

TIPO EC NA PIRELLI-CAPUAVA

Jacopo Parodi (1)

Carminé Taralli (2)

Luiz C. Stracieri (3)

RESUMO

Descreve-se a tecnologia adotada na Pirelli-Capuava para fabricação de fios redondos e retangulares de alumínio, com características mecânicas e elétricas especificadas conforme o seu destino final, utilizando-se equipamento, para cobre, existente.

Tornou-se possível a utilização para alumínio de estiradeiras do tipo a escorregamento; obtiveram-se as têmperas desejadas através de processos de encruamento ou de encruamento seguido de recozimento parcial ou total; levantaram-se gráficos experimentais de correlação dimensional para a laminação a frio, visando a fabricação de fios retangulares.

1. INTRODUÇÃO:-

Em vista das flutuações no preço do cobre, decidiu a Pirelli-Brasileira oferecer a seus clientes alguns de seus tipos de cabos com condutores em alumínio em alternativa aos tradicionais em cobre.

Estabeleceu-se então um programa de experiências visando a produção dos tipos de cabos indicados na Tabela I anexa, além de reexame da tecnologia de fabricação de cabos nus, em alumínio tipo EC na têmpera dura, reforçados ou não com alma de aço, já produzidos anteriormente em pequena escala.

A fabricação dos condutores de alumínio teria de ser feita, inicialmente, no mesmo maquinário já utilizado para o cobre, dependendo da evolução do mercado a aquisição de maquinário específico.

Foram então realizadas as provas para acertar a tecnologia de produção de:

- Fios redondos duros, conforme norma ASTM B-230.
- Fios redondos 1/2 duros, conforme norma ASTM B-323

- Fios retangulares moles, conforme norma ASTM B-324
- Fios redondos duros destinados a esmaltagem; o fio pronto deve obedecer a norma NEMA MW 25 A.

A produção desses fios envolve combinações oportunas das seguintes operações:

- Estiragem de fios redondos
- Recozimento parcial e total
- Laminação a frio de redondos e estiragem de fios retangulares

2. ESTIRAGEM DE FIOS REDONDOS:-

2.1. Estiramento a partir de vergalhão

O vergalhão produzido na Pirelli em laminador Krupp para cobre, a partir de lingotes de dimensões aproximadamente iguais às do de cobre (100x100x1400 mm), vazados em lingoteira vertical inclinável com processo de lingotamento sem turbulência, revelou-se não indicado por ter peso limitado (cerca de 30kg) e apresentar defeitos que chegaram a ocasionar rupturas nos fios prontos.

O vergalhão do tipo extrudado apresentou cargas de ruptura muito baixas, causando problemas de estiramento e não permitindo obter encruamentos equivalentes aos dos outros tipos como se pode ver no trecho final do gráfico de carga de ruptura correspondente na fig. 1. Além disso o acabamento muito liso do vergalhão dificultou a lubrificação nas primeiras passagens.

Fixamo-nos então no vergalhão obtido pelo processo Properzi de fusão e laminação contínuas, fornecido em rolos de 1 t aproximadamente.

O problema inicial foi o da obtenção de fios com características mecânicas dentro dos valores especificados.

Com sucessivas provas de estiramento, coletaram-se elementos que nos permitiram traçar diversos gráficos do tipo exemplificado na fig. nº 1, gráficos estes que dão o efeito da redução de seção na têmpera do fio; como envolvente mínima obteve-se o gráfico da fig. nº 2, que indica o acréscimo mínimo de carga de ruptura do trefilado em relação à do vergalhão de partida. Este gráfico nos permitiu calcular a carga de ruptura mínima do vergalhão a ser trefilado para que

um fio de determinado diâmetro atingisse a carga de ruptura específica. Exemplificando, a ASTM B-230 especifica para o fio 3,26 mm a carga de ruptura mínima média de 17,5 kg/mm²; a redução de seção correspondente é de 88,3%, resultando um acréscimo mínimo de carga de ruptura de cerca de 7 kg/mm²; será portanto de 10,5 kg/mm² a carga de ruptura mínima necessária para o vergalhão.

A fim de que o processo resultasse seguro foi necessário, todavia, estabelecer-se um diferente critério na classificação das têmperas de vergalhão daquele adotado pela norma ASTM B-233 que prevê faixas de carga de ruptura muito amplas e interferentes.

Preparou-se então uma especificação Pirelli para vergalhões classificados em tipos conforme a tabela II. Observamos que esta especificação vem sendo obedecida satisfatoriamente pelos nossos fornecedores.

Com base nesta especificação e no gráfico da fig. nº 2, determinaram-se as classes de vergalhão necessárias para o estiramento de cada diâmetro de fio, para a obtenção direta da têmpera dura conforme norma ASTM B-230 (ver tabela III).

2.2 Estiramento a partir de fios moles

Os fios duros a serem isolados com esmaltes de diâmetro igual ou inferior a 1,02 mm e os fios 1/2 duros são obtidos trefilando fios recozidos.

As curvas de encruamento relativas estão indicadas no gráfico da fig. nº 3. O diâmetro do fio mole recozido a ser estirado é escolhido em função do diâmetro e da têmpera final desejada.

Foram elaboradas tabelas práticas que fornecem o diâmetro dos fios moles de partida, tendo sido escolhidos 6 diâmetros de 3,26 a 1,02 mm, todos fabricados com vergalhão tipo I.

Essas tabelas prevêm a produção de:

- a) fios de têmpera 1/2 dura conforme ASTM B-323, através de estiramento com 2 ou 3 passagens Awg.

b) Fios finos e finíssimos de têmpera dura especial para esmaltagem , sendo que para os finíssimos intercala-se um recozimento após redução de seção de 98% aproximadamente. Resultam assim fios com carga de ruptura entre 15 e 20 kg/mm², permitindo obter fios esmaltados que atendem a norma NEMA MW 25, sendo que o recozimento é efetuado na própria esmaltatriz.

A menor bitola produzida foi a 34 Awg (0,160 mm).

2.3 Maquinário utilizado

Foram feitas inúmeras provas visando encontrar os lubrificantes e as condições de operação que permitissem uma trefilação sem problemas com as máquinas disponíveis. As características das máquinas e dos atuais lubrificantes empregados estão indicados na tabela IV .

