examinadas, a informação é adquirida, e o conhecimento é disponibilizado para quem a requisitou (Newman, 1996).

A literatura define algumas habilidades necessárias para um Engenheiro do Conhecimento:

⁵ O conceito de *groupware* é frequentemente associado a um *software* que apóia trabalho em grupo, empregando um conjunto de técnicas e métodos que contribuem para a realização de um objetivo comum.

- Boa comunicação: a extração do conhecimento (informações) envolve horas de discussão e argumentação. Muitas vezes os usuários têm dificuldade de demonstrar a real necessidade do seu setor ou empresa, pois não conseguem ter uma visão global do processo. Aí se fazem necessários o bom relacionamento e a boa argumentação para se extrair o máximo de dados do usuário.
- Inteligência: O Engenheiro do Conhecimento está em contínuo aprendizado. Ele deve manter-se atualizado com os avanços do *software* e *hardware*, precisa ter a mente aberta e ser capaz de enfrentar problemas de diferentes maneiras.
- Empatia e paciência: quando se trabalha com pessoas, é necessário ter paciência e empatia, a fim de conseguir extrair as informações necessárias para o fim devido, o sucesso de um determinado projeto.
- Versatilidade e inventividade: mesmo que sejam dadas boas metodologias e ferramentas versáteis, é necessário o poder analítico do engenheiro. Com seu discernimento, ele terá que selecionar métodos que parecem apropriados e abandonar os que não são eficazes. Há casos que é necessário inventar representações que convenham ao especialista e ao domínio.
- Conhecimento de programação: é aconselhável que o Engenheiro do Conhecimento entenda de programação e as várias formas de representação de conhecimento disponíveis.

Em complemento às idéias anteriores, para Jerry P. Miller (2002), as habilidades de certos profissionais contribuem para a expansão da função da inteligência, e esta se expandindo numa organização só trará benefícios à mesma. Para Simcsik e Polloni (2002) o profissional da informação é aquele que, com formação teórica e prática, estabelece a melhor maneira de utilização do componente mecânico no sistema produtivo, procurando estimular o componente

intelectual na realização de uma tarefa, por meio do gerenciamento estratégico, na busca da maximização dos lucros, da riqueza e das obrigações sociais da empresa.

2 TRANSFORMANDO DADOS DE PRODUÇÃO EM GESTÃO

2.1 CONCEITUAÇÃO DE BI (*BUSINESS INTELLIGENCE*)

No tópico sobre banco de dados foram citadas suas funcionalidades, formas de tratamento e operações disponíveis para trabalhar com a informação. Conforme Simcsik e Polloni (2002), antigamente os bancos de dados eram direcionados a setores específicos das atividades das corporações, como vendas, compras, faturamento, estoque; era difícil obter o cruzamento de informações e relatórios que demonstrassem, por exemplo:

- Quantos clientes temos?
- Quanto vendemos no ano passado?
- Qual é o estoque de determinado produto?
- Quantas peças foram rejeitadas por erro de composição química?

Muitas vezes se conseguiam essas informações de modo consolidado e eficaz somente depois de uma busca trabalhosa, usando informações de vários setores e pessoas.

A partir da década de 1990, houve a necessidade das organizações serem capazes de analisar, planejar e reagir a mudanças dos negócios o mais rápido possível, provocadas por um mercado mais competitivo e um consumidor cada vez mais exigente. A partir daí surge uma nova metodologia de tratamento da informação chamada de *Business Intelligence* (BI), que com o passar dos anos vem ganhando força para integração do chão de fábrica e o gerenciamento estratégico

das indústrias, levando muitos Engenheiros, em função de sua capacitação técnica, a se adentrarem num mundo que relaciona conhecimento técnico e programação.

O conceito de BI está na sua essência relacionado com formas alternativas de tratamento de informações. O BI se concentra em acessar, analisar e desenvolver interpretações a partir de informações colhidas internamente em arquivos estruturados de dados.

Por ter um conceito e metodologia de aplicação, o BI possui ramificações para detalhamento e tratamento das informações obtidas a partir de um processo fabril, por exemplo. A Figura 4 mostra o fluxo da informação dentro de um processo de BI. Da esquerda para a direita, os dados estão armazenados base de dados, que recebe informações de todas as áreas da empresa, como produção, almoxarifado, vendas, PCP, financeiro, etc. Passando por uma etapa de adequação e regras de negócio para filtragem, as informações são enviadas para os *Data Warehouse* (DW), onde podem ser divididas em sub-conjuntos de dados, os chamados *Data Mart's*. Finalmente as mesmas são exibidas ao gestor na forma de gráficos, relatórios para suporte à tomada de decisão. Basicamente estas ramificações são técnicas de desenvolvimento que possibilitam a rápida e eficaz manipulação de grande volume de informação sintetizada e dinâmica. Os próximos tópicos descrevem as funcionalidades das mesmas.

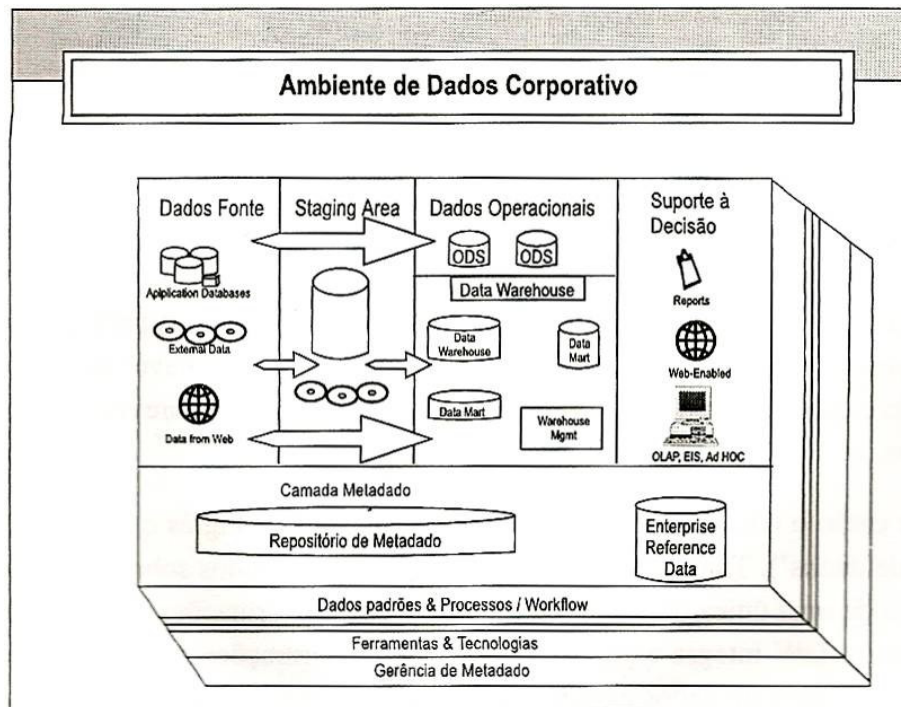


Figura 4: Fluxograma de tratamento de dados para BI
 Fonte: POLLONI (2002, P. 389)

2.1.1 Armazém de dados (*Data Warehouse*)

Data Warehouse (DW) nada mais é que um banco de dados ou tabela que sintetiza as informações para a aplicação do BI a partir de grandes quantidades de informações. Vejamos a citação de Turban (2004).

...possibilidade de obter dados rapidamente, uma vez que eles se encontram em um único local e a possibilidade de acessar dados facilmente por meio de navegadores de Web, frequentemente pelos próprios usuários finais. (TURBAN, McLEAN, WETHERBE, 2004, p. 402).

Para Turban (2004) o objetivo de um DW é criar um repositório de dados que dê acesso a dados operacionais sob formas facilmente aceitáveis para as atividades de processamento analítico.

Simcsik e Polloni (2002) citam que o DW integra informações provenientes de uma grande variedade de bancos de dados operacionais em um único banco de dados lógico, que pode ser visto como um repositório central desenvolvido para facilitar o processo de suporte à decisão. Inmon (1997), conhecido também como o

“pai” do DW, assume a idéia de que é uma coleção de dados orientados por assuntos, integrados, não voláteis e variáveis com o tempo, para dar suporte ao processo gerencial de tomada de decisão.

Para Carlos Barbieri (2001), o conceito de DW objetiva a definição de uma base de dados preparada em vários níveis de granularidade e obtida a partir dos sistemas estruturados (ERP's). A idéia via DW, é armazenar os dados em vários graus de relacionamento e sumarização, de forma a facilitar e agilizar os processos de tomada de decisão por diferentes níveis gerenciais.

Esses dados, oriundos dos sistemas de informação de produção, deverão estar “mastigados⁶”, integrados e disponíveis, permitindo diversas formas de consultas, através dos mecanismos amistosos das ferramentas de usuários.

