

RECUPERAÇÃO DE AREIA AGLOMERADA COM RESINA FURÂNICA  
NA FUNDIÇÃO DA USIMINAS<sup>(1)</sup>

Israel Gomes Rosa<sup>(2)</sup>  
Wilson de Castro Damião<sup>(3)</sup>  
Arino Torres Gandine<sup>(4)</sup>

- RESUMO -

Em virtude do aumento constante de preços das matérias-primas de fundição e transporte, foi instalado na fundição da USIMINAS um recuperador mecânico de areia de sílica utilizada na fabricação de moldes.

Dessa forma procura-se apresentar os primeiros resultados obtidos da aplicação desse processo tanto na qualidade da areia recuperada quanto na economia gerada.

- 
- (1) Simpósio COFUN; São Paulo, setembro de 1982.
  - (2) Membro da ABM; Téc. Mecânico; Assessor Técnico e Coordenador das Áreas de Moldagem de Peças de Aço e Não-Ferrosos da Fundição da USIMINAS; Ipatinga, MG.
  - (3) Membro da ABM; Eng<sup>o</sup> Metalurgista e Mestre em Engenharia Metalúrgica da Unidade de Pesquisa do Aço da USIMINAS; Ipatinga, MG;
  - (4) Membro da ABM; Téc. Metalurgista, Supervisor da Área de Moldagem de Peças de Aço e Ferro Fundido da Fundição da USIMINAS Ipatinga, MG.

## 1. INTRODUÇÃO

Dada a atual conjuntura econômica que o país vem enfrentando, as empresas tem procurado reduzir cada vez mais seus gastos com insumos básicos através da implantação de novas tecnologias.

Dessa forma, as oficinas de fundição da USIMINAS estão se equipando para recuperar toda sua areia de moldagem. Atualmente já se acha em pleno funcionamento a unidade recuperadora de areia para moldagem de peças de aço e ferro. O processo de fabricação de lingoteiras está sendo totalmente modificado para cura-a-frio e utilizará também areia recuperada.

Os processos de recuperação de areia sendo instalados são do tipo a sêco, que têm como função principal desagregar os grãos de areia dos polímeros resinosos sem no entanto triturar os mesmos. Além dessa função devem também separar os finos de areia e resinas polimerizadas do circuito, garantindo assim as características tecnológicas do molde.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Descrição do Processo de Recuperação de Areia a Seco

O processo a sêco é o mais utilizado em face dos úmidos e térmicos, devido à sua própria simplicidade. A limpeza dos grãos se faz ou por abrasão (processos mecânicos) ou por jateamento sobre um anteparo (processos pneumáticos). A segunda é mais vantajosa do ponto de vista de não triturar os grãos e não eliminar completamente a camada estável de resina de superfície dos grãos.

Basicamente as unidades do sistema de recuperação se subdividem nas três partes seguintes:

- unidade de destorroamento da areia;
- unidade de limpeza propriamente dita;
- unidade de armazenamento.

A figura 1 mostra as unidades do processo de recuperação de areia da USIMINAS, cuja capacidade nominal é de 5 t/h.

## 2.2. Os Métodos de Controle de Qualidade da Areia Recuperada na U-SIMINAS

Teoricamente o conceito de recuperação de areia para moldes é restituir sua qualidade original. Entretanto por mais eficiente que seja a recuperação a sêco, há sempre uma película de resina polimerizada cobrindo os grãos de areia. Experiências práticas têm mostrado que somente de 20 a 30% dessa película de resina é removida durante a recuperação <sup>(1)</sup>. As fotos 1 e 2 foram obtidas do microcópio de varredura com aumento de 50X, mostrando respectivamente os grãos de areia nova e areia recuperada.

Por outro lado, esse acúmulo de resina na superfície dos grãos de areia é que torna o processo de recuperação vantajoso do ponto de vista econômico e técnico, pois além de permitir uma redução na adição de resina absorve também as expansões térmicas. A figura 2 mostra os resultados de expansão térmica da areia nova e recuperada. Note-se a grande expansão da areia nova de sílica em relação à recuperada, que não apresentou a transformação  $\alpha$ - $\beta$  com uma mudança de volume de 0,8% como ocorreu na areia nova. Observa-se também, que após o resfriamento, a areia recuperada apresentou um menor volume em virtude da queima de resina. Esse efeito contribuirá para uma melhor colapsibilidade dos machos.

Em uma instalação recuperadora de areia os principais testes usados para controle de qualidade desta areia são:

- a) análise granulométrica;
- b) perda por calcinação ou ao fogo (PPC);
- c) teor residual de  $N_2$ ;
- d) resistência à compressão da mistura de areia recuperada e resina.

