

ANÁLISE DA DEMANDA POR AUTOMAÇÃO NAS FUNDIÇÕES DE MERCADO DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

FLÁVIO C. FERNANDES, REINALDO B. LEITE

*Dep. de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos
Via Washington Luís, km 235, 13.565-905, São Carlos, SP, Brasil
E-mails: dfcf@power.ufscar.br, reinaldo@polvo.ufscar.br*

Resumo Fundição é um processo de fabricação que vem crescendo em importância. O principal objetivo deste artigo é analisar, em termos de automação e sistemas informatizados de gestão da produção (SIGP), as fundições de mercado no interior do estado de São Paulo com 10 a 250 trabalhadores. O tamanho da população é 61 empresas; entre elas, 30 foram entrevistadas no chão de fábrica e seus diretores industriais foram entrevistados. A partir da análise de quase 200 tabelas de frequência e de contingência, diversas conclusões foram tiradas, p. ex.: (i) entre os três principais problemas e necessidades relativos à produção, dois deles estão diretamente relacionados com a automação industrial e com os SIGP; (ii) interesse em automação e SIGP são coincidentes.

Abstract Foundry is a manufacturing process with growing importance. The main objective of this paper is to analyse the make-to-order foundries, in terms of automation and of computerized production management systems (CPMS), in the interior of the state of São Paulo with 10 to 250 workers. The population size is 61 enterprises; among them the shop-floors of 30 enterprises were visited and their industrial executive officers were interviewed. Almost 200 frequency and contingency tables were analysed and several conclusions drawn, for example: (i) among the three main problems and necessities related to production, two of them are directly related to automation and CPMS; (ii) automation and CPMS generate coincident interests on the make-to-order foundries.

Keywords foundry, industrial automation, make-to-order, computerized production management systems.

1 Introdução

A fundição é um processo de fabricação que vem crescendo em importância econômica e tecnológica (Prophet, 1990). No Brasil, a Indústria de Fundição de peças em ferro, aço e ligas não ferrosas é um segmento da economia que emprega cerca de 38.000 trabalhadores, fatura 2,5 bilhões de dólares por ano e conta com cerca de 1.000 empresas (base 1998). A maioria dessas empresas é de pequeno e médio porte. Outras características são: o uso intensivo de mão-de-obra, o uso de matérias-primas (ferro gusa, ferroligas, alumínio, etc) todas de origem nacional e o superávit na balança comercial. O Brasil posicionou-se em 1997, como 9º produtor mundial de fundidos. Esta posição pode ser significativamente melhorada.

A base de todos os processos de fundição consiste em alimentar o metal líquido na cavidade de um molde com o formato requerido e resfriar a fim de produzir um objeto sólido resultante de solidificação (Mariotto, 1971). Os vários processos diferem, principalmente, na maneira de obter o molde.

Este artigo tem como objetivo principal analisar, em termos de automação e de sistemas informatizados de gestão, as fundições de mercado com 10 a 250 funcionários. Algumas das questões aqui focadas são: (i) Até que ponto a automação pode ser importante para o segmento que estamos pesquisando? (ii) Até que ponto processos de decisão mais racionais, baseados em sistemas informatizados, podem ser importantes para esse segmento? As informações

aqui contidas poderão subsidiar projetos que visem tornar o segmento mais produtivo.

Fundições de mercado são aquelas que produzem sob encomenda um grande número de pedidos vindos, em geral, de um grande número de clientes. Das 61 fundições de mercado existentes no ano 2000 no interior do estado de SP, abordamos pessoalmente (por meio de entrevistas e visitas ao chão de fábrica) 30 delas. Esses números obtivemos ao atualizar os dados do guia ABIFA (1999). Existem ainda as fundições cativas que só produzem para a própria empresa e que não são objeto de nosso estudo.

Usando como referência Vergara (2000), neste trabalho são utilizados os métodos indutivo e a pesquisa de campo. Foi escolhida uma amostra de empresas de Piracicaba, São Carlos, Indaiatuba, Itu,... onde foram entrevistados pessoalmente diretores industriais ou gerentes de produção.

Na revisão bibliográfica, foram encontrados vários problemas, direta ou indiretamente relacionados com este artigo, p. ex.: problemas de flexibilidade do processo produtivo (Mills (1997)), programação da produção (PP) para maximizar o volume de produção sujeito a restrições de espaço disponível (Henshell (1996)), sistema de PP visando melhor utilização dos equipamentos p/ o aumento da produção (Luther (1995), implantação do sistema CAD (Courtois *et al.* (1998)), implantação de equipamentos automatizados controlados por computador (Isermann *et al.* (1997)).