Outra forma bem simples de exemplificar os problemas que os DW resolvem é o que cita Simcsik e Polloni (2002).

- “Possuímos montanhas de dados nesta empresa, mas não conseguimos acessá-los”;
- “Nada deixa o chefe mais enfurecido do que duas pessoas apresentando o mesmo resultado de negócio, mas com números diferentes”;
- “Queremos acessar os dados de todas as formas”;
- “Mostre-me apenas o que é importante”;
- “Todos sabem que alguns dos dados não estão bons.”

Em suma, DW's são subdivisões, seja na forma de tabelas ou outra base de dados, de um grande número de informações já tratadas e prontas para serem exibidas ao gestor para a pronta tomada de decisões. As mesmas podem ser buscadas a partir da tabela de produção, neste caso, *online* com as informações que

⁶ Por “mastigados” entenda-se todo um processo de identificação, catalogação, coleta, disponibilização e transformação dos dados em informações necessárias aos negócios da empresa.

estão sendo inseridas, ou podem ser acessadas em intervalos de tempo a serem definidos e configurados pelo Engenheiro. A Figura 5 demonstra um projeto de BI, onde as informações são consolidadas por conta de gastos de fabricação. Cada conta possui um valor limite de gastos dentro do mês, o *budget*.

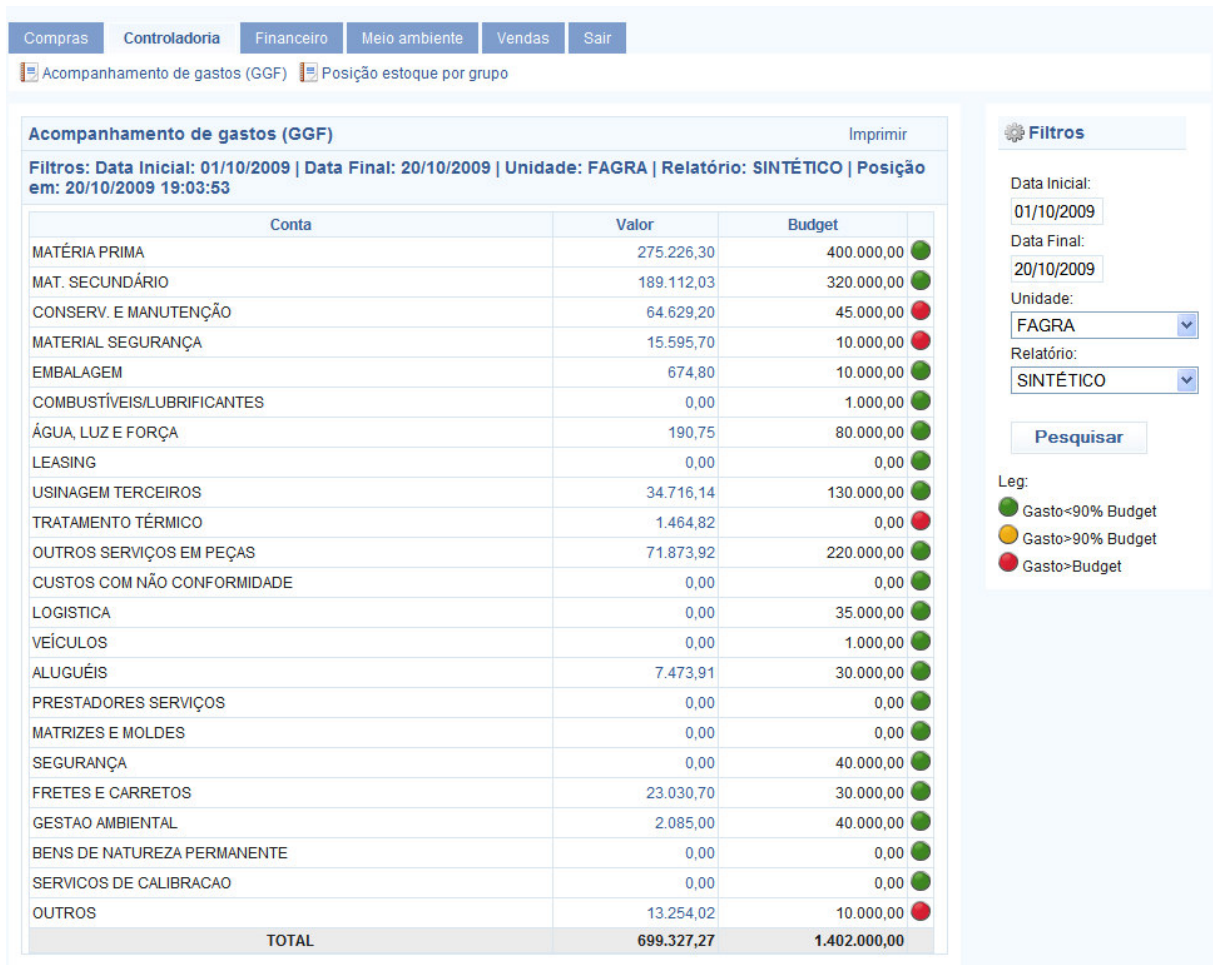


Figura 5: Aplicação BI a partir de dados de produção
Fonte: PORTAL INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS EMPRESA MODELO.

O Engenheiro da planta consegue visualizar de uma forma global, mas ao mesmo tempo simples, todos os gastos que estão ocorrendo no chão de fábrica.

Por exemplo, cada conta pode ter três tipos de sinalizadores, sendo:

- Verde: Gasto menor que 90% do valor do *Budget*;

- Amarelo: Gasto maior que 90% mas menor ou igual a 100% do valor do *Budget*;
- Vermelho: Gasto superior ao valor de *Budget*.

Quando determinada conta já extrapolou o limite definido (sinalizador vermelho) ou precisa de uma atenção especial (sinalizador amarelo), o gestor consegue saber quais os materiais que o chão de fábrica está consumindo em maior demanda, usando o *Data Mining*, conceituado no próximo item.

2.1.2 Mineração de dados (*Data Mining*)

Do inglês (*mining*) para o português (*mineração*), *data mining* é uma técnica de mineração da informação em função de dados em foco. Para Turban (2004) *data mining* é uma ferramenta usada para buscar e extrair informação útil de grandes volumes de dados simplesmente pela execução de um evento⁷. Essa técnica traz rapidez, consolidação e integridade entre os dados em análise.

Em outras palavras, podemos definir *mining* como a ação *drill down* ou *up*, ou seja, subir ou descer níveis a partir de um grande repositório de dados. Por exemplo, um gráfico que mostra a relação quantidade comprada *versus* quantidade devolvida de um determinado fornecedor. A Figura 6 demonstra a aplicação da ferramenta acima descrita. Percebe-se que no período de 09/2009 e 10/2009 foram devolvidas 89 quantidades devido ao sucateamento da peça.

⁷ Conceitualmente define-se evento como uma ação, podendo esta ser o clicar do mouse ou o apertar de uma tecla ou combinação de teclas e funções. A partir da ação o *software* executa uma determinada tarefa pré-definida para esta ação.

Período	Qtde Comprada	Qtde Devol. Interna	Qtde Devol. Externa	PPM Interno	PPM Externo
Méd 2007	0	0	0	0	0
Méd 2008	0	0	0	0	0
01/2009	0	0	0	0	0
02/2009	0	0	0	0	0
03/2009	0	0	0	0	0
04/2009	0	0	0	0	0
05/2009	0	0	0	0	0
06/2009	0	0	0	0	0
07/2009	0	0	0	0	0
08/2009	0	0	0	0	0
09/2009	891	28	10	31425	11223
10/2009	920	51	0	55435	0
Méd 2009	905,5	39,5	5	43622	5522