Pelos resultados dos testes de análise granulométrica da areia recuperada e nova, conforme mostrado na figura 3, nota-se que não houve modificações importantes a nível de prejudicar a qualidade. Portanto não houve assim uma fragmentação acentuada dos grãos da areia.

Quanto ao controle da resina que fica aderida na superfície dos grãos de areia é de grande importância, pois o defeito porosidade e a adição de resina nova para reutilizar a areia estão diretamente ligados com essa resina residual. Entretanto há vários

fatores que afetam esse teor ideal de resina residual, como:

- a) níveis iniciais de adição e qualidade da resina e catalizador;
- b) nível de adição de areia nova ou de compensação;
- c) relação metal/areia;
- d) eficiência do recuperador na remoção dos resíduos de resina;
- e) temperatura de vazamento do metal;
- f) seção da peça.

O meio de controlar essa resina residual é através da determinação da perda por calcinação ou ao fogo. Conforme mostra a figura 4, essa perda é crescente durante os primeiros ciclos enquanto a resina e catalizador estão envolvendo os grãos de areia. Posteriormente há uma estabilização da camada de resina aderida e a curva fica paralela ao eixo das abscissas.

Nota-se que o ppc da areia recuperada que utiliza a resina tipo E está bem alto (1,90%); Pois os valores recomendados para aço são menores que 1,5%<sup>(2)</sup>. Esta areia recuperada, quando passada pelo misturador contínuo, recebe mais 1,80% de resina e catalizador para preparar assim a areia de moldagem. Assim o ppc passará para 2,98%, como mostrado na figura 4, caso não haja adição de areia nova ao circuito.

Por outro lado, a areia recuperada que utiliza as resinas tipo A e B apresentaram valores estabilizados do ppc de 1,20%, que quando passada pelo misturador contínuo sem sofrer adição de areia nova também passará a 2,28%, como mostra também a figura 4.

Conclui-se assim que o comportamento da resina E em face as A e B foi bem inferior do ponto de vista do ppc. Esse comportamento se deu apenas devido à diferença de qualidade das resinas, pois as condições de recuperação, misturamento, moldagem e vazamento foram praticamente os mesmos. O quadro 1 mostra a composição química das resinas já testadas e em utilização na USIMINAS.

Finalmente a figura 5 mostra a resistência à compressão após 6 horas e para cada ciclo, onde podemos comparar o desempenho das resinas A, B e E.

Um outro controle que merece especial atenção é quanto ao enriquecimento em Nitrogênio das areias recuperadas ao longo dos

ciclos de recuperação. A presença desse gás nas resinas se deve unicamente à uréia, constituinte das resinas furânicas ureicas (U.F./A.F.). Os valores do quadro 3 mostram como são variadas as composições desse tipo de resina bem como seus teores de nitrogênio (1):

Assim uma resina do tipo UF/AF de 0% de N<sub>2</sub> é a que possui uma das melhores características de recuperação. Entretanto é uma resina de alto teor de álcool furfurílico, principal matéria prima que mais onera esse tipo de resina. A figura 6 mostra a variação do nitrogênio na areia recuperada da USIMINAS para três tipos da resina UF/AF. Quanto ao nível ideal desse nitrogênio residual é hoje bastante discutido entre fabricantes e consumidores. A bibliografia tem sugerido, conforme mostrado no quadro 2, esses níveis em função do tipo de metal.

### 2.3. A economia direta obtida com o processo de recuperação de areia na USIMINAS

A discussão anterior foi em torno da qualidade da areia recuperada, onde particularmente se utiliza resina furânica ureica. Entretanto recupera-se as areias ligadas tanto com furânicas, fenólicas, alquídicas e silicatos pelos seguintes motivos:

- a) redução nas compras de areias;
- b) redução no consumo de resina e catalizador.

As economias mensais obtidas com estas e outras vantagens do processo de recuperação de areia tem sido mostradas pela bibliografia através de fórmulas matemáticas bem simples, como este:

A = Economia mensal do processo;

B = Custo areia nova que seria consumida;

C = Custo areia nova consumida;

D = Custo da resina e catalizador que seria consumida;

E = Custo da resina e catalizador consumido;

F = Horas operacionais mensais;

G = Custo operacional por hora.

$$A = (A-C) + (D-E) - (F \cdot G)$$

### 3. CONCLUSÕES

Com a implantação do processo de recuperação de areia na USIMINAS em outubro de 1980, foram recuperados 5386 t de areia até dezembro de 1981. Obteve-se assim uma economia da ordem de Cr\$ 21.383.609,00.