Nas próximas seções a análise dos resultados é apresentada. Foi feita utilizando o *software* Excel para a construção das tabelas de frequência e tabelas de contingência (cruzamento de duas variáveis).

2 Número de trabalhadores e faturamento

A maioria das empresas (73,3%) do segmento em estudo possui de 10 a 50 trabalhadores. Quanto ao faturamento, 53,3% das empresas possuem um faturamento anual menor que R\$ 1 milhão. As empresas que, mesmo possuindo poucos trabalhadores, apresentam um faturamento anual entre R\$ 1 e 5 milhões seguramente têm um nível mais elevado de automação do que esses 53,3% de empresas. Da mesma forma, 10% das empresas apresentaram um faturamento anual entre R\$ 5 e 20 milhões, enquanto que 13,3% das empresas possuem de 100 a 250 trabalhadores, o que indica alguma diferença de automação ou de eficiência na utilização de recursos entre as empresas maiores. Cruzando a variável total de trabalhadores versus faturamento obteve-se que a faixa de faturamento 1 (até R\$ 1 milhão por ano) compreende empresas de 10 a 46 trabalhadores, empresas da faixa de faturamento 2 (R\$ 1 a 5 milhões por ano) possuem de 28 a 160 trabalhadores e as da faixa 3 (R\$ 5 a 20 milhões por ano) possuem de 62 a 250 trabalhadores. Como algumas empresas faturam mais apesar de terem menos trabalhadores, isso indica que provavelmente recebem pedidos de lotes maiores, o que permite a elas investirem em automação.

Fusão em ferro representa 39,22% das linhas fundidas. Dados das demais ligas encontram-se na tabela 1. Cabe aqui ressaltar que muitas empresas possuem apenas uma linha de produtos (50% das empresas estudadas), 30% A e B e 20% A, B e C.

Existe (tabela 2) uma relação entre o tamanho da empresa e o tipo de liga: as indústrias com até 20 trabalhadores na produção concentram-se na produção das ligas 1 (ferro) e 2 (alumínio); as com 20 a 50 trabalhadores só não há o caso de produzir a liga 6 (Aço especial) e concentram-se na produção das ligas 1 (ferro), 4 (aço), 5 (aço inox); e as indústrias com mais de 50 trabalhadores não produzem as ligas 3 (cobre) e 7 (cobalto) e têm grande participação nas ligas 4 (aço), 5 (aço inox) e 6 (aço especial).

As ligas que envolvem processos mais simples (ligas de ferro, alumínio e cobre a área de atuação majoritária é o mercado regional (raio de 100 Km). Para as demais ligas a atuação é majoritariamente nacional.

3 Tamanho médio de lotes e nível de automação

Foi constatado (tab. 3) que para a maioria das linhas de produtos os lotes são pequenos, de 2 a 100 peças (68,33% das linhas) e foi confirmado que fundições de mercado possuem uma grande diversidade de produtos e trabalham com diversos clientes.

Independentemente do número de trabalhadores a predominância é dos lotes pequenos (tabela 4) e não se pode dizer que quanto menor o número de trabalhadores maior o tamanho médio de lote, nem se

pode dizer que quanto maior o número de trabalhadores maior o tamanho médio de lote.

Tabela 1. Linha de produtos.

Liga	Linha de produtos	% das linhas de produtos
1	Ligas de Ferro	39,22
2	Ligas de Alumínio	13,73
3	Ligas de Cobre	05,88
4	Aço	25,49
5	Aço Inox	11,76
6	Aço Especial	01,96
7	Ligas de Cobalto	01,96

Tabela 2. Número de linhas de produtos do cruzamento das variáveis total de trabalhadores na produção versus liga.

Total de trabalhadores na produção	Tipo de liga						
	Ligas de Fe (1)	Ligas de Al (2)	Ligas de Cu (3)	Aço Carbono (4)	Aço Inox (5)	Aço Especial (6)	Ligas de Co (7)
Menos de 20	7	4	2	1	0	0	0
De 20 a 50	10	2	1	8	4	0	1
De 50 a 100	2	1	0	2	1	0	0
De 100 a 250	1	0	0	2	1	1	0

Para uma dada liga, quanto mais alto o faturamento e menor o nº de funcionários, mais alto o nível de automação. Dessa forma pudemos classificar, analisando a fig. 1 e as visitas ao chão de fábrica, as empresas pesquisadas em termos de nível de automação: 16,7% possuem baixo nível de automação (nível 1 de automação); 73,3% possuem nível intermediário; 10% possuem alto nível de automação (nível 3). As empresas com alto nível de automação não operam exclusivamente sob encomenda.