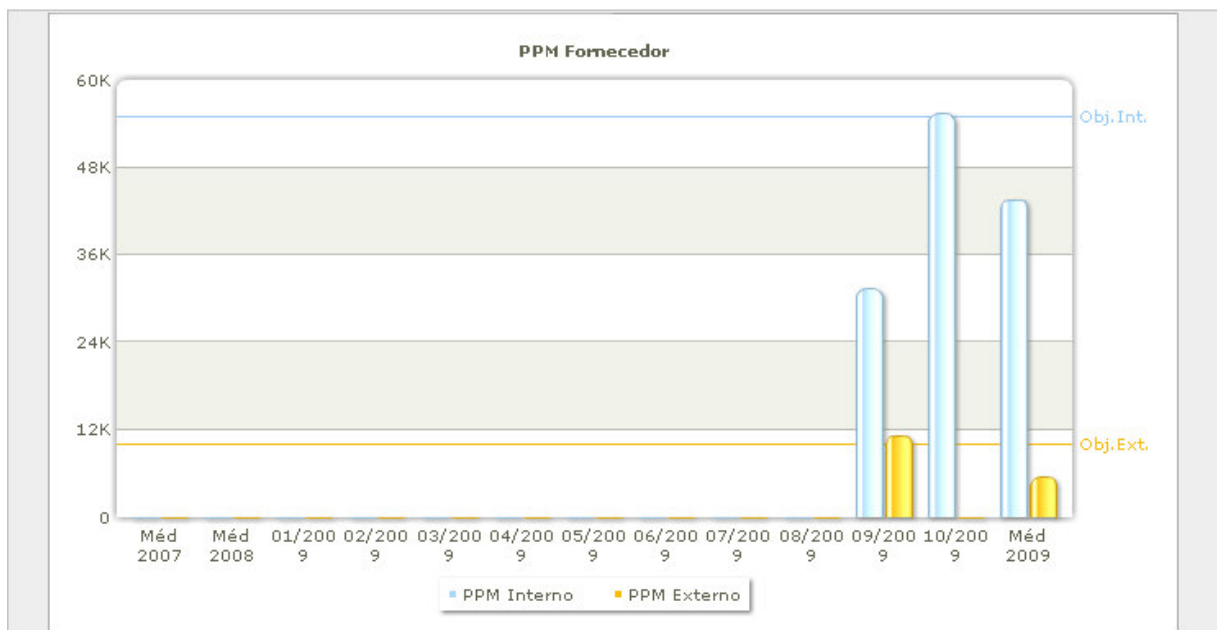


Figura 6: Aplicação *Data Mining* em gráfico
 Fonte: PORTAL INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS EMPRESA MODELO.

Com base no gráfico gerado é realizada a mineração da informação, ou seja, o *data mining*, exibindo de forma analítica a composição, ou melhor, qual o tipo de erro cometido na peça.

A Figura 7 demonstra de forma prática a citação feita por Turban (2004).

“O *Data Mining* pode agilizar a análise ao fornecer o conhecimento necessário.” (TURBAN, McLEAN, WETHERBE, 2004, p. 344).

Movimento	Operação	NF	Material	Qtde	Preço	Total
30/09/2009	FURAÇÃO DESLOCADA	0	PLACA GUIA - 224/093U-ELABORACAO	18	0,00	0,00
TOTAL				18,00	0,00	0,00

Figura 7: Aplicação *Data Mining* a partir do gráfico

Fonte: PORTAL INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS EMPRESA MODELO.

A Figura 8 mostra outra aplicação de *data mining* em um projeto de gestão estratégica a partir de dados de produção. O usuário, a partir de um simples clique do mouse sobe ou desce níveis com base no DW.

Acompanhamento de gastos (GGF) Posição estoque por grupo

MATÉRIA PRIMA Imprimir				
Filtros: Data Inicial: 01/10/2009 Data Final: 17/10/2009 Unidade: FAGRA Relatório: SINTÉTICO Posição em: 17/10/2009 13:45:53				
Tipo Movto.	Empresa	Material	Otde	Total Custo
Conta n alocada				
3940	FASAP	FERRO MANGANES PEDRA PT9.1/002 - REV.5	1000	2.189,25
3751	FASAP	SUCATA DE COBRE - PT9.1/017 - REV. 5	500	4.351,25
4065	LA AGUIAR	SUCATA DE FERRO FUNDIDO - PT9.1/008 - REV. 6	12330	7.037,64
SUBTOTAL			13830	13.578,15
Fusao - FAGRA				
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	ESTANHO EM VERGUILHAS - PT 9.1/054 - REV. 0	3	86,38
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	FERRO CROMO 55 - PEDRA - PT9.1/006 - REV. 6	1000	2.756,25
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	FERRO GUSA CINZENTO - 2.5/3 - PT9.1/053 - REV.3	66710	44.329,49
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	FERRO MANGANES PEDRA PT9.1/002 - REV.5	2000	4.378,50
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	GRAFITE GR - 110	25	44,25
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	INOCULANTE IMB 22 - PT 9.1/011 - REV. 11	50	210,19
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	INOLAD - SG	1920	8.467,20
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	SUCATA DE ACO - PT9.1/007 - REV. 6	54650	23.057,84
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	SUCATA DE COBRE - PT9.1/017 - REV. 5	1488	13.338,29
Almox.	NAO USAR!!!!!!!!!!!!	SUCATA DE FERRO FUNDIDO - PT9.1/008 - REV. 6	192815	115.459,23
SUBTOTAL			320661	212.127,62
TOTAL GERAL			334491	225.705,77

Figura 8: Aplicação *Data Mining* a partir de dados de produção
 Fonte: PORTAL INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS EMPRESA MODELO.

2.1.3 Metodologia do processo de Inteligência de negócio

Um projeto de gestão estratégica, para seu perfeito sucesso, exige aplicar e seguir etapas definidas. É o que cita Jerry P. Miller (2002), dizendo que as quatro fases do ciclo de inteligência são:

- Identificação dos responsáveis pelas principais decisões e suas necessidades em matéria de inteligência;
- Coleta de informações;

- Análise da informação e sua transformação em inteligência;
- Disseminação da inteligência entre os responsáveis pelas decisões.

Na primeira fase, o engenheiro identifica as necessidades dos responsáveis pelas principais decisões da empresa. Nesta etapa se define quais usuários vão inserir as informações, quais vão analisar as informações e quais vão usar as informações dentro da gestão estratégica. Todo este ciclo é muito importante e está diretamente relacionado à hierarquia da organização.

Depois de identificar os usuários e suas necessidades, inicia-se a coleta de dados – a segunda fase do processo. Nesta etapa, já com o fluxo da informação definida a partir do negócio da empresa, são coletadas e preparadas as informações necessárias para o perfeito funcionamento do projeto como um todo. Aqui é muito importante analisar quais informações são necessárias e quais são opcionais, pois todos indicadores e relatórios dependem desta análise.

Uma vez reunidas as informações necessárias, os engenheiros identificam padrões e tendências significativos. Buscam *insights* exclusivos e relações até então não detectados entre os dados. Por exemplo, depois de toda a coleta de informação, o engenheiro de processo quer saber, em relação à produção de certo produto, qual foi a variação de um dos componentes na liga de ferro fundido em determinado mês. Isso só é possível com análise e entendimento do negócio.

Na quarta fase do ciclo é preciso entender de que maneira os responsáveis pelas decisões preferem que as informações lhes sejam apresentadas, aumentando a integridade e a futura utilização do que é relatado. Seja na forma de gráfico, relatório, ou outro qualquer, o importante é exibir de forma simples e direta a informação pronta para a tomada de decisão.

2.2 APLICAÇÃO DE BI (*BUSINESS INTELLIGENCE*) NO CHÃO DE FÁBRICA

Partindo do conceito de BI que é a utilização de variadas fontes de informação para se definir estratégias de competitividade nos negócios da empresa

e sabendo que é no chão de fábrica que são geradas as riquezas e onde os controles devem ser instantâneos para a pronta tomada de decisões, está sendo muito comum a utilização das técnicas de BI no chão de fábrica.

A evolução do chão de fábrica tem sido significativa nas últimas décadas, onde grandes investimentos têm sido realizados em infra-estrutura, automação, treinamento e sistemas de informação, transformando-o numa área de estratégia para as empresas. O chão de fábrica gera grande quantidade de dados que, por dispersos ou desorganizados, não são utilizados em todo seu potencial como fonte de informação. E o que melhor define essa situação é a citação de Carlos Barbieri (2001).

“...não se sabe o que sabe e não se sabe o que não se sabe...” (BARBIERI, Carlos, 2001, p. 34).

Para minimizar este problema e definir regras e técnicas para a formatação adequada deste volumes de dados, as ferramentas de BI são perfeitas. Imagine uma empresa que produz 300 ton/dia de ferro fundido, onde, para cada corrida o laboratório deve realizar diversos testes químicos e físicos para atender as especificações técnicas dos clientes. A quantidade de informação gerada é imensa, e se não houver uma análise ao longo de todo o processo ocorre conforme afirma Mello (*et al*).

“ ...a quantidade de informação é demasiadamente alta e de baixa confiabilidade.” (MELLO, Ricardo Gold de, *et al*, p.1)

Mas por que aplicar o conceito de BI em chão de fábrica? Quais as características que este meio traz para possibilitar esta aplicabilidade? Normalmente as empresas de manufatura que trabalham em lotes de produção possuem um mix de produtos muito elevado, cada máquina está produzindo uma ordem de produção diferente e, muitas vezes, mais de uma ordem ao mesmo tempo. Vejamos algumas das complexidades que uma indústria possui em função do seu processo produtivo:

- Especificações diferentes por máquina: os parâmetros de desempenho de cada máquina são diferentes entre si. As informações relevantes de uma retificadora são diferentes das de uma prensa ou forno de

têmpera. Mesmo as especificações em comum, como produtividade e eficiência, não podem ser comparadas entre máquinas.

