

# INDÚSTRIAS QUÍMICAS TAUBATÉ S/A - IQT

Rua Irmãos Albernaz, 300 - Vila Costa  
Caixa Postal, 243

End. Teleg. «IQUETÊ»  
Tels. 2-3078-2-3168 e 2-4577

TAUBATÉ  
Estado de São Paulo

Escritório em S. Paulo: Av. Casper Libero, 390 - 6º and. - Conj. 606 - Tels.: 227-0230, 227-2241 e 228-0030  
Cadastro Geral de Contribuintes - Inscrição N.º 72 279 961/001 - Inscrição Estadual N.º 688 012 724

## AS NOVAS RESINAS FURÂNICAS E SUAS APLICAÇÕES NO PROCESSO CURA A FRIO

ROBERT BRIDI

Membro da ABM e Gerente Técnico das  
Indústrias Químicas Taubaté S.A.

O presente trabalho procura mostrar os novos desenvolvimentos feitos com as resinas furânicas de cura a frio e os seus catalizadores, o sistema fechado ou bloqueado de areia e a sua avaliação econômica.

### 1) INTRODUÇÃO

O processo de moldagem com resinas furânicas de cura a frio teve seu início na Europa em 1960 aproximadamente. Vamos dividir sua história em 3 períodos e discutir os 2 últimos.

1º Período: 1960 - 1968 - O processo nesta época utilizava resinas FA-UF e algumas vezes Ph-FA-UF. Eram adicionadas na proporção de 1,8 a 2,2% sobre o peso da areia e a cura se processava pela presença de catalizadores inorgânicos, os ácidos Fosfórico e Sulfúrico. Os tempos de desmoldagem variavam de 20 a 60 minutos. Este processo era utilizado quase que exclusivamente para a confecção de machos médios ou grandes de pequena série. Eram utilizados misturadores convencionais ou contínuos de baixa capacidade. Toda a areia utilizada neste processo era nova. Não se fazia sua recuperação. As restrições contra a utilização deste processo na época se baseavam no custo excessivo da areia preparada e em problemas do tipo "Pin-Holes" devidos aos teores elevados de  $N_2$  das resinas e consequentemente das areias preparadas.

2º Período: 1969 - 1973: As resinas FA-UF e Ph-FA-UF deste período foram modificadas com um agente de ligação do tipo silano. Suas taxas de adição foram reduzidas para 0,70 a 1,20% sobre o peso da areia e os catalizadores inorgânicos foram pouco a pouco sendo substituídos pelos ácidos orgânicos do tipo Ácido p-Tolueno Sulfônico (PTSA). Os tempos de desmoldagem continuavam na ordem de 10 a 60 minutos. Devido a redução na % de resina na areia o processo de cura a frio tornou-se economicamente viável e foi estendido a confecção de moldes não seriados ou de pequena série. Passou-se então a se utilizar a mesma areia preparada para os machos e os moldes. Com o desenvolvimento de recuperadores de areia por via seca de média e grande capacidades o processo passou de economicamente viável a altamente lucrativo. O desenvolvimento de novos misturadores contínuos de capacidades cada vez maiores ou com projeção de areia permitiram a utilização de taxas mais elevadas de catalizadores ou de misturas mais reativas reduzindo consequentemente os tempos de desmoldagem. Os problemas do tipo "Pin-Holes" desapareceram pelo uso de resinas contendo baixos teores de  $N_2$  e pela pequena % de resina na areia.

3º Período: 1974 - ? - O presente na Europa e as previsões:

Modélo 1.2.6 - 2.000 - 1/74 - Presente: As resinas continuam praticamente as mesmas do período anterior, porém surgiram novos catalizadores que permitem tempos de des

moldagem da ordem de frações de segundo para o gasoso (SO<sub>2</sub>- Processo - SAPIC) e alguns segundos para os líquidos (misturas complexas de ácidos orgânicos e inorgânicos). Já existem duas fundições na França trabalhando em fase experimental com o processo SO<sub>2</sub>-SAPIC em moldagens seriadas.

Diversas fundições em toda a Europa já utilizam, com os misturadores adequados, o processo de cura rápida (Quick-Set) com resinas furânicas.- (Vamos mostrar os dois processos no audio-visual).

PREVISÃO:1) Todos os moldes e machos seriados ou não, pequenos ou grandes serão feitos em resinas furânicas pelo processo de cura a frio. (Lembrar que agora os tempos de desmoldagem variam de frações de segundos a 60 minutos).

- OBJETIVOS
- 2) Todas as fundições utilizarão os "Sistemas fechados de areia" com a taxa média de recuperação na ordem de 95%.
  - 3) Todos os misturadores serão contínuos.
  - 4) Toda a areia não preparada será transportada pneumáticamente.
  - 5) As resinas furânicas terão no mínimo 85% de FA, teores máximos de 2% de N<sub>2</sub> e de 5% de água.
  - 6) A relação entre o peso de areia e o da peça será sempre inferior a 3/1.
  - 7) O ácido fosfórico ou sulfúrico será totalmente eliminado como único componente de um catalizador.
  - 8) Os defeitos de acabamento devidos a areia serão reduzidos a zero.
  - 9) Toda a poeira será eliminada do ambiente por exaustores especiais que a recolhem sob forma de pasta.
  - 10) Toda a areia que, porventura, se espalhar no chão será recolhida por aspiradores ligados diretamente ao recuperador.