Trabalhamos inicialmente com a máquina I, à blocos de a cumulação empregada anteriormente na trefilação de aço usando como lubrificante o sabão em pó: os resultados não foram, porém, totalmente satisfatórios. Mediante sucessivas provas encontrou-se o lubrificante A, que é um óleo aditivado de média viscosidade, que permitiu obter um fio limpo e de bom aspecto.

Em seguida estudou-se o problema da utilização de máquinas a escorregamento com cilindros de puxada em cascata.

As altas velocidades e o atrito elevado do alumínio contra as fieiras e os cilindros, na máquina 2, impuzeram o uso de óleo de viscosidade elevada e fortemente aditivado (tipo B), com conseqüente necessidade de circuito independente de lubrificação. Tendo havido necessidade de manter o lubrificante a uma temperatura de aproximadamente 50°C, o reservatório foi dotado de resistências para pré-aquecimento e, por outro lado, o grande desenvolvimento de calor na máquina e a sua insuficiente dissipação no pequeno circuito do lubrificante tornaram necessária a introdução de um trocador de calor.

Na máquina 3, de menor velocidade, o lubrificante B deu excelente resultado. Nas máquinas 4, 5 e 6 são utilizados lubrificantes bastante parecidos, de baixa viscosidade; estão em andamento provas visando unificá-los.

As fieiras são as normalmente empregadas para cobre. As fieiras de diamante são utilizadas para fios de diâmetro inferior a 1,5 mm.

3. RECOZIMENTO PARCIAL E TOTAL DO ALUMÍNIO

As curvas da fig. nº 4 dão a variação das propriedades mecânicas de fios de vários diâmetros em função da temperatura de recozimento; foram obtidas em provas de laboratório para tempos de recozimento de 1 h a regime. Esse tempo foi escolhido em base a experiências preliminares como o tempo mínimo para garantirem-se características uniformes.

Em função dessas provas foram estabelecidos os tipos de recozimento:

- recozimento parcial para a têmpera 1/2 dura: 280°C durante 1 h
- recozimento total para a têmpera mole: 400°C durante 1 h

Observamos que as temperaturas práticas usadas para os fornos de produção diferem ligeiramente das indicadas acima variando também em função do tipo de bobina de suporte, das quantidades carregadas etc.

Foi então verificada experimentalmente a viabilidade industrial do processo de recozimento parcial utilizando-se os nossos fornos para cobre. A instalação compreende 2 fornos elétricos de sino móvel, de três bases cada, com 265 kW de potência e capacidade de 2 t de alumínio por base. Repetiram-se 3 vezes recozimentos em condições tanto quanto possível idênticas, carregando-se o forno com 7 colunas de 4 bobinas cada, como pode ser visto na fig.5 (recozimentos I, II e III). Os gráficos da mesma fig. apresentam os resultados de carga de ruptura, podendo-se observar que os valores correspondentes às bobinas B e C da coluna 7 indicam sistematicamente um recozimento deficiente; conclui-se portanto pela inconveniência de utilização dessas posições.

A obtenção da têmpera 1/2 dura por recozimento parcial revelou-se processo muito delicado tendo havido necessidade, para obter fio aceitável pela especificação ASTM B-323, de aprimorar os controles, conseguindo-se então uma variação máxima de 5°C na temperatura de regime; mesmo assim obtiveram-se valores de carga de ruptura com dispersão elevada, havendo cerca de 15% dos fios com características fora da faixa especificada.

Observamos que nos fornos, no caso do alumínio, foi empregada circulação de ar em vez da atmosfera inerte normal para o co-

bre, dado que a oxidação superficial não foi julgada inconveniente para os fios prontos e favoreceu a lubrificação no subsequente estiramento dos fios recozidos.

4. LAMINAÇÃO A FRIO DE REDONDOS E ESTIRAGEM DE FIOS RETANGULARES

Os fios retangulares de alumínio são fabricados na Pirelli por sucessivas fases de estiramento, recozimento, laminação a frio, estiramento e recozimento final.

Com referência à fase de laminação, foram levantadas as curvas da fig. nº 6, que fornecem a redução relativa de altura $(\frac{\phi - e}{\phi})$ do fio redondo de entrada em função da relação largura/espessura do laminado desejado $(\frac{L}{e})$.

Obtiveram-se essas curvas com os seguintes critérios:

- a) curva de la laminação: amostras de fios recozidos foram laminadas para diferentes espessuras, segundo uma série decrescente de milímetro em milímetro até 3 mm e de 0,5 mm em 0,5 mm para espessuras inferiores; êsse processo foi repetido com 7 diâmetros de fio.
- b) curva de 2a laminação: amostras de cada diâmetro de fio recozido foram laminadas previamente com uma redução de cerca de 50% do diâmetro inicial; os laminados resultantes foram submetidos diretamente a uma segunda laminação com um processo análogo ao do item a.

Os valores experimentais, colocados em um gráfico do tipo adimensional como o da fig. 6, permitiram obter duas curvas perfeitamente definidas, que proporcionam uma interessante aplicação prática: dadas as dimensões do retangular desejado e fixadas as reduções da trefilação final, podem-se calcular a largura e espessura do laminado semi-pronto; entrando no gráfico com a relação L/e , obtém-se a relação $\frac{\phi - e}{\phi}$, da qual facilmente se extrai o diâmetro do fio a ser laminado.

Adotamos então a seguinte tecnologia:

- 1) Para fios com relação largura/espessura menor ou igual a 4 efetua-se apenas 1 laminação; fios com relação L/e compreendida entre 4 e

10, são fabricados com 2 laminações sucessivas sem recozimento interme-diário. Êste último procedimento é ditado pela necessidade de se conseguir laminados com bordas suficientemente regulares, o que não é possível com uma única laminação, embora, neste caso resulte, como pode ser observado no gráfico, uma maior relação L/e a paridade de redução relativa da espessura $(\frac{\phi - e}{\phi})$ total. Utilizam-se laminadores com cilindros de 200 mm de diâmetro.

2) O acabamento final é efetuado com duas passagens em fieira de widia.

Utilizam-se reduções de seção de 15 e 20% por passagem e reduções iguais em valor absoluto na largura e espessura. As fieiras são as mesmas utilizadas na estiragem de cobre e têm ângulo de trabalho de 16 a 18° e comprimento da parte paralela igual a cerca de 30% da menor dimensão da fieira. Utilizam-se estiradeiras a blocos de acumulação - com 1 passagem cada. A lubrificação é realizada com o óleo do tipo A da tabela IV.