- Especificações diferentes por produto: as diferentes características por produto impossibilitam a criação de padrões para a produção. O ritmo de produção para cada produto é diferente, por exemplo, *setup* de máquina, defeitos de fabricação, refugo e retrabalho.
- Processo desordenado: quando o mix é muito variado e cada produto exige uma seqüência de operações diferentes, é complicada a implementação de linhas e células de produção, pois as quantidades não justificam a criação de linhas dedicadas.
- Baixa confiabilidade da informação: os dados de apontamento de produção muitas vezes não refletem a realidade do chão de fábrica, mascarando diversos problemas que não são levados para a gestão.

A Figura 9 apresenta um esquema genérico da situação de supervisão de chão de fábrica, indicando, em cada etapa, quais os principais problemas encontrados.

Como resultado, a visão gerencial sobre o chão de fábrica é imprecisa. As informações são ineficientes devido à baixa confiabilidade nos dados e as diversas particularidades que cada produto/máquina possui (Mello, *et al*, 2009). Outro ponto importante é a demora na compilação das informações de chão de fábrica para a tomada de decisões tornando o gerenciamento lento e ineficaz, além de não refletir a situação real do mesmo.

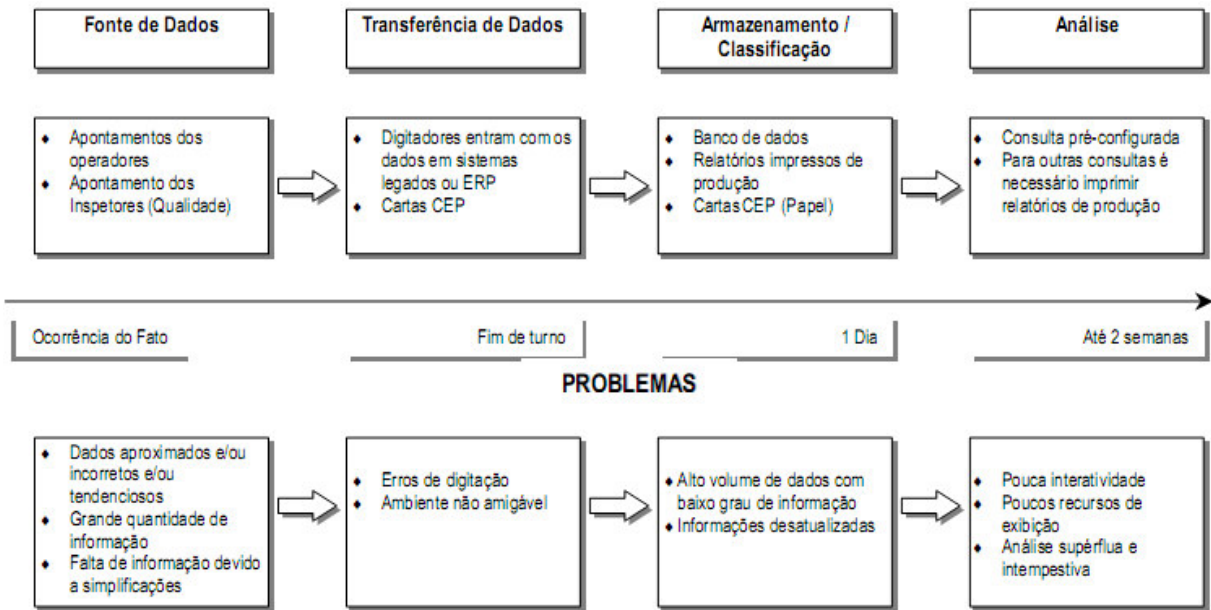


Figura 9: Sistema de informações gerenciais de chão de fábrica e a problemática associada
 Fonte: MELLO (2009 P. 3)

Normalmente os investimentos realizados em TI dentro de uma empresa são voltados principalmente aos ambientes gerenciais e administrativos, ficando de fora o chão de fábrica, causando assim uma lacuna entre a produção e os sistemas de gestão.

Como pode ser visto na Figura 10, há um enorme vazio entre os sistemas ERP's e os sistemas de automação, no que diz respeito à disponibilidade e troca de informações entre os mesmos. Para extinguir esta lacuna é que o conceito e metodologia de BI estão sendo perfeitamente aceitos na produção, pois minimiza gastos exorbitantes com desenvolvimento de terceiros e a ferramenta atende, de uma forma geral, tanto engenheiros, administradores e contadores em termos de indicadores, relatórios gerenciais, etc.



Figura 10: Pirâmide de automação. Sistema não integrado
Fonte: FILHO (1998)

3 INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO DE AÇO

3.1 PROCESSO INDUSTRIAL

Como foi colocado ao longo do trabalho, em qualquer projeto técnico o engenheiro deve se envolver e conhecer o máximo do processo em questão para apresentar um modelo de trabalho que vise a melhoria da gestão do negócio.

Neste capítulo serão colocadas, de uma forma sintética, as principais etapas do processo Industrial de uma fundição conceituando o modelo proposto.

Conforme Chiaverini (2008), o processo de fundição é definido como o conjunto de atividades requeridas para dar forma aos materiais por meio da sua fusão, conseqüente liquefação e seu escoamento ou vazamento para moldes adequados e posterior solidificação (Figura 11).



Figura 11: Processo de vazamento de ferro fundido para molde de areia
Fonte: PROCESSO PRODUTIVO EMPRESA MODELO.

Basicamente, o processo de divide nos seguintes grupos de atividades:

- Fabricação do modelo;

- Preparação da liga nos fornos de indução;
- Vazamento da liga para os moldes, podendo ser em areia, cera ou molde mecânico;
- Esfriamento e Solidificação;
- Processo mecânico de divisão da peça fundida do molde (desmoldagem);
- Rebarbamento;
- Acabamento;
- Pintura;
- Inspeção;
- Embalagem.

3.1.1 Fabricação do modelo

Numa Indústria de fundição uma das principais riquezas são os modelos das peças, podendo-se definir como o protótipo do produto. A partir deles é que os engenheiros definem características tridimensionais e outros dados técnicos pertinentes ao material e sua aplicação.

A principal função do modelo é dar forma ou imprimir na areia de fundição o formato da peça que vai ser vazada. Geralmente é utilizada madeira, plásticos como o uretano, metais como o alumínio ou o ferro fundido para sua fabricação. Há casos onde se usa a própria peça como modelo. A Figura 12 mostra os moldes de areia criados a partir do modelo.



Figura 12: Moldes de areia para fundição
Fonte: PROCESSO PRODUTIVO EMPRESA MODELO.

3.1.2 Preparação das ligas

Pela definição, liga é a substância resultante da mistura de dois ou mais elementos, entre os quais pelo menos um é metal e na maior parte das vezes recorre-se à liga para dar aos metais determinadas propriedades mecânicas, térmicas, elétricas, magnéticas ou anticorrosivas. As ligas utilizadas para Indústria de fundição possuem uma variedade enorme em termos de composição, pois dependem muito das características do produto final e sua aplicação.

O procedimento mais freqüente na preparação de ligas consiste em fundir, em primeiro lugar, o metal cujo ponto de fusão é mais elevado, acrescentando-se em seguida os demais componentes. Também é possível inverter a ordem ou fundir os componentes simultaneamente. O método de fusão mais simples é o do cadinho, utilizado em pequenas fundições. Quando é necessário obter grandes quantidades de liga, usam-se fornos elétricos de diferentes tipos, como os de arco e de indução de baixa ou alta freqüência (Figura 13).



Figura 13 Liga metálica sendo despejada em cadinho
Fonte: PROCESSO PRODUTIVO EMPRESA MODELO.

3.1.3 Vazamento da liga

O processo de vazamento basicamente consiste em despejar ou vazar a liga metálica para dentro dos moldes de areia produzidos a partir do modelo. Como o molde possui o macho e a fêmea, entre ambos há uma região vazia onde a liga irá fluir e tomar a forma. O macho deve ser mecanicamente resistente durante o vazamento e ter propriedades de tornar-se quebradiço após o vazamento e resfriamento, facilitando o processo de desmoldagem. A Figura 14 exhibe a liga metálica sendo vazada para o molde de areia.



Figura 14: Vazamento da liga metálica para molde de areia
Fonte: PROCESSO PRODUTIVO EMPRESA MODELO.