Voltando a realidade, podemos dizer que no Brasil as fundições estão iniciando o 2º período. Já se observa o interesse das principais fundições em trabalhar com sistemas fechados de areia em resina furânica. O presente trabalho visa mostrar de uma maneira bem simples quais as implicações de ordem técnica e econômica que levaram a maioria das fundições européias a optar por este processo. Com algumas pequenas adaptações podemos utilizar no Brasil os mesmos princípios apresentados a seguir. - Para encerrar vamos apresentar um audio-visual sobre os processos Quick-Set, SO<sub>2</sub>-SAPIC e a recuperação de areia furânica por via seca.

## 2) VANTAGENS TÉCNICAS DO SISTEMA FECHADO

As vantagens técnicas de um sistema fechado de areia compreendendo o recuperador, o transportador pneumático, os misturadores contínuos, o recolhimento direto na grade de Shake-Out, o recolhimento em toda a área por aspiradores móveis e exaustores de finos, são:

- 1 - Dobra ou triplica a produção por área de moldagem.
- 2 - Redução na ordem de 95% no custo da areia nova.
- 3 - Emprego de mão de obra não-especializada.
- 4 - Redução na adição de resinas para 0,70 - 1,20% sobre o peso da areia.
- 5 - Maior proporção entre o peso de peças boas e o de fundidos.
- 6 - Redução dos defeitos devidos a areia.

- 7 - Melhor colapsibilidade e limpeza da peça. Menos sinterizações (penetrações com metalização da areia).
- 8 - Simplicidade na preparação da areia: uma só mistura para os machos e para os moldes.
- 9 - 100% de precisão dimensional.
- 10 - Maior resistência à compressão.
- 11 - Menor proporção entre o peso de areia e o peso de peças boas.
- 12 - Economia na fabricação de novas caixas de moldagem. Caixas menores, mais leves ou com a forma do modelo. (audio-visual).
- 13 - Moldagem sem caixa. (audio-visual)
- 14 - Moldagem com modelo perdido (Full-Mold Process). O custo de um modelo de ma deira equivale aproximadamente a 3 de Isopor.
- 15 - Possibilidade do emprego de areia nova de baixa qualidade. Após 3 ciclos a proximadamente esta areia torna-se igual a uma areia recuperada mais cara.

3) FLUXO DA AREIA NUM SISTEMA FECHADO

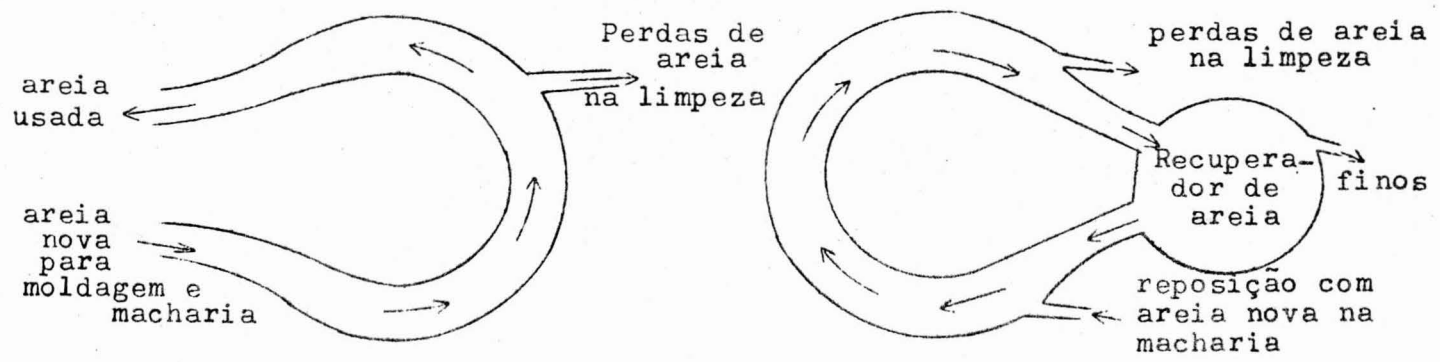


Fig. 1 - Os fluxogramas da areia, no sistema convencional (esquerda) e no fechado (direita)