3) Efetua-se finalmente o recozimento em forno elétrico a 420° durante 1 h.

A gama de medidas dos fios retangulares, fabricáveis normalmente, foi fixada em função do nosso atual maquinário e do diâmetro limitado do vergalhão Properzi de 3/8" atualmente disponível (v/gráfico da fig.nº 7).

5. CONCLUSÃO

Conseguiu-se produção industrial de fios redondos e retangulares de alumínio tipo EC em várias tâmperas com maquinário projetado especialmente para cobre, tendo sido necessários pequenos ajustes na tecnologia já empregada.

O objetivo foi alcançado principalmente graças à possibilidade de encontrarem-se junto aos fabricantes especializados nacionais os adequados tipos de lubrificantes.

A Pirelli está portanto em condições de oferecer cabos e condutores elétricos também com a alternativa alumínio, metal para o qual o Brasil apresenta perspectivas de auto-suficiência num futuro próximo.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Diretoria da Pirelli pelo apoio recebido para a realização do presente trabalho, bem como a todos os colaboradores pela contribuição prestada.

- (1) Engenheiro Eletrotécnico pela Scuola d'Ingegneria dell'Università di Genova-Itália em 1958.
Gerente do Serviço Tecnológico da Fábrica de Cabos da Pirelli S.A. Brasileira.
- (2) Engenheiro Metalurgista pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1962.
Chefe do Grupo de Assistência à Produção no âmbito do Serviço Tecnológico da Fábrica de Cabos da Pirelli S.A.-Brasileira.
- (3) Engenheiro Mecânico de Produção pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1961.
Engenheiro do Serviço Tecnológico da Fábrica de Cabos da Pirelli S.A.-Brasileira.

Bibliografia

1. PANZERI C. - Manuale di tecnologia delle leghe leggere da lavorazioni plastiche. Hoepli, 1957.
2. ALCOA INT. - Recommendations for the fabrication of electrical conductor wire from Alcoa 3/8" diameter redraw rod. Novembro/1965.
3. TORKINGTON W. - Some New Lubrication Concepts in the Drawing of Non Ferrous-Wire. Wire and Wire Products. Vol. 40, nº 8. Agosto/1965.
4. SHIKAYOSHI NAKAI - Aluminum and Aluminum Alloy Wire and Rod in Japan. Wire and Wire Products. Vol. 37, nº 12. Dezembro/1962.
5. J.V.O'GRADY - Basic Considerations in the Design of Wire Drawing Machinery. Wire and Wire Products. Vol. 40, nº 7. Julho/1965.

TABELA I

DESCRIÇÃO E USO DOS CONDUTORES EM ALUMÍNIO PRODUZIDOS PELA PIRELLI

T I P O	DESCRIÇÃO		U S O
	Condutor	Isolamento	
ALTENAX	Fio ou corda de alumínio 1/2 duro.	Composto de cloreto de polivinila, para 75°C de exercício.	Instalações gerais de luz e força em prédios residenciais, comerciais e industriais.
W P P	Fio ou corda de alumínio duro.	Composto de cloreto de polivinila, para 75°C de exercício c/ espessura reduzida.	Linhas aéreas de redes de distribuição de energia elétrica.
RETANGULARES	Fio de alumínio mole	Vários	Enrolamentos de transformadores etc.
ESMALTADOS	Fio de alumínio mole	Esmaltes sintéticos	Enrolamentos em geral.

TABELA II

ESPECIFICAÇÃO PIRELLI PARA VERGALHÃO DE ALUMÍNIO PROPERZI

Propriedades físicas	Classe do Vergalhão	Carga de ruptura kg/mm ²	Condutibilidade a 20°C % IACS
	I	8,5 - 9,5	61,5
II	9,5 - 10,5	61,5	
III	10,5 - 11,5	61,5	
IV	11,5 - 12,5	61,4	
V	12,5 - 13,5	61,4	
VI	13,5 - 14,5	61,4	
Diâmetro	9,5 ± 0,25 mm		
Pêso/rôlo	mínimo 1000 kg máximo 1500 kg		

TABELA III

ESCOLHA DA CLASSE DE VERGALHÃO EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DO FIO

Diâmetro do fio de alumínio (mm)	Classe do Vergalhão
≤ 1,00	I
1,01 - 2,00	II
2,01 - 3,00	III
3,01 - 4,50	IV
4,51 - 6,00	V (*)
> 6,00	VI (**)

(*) ou vergalhão 1/2" tipo III

(**) ou vergalhão 1/2" tipo IV

(***) têmpera dura (ASTM B-230)

TABELA IV

TIPOS DE MÁQUINAS E LUBRIFICANTES UTILIZADOS NA ESTIRAGEM DO ALUMÍNIO

MÁQUINA	TIPO	Ø DE EN- TRADA	GAMA DE FIOS PRODUZIDOS (mm)	VELOC. DE SAÍDA (m/seg)	LUBRIFICANTE UTILIZADO	
					Tipo	Descrição
1	A acumulação c/ 8 fieiras	3/8" 3,26 2,59	8,30 - 2,59 2,58 - 1,29 1,28 - 1,15	4,3	A	Óleo mineral aditivado com 65SSU a 100°C, colocado nas caixas porta-fieiras.
2	A escorregamento c/ 13 fieiras	3/8"	3,26	16,0	B	Óleo mineral aditivado com 150SSU a 100°C aplicado por jatos sôbre as fieiras e cilindros. Tanque c/ trocador de calor.
3	A escorregamento c/ 9 fieiras	3/8"	3,26 - 2,59	5,7	B	Óleo mineral aditivado com 150SSU a 100°C. Volantes e fieiras imersos no óleo.
4	A escorregamento c/ 12 fieiras	2,59	1,02 - 0,72	16,5	C	Óleo mineral aditivado com 40SSU a 100°C, aplicados por jatos sôbre as fieiras e cilindros. Tanque separado sem trocador de calor.
5	A escorregamento c/ 17 fieiras	1,63 1,29	0,405-0,255 0,227-0,202	17,5	D	Óleo mineral aditivado com 40SSU a 100°C, aplicados por jatos sôbre as fieiras e cilindros. Tanque separado sem troc. de calor.
6	A escorregamento c/ 16 fieiras	0,64	0,180-0,160	21,5	E	Óleo mineral aditivado com 40SSU a 100°C, aplicados por jatos sôbre as fieiras e cilindros.