3.1.4 Esfriamento/Solidificação, Desmoldagem e Rebarbamento

Depois da peça vazada para o molde, ocorre o tempo de resfriamento e a conseqüente solidificação do metal. Não mais importante que as outras etapas do processo, mas sendo considerada uma das mais críticas, a velocidade de esfriamento deve ser muito bem monitorada, já que um esfriamento muito rápido pode induzir tensões mecânicas na peça, provocando o aparecimento de trincas, e a formação de bolhas. Por outro lado um esfriamento muito lento levará a diminuição da produtividade.

Esses eventos influenciam bastante o tamanho, forma, uniformidade e composição química dos grãos formados na peça fundida, que por sua vez influenciará as propriedades globais do produto acabado.

Após resfriado e solidificado o material fundido, é realizada a retirada da peça do molde, podendo ser manual ou automatizada.

As peças desmoldadas são monitoradas pelo Controle da Qualidade na questão temperatura de desmolde, as quais são pré-determinadas pela engenharia, evitando assim quaisquer alterações em sua temperatura, trincas, dureza, etc.

O rebarbamento é o processo de acabamento da peça. Nele são retirados os canais de alimentação, canais de ataque e os maçalotes, ou seja, os canais por onde o metal líquido entra no molde para formar a peça. Também são lixadas as peças e todas as imperfeições que as mesmas possuem oriundas do processo produtivo.

3.1.5 Pintura, Inspeção e Embalagem

Depois das peças rebarbadas e limpas, as mesmas são submetidas ao processo de pintura, que pode ser manual ou automatizado. As cores normalmente são definidas pelo cliente e as propriedades da tinta pela engenharia de processo.

A inspeção, realizada pelo setor de qualidade, pode ser dividir em três tipos:

- Inspeção visual;
- Inspeção dimensional;
- Inspeção Metalúrgica.

Na expedição é realizado o embalsamento da peça em embalagens definidas pela engenharia de produto. A Figura 15 mostra dois tipos de embalagens em peças de fundição:

- Figura 15.a exhibe as peças embaladas em caixa de madeira.
- Figura 15.b em *pallet*.

Normalmente a forma geométrica é que define o tipo de embalagem a ser utilizado.



Figura 15: Tipos embalagens em peças de fundição. (a) Embalagem em caixa; (b) Embalagem em *pallet*

Fonte: PROCESSO PRODUTIVO EMPRESA MODELO.

4 METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo aplicar as técnicas de BI juntamente com os conhecimentos de engenharia em um projeto de *software* que automatize as diversas rotinas do setor de qualidade de produto e também integre equipamentos do mesmo com o sistema em questão.

O trabalho iniciou por meio de pesquisas bibliográficas sobre a origem, evolução, utilização e critérios quanto à aplicabilidade das técnicas de BI no chão de fábrica e diversas definições quanto ao perfil do profissional que desenvolve e aplica este tipo de tecnologia em ambientes de manufatura. Segundo Cervo e Bervian (1996) a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema utilizando-se de referenciais teóricos disponíveis nos mais diversos tipos de documentos como: livros, artigos, textos e publicações variadas.

Após esta etapa foi utilizado o método de Pesquisa Descritiva na forma de Estudo de Caso. O “Estudo de Caso nada mais é que uma pesquisa sobre um determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade para examinar aspectos variados de sua vida” (CERVO; BERVIAN, 1996, p. 50). Foram coletados registros disponíveis da organização EMPRESA MODELO como: planilhas de lançamentos, banco de dados do sistema ERP atual, arquivo texto do espectrofotômetro disponíveis na seção de imagens e apêndices.

Com base nestes registros, foi apresentado um modelo de trabalho que atenda aos requisitos de aplicabilidade das técnicas de BI no chão de fábrica e também integre sistema e máquina minimizando as rotinas “braçais” das pessoas envolvidas, liberando mais tempo para análise, tomada de decisões e melhoria contínua do processo como um todo.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 METODOLOGIA DE TRABALHO ATUAL

Depois de diversas reuniões e visitas técnicas realizadas na Indústria de fundição, foram levantados dados que demonstram a metodologia atual de trabalho da empresa quanto aos processos de produção e foi realizada a compilação dos mesmos para gerenciamento do negócio.

O fluxo da informação inicia mediante a demanda de produção definida pelo PCP com base nas necessidades definidas pelo cliente. A engenharia de processo faz a relação quantitativa de matéria prima a ser colocada no forno para fusão e formação da liga metálica. Neste momento a gerência de produção faz os lançamentos dos eventos de produção numa planilha de Excel (Figura 16) informando os seguintes dados:

- Código da peça produzida;
- Código do material (liga);
- Código da corrida (sequencial);
- Data da produção;
- Data do vazamento;
- Hora do vazamento;
- Data de inserção dos dados no relatório;

- Observação inicial;
- Especificação.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Mês:	Outubro/09			Relatório de Material						
2	Nº R M	Peça	Material	Corrida	Hora de Vazamento	CP Tração	Data de Produção	Data de vazamento	Data do Relatório	Observação Inicial	Especificação
3											
4											
5	2875	CL 125	D4512	06 0927	02:55	-	30/09/09	30/09/09	01/10/09	AP, CUNHA COQ. CX 12	Conf. Norma do cliente
6	2876	CL 125	D4512	06 0927	02:55	-	30/09/09	30/09/09	01/10/09	AP, CUNHA COQ. CX 14	Conf. Norma do cliente
7	2877	CL 125	D4512	04 1074	00:30	-	30/09/09	30/09/09	01/10/09	AP	Conf. Norma do cliente
8	2878	SL 036	GG20	02 1122	23:20	2174	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente JDM B3
9	2879	CL 125	D4512	04 1073	22:55	2175	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente
10	2880	FT 015	D4018	04 1072	16:10	2176	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente JDM B8
11	2881	CT 054	D5506	04 1071	12:40	2177	EN/ND/ND	EN/ND/ND	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente 1E0596
12	2882	CL 197	D5506	01 1031	10:45	2178	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente
13	2883	MF 304	GGG50	04 1072	16:15	2179	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. IT-TE 507
14	2884	EA 068	G3000	04 1077	06:15	2180	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente
15	2885	EA 001	G4000	04 1077	06:00	2181	30/09/09	30/09/09	01/10/09	CP	Conf. Norma do cliente
16	2886	CT 045	D4512	06 0923	06:20	2182	EN/ND/ND	EN/ND/ND	01/10/09	AP;CX07	Conf. Norma do cliente 1E1477
17	2887	CT 011	D4512	01 1038	13:35	-	NU/UN/UM	NU/UN/UM	01/10/09	AP. 196 HB	Conf. Norma do cliente 1E0356
18	2888	CT 012	G3000	01 1037	10:15	2193	NU/UN/UM	NU/UN/UM	01/10/09	PÇ	Conf. Norma do cliente 1E0018
19	2889	TR 001	FE5007	04 1079	10:00	-	30/09/09	30/09/09	01/10/09	PÇ 187HB	Conf. IT-TE 507
20	2890	CL 125	D4512	02 1128	17:40	cx 14	01/10/09	01/10/09	02/10/09	AP	Conf. Norma do cliente
21	2891	CL 125	D4512	04 1085	00:55	cx 08	01/10/09	01/10/09	02/10/09	AP 170 HB	Conf. Norma do cliente
22	2892	CL 125	D4512	04 1085	00:55	cx 02	01/10/09	01/10/09	02/10/09	AP 179 HB	Conf. Norma do cliente
23	2893	CL 211	G3500	06 0929	09:45	2183	01/10/09	01/10/09	02/10/09	CP	Conf. Norma do cliente

Figura 16: Planilha de lançamentos de produção
 Fonte: SISTEMA DA QUALIDADE EMPRESA MODELO.

Os campos “Peça”, “Material” e “Corrida” são campos estrangeiros, pois possuem informações próprias definidas em seu cadastro. Supondo ser necessário montar um relatório com todas as informações exibidas na Figura 16, mas que também traga a descrição da peça e os demais dados da corrida, como por exemplo, em qual forno foi produzida a liga. Neste caso as diversas possibilidades de visualização e interpolação dos dados começam a crescer e a necessidade de organização e disposição das informações precisa ser bem estruturada e definida pelo usuário.

Já o campo “corrida” é um número sequencial definido como chave primária, ou seja, ele não se repete em toda a tabela. A partir desta chave, os demais dados,

como composição química, ensaios mecânicos e visuais, entre outros, serão aglutinados em um único formulário chamado “Relatório de Qualidade”, que é o objetivo final do trabalho.

Posteriormente aos lançamentos de produção, um corpo de prova da liga segue para o laboratório para análise de composição química no espectrofotômetro. O analista recebe a amostra fazendo sua preparação e então executa o teste no equipamento. Um exemplo de resultado de composição de liga é mostrado no anexo A.