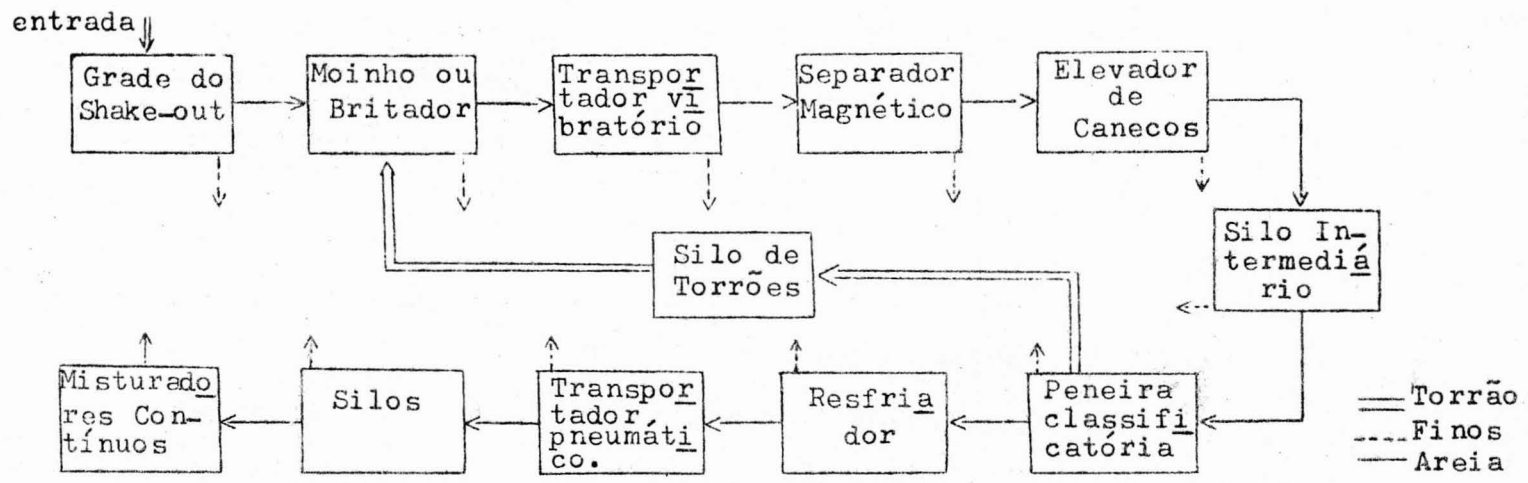


Fig. 2 - Fluxo de areia num sistema típico de recuperação por via seca.

4) OS DIVERSOS PARÂMETROS QUE INFLUEM NA QUALIDADE DA AREIA RECUPERADA E OS DEFEITOS CORRESPONDENTES NA FUNDIÇÃO:

4-1 - Teor de Nitrogênio da Resina e da Areia Recuperada.

Geralmente a fundição que começa a trabalhar com um recuperador de areia e resinas furânicas tem as seguintes perguntas a fazer:

- O teor de N<sub>2</sub> da areia recuperada vai causar defeitos do tipo pin-holes?
- Após quantos ciclos atingiremos o teor crítico de N<sub>2</sub>?
- Quais são os parâmetros que deverão ser alterados para eliminação do problema de "pin-holes"?

Para responder a estas perguntas utilizamos as fórmulas

$$N_n = Kdr \frac{(tKd)^n - 1}{tKd - 1} \quad (3) \quad N_{n=\infty} = \frac{-Kdr}{tKd - 1} \quad (3)$$

Obs: tKd < 1

onde: N = teor de N<sub>2</sub> na areia recuperada

Kd { K = % de resina não destruída na recuperação da areia  
 d = % de resina não destruída no vazamento.  
 t = % de areia recuperada no sistema

r { A = teor de N<sub>2</sub> na resina  
 M = % de resina na areia  
 n = nº de ciclos de reutilização

Destes parâmetros, todos são conhecidos ou determináveis em laboratório inclusive Kd.

Para calcularmos Kd precisamos conhecer os valores da "perda ao fogo" de uma amostra representativa da areia antes, após o vazamento e após a sua recuperação.

A determinação da perda ao fogo de uma areia contendo material orgânico é feita pesando-se aproximadamente 10 g de amostra num cadinho de porcelana.

Coloca-se o cadinho num forno a 800°C durante 2 horas. Retira-se e esfria-se o cadinho dentro de um dissecador.