FIGURA Nº1 - CURVAS DE ENCRUAMENTO DE VERGALHÃO

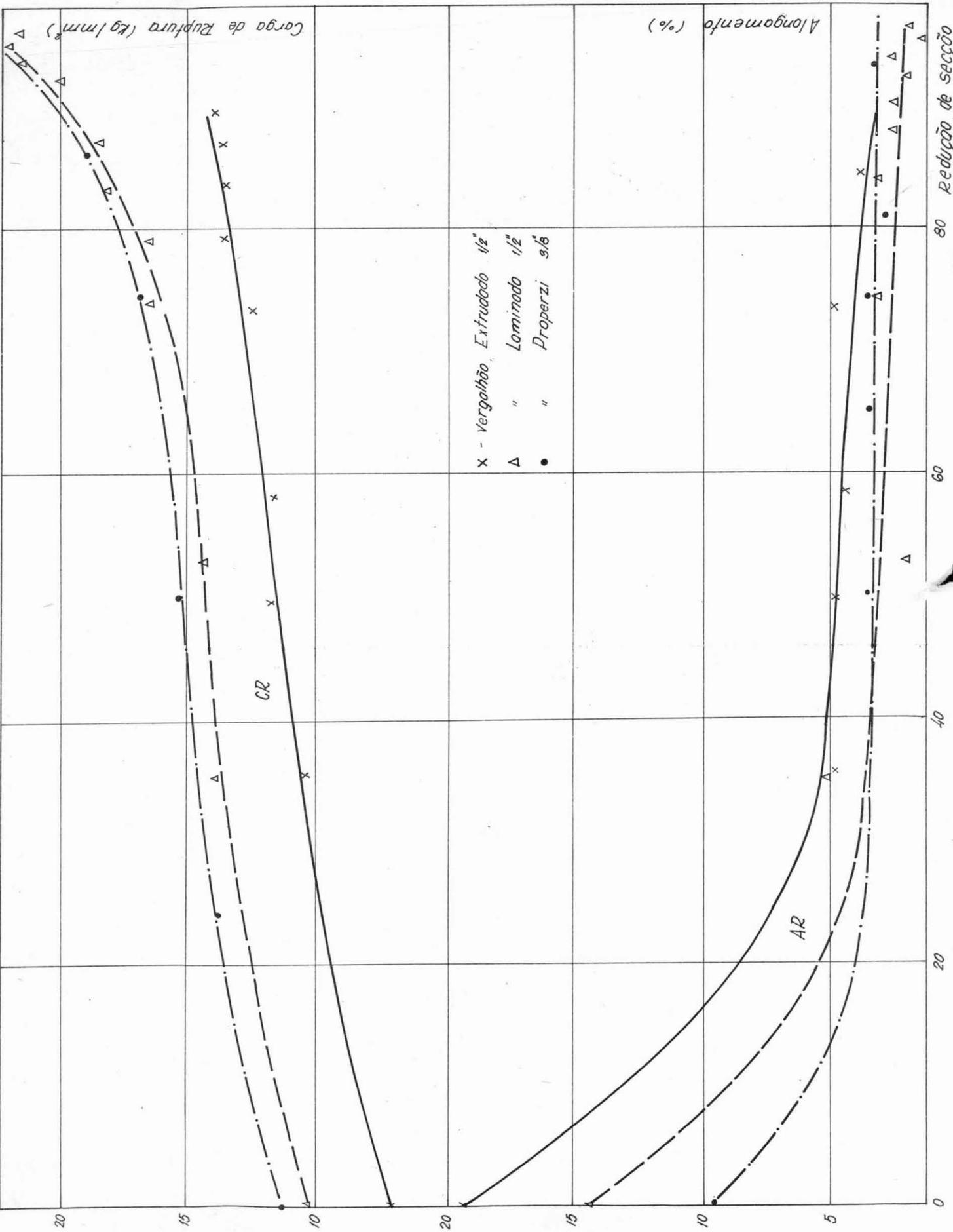


FIGURA Nº2 - ACRÉSCIMO DE CARGA DE RUPTURA OBTIDO POR ESTIRAMENTO

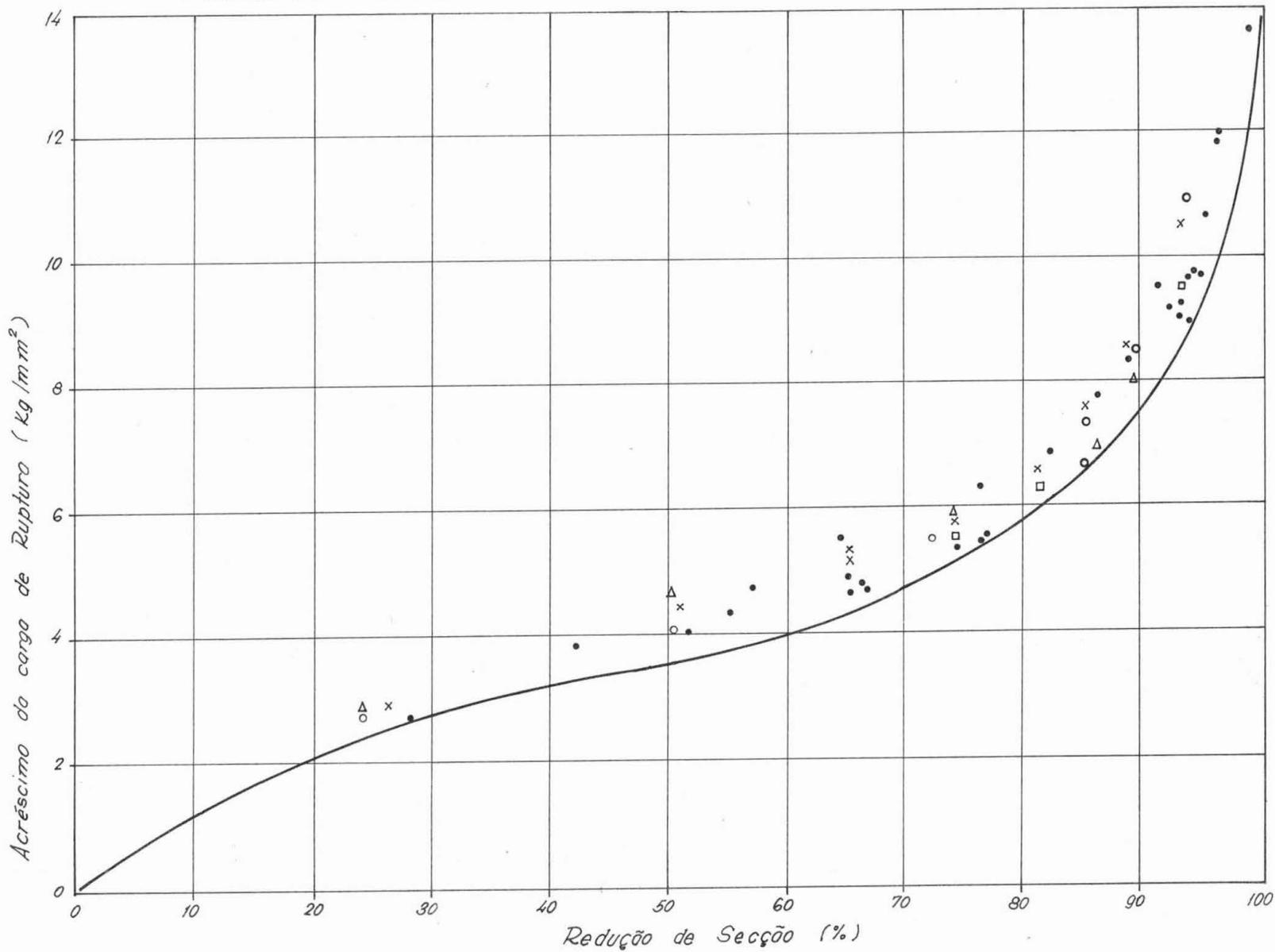


FIGURA Nº 2 - ACRÉSCIMO DE CARGA DE RUPTURA OBTIDO POR ESTIRAMENTO

FIGURA Nº3 - CURVAS DE ENCRUAMENTO ESTIRAMENTO DE FIO MOLE

FIGURA Nº3 CURVAS DE ENCRUAMENTO ESTIRAMENTO DE FIO MOLE

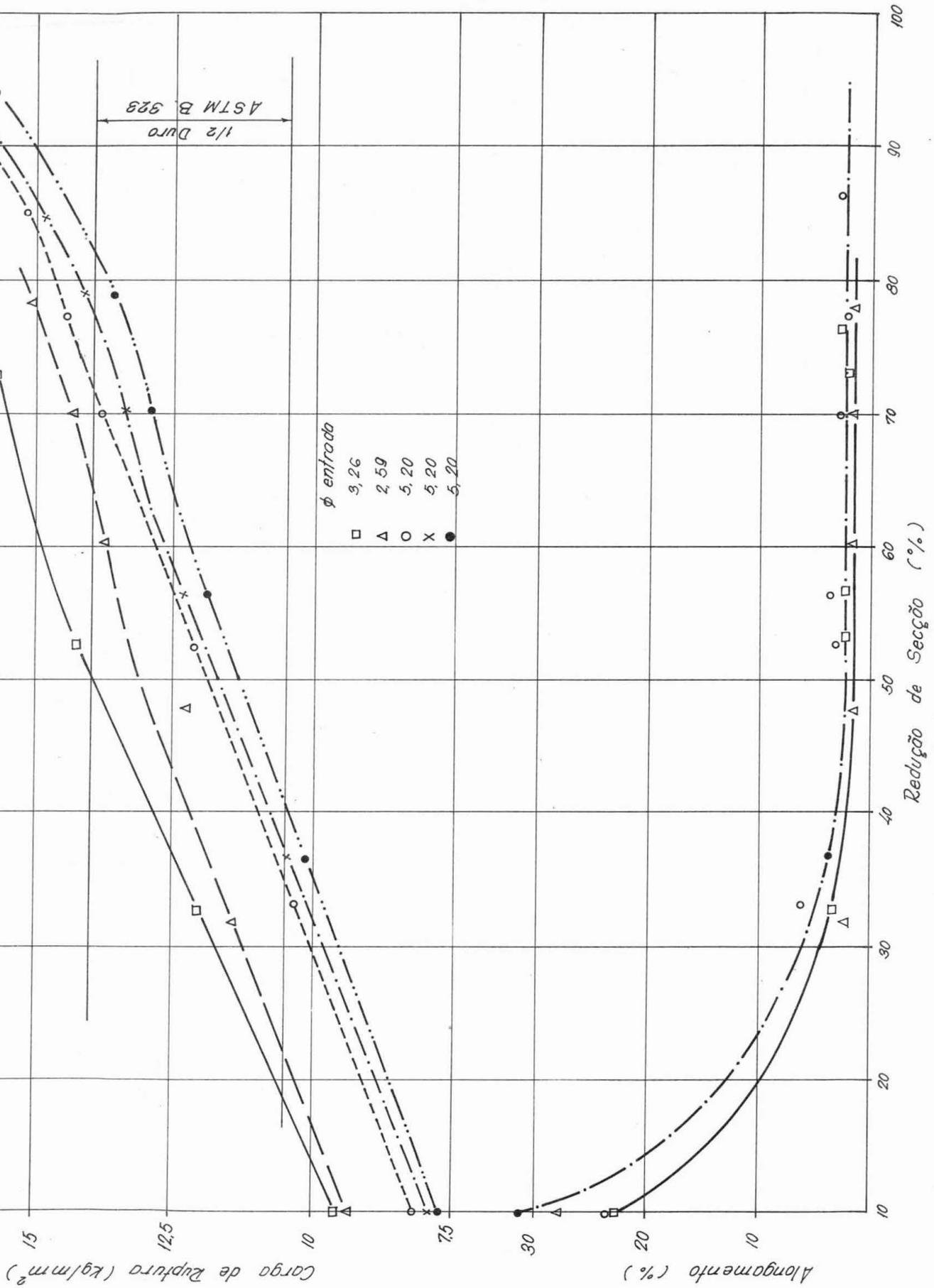