Esses valores são lançados novamente na planilha de Excel, onde há a possibilidade de erros de digitação e a extração da informação é lenta, pois o equipamento gera todos os dados em um arquivo ASCII, necessitando de tratamento por parte do usuário.

As informações dos demais testes, como temperabilidade, metalografia, dureza, dimensional e outras especificações, vão sendo adicionadas à planilha mostrada na Figura 16, com a finalidade de se obter o “Relatório de Inspeção da Qualidade” (exemplo ilustrado no Anexo B).

Este relatório é uma consolidação geral das informações geradas a partir do processo produtivo. Como os testes são realizados em laboratórios e por pessoas diferentes, é muito importante controlar os relatórios de entrada de dados (*logs de inputs*) no mesmo, ou seja, o que cada usuário inseriu, alterou ou excluiu de informação e quem aprovou a peça para ser enviada ao cliente. Fazendo isso, têm-se toda a rastreabilidade dos dados da qualidade da peça.

Supondo uma peça fundida que é utilizada em um trator e em determinado momento ocorre a fratura da peça e verifica-se que a composição estava fora de especificação, e ainda, que neste lote de peças foram produzidos 1.000 tratores. O cliente liga para o fornecedor informando o ocorrido e pede uma análise para informar se o problema foi da fundição ou do fornecedor de matéria prima. Neste momento, para a fundição não ser lesada é necessário comprovar que seu sistema de qualidade não falhou e que o possível problema pode ter vindo de terceiros. Mas como fazer isso de uma forma rápida e verificando quem aprovou e em qual data? Na forma de trabalho e com as ferramentas atuais é quase impossível ter êxito nesta tarefa, pois não há controle de aprovação e o aplicativo utilizado não atende aos

conceitos de modelo relacional de dados, ocasionando assim um possível ônus para a empresa em função da falta de inteligência de negócio nas rotinas de qualidade.

5.2 ETAPAS PARA EXECUÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Para transformar dados de chão de fábrica em gestão é importante realizar algumas etapas que a engenharia de *software* define como modelo de desenvolvimento. Esses modelos são técnicas de controle de atividades uniformizadas que devem ser aplicadas sistematicamente, pois se encontram agrupadas em fases. Cada fase possui diversas entradas e saídas de informações, isto é, define quem faz o quê, quando e como para atingir um objetivo. As próximas seções exemplificam as etapas para execução do modelo proposto.

5.2.1 Especificação de Requisitos ou Análise Inicial

Esta etapa é muito importante e pode-se dizer que é a principal no desenvolvimento de um projeto de automação ou aplicação de BI. Define-se como a tradução da necessidade levantada com base nas informações do negócio em análise. Para o estudo de caso em questão as informações e necessidades levantadas nesta etapa foram:

- Entendimento do processo produtivo;
- Testes físicos e químicos realizados nos laboratórios;
- Relatório de qualidade que é enviado para o cliente.

Foi necessário entender o processo de fusão, os responsáveis pelo lançamento das informações das corridas na planilha de Excel e de que forma estes

dados seguem para o laboratório. No laboratório é que são executados os testes de composição química, dureza, metalografia e diversas entradas são realizadas nas planilhas. Após os lançamentos as informações são compiladas e dão origem ao relatório de Inspeção de Qualidade (Anexo B). O mesmo é enviado ao cliente e a peça somente é liberada se as especificações forem atendidas.

5.2.2 Projeto de Sistema:

Com base no levantamento das informações obtidas a partir do negócio da empresa é realizado o projeto de sistema. Nesta etapa ocorre a tradução dos requisitos levantados na etapa de análise em uma descrição de todos os componentes necessários para codificar o sistema, ou seja, colocar em prática.

Para o presente modelo, os componentes em sua maioria seguem a lógica usual das necessidades em projetos de BI, pois já possuem um DW com os cadastros principais como, materiais, clientes e especificações de produtos. Já os requisitos faltantes são as novas necessidades de desenvolvimento que irão trazer ganho de tempo, integração e automação das rotinas da qualidade para emissão do relatório de inspeção. Dentre estes requisitos destacam-se duas necessidades muito importantes que serão a base da inteligência do projeto, sendo:

- Desenvolvimento da arquitetura de dados;
- Desenvolvimento e integração do software com espectrofotômetro.

As exemplificações dos requisitos serão descritas nos próximos tópicos.

5.2.3 Programação

Nesta etapa é executada a produção do código que controla o sistema e realiza a computação e lógica envolvida. Esta lógica foi levantada na etapa de

especificação de requisitos e a demanda de escrituração de código tanto quanto desempenho do sistema dependem, quase que na sua totalidade, de uma boa análise inicial.

Para execução do modelo proposto foi escolhido o banco de dados MSSQL Server 2005 com scripts *back-end*, ou seja, são executados diretamente no *Database*. Em termos de linguagem web foi escolhido ASP que é uma linguagem voltada a eventos e é encapsulada dentro de código HTML. Demais técnicas como JavaScript ou Ajax podem ser usadas visando o atendimento das necessidades do projeto. Dispondo dessas tecnologias, o modelo proposto poderá ser acessado a partir de qualquer navegador de internet dentro ou fora da organização.

5.3 ARQUITETURA DE DADOS

A arquitetura de dados é o espelho das definições e análises realizadas transferidas para o modelo relacional entre as informações. Para o modelo proposto inicialmente foram criadas as tabelas de cadastro, ou seja, as informações que geram os eventos do processo, por exemplo, cadastro de peças, fornos, turnos, testes de qualidade, especificações do produto, etc.

Em função dos testes realizados pela qualidade foram criadas duas tabelas onde são cadastrados os ensaios e suas devidas variáveis. A Figura 17 demonstra o relacionamento entre os testes e as devidas perguntas que o sistema irá fazer. Por exemplo, para o teste de análise de metalografia é necessário informar dois valores, sendo a especificação da grafita e matriz. Posteriormente, quando todos os testes e informações correlatas estiverem cadastradas o usuário simplesmente irá selecionar qual o ensaio que deseja fazer os *input's*, e o sistema saberá quais informações precisa para manter a integridade dos dados.

Table - dbo.mod_prop_testes		JUST-ELISANDR... SQLQuery1.sql	Summary
	id_teste	desc_teste	
▶	1	ANÁLISE METALOGRAFICA	
	2	ENSAIO DE TRAÇÃO	
	3	ENSAIO DE DUREZA	
*	NULL	NULL	

Table - dbo.m...stes_perguntas			JUST-ELISANDR... SQLQuery1.sql	Summary
	id_pergunta	id_teste	desc_pergunta	
▶	1	1	ESPECIF. GRAFITA	
	2	1	ESPECIF. MATRIZ	
*	NULL	NULL	NULL	

Figura 17: Arquitetura de dados – Ensaio
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Basicamente, a arquitetura de dados reflete o curso dos dados dentro do fluxo do negócio que foi analisado. As tabelas e suas colunas são criadas tendo como base esta análise, pois definem o tipo de dado associado, os relacionamentos e principalmente possibilitam a utilização deste armazém de dados em aplicações de BI com desempenho excelente.

5.4 MODELO PROPOSTO

O levantamento dos dados, definição da linguagem de programação e desenvolvimento da arquitetura de dados são requisitos para a proposta de modelo ter sucesso.

Como foi colocado na seção 5.1, onde se exemplifica toda a metodologia atual de trabalho do sistema de qualidade, o modelo proposto visa criar um protótipo que extinga as planilhas eletrônicas, automatize a coleta de informações de composição química diretamente do espectrofotômetro e integre os demais dados de testes físicos executados na peça a fim de montar o Relatório de Inspeção de Qualidade, onde o cliente pode administrar e acompanhar os mesmos, usando os conceitos e metodologias de BI.

5.4.1 Lançamento de corrida de forno

O início de *input's* ocorre na produção, onde são lançados os dados específicos de cada corrida. A Figura 18, abaixo, exibe um protótipo de tela para inserção destas informações. Todos os campos são obrigatórios, pois a integridade do banco de dados, definidos na arquitetura do mesmo, exige isso.

Figura 18: Modelo proposto – Interface de *input's* eventos de produção
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

No momento em que ocorre a ação de salvar as informações, iniciam-se as transações de validação dos dados enviados. Para cada campo do formulário são avaliadas as informações que o usuário digita e são confrontadas com base no *designer* da tabela, por exemplo, caso no campo “Dt. Vazamento” for informada uma data maior que a atual ou o formato de ano não esteja com quatro dígitos: neste momento o código desenvolvido é executado e retorna se houve sucesso ou insucesso na ação.

Para facilitar a visualização do sucesso ou não do evento, o sistema utiliza cores, exibindo uma mensagem descrevendo o resultado da execução do código. A Figura 19 demonstra uma mensagem de sucesso na cor verde e outra de insucesso na cor vermelha em um cadastro de empresas.