Tabela 3. Tamanho médio de lote das empresas.

Tamanho	Faixa de Tamanho Médio de Lote	% das linhas de produtos
1	Unitário	05,88
2	De 2 a 100	68,33
3	De 101 a 1000	21,57
4	Acima de 1000	03,92

Tabela 4. Número de linhas de produtos do cruzamento de tamanho médio de lote versus total de trab. na produção.

Faixa de tamanho médio de lote	Faixa de total de trab. na produção			
	Menos de 20	De 20 a 50	De 50 a 100	De 100 a 250
Unitário	0	1	2	0
Pequeno (de 2 a 100)	11	18	3	3
Médio (de 101 a 1000)	1	7	1	2
Grande (acima de 1000)	2	0	0	0

4 Projetos de melhoria

De uma forma geral, pode-se afirmar que mais ajuda externa (Universidade, SENAI, consultoria) é desejada para os projetos com maior importância e que, devido a essa importância já estão implantados ou

estão para ser implantados nos próximos 3 anos na maioria das empresas (tabelas 5 e 6).

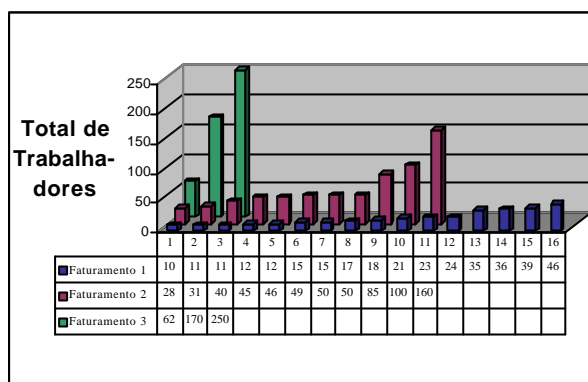


Figura 1. Total de trabalhadores por faixa de faturamento.

Os projetos de melhoria identificados como de importância A (importância mais alta) são os relacionados com a melhoria da qualidade, melhoria da manufatura e do projeto do fundido e com a PP. Ou seja, são projetos que têm uma relação direta ou indireta com a automação industrial ou com a informatização de processos de gestão. Porém apenas uma empresa já implantou equipamentos automatizados (EA) e sistemas informatizados de gestão (SIGs) e 30% e 40%, respectivamente, pretendem implantar EA e SIGs num horizonte de 3 anos.

De todos os projetos de melhoria relacionados com automação e informatização da manufatura vale a pena ressaltar neste artigo:

Os projetos de PP no geral apresentaram um percentual de implantação acima de 60% (considerando versões manual e informatizada) e uma importância média em torno de 4 (numa escala de 1 a 5), ou seja, importante. Os projetos ligados à programação se dividem em dois grupos:

Os muito importantes: “Programação da produção (PP) visando redução de refugos” (4^a lugar entre 32 projetos); “PP visando melhor cumprimento de prazos” (6^a lugar); “PP visando fechar os pedidos para faturar (\$) o quanto antes” (7^a lugar);

Os medianamente importantes: “PP para maximizar o volume de produção sujeito a restrições de espaço disponível” (15^a lugar); “PP visando melhor utilização dos equipamentos para aumentar a produção” (16^a lugar); “PP visando redução de consumo de energia” (19^a lugar).

Essa análise sobre a PP motivou o 1^o autor deste artigo a iniciar a orientação de uma tese de doutorado relacionada com a PP neste segmento estudado.

Outros projetos como “prototipagem rápida” e “uso de sistema CAD para modelação”, p. ex., não têm grande importância para as empresas do segmento de fundições de mercado, pois o modelo é geralmente fornecido pelo próprio cliente.

Tabela 5. Projetos de Melhoria apontados pelas empresas.