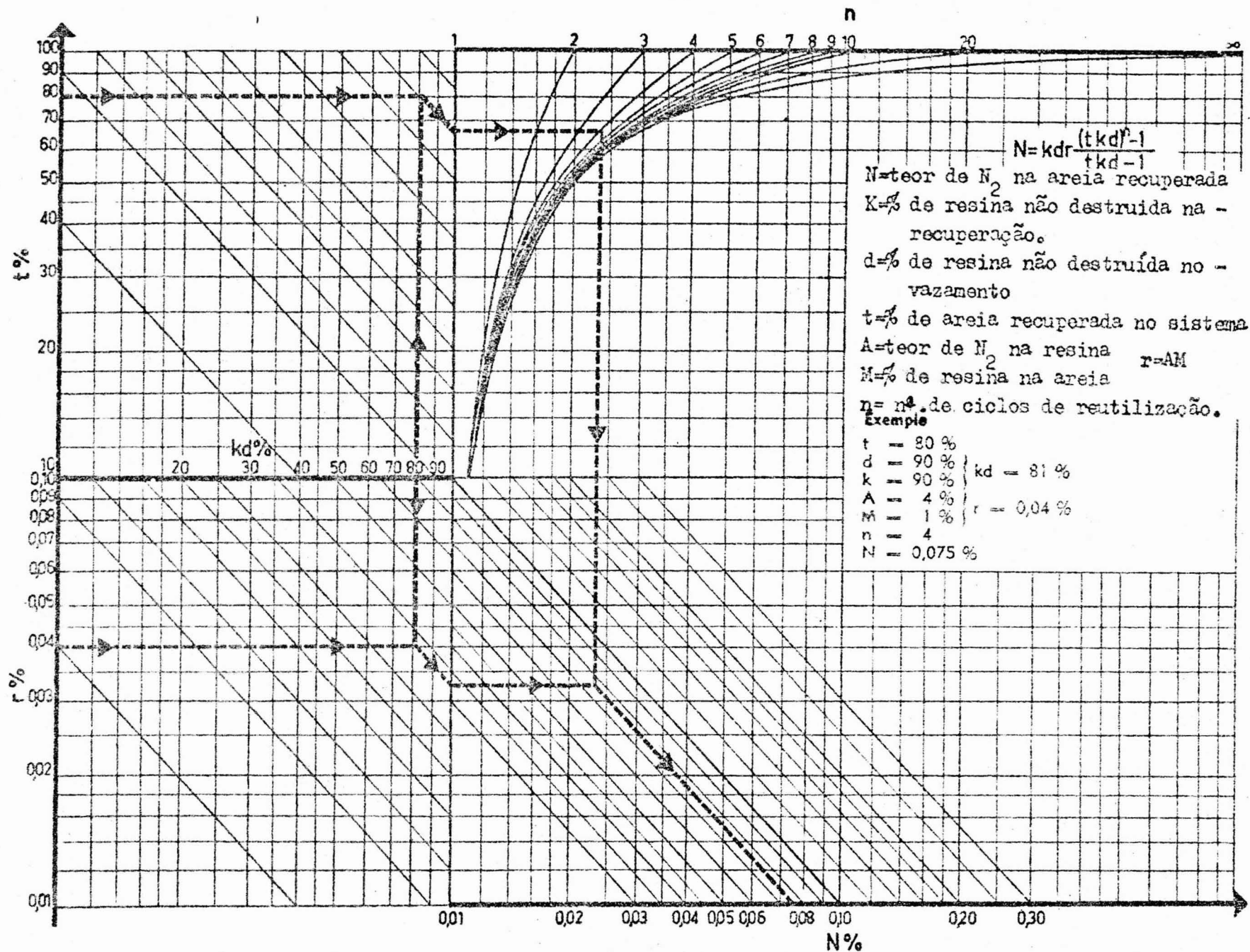


Fig.3 - Ábaco que permite calcular o teor de  $N_2$  da areia recuperada em função de diversos fatores.

$$\text{Perda ao fogo} = \frac{\text{Peso original da amostra} - \text{Peso final da amostra}}{\text{Peso original da amostra}} \times 100$$

OBS.: este valor indica a % em peso de material orgânico contido na areia.

Tendo-se determinado os valores da "perda ao fogo" de amostras de areia antes do vazamento Pf1, depois do vazamento Pf2 e depois da recuperação Pf3 podemos calcular:

$$d = \frac{\text{Pf2}}{\text{Pf1}} \times 100 \%$$

$$\therefore Kd = \frac{\text{Pf3}}{\text{Pf1}} \times 100\%$$

$$K = \frac{\text{Pf3}}{\text{Pf2}} \times 100\%$$

- Exemplo 1 : Uma fundição F que trabalhava com areia nova instalou um recuperador de areia e passou a trabalhar nas seguintes condições:

t - % de areia recuperada no sistema: 80%

d - % de resina não destruída no vazamento: 90%

K - % de resina não destruída após recuperação: 90%

$$Kd=81\% \quad \text{ou Pf1} = 3,0\% \quad \therefore Kd=81\% \\ \text{Pf3} = 2,43\%$$

A - Teor de N<sub>2</sub> na resina : 4%

M - % de resina na areia preparada: 1%

$$r = AM \quad \therefore r = 0,04\%$$

n - nº de ciclos de reutilização : 4.

Após 4 ciclos nas condições acima deseja-se prever a % de N<sub>2</sub> na areia recuperada.

Lançando-se os valores dados no ábaco obtemos N̄=0,075% valor aceitável para fundição de ferro fundido cinzento e maleável.

Para determinarmos o valor máximo de N, % de N<sub>2</sub> na areia recuperada, fazemos

$$N_{n=\infty} = \frac{Kdr}{tKd-1} = \frac{Kdr}{1-tKd}$$

$$N_{n=\infty} = \frac{(0,81)(0,04)}{1-(0,80)(0,81)} \% = \frac{0,0340}{0,3520} \%$$

$$N_{n=\infty} = 0,092 \% \sim 0,10\%$$

Este valor pode ser obtido diretamente do ábaco (fig. 3).

Nestas condições ainda é possível trabalhar-se com a resina a 4% de N<sub>2</sub> pois após um nº infinito de recuperações o valor máximo de N<sub>2</sub> mantém-se a 0,10%.

Porém para uma fundição de aço onde N não pode ser superior a 0,01% devemos calcular qual o teor de N<sub>2</sub> da nova resina furânica. Considerar os seguintes valores de t (80%) Kd (81%), M (1%).

para  $n = \infty$  e  $N_{n=\infty} = 0,01\%$  temos:

$$N_{n=\infty} = \frac{Kdr}{1-tdK}$$

$$r = AM$$

A = % N<sub>2</sub> da resina

M = % resina na areia

$$\frac{0,01}{100} = \frac{(0,81) r}{1-(0,80)(0,81)}$$

$$r = \frac{(0,01)(0,3520)}{(100)(0,81)}$$

$$r = AM = \frac{(0,01)(0,4345)}{100}$$

$$r = 0,004345 \%$$

$$r = AM \quad M = 1\% = 0,01$$

$$A = \frac{r}{M} = \frac{0,004345}{0,01} \%$$

A = 0,45% de N<sub>2</sub> na resina aproximadamente. (Este valor cai fora do gráfico da fig. 3.)