✓ Registro alterado com sucesso!

✗ Informe a razão social

Figura 19: Mensagens de sucesso ou insucesso de ação
Fonte: JUSTNEW SOLUÇÕES LTDA.

A partir deste momento inicia-se a maratona de testes nos laboratórios da organização, sejam físicos, químicos ou metalográficos. Uma amostra da liga é retirada do forno, preparada e enviada para os devidos testes. Os analistas executam os testes e lançam os dados sempre vinculando ao código da corrida. Conforme citado na secção 5.3, cada evento de inspeção da qualidade será cadastrado com os devidos parâmetros de entrada, possibilitando assim uma maior confiabilidade nos dados e agilidade na digitação dos resultados.

Como comentado acima, os valores antes de serem inseridos ou editados são validados pela lógica do programa, e em caso de sucesso são salvos no *Database* e estão prontos para serem incrementados à medida que seguem no fluxo do processo.

5.4.2 Integração do sistema com o espectrofotômetro

Desde a primeira visita na fundição a principal idéia e necessidade levantada pela mesma era a integração de um sistema inteligente com o equipamento de análise química (espectrofotômetro).

Para atender as normas de cada cliente, a fundição deve fazer os testes de composição química para confrontar estes em relação às especificações definidas pelo comprador final. Atualmente, em função da demanda de testes na organização ser altíssima, é muito importante que seja criado um modelo que automatize as tarefas antes executadas manualmente pelo operador de laboratório e agilize a montagem do relatório de inspeção que vai ser enviado para o cliente juntamente com a peça.

A grande maioria dos equipamentos de análise química possui um *software* que recebe os parâmetros de entrada e saída para o teste em execução. Definidas as regras, inicia-se a análise e o resultado é salvo, normalmente, em um arquivo texto. Arquivos com este formato não possuem formatação complicada e são

largamente utilizados no ramo de desenvolvimento em casos que é necessário dar entrada de informações a partir de outro armazém de dados ou equipamento.

Para elaborar um algoritmo a partir do banco de dados que abra e leia as informações inseridas no arquivo gerado a partir do equipamento (Anexo A) é necessário entender como o mesmo trabalha, e saber quais campos seu *software* necessita para gerar a análise corretamente. Participando de alguns testes nos laboratórios da fundição, verificou-se a atual rotina de trabalho que o analista executa para atender os requisitos que o relatório de inspeção exige.

Inicialmente é executado o teste no espectrofotômetro. Concluído o teste, um arquivo em formato ASCII é salvo em um diretório definido pela qualidade. Seguindo o fluxo de trabalho, com base neste arquivo texto, são lançados os resultados de composição química para cada corrida na planilha de Excel.

Para se ter uma idéia da quantidade de informações e do tamanho da atenção e trabalho que é necessário para executar esta tarefa, a Figura 20 mostra o arquivo gerado a partir da análise. Este arquivo possui diversas colunas rotuladas conforme o tipo de informação associada. O percentual para cada elemento químico presente na liga é computado sempre como um número de onze dígitos. Se determinado elemento não integrar a composição do material, ele aparece no arquivo só que com valores zerados, sendo isso uma facilidade para desenvolver a lógica do *script* que vai buscar e inserir no *Database* estas informações.

Corrida	Analista	C	Si
04 1236	GE	000003,43	000001,64
10 0004	ADRIANO	000003,42	000001,67
06 1058	ADRIANO	000003,30	000001,67
02 1292	ADRIANO	000003,84	000000,97
04 123609	ADRIANO	000003,48	000001,87
10 0004	ADRIANO	000003,50	000001,61
10 000409	ADRIANO	000003,41	000001,68
06 1058	ADRIANO	000003,54	000001,82
10 004B09	ADRIANO	000003,27	000001,90
03 1214	ADRIANO	000003,45	000001,59
		000003,47	000001,61
		000003,41	000001,84
06 105809	ADRIANO	000003,52	000001,95
10 004C09	ADRIANO	000003,42	000002,00
10 0004	ADRIANO	000003,51	000001,75
02 1292	ADRIANO	000003,87	000001,07
10 004D09	ADRIANO	000003,41	000001,87
02 1292	ADRIANO	000003,82	000001,31
10 0004	ADRIANO	000003,56	000001,74
04 1237	ADRIANO	000003,73	000001,79
10 004E09	ADRIANO	000003,43	000001,94
10 004F09	ADRIANO	000003,50	000001,80
10 0004	ADRIANO	000003,53	000001,79
04 1237	ADRIANO	000003,66	000001,80
02 129209	ADRIANO	000003,69	000002,32
02 1292B09	ADRIANO	000003,70	000002,43
02 1292C09	ADRIANO	000003,69	000002,39
06 1059	ADRIANO	000003,48	000001,70
10 004G09	ADRIANO	000003,51	000001,92
10 0004	ADRIANO	000003,57	000001,65
04 123709	ADRIANO	000003,50	000002,16
10 004H09	ADRIANO	000003,51	000001,86
10 0004	WENDEL	000003,39	000001,59
10 004I09	ADRIANO	000003,37	000001,73

Figura 20: Arquivo texto gerado a partir do espectrofotômetro
 Fonte: SISTEMA DA QUALIDADE EMPRESA MODELO.

Para atender a necessidade de automação desta tarefa, para o presente modelo será desenvolvido uma rotina onde o usuário simplesmente terá que informar o código da corrida e o diretório onde foi salvo o arquivo de análise. Feito isso, será executado o código T-SQL demonstrado na Figura 21 abaixo.

```

set ANSI_NULLS ON
set QUOTED_IDENTIFIER ON
go
alter procedure spuBulkAutomatico
@caminho varchar (200) = 'c:\temp\', /**Recebe os arquivos que vai conter os(o Temp é o default, só como exemplo)**/
-- Nome da tabela que vai receber os dados
-- importados (default = ##tabela, coloque o nome da tabela que geralmente via receber
-- os dados das suas importações)
@tabela varchar (100) = '##teste'

as

set nocount on|

-- Criação da tabela que vai receber os
-- nomes dos arquivos que vão ser lidos
create table #tmp (out varchar (1000))

/**Declaração de variáveis internas que serão usadas no decorrer do processo**/
declare @arquivo varchar (1000)
declare @sql varchar (1000)
declare @cmd varchar (1000)
declare @min int
declare @max int

/**Formação do comando que será usado no DOS para listar os arquivos**/
select @cmd = 'dir ' + @caminho + '*.txt /b'

/**Inserir os arquivos dentro da tabela para usar depois**/
insert into #tmp (out)
exec xp_cmdshell @cmd

/**Apaga registros que não tem arquivo .txt**/
delete from #tmp where out not like '%.txt' or out is null
-- Altera a tabela para colocar coluna com auto incremento, para controle
alter table #tmp add id int identity (1,1)
-- Configurações para repetição
select @min = min (id), @max = max (id) from #tmp
while @min <= @max
begin
-- passa por cada arquivo
select @arquivo = out from #tmp where id = @min
-- monta a instrução SQL para fazer o BULK INSERT

```

Figura 21: T-SQL para importação da composição química
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Este algoritmo recebe as informações de onde o arquivo está salvo, o analisa e insere todas as linhas de dados para a corrida passada numa tabela temporária. Com base nesta tabela é executado um operador de repetição, os chamados cursores, que “rola” todas as linhas desta e mediante os critérios definidos no *script* os dados filtrados são inseridos na tabela de produção atendendo ao relacionamento do *Database*. Esta rotina só é possível devido a escolha do tipo de banco de dados.

Agora, a partir desta rotina, qualquer usuário que acessar o ambiente da qualidade poderá enxergar para cada corrida do processo sua composição química em tempo real e com uma minimização de erros.

5.4.3 Relatório de Inspeção de Qualidade via Web

Sendo uma compilação de todo o fluxo do negócio, ou seja, desde o lançamento da corrida a partir da produção da liga química no forno, incrementada pelos testes físicos e químicos, o resultado é o relatório de inspeção de qualidade via *web*, onde, que pode ser acessado e emitido a partir de qualquer navegador da internet.

Como já citado, o relatório é a parte final do modelo proposto e somente poderá ser emitido se os diversos testes tiverem sido aprovados pelos supervisores ou gerentes imediatos, dependendo do nível de aprovação.

Para tanto, caso o relatório seja emitido, significa que todos os testes foram aprovados. Para cada aprovação e ação realizada será gravado o tipo de evento que foi executado, a data, hora e o nome do usuário. Por exemplo, se em determinado teste foi inserido um valor “X” e posteriormente este valor foi alterado para um valor “Y”, para ambas as ações será executado um procedimento que salve estes eventos. Isso irá proporcionar para cada corrida a visualização de quem inseriu, alterou ou excluiu os dados de produção, composição química, dureza, metalografia, aprovação, reprovação, etc. A finalidade é ter a rastreabilidade e responsabilidade das informações inseridas, aumentando assim o comprometimento dos envolvidos na acuracidade dos dados enviados ao cliente.