Por outro lado, a implantação deste processo além da economia obtida, garantiu à operação da fundição da USIMINAS mais segurança devido à menor necessidade de compra de areia nova e menor geração de lixo industrial.

### 4. COLABORADORES

A realização desse trabalho só foi possível com a participação conjunta com os autores, dos seguintes funcionários:

Engº Celestino Batista Neto;  
Téc. Met. Marcos Ribeiro Alvim.

### BIBLIOGRAFIA

1. WOOTTON R; MSc, MIM et alii; The impact of reclamation furan sand practice and economics; Modern Casting September 1980 - pag 104 a 112;
2. Catálogo de Produtos para Fundição da FOSECO DO BRASIL;
3. SUZUKI, A; Recomendação Técnica da NSC XXVI-R-FF-04.

MATERIAL	RESINA FURÂNICA				
	FURFURIL (%)	UREIA (%)	N <sub>2</sub> (%)	FORMOL (%)	SÓLIDOS (%)
TIPO A	5,74	10,1	4,7	3,90	31,0
TIPO B	3,78	9,046	0,021	1,50	24,55
TIPO C	10,25	5,4	2,7	2,35	-
TIPO D	6,72	7,3	3,4		24,51
TIPO E	41,50	6,7	3,7	3,89	45,0

QUADRO 1 - Composição química das resinas utilizadas com areia recuperada.

TIPO DE METAL VAZADO	TEORES MÁXIMOS DE N <sub>2</sub> NA RESINA %	TEORES DE N <sub>2</sub> NA AREIA RECUPERADA %	
		REFERÊNCIA 2	REFERÊNCIA 1
FERRO FUNDIDO CINZENTO	8,0	0,20	0,15
FERRO FUNDIDO MALEÁVEL	4,0	0,10	-
FERRO FUNDIDO NODULAR	4,0	0,10	0,10
AÇOS EM GERAL	0,5	0,01	0,01

QUADRO 2 - TEORES DE N<sub>2</sub> RESIDUAL NA AREIA RECUPERADA EM FUNÇÃO DO METAL VAZADO

% UREIA-FORMALDEÍDO (U.F)	% ÁLCOOL PURPURÍLICO (F.A)	% NITROGÊNIO (N <sub>2</sub> )
45	55	8
30	70	5
20	80	2,5
10	90	0,5

Quadro 3 - Influência da composição da resina sobre seu teor de nitrogênio

## SISTEMA 1

- 1\_ DESTORRADOR
- 2\_ CORREIA TRANSPORTADORA
- 3\_ ELEVADOR DE CANECO
- 4\_ SILO PULMÃO

## SISTEMA 2

- 5\_ TUBO DOSADOR
- 6\_ TAMBOR MAGNÉTICO
- 7\_ PENEIRA VIBRATÓRIA
- 8\_ CICLONE
- 9\_ PENEIRA VIBRATÓRIA
- 10\_ COLETOR DE PÓ
- 11\_ ELEVADOR DE CANECO
- 12\_ VENTONHA
- 13\_ ESTOCAGEM AREIA RECUPERADA