- Generalizando podemos fixar os seguintes teores máximos de N<sub>2</sub> em função do tipo de fundição:

Tipo de Fundição	Teores máximos, %, de N <sub>2</sub> na resina A	Teores máximos de N <sub>2</sub> nas areias recuperadas N n = ∞
Ferro fundido cinzento	8%	0,2%
Ferro fundido maleável	4%	0,1%
Ferro fundido nodular	4%	0,1%
Aços em geral	0,5%	0,01%

Teores mais altos de N<sub>2</sub> podem causar problemas do tipo "Pin-Holes".

4-2 - Correspondência entre "Perda ao fogo", "Evolução de Gases" e os defeitos correspondentes na fundição:

Como vimos no parágrafo anterior a "perda ao fogo" é uma relação entre pe-

sos ou massas enquanto que "a evolução ou teor de gases" de uma areia é o volume de gases despreendido por unidade de massa, normalmente ml/g( $\text{cm}^3/\text{g}$ ).

Para uma fundição que trabalha unicamente com uma resina furânica existe uma constante entre teor de gases e perda ao fogo.

Como a medida da evolução de gases necessita de um equipamento nem sempre disponível, Dietert ou G.Fisher, propomos que as fundições que trabalham com recuperadores façam determinações diárias de "perda ao fogo" de amostras de areia recuperada.

Os limites para os valores de perda ao fogo variam em cada fundição.

Podemos generalizar dizendo que para o ferro fundido cinzento é de 3,5%, para o maleável e o nodular de 3,0% e para o aço 2,2%.

A regra básica para se diminuir os valores da perda ao fogo de uma areia recuperada é de se reduzir ao mínimo a proporção areia /metal utilizando, se possível, caixas fabricadas com a mesma forma do modelo.

Deste modo ter-se-á, durante o vazamento, uma queima bem maior da resina. Deve-se procurar também eliminar ao máximo os finos durante todo o decorrer do processo de recuperação. Enquanto uma areia bem recuperada contém de 2 a 4% de perda ao fogo, os finos exauridos do sistema contém de 15 a 20% de P.F. e de 1 a 2% de  $\text{N}_2$ .

Outra recomendação é de utilizar sempre resinas silanizadas de modo a se trabalhar com, no máximo, 1,2% de adição na areia.

#### 4-3 - INFLUÊNCIA DO CATALIZADOR NA QUALIDADE DE UMA AREIA RECUPERADA.

Os catalizadores inorgânicos são a base de ácido fosfórico ou sulfúrico. São de manipulação perigosa e não permitem taxas elevadas de recuperação porque não queimam totalmente durante o vazamento, deixando resíduos ácidos que baixam a cada ciclo o pH da areia recuperada e diminuem a sua fluidez. Areias com pH inferior a 3,5 causam problemas de penetração e de sintetização devido ao tempo de vida da areia preparada ser inferior ao tempo necessário para encher e compactar os moldes.

Já os catalizadores orgânicos baseados no ácido p-tolueno sulfônico são os preferidos porque queimam totalmente permitindo taxas elevadas de recuperação. Estes catalizadores diminuíram em muito a ocorrência de pin-holes na fundição de aço quando substituíram o ácido fosfórico.

#### 4-4 - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA AREIA RECUPERADA

Mesmo que uma areia entre num recuperador a temperaturas inferiores a 100°C, devido a atritos mecânicos durante o processamento, esta temperatura tende a se manter elevada. Existem dois meios para se abaixar a temperatura da areia recuperada:

- 1 - Mistura com areia nova
- 2 - Passagem da areia recuperada através de um resfriador.

A temperatura ideal de trabalho seria de 25°C mas normalmente trabalha-se com a areia a 35°C. Temperaturas superiores exigem cuidados na dosagem do catalizador de modo a evitar uma vida muito curta da areia preparada.



5) COMO ECONOMIZAR DINHEIRO RECUPERANDO AREIA

O desenvolvimento teórico do modelo apresentado a seguir está nas páginas 218 e 222 da revista Fonderie, nº. 302 - junho de 1971.

Vamos tomar como exemplo uma fundição que fabrica 6.000 t de peças boas por ano. Esta fundição passou toda a moldagem em areia verde para resinas furânicas. Após um ano aproximadamente todo o investimento feito na instalação do recuperador foi recuperado como vamos demonstrar a seguir:

- a - preço da areia nova por tonelada : Cr\$ 80,00
- b - preço da resina usada antes por tonelada : Cr\$ 7.000,00
- c - preço da nova resina com menos N<sub>2</sub> por tonelada : Cr\$ 10.000,00
- m - % de resina na areia antes da recuperação : 1%
- m' - % de resina na areia depois da recuperação : 1%
- f - despesa de remoção da areia usada por tonelada : Cr\$ 10,00
- t - % de areia recuperada no sistema - 90%
- to - % " " " " " crítica
- p - proporção peso de areia/peso peças boas : 3/1
- P - produção anual de peças boas, toneladas : 6.000
- Po - " " " " " , crítica, toneladas.
- I - custo total da instalação do recuperador de 10 t/h : Cr\$ 800.000,00
- J - tempo de amortização : 5 anos
- E - estimativa dos custos anuais de manutenção dada pelo fabricante: Cr\$ 12.000,00
- g - custo da mão de obra direta por tonelada de areia (estimado) : Cr\$ 2,00
- h - custo da força motriz por tonelada : Cr\$ 1,00 da areia (estimado)