Integrar chão de fábrica para o gerenciamento estratégico é uma das propostas deste trabalho e o desenvolvimento do modelo, desde a análise até o relatório final visam diminuir o espaço entre o gestor e a produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços tecnológicos, as descobertas da ciência e a renovação dos conhecimentos vêm acontecendo com uma velocidade inimaginável há algumas décadas. Todas estas evoluções vinculam praticamente como condição para sua aplicação um processo de mudança, podendo ser organizacional, pessoal ou social.

O presente trabalho proporcionou ao autor uma nova visão de onde e como a Engenharia pode ser aplicada em projetos de automação da informação utilizando tecnologias atuais de manipulação de dados. Inicialmente foram conceituados os sistemas de gestão usuais utilizados nas empresas, suas vantagens e desvantagens. Todo esse embasamento foi importante para demonstrar o surgimento de um novo perfil profissional que não se atenha simplesmente ao processo produtivo, mas tenha a visão do negócio como um todo desenvolvendo e criando soluções para o gerenciamento estratégico da organização. Vários autores intitulam este novo perfil como Engenheiro do Conhecimento, dando ênfase ao perfil do engenheiro que consegue com sua base lógica e técnica transformar informações de negócios em grandes soluções de *software*, indicadores, portais e sistemas para a pronta tomada de decisões.

O tema do trabalho surgiu em função de uma necessidade de automação do setor de qualidade de uma Indústria de fundição de aço, onde foi realizado um estudo de caso que despendeu diversas reuniões, análises, desenvolvimento da arquitetura da base de dados e integração do espectrofotômetro com o sistema.

Desta forma, o autor espera que o modelo proposto atenda às necessidades que a empresa possui e tanto analistas, supervisores e gestores consigam visualizar através do fluxo do processo a Integração do Chão de Fábrica para o Gerenciamento Estratégico da Organização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNHOLD, Liane. **Implantação de sistema ERP**. Novo Hamburgo: 2007. 90 p. Monografia (Bacharel em Administração de Empresas) – Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitários Feevale, 2007.

BARBIERI, Carlos. **BI – BUSINESS INTELLIGENCE: Modelagem e Tecnologia**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2001.

CAJARAVILLE, Andréa. **A organização integrada**. Os sistemas ERP, ao integrar e otimizar os processos de uma companhia, são muito mais que uma solução tecnológica; reinventam o negócio. Disponível em: <http://www.strategia.com.br/Arquivos/Organiza%E7&E3o_integrada.pdf> Acesso em: 01 set. 2009.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo, SP: Makron Books, 1996.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos**. 7. ed. ampl. e rev. São Paulo, SP: ABM, 2008.

DATE, C. J. **Introdução a sistemas de bancos de dados**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2003.

FILHO, Constantino Seixas. **A Automação nos anos 2000 – Uma análise das novas fronteiras da automação**. ATAN Sistemas. 1998.

LOZINSKY, Sergio. **Software: tecnologia do negócio**. Rio de Janeiro: Imago, 1996.

MELLO, Ricardo Gold de *et al.* **Avaliação de Desempenho para o Gerenciamento Estratégico do Chão de Fábrica**. ENANPAD, 2000, São Carlos: SP. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?acao=trabalho&cod_edicao_subsecao=51&cod_evento_edicao=4&cod_edicao_trabalho=3987>. Acesso em: 31 out. 2009.

MENDES, Juliana Veiga. **A busca pela gestão integrada: um foco em PMEs.** Encontro Nacional da ANPAD. **Anais...** 2004.

MILLER, Jerry P. **O Milênio da inteligência competitiva.** Porto Alegre, RS: Bookman, 2002.

MORESCO, Luciano Guerra. **Implantação do sistema de ERP SAP R/3 em uma indústria de calçados: soluções, problemas e resultados.** Novo Hamburgo: 2001. 144 p. Monografia (Bacharel em Ciências da Computação) – Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitários Feevale, 2001.

NEWMAN, Brian D. **"Knowledge Management vs. Knowledge Engineering".** Disponível em: <<http://revolution.3-cities.com/~bonewman/kmvske.htm>>. Acesso em: 31 Out. 2009.

PAMPLONA, Edson de O. **Sistemas de Gestão Integrada: conceitos e principais considerações de uma implantação.** 19º ENEGEP, 1999, Rio de Janeiro. Disponível em: <www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/arterp.prf>. Acesso em: 19 set. 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2009.

RITZMANN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J.; MOURA, Reinaldo A. **MRP, MRP II MRP III (MRP + JIT com KANBAN).** São Paulo: IMAM, 1996.

SILVA, Maria Conceição M. **Mineração de Dados: tecnologia de refino para a gestão de negócios.** 2006, Disponível em: <http://www.dca.ufpe.br/nepsi/index.php?module=documents&JAS_DocumentManager_op=viewDocument&JAS_Document_id=4>. Acesso em: 23 out. 2009.

SIMCSIK, Tibor; POLLONI, Enrico Giulio Franco. **Tecnologia da informação automatizada.** São Paulo, SP: Berkeley, 2002.

SORS, Lázló; BARDOOZ, Lazio; RADNOTI, Istivan. **Plásticos Moldes e Matrizes.** 3. ed. São Paulo: Editora Hermes, 1985.

SOUZA, César Alexandre de. **Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de caso de implementação de sistemas ERP.** São Paulo: 2000. 306 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Departamento de Economia, Administração e Contabilidade, USP, 2000.

TARAPANOFF, Kira; SUAIDEN, Emir; OLIVEIRA, Cecília L. **Funções Sociais e Oportunidades para Profissionais da Informação**. 2002, Brasília: DF. Disponível em:< http://dgz.org.br/out02/Art_04.htm>. Acesso em: 23 out. 2009.

TURBAN, Efraim; MCLEAN, Ephraim; WETHERBE, James C. **Tecnologia da informação para gestão: transformando os negócios na economia digital**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2004.

UMARJI, Hassan, **Engenharia e Gestão Industrial**. 2009, Disponível em:<<http://visaocontacto.blogs.sapo.pt/61716.html>>. Acesso em: 09 Set. 2009.

ANEXOS

ANEXO A – Arquivo texto gerado a partir do espectrofotômetro

Programa: FE-20

12/08/2009 16:14:34

Comentário: Ferro Fundido

114302/02

Média (n=2)

Elementos: Conc.corr.via Padrão -> 248 D

Código IHF: NODULAR

Material: D506

Id. Amostra: APOS

Cod. Peça: SL 041

Corrida: 01 076509

Analista: ADRIANO

	C %	Si %	Cr %	Mn %	S %	P %	Mo %	Ti %	%
x	3.67	2.60	0.041 0.070	0.386	0.006	0.037	<0.005	0.009	0.006
	Mg %	Cu %	Al %	V %	Ni %	Pb %	Fe %	Ceq. %	
x	0.060	0.354	0.012	0.002	0.016	0.0051	92.80	4.54	

ANEXO B – Relatório de inspeção de qualidade (modelo atual)

Relatório de Qualidade														RQ Nº:																	
Cliente:		Código do Cliente				Código da Sudmetal																									
Data de Produção		Nº Corrida		Rev. do Desenho		Invoice / NF																									
Normas Referenciadas																															
Especificação de Material	ORIENTATIVO								ESPECIFICADO								ENCONTRADO								SITUAÇÃO						
	Ensaio / Inspeções	C	Si	Cr	Mn	P	Cu	Mg									C	Si	Cr	Mn	P	Cu	Mg								
	Composição Química																														
	Metalografia																														
	Ultrassônico																														
	Resistência Mecânica	Resistência a tração								Resistência a tração																					
		Resistência limite (0,2% compensação)								Resistência limite (0,2% compensação)																					
		Alongamento								Alongamento																					
	Comentários:																														
	Dureza																														
Comentários:																															
Aprovação	Coordenador da Qualidade:				Assinatura:				Data:																						
Especificações	ESPECIFICADO								ENCONTRADO								SITUAÇÃO														
	Característica Dimensional																														
	Característica do Fundido																														
	Requisitos Limpeza	Superfície externa:								Superfície externa:																					
		Superfície interna:								Superfície interna:																					
Comentários																															
Acabamento Superficial																															
Comentários																															
Aprovação Coordenador / Supervisor Qualidade:	Nome:				Assinatura:				Data:																						
Aprovação Gerência Qualidade:	Nome:				Assinatura:				Data:																						