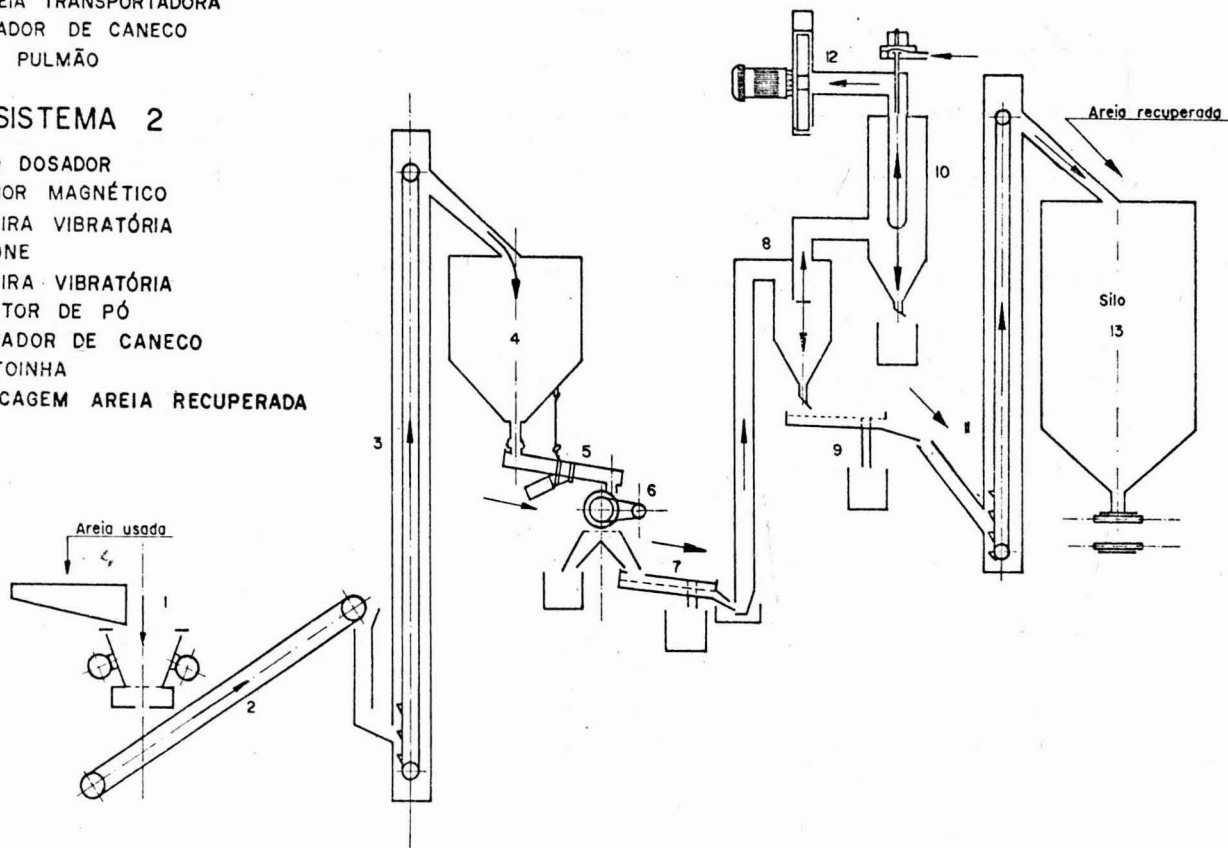


Fig.1 - Esquema do processo de recuperação de areia da USIMINAS



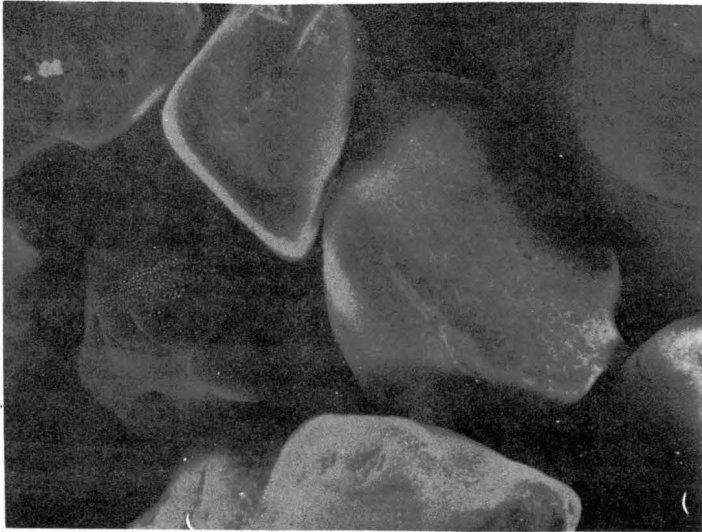


Foto 1

(AREIA NOVA)



Foto 2.

(AREIA RECUPERADA)