S O L U Ç Ã O :

A) Custo total anual do sistema de recuperação: C:

$$C = E + \frac{I}{J} + p P t (g+h)$$

$$C = 12.000 + \frac{800.000}{5} + (3) (6.000) (0,90) (3) =$$

$$= 12.000 + 160.000 + 48.600 = 220.600$$

- Custo total anual = Cr\$ 220.600,00

B) Ganho total anual : Diferença do custo da areia preparada, antes e depois do recuperador.

$$\begin{aligned}
pP(G-H) &= pP \left[ mb - m'c + t(a+f) \right] = \\
&= (3)(6.000) \left[ (0,01)(7.000) - (0,01)(10.000) + (0,90)(80+10) \right] = \\
&= (18.000)(70 - 100 + 81) = (18.000)(51) = 918.000
\end{aligned}$$

- Ganho total anual : Cr\$ 918.000,00

C) Lucro total anual : 918.000 - 220.600 = 697.400

- Lucro total anual : Cr\$ 697.400,00 aproximadamente Cr\$ 700.000,00

D) tempo de retorno do capital empregado:  $800.00/700.000 = 1,1$  ou 13 meses aproximadamente.

E) to ou % crítica de areia recuperada no sistema:

to é obtido igualando a equação de custos em função de t a de ganhos em f (t) ou por intermédio do gráfico ganhos x custos.

$$C = E + \frac{I}{J} + pPt (g+h)$$

$$pP (G-H) = pP (mb - m'c) + pPt (a+f)$$

$$\begin{aligned}
C &= 12.000 + \frac{800.000}{5} + (3)(6.000)(3)t = \\
&= 12.000 + 160.000 + 54.000 t = \\
&= 172.000 + 54.000 t
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
pP (G-H) &= (3)(6.000) \left[ (0,01)(7.000) - (0,01)(10.000) \right] + (3)(6.000)(90)t = \\
&= (18.000)(-30) + 1.620.000 t = \\
&= - 540.000 + 1.620.000 t
\end{aligned}$$

$$\text{igualando } 172.000 + 54.000 t = - 540.000 + 1.620.000 t$$

$$1.566.000 t = 712.000$$

$$t = 45,5\%$$

to = aproximadamente 45% de areia de recuperada. Acima deste valor o sistema é econômico. Fig. 5

F) Po ou produção crítica anual

Po é obtido igualando-se a equação de custo f (P) à de ganhos f (P):

obs: t = 90%

$$\begin{aligned}
 pP(G-H) &= [mb - m'c + t(a+f)] pP = \\
 &= 3 P [(0,01)(7.000) - (0,01)(10.000) + (0,90)(90)] \\
 &= 3 P (-30 + 81) = \underline{153 P} \\
 pP(G-H) &= \underline{153 P}
 \end{aligned}$$

$$C = E + \frac{I}{G} + pPt(g+h)$$

$$C = 12.000 + 160.000 + (3) P (0,90) (3) =$$

$$C = \underline{172.000 + 8,1 P}$$

Para Po

$$153 P = 172.000 + 8,1 P$$

$$145 P = 172.000$$

$$P = 1.200$$

Po = 1.200 toneladas anuais ou 100 ton/mês. Acima deste valor o sistema é econômico. Fig. 4

## 6) C O N C L U S Ã O :

Cerca de 300 fundições na Europa utilizam o sistema de areia recuperada - resina furânica de cura a frio em moldagem. Destas 300, 15 foram visitadas pessoalmente. A certeza que se tem após estas visitas é de que este sistema tende a se espalhar cada vez mais entrando em campos de aplicação exclusivos de outros processos como p. ex. a moldagem em areia verde para produção de peças seriadas. Vários fabricantes Europeus já anunciam as novas resinas e os catalizadores mais reativos que permitem a desmoldagem em menos do que 1 minuto. Pelo menos três grandes fabricantes de equipamentos já dispõem de misturadores adequados para trabalhar com estas misturas altamente reativas. O novo processo SO<sub>2</sub>-SAPIC tende a ampliar ainda mais a utilização de resinas furânicas substituindo os processos de caixa fria Silicato - CO<sub>2</sub> e Ashland. As novas resinas com baixo teor de N<sub>2</sub> e os catalizadores orgânicos em solução em álcool eliminaram totalmente a ocorrência dos problemas conhecidos como "Pin-Holes". Todas as fundições visitadas estavam satisfeitas com o sistema fechado com resina furânica e pretendem passar toda a moldagem de peças seriadas para os sistemas furânicos de cura rápida. Este processo também permite que o vazamento seja feito logo após ao fechamento das caixas de moldagem. Para peças não seriadas este processo atende a necessidade de se liberar um pedido em 24 h, sendo que na parte da manhã molda-se e vaza-se, à tarde faz-se a limpeza e na manhã seguinte processa-se a usinagem e a inspeção.