Projeto de melhoria	Importância média	% Gostariam apoio	% Não implantará	Manual		Informatizado	
				% Já implantado	% a implantar ou aperfeiçoar	% Já implantado	% a implantar ou aperfeiçoar
Melhoria na manufatura do fundido	4,50	46,7	0,0	76,7	6,7	10,0	33,3
Melhoria no projeto do fundido	4,43	46,7	0,0	70,0	6,7	10,0	33,3
PP visando redução de refugos	4,40	40,0	10,0	70,0	3,3	10,0	40,0
PP visando melhor cumprimento de prazos	4,37	40,0	3,3	70,0	3,3	13,3	40,0
PP visando fechar os pedidos para faturar (\$) o quanto antes	4,37	36,7	6,7	80,0	0,0	10,0	40,0
Implantação de roteiro de produção	4,07	43,3	13,3	53,3	10,0	6,7	43,3
Implantação de codificação de materiais	4,07	20,0	13,3	36,7	6,7	40,0	26,7
Planejamento da capacidade de produção de curto prazo	4,03	26,7	16,7	60,0	6,7	13,3	33,3
Previsão de vendas de curto prazo	4,00	23,3	26,7	36,7	6,7	23,3	23,3
Implantação de sistema de emissão de ordens de produção	3,97	23,3	6,7	53,3	3,3	30,0	43,3
PP para maximizar o volume de produção sujeito a restrições de espaço disponível	3,93	36,7	26,7	46,7	3,3	13,3	26,7
PP visando melhor utilização dos equipamentos para aumentar a produção	3,93	33,3	13,3	70,0	3,3	6,7	36,7
Implantação de sistema de emissão de ordens de compra de materiais	3,87	23,3	3,3	53,3	3,3	30,0	50,0
PP visando redução de consumo de energia	3,83	40,0	20,0	60,0	10,0	6,7	26,7
Planejamento da capacidade de produção de longo prazo	3,50	33,3	30,0	50,0	13,3	3,3	20,0
Previsão de vendas de longo prazo	3,40	26,7	46,7	30,0	13,3	3,3	16,7

A aquisição de “software para a simulação de solidificação” e de “equipamentos automatizados controlados por computador” apresenta uma pequena porcentagem de empresas que já os implantaram. Isso deve-se ao elevado capital necessário para tais implantações. Vale ressaltar que de uma maneira geral, não vale a pena realizar a simulação da solidificação para peças pequenas feitas em pequenas quantidades, e para peças pequenas feitas em grandes quantidades o que se faz é um experimento real com uma pequena amostra. Já no caso de fundir peças grandes,

é bem conveniente realizar a simulação já que, p. ex., para fundir uma única peça de 5 toneladas o tempo de resfriamento da peça real é muito grande e em caso dela ser refugada haverá um impacto negativo muito grande nos custos e no prazo de entrega.

Tabela 6. Projetos de Melhoria apontados pelas empresas.

Projeto de melhoria	Im- por- tân- cia média	% Gos- tari- am apoio	% Não im- plan- tará	% Já im- plan- tado	% a impla- ntar ou aper- fei- çoar
Melhoria da qualidade dos produtos entregues aos clientes	4,60	53,3	3,3	83,3	60,0
Redução das taxas de refugo ou retrabalho para redução de custos	4,40	43,3	13,3	56,7	56,7
Implantar Gestão da Qualidade Total	4,13	46,7	33,3	23,3	53,3
Implantar ISO 9000	4,10	53,3	30,0	26,7	50,0
Implantação da Gestão de Processos	3,90	60,0	23,3	23,3	63,3
Software que defina as quantidades das matérias-primas para atingir a composição a um mínimo custo (problema da mistura)	3,73	40,0	43,3	13,3	46,7
Redução de estoques de matérias primas	3,67	26,7	20,0	56,7	30,0
Software para simulação de solidificação	3,63	56,7	53,3	0,0	46,7
Redução de estoques em processo	3,60	20,0	40,0	36,7	26,7
Implantação de Reengenharia de Processos de Negócio	3,30	46,7	63,3	3,3	36,7
Redução de estoques de produtos finais	3,23	16,7	36,7	46,7	20,0
Implantar equipamentos automatizados controlados por computador	2,97	26,7	66,7	3,3	30,0
Redução do número de fornecedores	2,90	20,0	40,0	40,0	33,3
Uso do sistema CAD para modelação	2,87	26,7	66,7	10,0	23,3
Prototipagem rápida	2,70	30,0	80,0	3,3	16,7
Aumento do número de fornecedores	2,63	13,3	60,0	3,3	36,7