FOTOGRAFIA DOS GRÃOS DE AREIA NOVA E AREIA RECUPERADA  
· 50X - MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

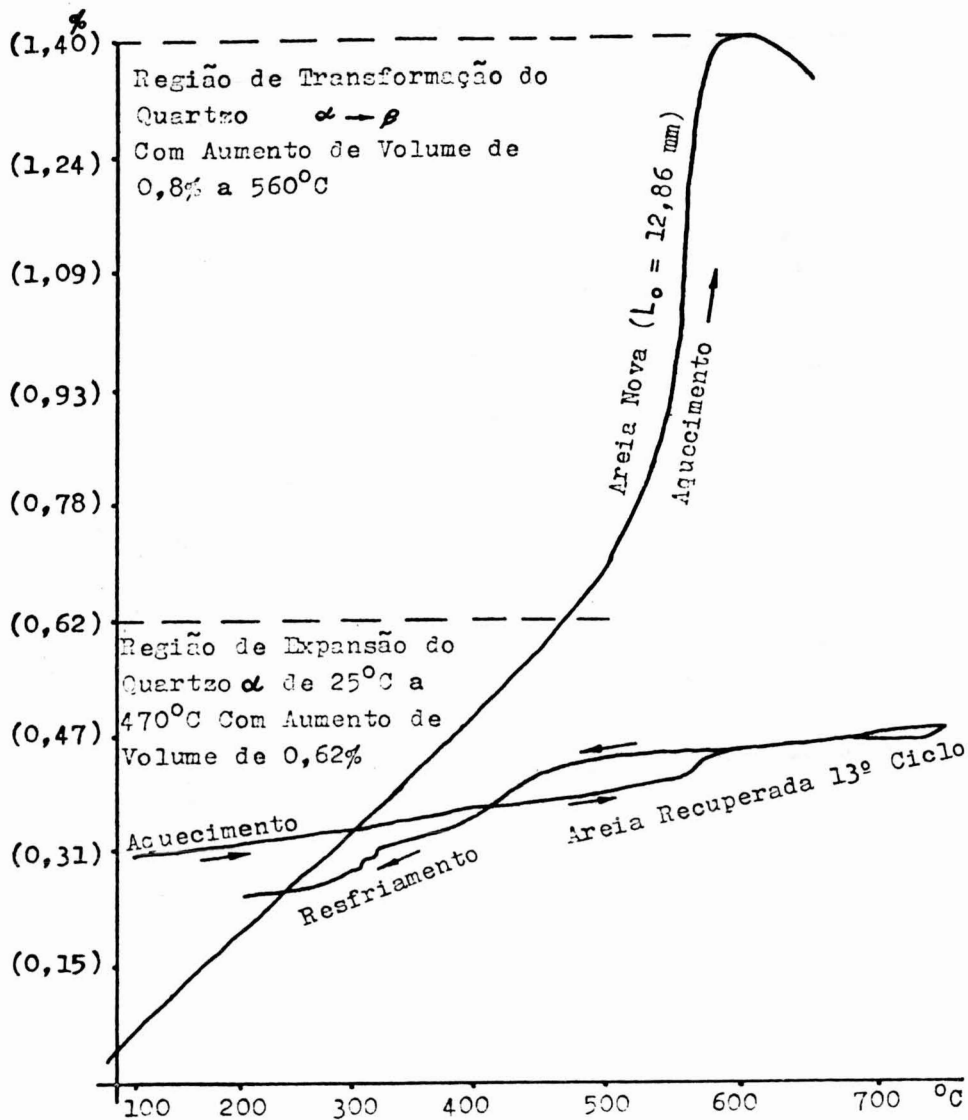


FIGURA 2 - Expansão térmica da areia de sílica nova e recuperada (Dimensão do corpo de prova = 12,86 x 6 mm).