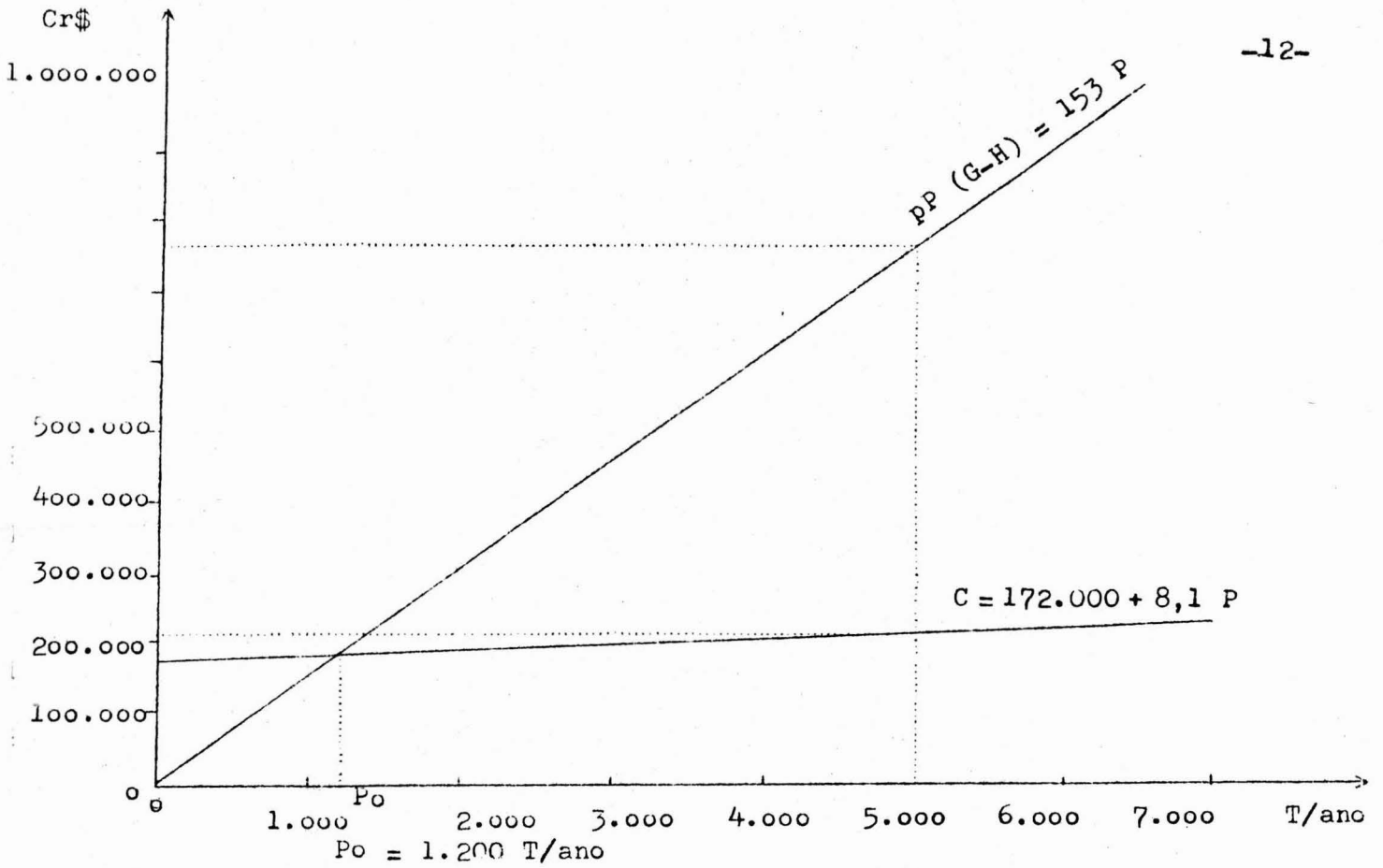


Fig. 4 Gráfico de Custos em função da Produção num sistema de recuperação de areia