FIGURA Nº4 - CURVAS DE RECOZIMENTO DE FIOS

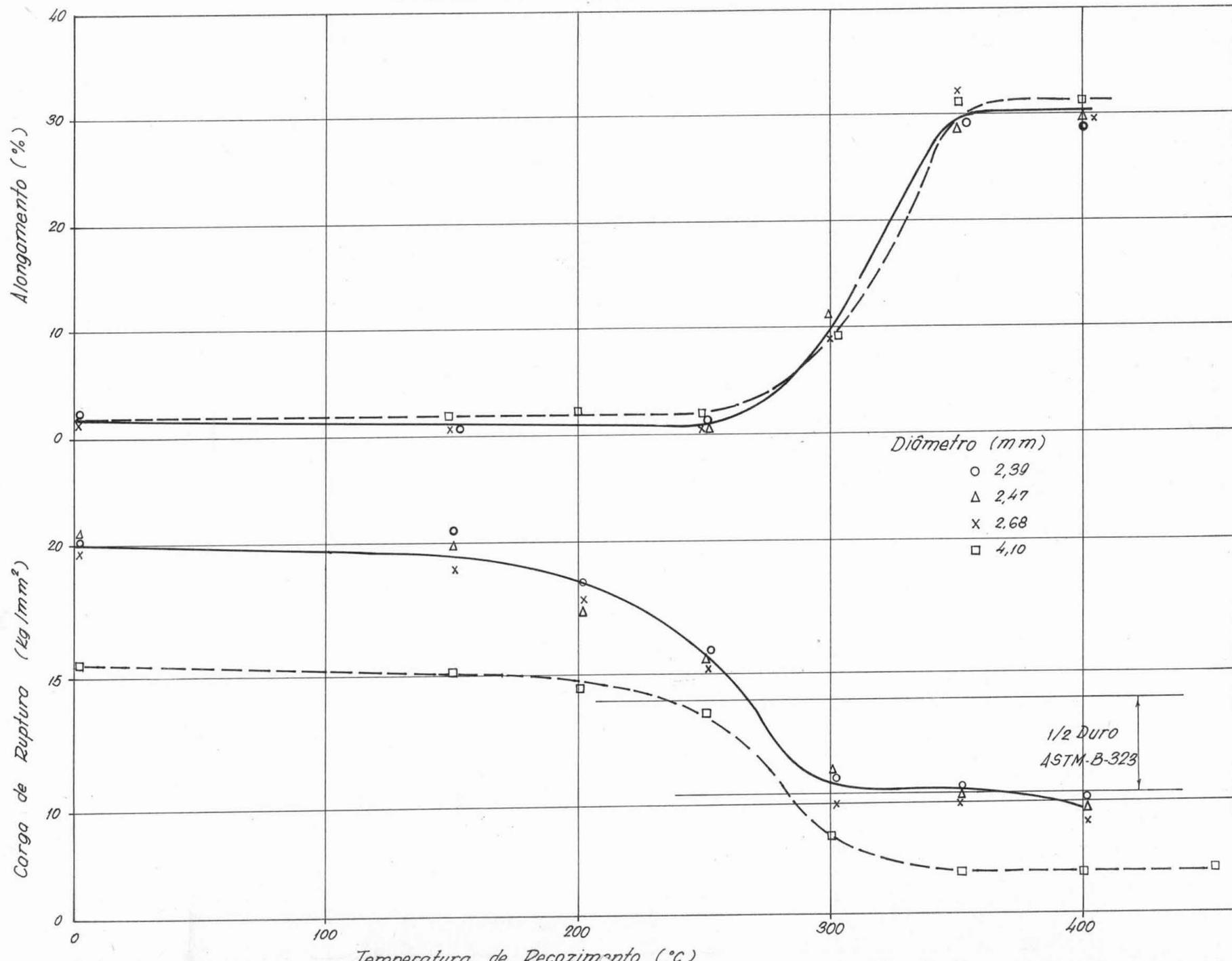


FIGURA Nº4 - CURVAS DE RECOZIMENTO DE FIOS

FIGURA Nº 5 - RECOZIMENTO PARCIAL : INFLUENCIA DA POSIÇÃO DAS BOBINAS NO FORNO DE RECOZIMENTO.

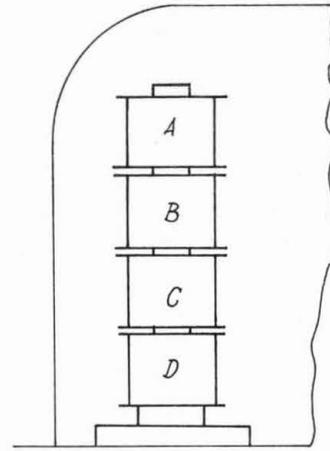
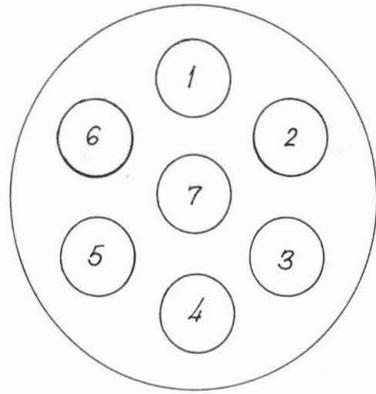


FIGURA Nº 5 - RECOZIMENTO PARCIAL : INFLUENCIA DA POSIÇÃO DAS BOBINAS NO FORNO DE RECOZIMENTO.