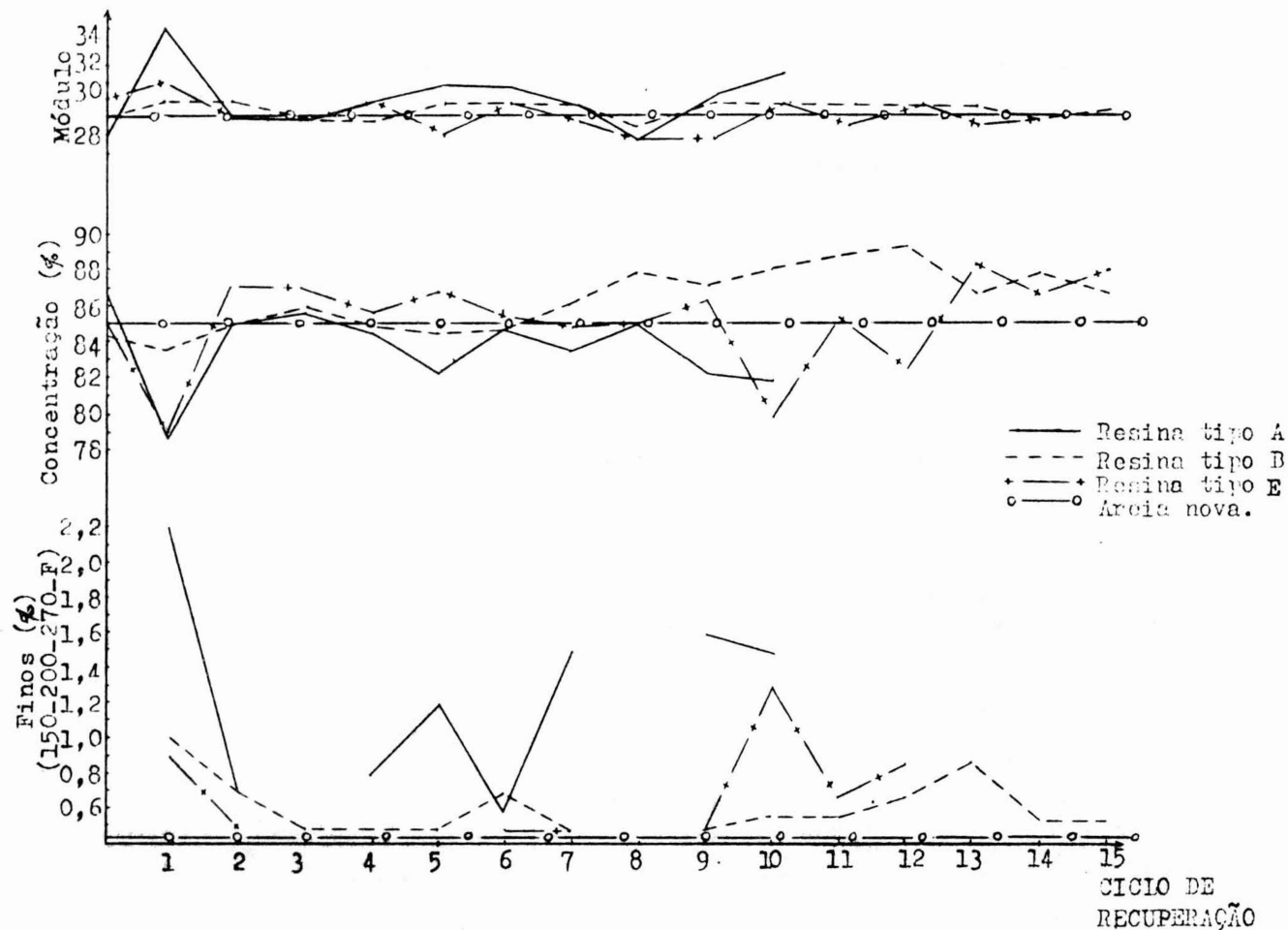


Figura 3 - Comparação da análise granulométrica entre a areia nova e a recuperada.