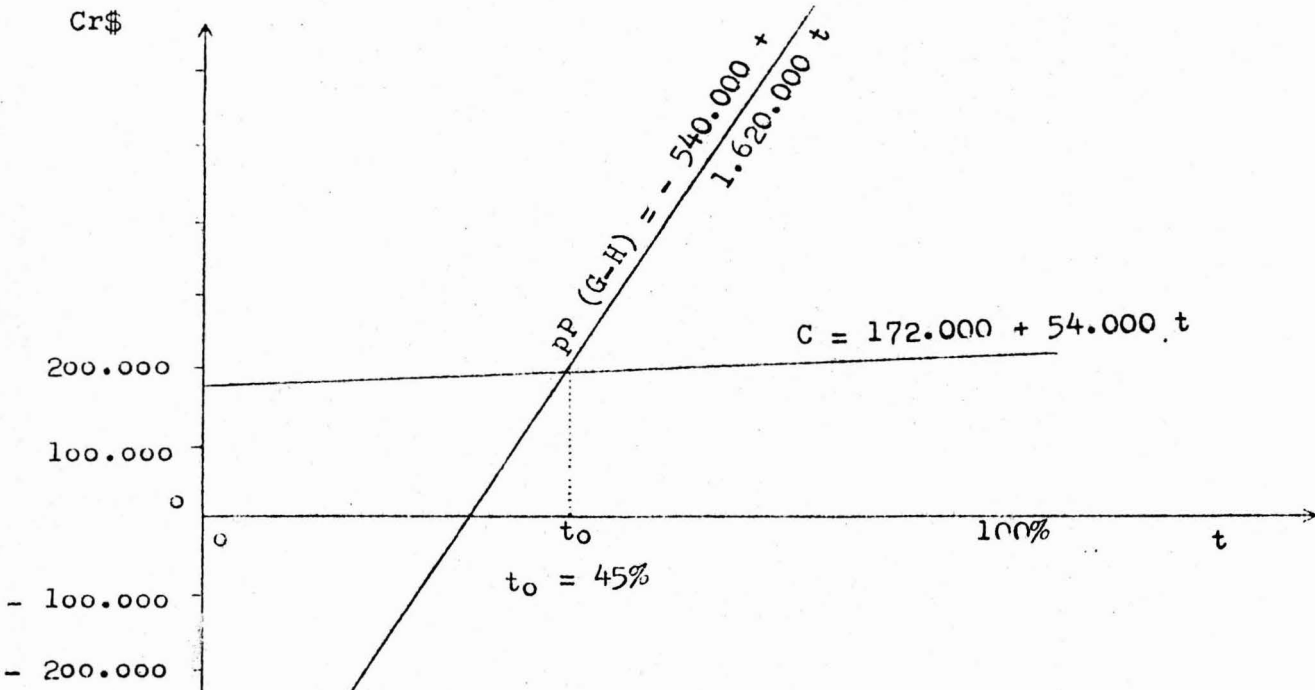


Fig. 5 Gráfico de Custos em função da % de areia recuperada usada no sistema fechado

As fundições visitadas utilizam de 0,7 a 1,2% de resina numa mistura contendo - de 50 a 100% de areia recuperada. Todas as resinas são de alto teor de FA (baixo N<sub>2</sub>) e os catalizadores são baseados no PTSA (ácido p-tolueno sulfônico). Todas as fundições diminuíram a proporção areia/metal e algumas utilizam caixas com o formato do modelo de modo a obter valores inferiores a 2/1. A maioria que trabalha para terceiros, funde peças unitárias com modelos de poliestireno (ISOPOR).

Os rendimentos dos sistemas fechados com resina furânica variam de 85 a 95% dependendo das perdas durante o transporte das caixas após o vazamento para o Shake-out e durante a limpeza das peças.

Devido a crescente escassez de mão de obra, a dificuldade de obtenção de areias de boa qualidade a preços razoáveis e a necessidade de se dobrar e até mesmo - triplicar a produção por área já instalada de modo a se atender ao crescimento - cada vez mais acelerado da nossa Indústria, chegou a vez do Sistema Fechado de Areia com Resinas Furânicas.

#### 7) BIBLIOGRAFIA :

- 1 - Realisation de cylindres - sécheurs de papeterie par le procede des resines furaniques. M. Pierre Houthoofd - Hommes et Fonderie - Novembre 1973.
- 2 - The development of a resin-bonded self-setting process for the production of machine tool castings. G.R.Fish and B.E. Cooke - The British Foundrymen - February 1969.
- 3 - Observations sur les proprietes et l'emploi des sables autodurcissants aux resines furaniques. M. Barnabé, P. Hubert et C. Lion - Fonderie 301, 302 Mai 1971 - Juin 1971.
- 4 - Récupération des sables liés a la résine furannique. CTIF Ge 291 - Octobre 1973.
- 5 - La régénération des sables de fonderie. M. Jacques Oger. Hommes e Fonderie. Aout Septembre 1970.
- 6 - No-bake molding pays off in Europe. Lawrence P. Benson. Foundry. February - 1971.
- 7 - Quelques problemes posés par l'utilisation en fonderie des sables autodurcissants liés aux resines furaniques. S. Loix. La Fonderie Belge. 1-1972.
- 8 - Procédés de Récupération du sable de moulage. H.W. Zimnawoda - Fonderie 313 - juin 1972.
- 9 - Documentation sur les sables autodurcissants aux résines furaniques. Fondateur d'Aujourd'hui 221.
- 10 - No-bake molding and sand reclamation. Wallace D. Huskonen. Foundry. September 1970.

- 11 - Reclamation of foundry sands. H.W.Zimnawoda 38 th International Foundry Congress Dusseldorf 1971.
- 12 - Reclamation of furan resin sand. C.Tilt. Proceedings of 1972 Annual Conference.
- 13 - Basic requirements of sand reclamation. A.D.Morgan. B.C.I.R.A. 's conference.
- 14 - Reclamation of Chemically-bonded sands. W.Graham. Foundry Trade Journal.May, 18 1972.
- 15 - Réactions moule-métal en fonderie d'acier. R.Chevriot et P. Détrez.Fondeur d'Aujourd'hui 245.
- 16 - Les sables auto-durcissants aux résines furanniques. 1<sup>ere</sup> partie CTIF Ge 272 - Juillet 1970.
- 17 - A propos du moulage en sable lié aux résines furanniques. Fondeur d'Aujourd'hui 211.

.....