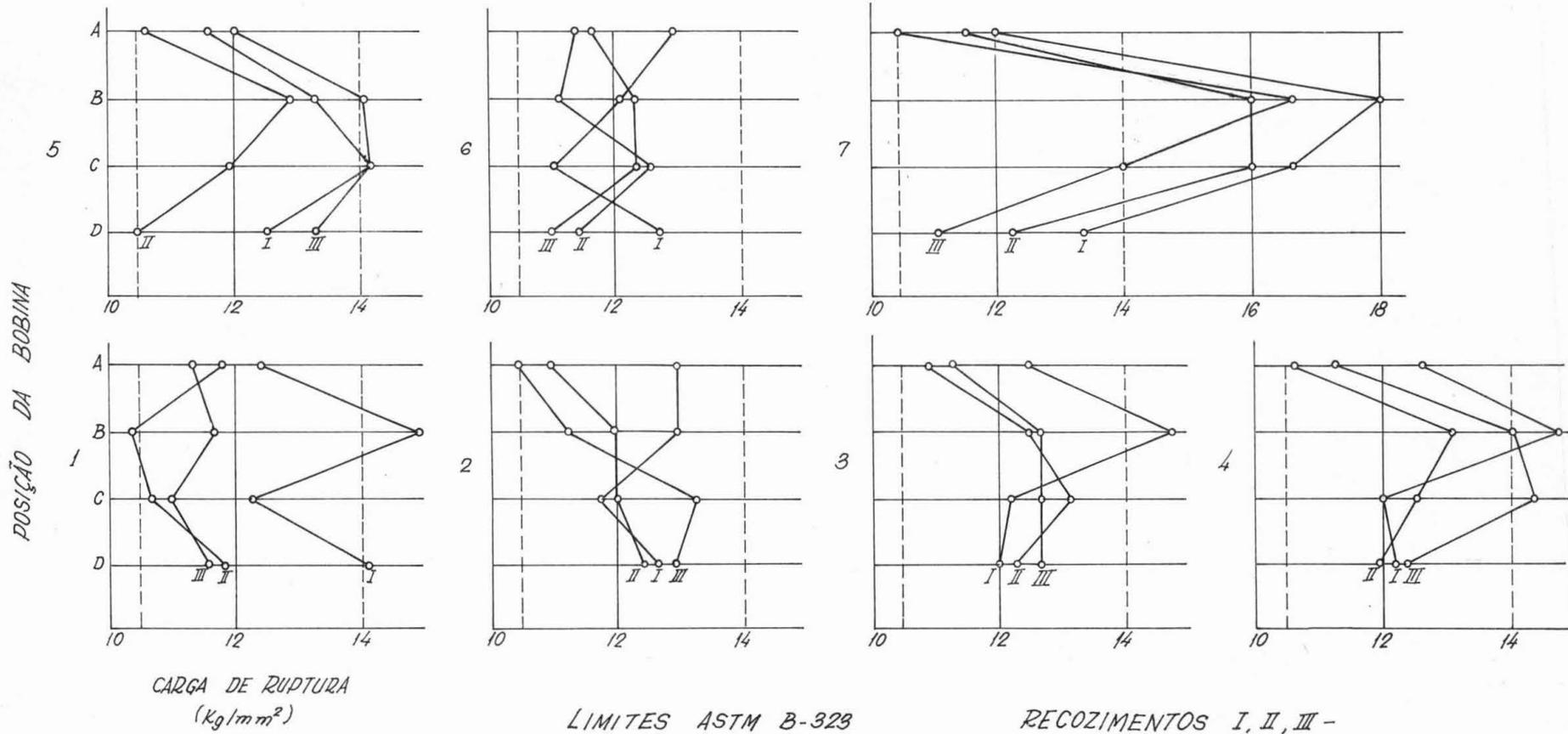
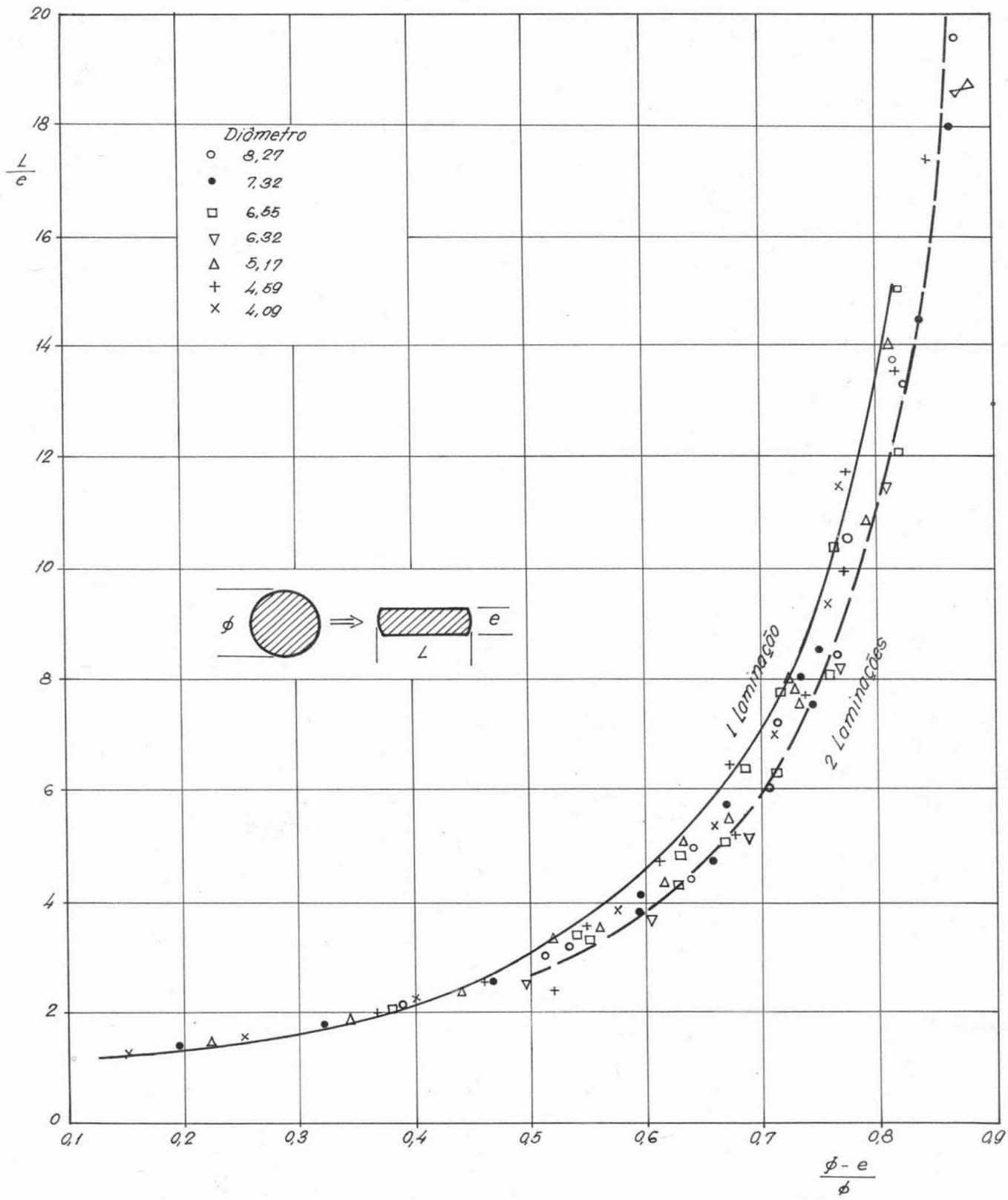