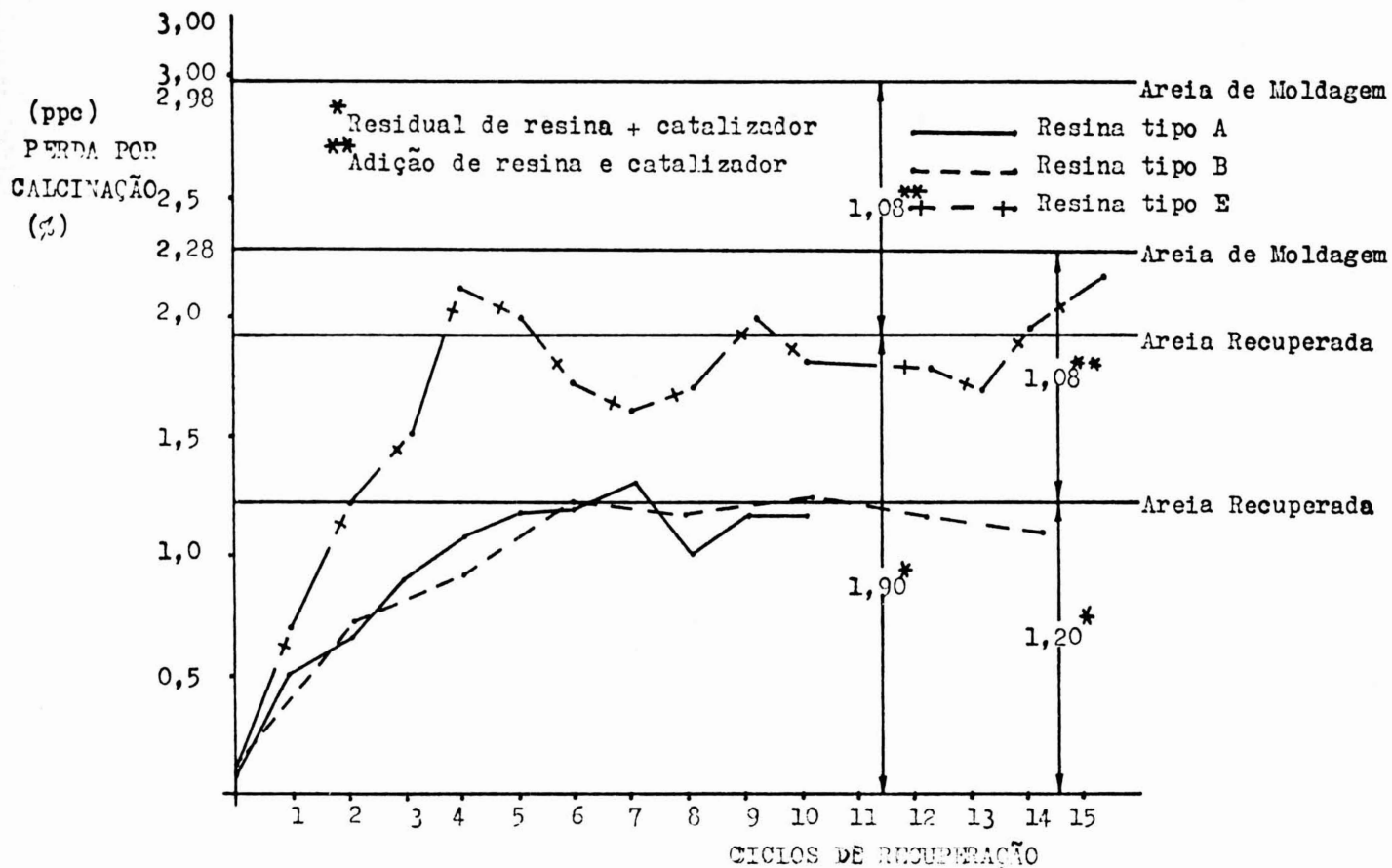


Figura 4 - Relação entre ppc e ciclos de recuperação de areia para diferentes resinas

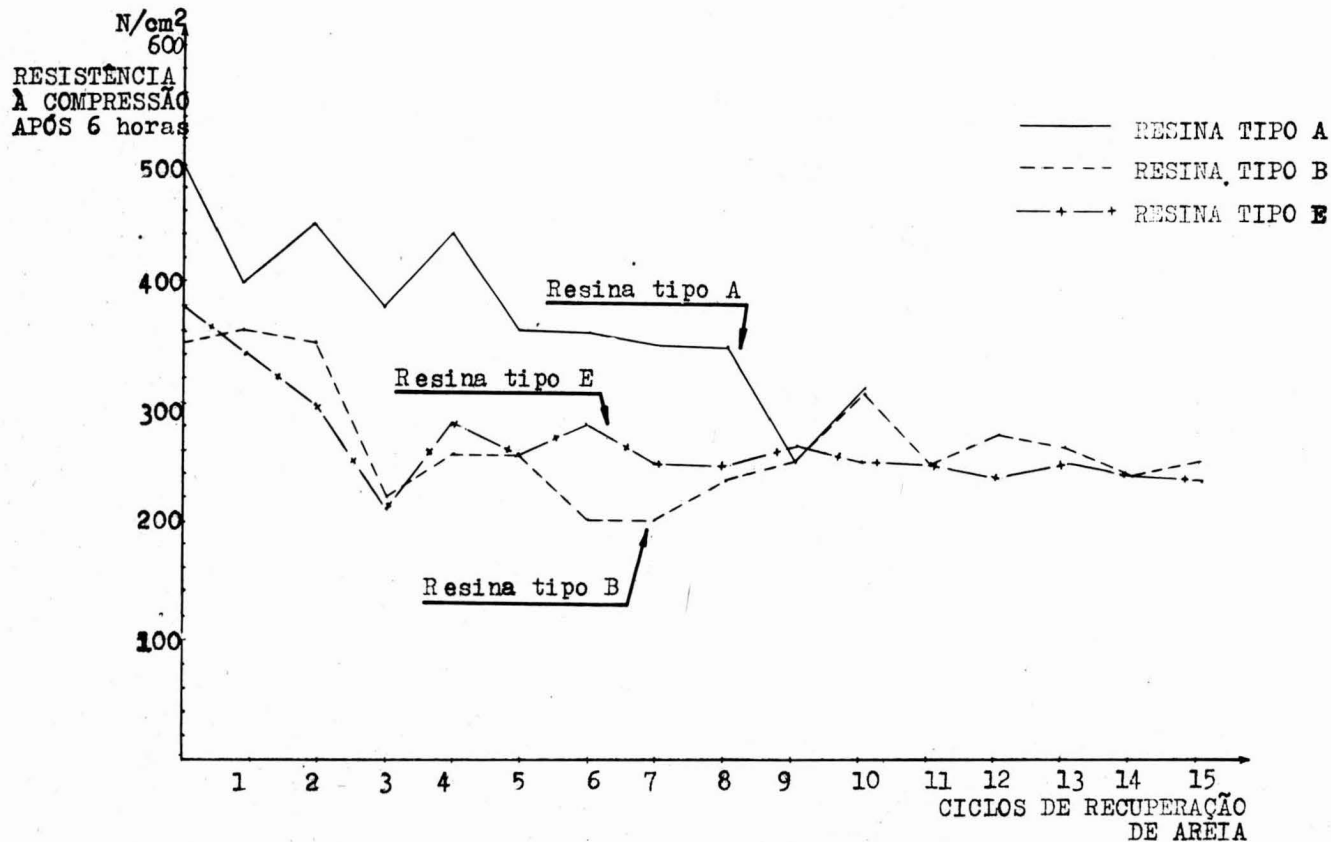


Fig.5 - Variação da resistência à compressão após 6 horas para os diversos ciclos