Para as empresas com nível baixo de automação os projetos com maior importância são: (1^a.) planejamento da capacidade de curto prazo; os três seguintes são relacionados à PP (visando redução de refugos, melhor cumprimento de prazos e visando fechar os pedidos o quanto antes); os dois seguintes são referentes à qualidade (redução das taxas de refugo/retrabalho e melhoria da qualidade dos produtos entregues) e (7^a.) implantar codificação de materiais. A importância dos projetos relacionados à PP é interessante ser ressaltada. Além desses projetos já citados há outros dois relacionados à PP que estão logo abaixo desses 7 de maior importância. Dos projetos mais importantes para as empresas, relacionados à

qualidade, o percentual de empresas que gostariam de apoio é muito grande.

Para as empresas com nível de automação intermediário, os projetos com maior importância são relacionados à melhoria no projeto e na manufatura do fundido, seguidos por três projetos de PP (os mesmos citados para nível baixo de automação) e por dois referentes à qualidade (também os mesmos citados para nível baixo de automação).

Para o nível alto de automação, os projetos com importância média mais elevada são novamente projetos relacionados à PP (4 dos 8 mais importantes: visando melhor cumprimento dos prazos, visando fechar pedidos o quanto antes, visando redução de refugos e visando redução do consumo de energia). Os demais projetos são melhoria na manufatura do fundido e implantação de codificação de materiais, melhoria da qualidade dos produtos entregues e implantar ISO 9000.

Pelas análises relativas aos projetos de melhoria, percebe-se que, em geral, quanto mais importante o projeto para as diferentes categorias de empresas menor é a variância da importância. Isso nos mostra que, no geral, projetos importantes para uma categoria de empresa é importante para a categoria toda. Uma das poucas exceções é a relativa a projetos como implantação de ISO 9000 e Gestão da Qualidade Total que, embora tenham importância alta, a variância desses projetos é, em geral, maior que a dos demais de importância também altas.

5 Interesse em automação e em SIGs

Das empresas pertencentes à amostra, 73,3% apresentaram interesse em automação industrial e 80% apresentaram interesse em sistemas informatizados para gestão da produção.

Quanto à automação/informatização, as empresas têm interesse, mas existem empecilhos. Dos fatores mais importantes para que haja investimentos em automação industrial e em sistemas informatizados de gestão da produção, 76,7% das empresas assinalaram a disponibilidade de recursos financeiros; 43,3% assinalaram a perspectiva de crescimento da economia; 46,7% assinalaram volume de produção; 23,3% assinalaram nível tecnológico do mercado concorrencial; 23,3% assinalaram qualidade da mão de obra; 10% assinalaram necessidade de mais informações sobre automação industrial e 10% assinalaram a necessidade de mais informações sobre sistemas informatizados de gestão da produção. É importante ressaltar que cada empresa destacava dentre as opções as três consideradas mais importantes.

O interesse em automação/sistemas informatizados de gestão é alto, porém, a automatização atual é baixa (tabela 7). O que se tem de mais automatizado em muitas delas são fornos que controlam com maior rigor a temperatura do metal. Em um número menor de

empresas pudemos encontrar máquinas para fabricação de moldes, com alimentação automática ou não.

Apenas as maiores empresas utilizam máquinas para a confecção dos moldes. Possivelmente essa seja a área que desperte maior interesse para a automação, e as empresas com faturamento elevado já estão investindo ou já investiram nessa área. Essa hipótese é confirmada pela tabela 8.

As empresas que consideram que o mercado apresenta pouca concorrência apresentam interesse em automação em menor proporção do que empresas que consideram o mercado concorrencial como sendo de muita concorrência (20% e 84%).

Pela tabela 9, para todos os níveis de automação (desde baixo até alto) há um percentual elevado de interesse em sistema informatizado de gestão, o que reflete a importância dada pelas empresas a esse tipo de sistema de gestão, que agiliza a troca de informações na empresa, facilitando e acelerando o seu gerenciamento.

Da mesma forma que ocorre em termos de interesse em automação, fundições cujos clientes pertencem aos ramos automobilístico e metal-mecânico apresentam uma proporção bastante elevada em interesse em sistema informatizado de gestão (67% e 88%, respectivamente). Veja tabelas as 10 e 11.

Tabela 7. Interesse em automação versus nível de automação.

Interesse em automação	Nível de automação		
	Baixo	Intermediário	Alto
Não	1	5	2
Sim	4	17	1

Tabela 8. Interesse em automação versus faturamento anual.