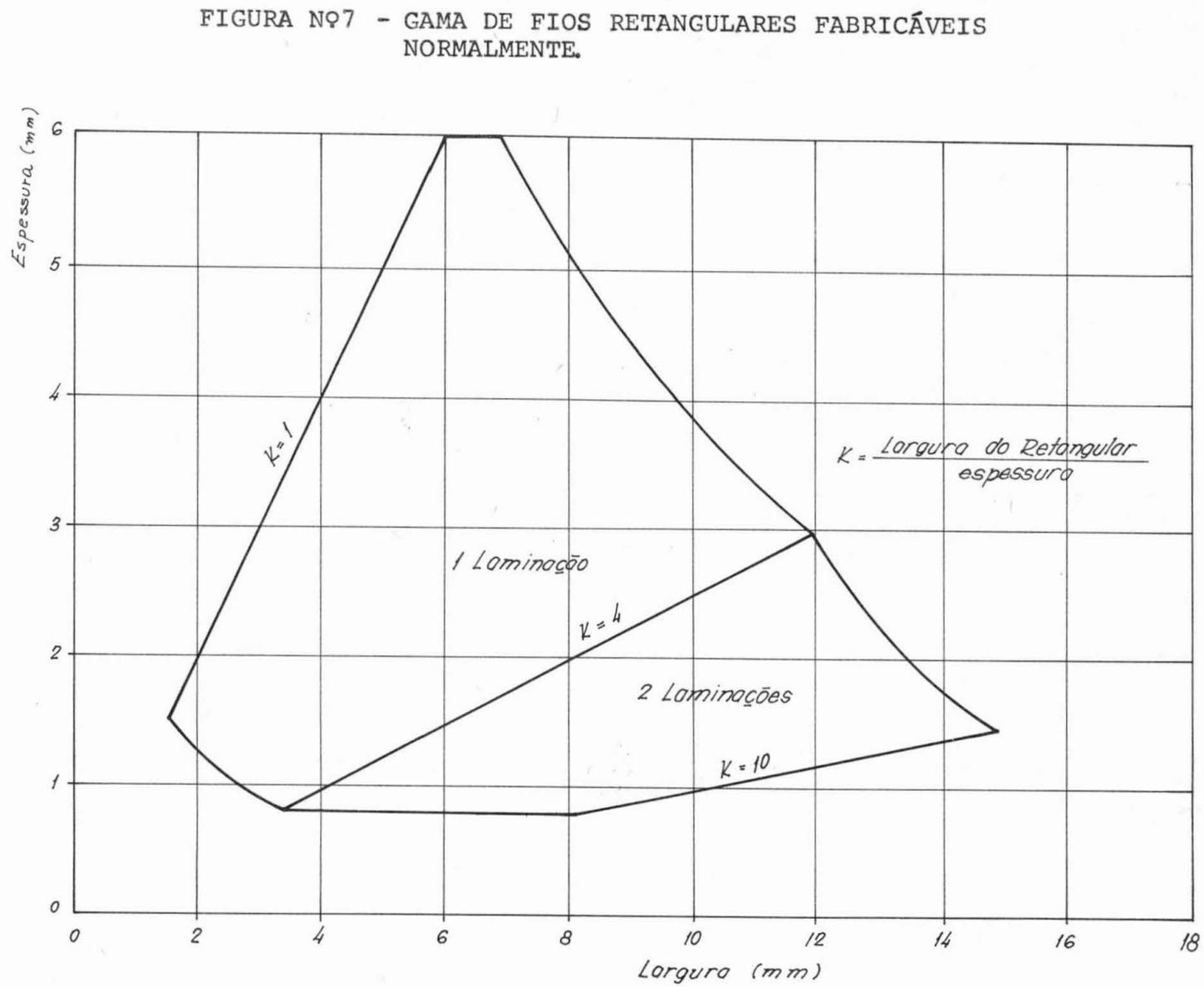