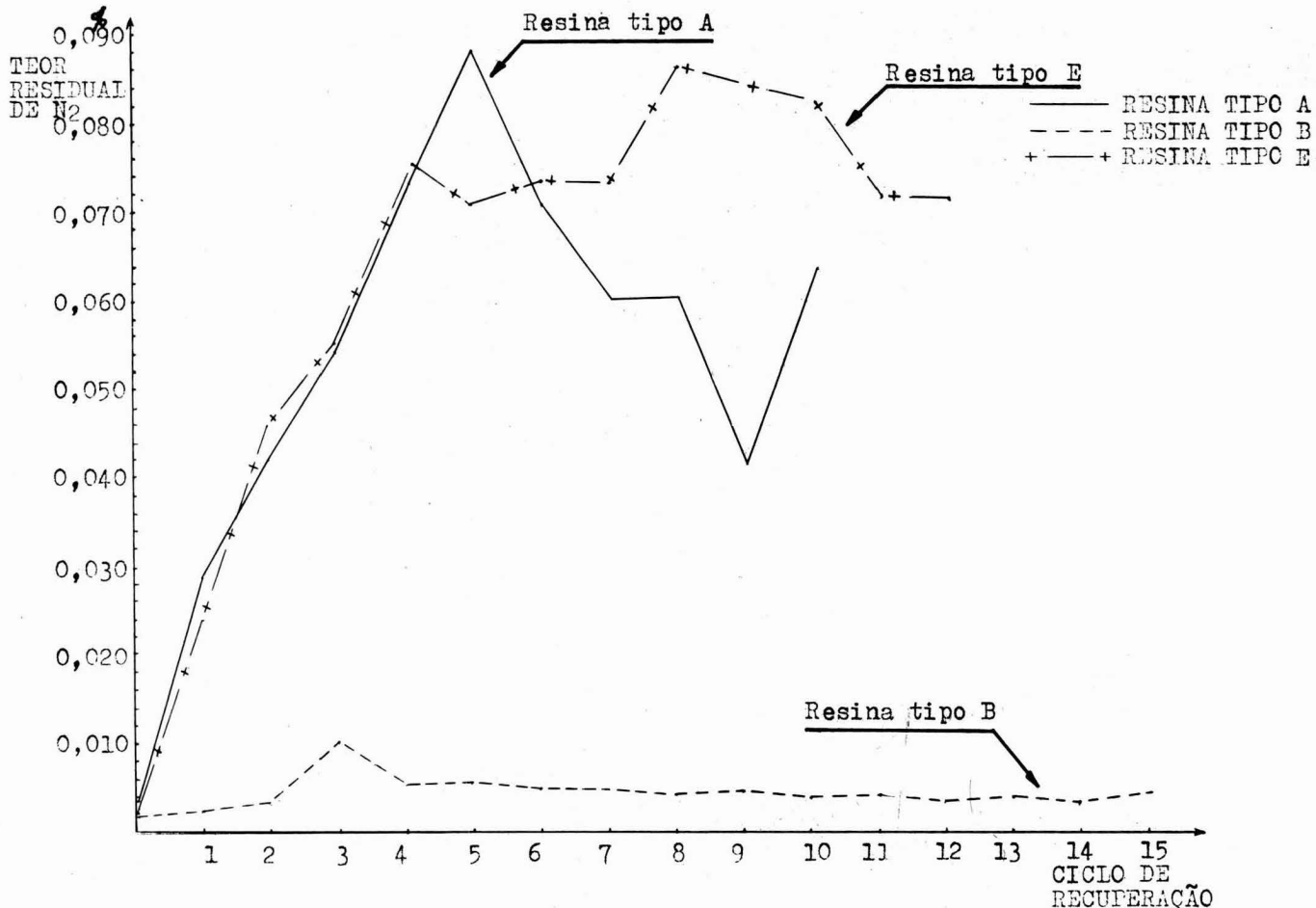


Figura 6 - Variação do nitrogênio residual da areia recuperada em função do número de ciclos.