Interesse em automação	Faixa de faturamento anual		
	Até R\$ 1 milhão	Entre R\$ 1 e 5 milhões	Entre R\$ 5 e 20 milhões
Não	4	2	2
Sim	12	9	1

Tab. 9. Interesse em sistema de gestão e nível de automação.

Interesse em sistema informatizado de gestão	Nível automação		
	Baixo	Intermediário	Alto
Não	0	5	1
Sim	5	17	2

Tabela 10. Interesse em automação versus principal ramo.

Interesse em automação	Principal ramo de atividade dos clientes				
	Automobilístico	Indústria química	Alimentos	Metal-mecânica	Construção Civil
Não	3	1	1	3	0
Sim	6	1	1	13	1

Independentemente se o faturamento é pequeno ou médio os fatores que mais afetam a decisão de investir em automação e/ou sistemas informatizados de gestão são disponibilidade de recursos financeiros da empresa, perspectiva de crescimento da economia e volume de produção. O mesmo ocorre para a produção em lotes pequenos e médios.

Tabela 11. Interesse em sistema de gestão e principal ramo.

Interesse em sistema informatizado de gestão	Principal ramo de atividade dos clientes				
	Auto-mobilístico	Indústria química	Alimentos	Metal-mecânica	Construção Civil
Não	3	1	0	2	0
Sim	6	1	2	14	1

Pela tab. 12 percebe-se que há uma tendência de empresas com um nível mais alto de automação também apresentam um nível mais alto de informatização.

Tabela 12. Nível de informatização e nível de automação.

Nível de informatização relativa	Nível automação			Total por nível de informatização
	Baixo	Intermediário	Alto	
1	3	10	0	13
2	2	8	1	11
3	0	2	0	2
4	0	2	1	3
5	0	0	1	1

Para a determinação no nível de informatização relativa seguiram-se os passos descritos por Fernandes & Mulato (1998). Para a determinação desse índice levamos em consideração a quantidade de computadores, o tipo de computadores, a existência ou não de *Workstation* e número de funcionários.

O índice de informatização foi classificado entre 1 e 5, sendo atribuído 1 ao nível de informatização mais baixo e 5 ao mais elevado. À medida que o faturamento anual aumenta cresce o nível de informatização relativa. Porém o nível é baixo; 80% das empresas possuem nível 1 ou 2 de informatização relativa o que pode, nesses casos, dificultar a implantação de um sistema informatizado de gestão.

Outro aspecto que pode ser comparado para verificar a utilização dos recursos de informática pela empresa é a utilização desses equipamentos no chão de fábrica, o que exigiria menos tempo para acessar as informações necessárias para o processo e também para atualizá-las quando necessário. Para tanto é indispensável o uso de redes locais interligando o escritório ao chão de fábrica ou ainda interligando internamente as diferentes máquinas instaladas no chão de fábrica. Para isso tabelas foram construídas para verificar como varia a utilização de rede local no chão de fábrica para diferentes fatores, como faturamento da empresa, nível de automação etc. Pôde-se concluir que: quanto maior o faturamento maior o uso de rede local no chão de fábrica; as empresas com baixo nível de automação não utilizam rede local no chão de fábrica e mesmo as com nível alto de automação são apenas 33% que possuem rede local no chão de fábrica. 18% das empresas com nível intermediário de automação possuem rede local no chão de fábrica; empresas com um nível de automação intermediário (nível 2) apresentam a maior porcentagem de utilização de Internet com fornecedores e clientes. As com nível de automação baixo não usam redes, nem internamente nem externamente, enquanto que as mais

automatizadas são as que mais usam redes locais de interligação, mas os contatos com fornecedores e clientes não se dão por meio da Internet.

6 Conclusões

A seguir estão sumarizadas algumas conclusões do trabalho:

- A grande maioria das empresas pertencentes ao segmento estudado (fundições de mercado no interior do estado de São Paulo) trabalha em condições mínimas de equipamentos. Poucas são as que possuem equipamentos para moldagem um pouco mais automatizada, poucas possuem laboratório próprio para a análise dos seus produtos (as análises são terceirizadas ou feitas parcialmente). Isso resulta no baixo nível de automação verificado para o segmento como um todo. A precariedade dos equipamentos chega a restringir a atuação de algumas empresas, que não trabalham com certos tipos de aço devido ao controle de temperatura do metal inadequado decorrente da utilização de um forno a óleo ou a carvão (cubilô). Outras trabalham com certos tipos de aço, mesmo sabendo que devido a esse equipamento inadequado o refugo tende a ser bem maior;
- As empresas se restringem ao mercado nacional, enfrentando os custos mais baixos (tanto de matéria-prima quanto de mão-de-obra) das empresas do estado de Minas Gerais. Esse foi um fator que contribuiu para que tantas empresas que eram cadastradas na ABIFA em Maio de 1999 (ABIFA, 1999) estivessem fechadas durante a coleta de dados que ocorreu no primeiro semestre de 2000. Outros fatores estão relacionados aos vários problemas apresentados nas seções relativas à Análise dos Resultados;
- O nível de informatização é muito baixo. A comunicação com os clientes, recebimento de pedidos etc. é feito por meio de telefone/fax, quando não é feito pelo contato direto com o cliente. A não utilização de recursos de informática nas empresas representa desvantagem competitiva, pois as informações são muito mais lentas, as análises de desempenho e o tempo de resposta das empresas é demorado;
- Interesse em automação e em SIGs são coincidentes. Empresas que estão melhor posicionadas nesses aspectos, também estão melhor posicionadas quanto à tendência dos negócios;
- Não existem fundições de mercado no interior do estado de São Paulo com mais de 250 funcionários. As grandes são fundições cativas ou são fornecedoras cativas de alguns grandes clientes;
- Para concluir, mostrando de forma definitiva a relevância dos trabalhos que levem à melhoria dos equipamentos e dos processos de fabricação e de gestão, o que envolve diretamente a automação industrial e os sistemas informatizados de PCP, apresenta-se a tabela 13, onde os principais problemas e necessidades relativos à produção foram agrupados

em 6 categorias, segundo classificação contida em Zaccarelli (1990).

Tabela 13. Principais problemas e necessidades relativos à produção das empresas

Principais problemas e necessidades relativos à produção	% de empresas
Treinamento e produtividade da mão-de-obra	36,67
Equipamentos e problemas de processo de fabricação	66,67
Instalações industriais	13,33
Planejamento e controle da produção	30,00
Qualidade	30,00
Suprimentos	16,67

Agradecimentos

Às 30 empresas entrevistadas, ao suporte da FAPESP e do RECOPE/FINEP e aos dois *referees* anônimos pelas valiosas sugestões.

Referências Bibliográficas

- ABIFA – Associação Brasileira de Fundição. Home Page: www.abifa.org.br, sessão: “A indústria de fundição no Brasil”. Consulta: Setembro/1999.
- Courtois, B.; Karam, J.M.; Lubaszewski, M.; Szekely, V.; Rencz, M.; Hofmann, K.; Glesner, M.: “CAD tools and foundries to boost microsystems development”. *Materials Science & Engineering B [Solid-State Materials for Advanced Technology]*, Vol: B51 Iss: 1-3 p. 242-53, Feb. 1998.
- Fernandes, F.C.; Mulato, J.C.: “The computerization level of industries in the city of São Carlos”. *Management and Control of Production and Logistics*, Pergamon Press/Elsevier Science Ltd., ISBN 0-08-043036 8. Oxford (UK), 1998.
- Henshell, R. D.: “IT in foundries - engineering data management and layout optimisation”. *Foundryman*, v 89, n pt 2, p 47-50, Feb 1996.
- Isermann, R.; Maiwald, D.; Nolte, K.: “Modern automation systems for metallurgy and industrial heating”. *Metallurgical Plant and Technology International*, v 20, n 2, 6pp, Apr 1997.
- Luther, N. B.: “How to achieve 'balanced' production in your foundry”. *Modern Casting*, v 85, n 10, p 40-42, Oct 1995.
- Mariotto, C. L.: “Técnicas de fundição e moldagem”. Capítulo 4: Fundição de cobre. Cebraco, 1971.
- Mills, J.: “Emerging trends in manufacturing systems”. *Foundry Management & Technology*, v 125, n 11, p 22-24, Nov 1997.
- Prophet, A.M.: “New rules, new markets, new skills: ASICS in the 90s”. *Proceedings. Third Annual IEEE ASIC Seminar and Exhibit*, p. T/3.1-2, 1990 xviii+656 pp.
- Vergara, S. C.: *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo: Atlas, 2000.
- Zaccarelli, S. B.: “Administração Estratégica da Produção”, Ed. Atlas, 1990.