FIGURA Nº 6 - CURVAS CARACTERÍSTICAS LAMINAÇÃO A FRIO.





Jacopo Parodi (1)

Carmine Taralli (2)

Luiz C. Stracieri (3)

DEBATE:

Muller (4)

- Quero congratular-me com o excelente trabalho apresentado pelo representante da Pirelli e, de antemão, peço desculpas por algumas perguntas que vou fazer que talvez não sejam do assunto, e, aliás, por ser o I Simpósio de Não Ferrosos talvez sejam suscitadas certas dúvidas de caráter extremamente básico e fundamental. Foi citado várias vezes no trabalho, o tipo de laminação de perfis com o nome de "Properzi". Em primeiro lugar gostaria de saber o que é. Em segundo lugar gostaria de saber (nós tivemos esse problema também; aliás, vai ser fruto de trabalho nosso aqui no CTA) qual foi o rigor da temperatura usado no tratamento de recozimento que o Sr. especificou? Em terceiro lugar, naquele gráfico Nº 5, gostaria de saber em quantas experiências se baseou para levantá-lo?

Finalizando, em quantas horas era feito o tratamento?

Parodi

- A respeito do vergalhão, tipo "Properzi", conheço alguma coisa, mas há pessoas presentes, por exemplo, representantes da Cia Brasileira de Alumínio ou da Alumínio do Brasil que conhecem muito melhor este processo; em todo caso, em algumas palavras, vou tentar dar algum esclarecimento.

O "Properzi" prevê essencialmente um lingotamento contínuo com laminação simultânea; quem conhece o alumínio sabe que, por sua elevada contração de volume e o característico despre

dimento de hidrogênio durante a solidificação o lingotamento contínuo e semi-contínuo são as únicas maneiras para fundir um produto aceitável ou, querendo, até perfeito. O Sr. terá, sem dúvida, oportunidade de ver aqui no Brasil como funciona essa máquina que para o alumínio me atreveria a definir genial.

Temos conhecimento de que, há algum tempo, se está procurando utilizá-la também para o cobre.

Sua segunda pergunta é a respeito da temperatura do forno; a faixa de variação de temperatura que precisamos é de mais ou menos 5°C em relação ao valor pré-fixado.

As temperaturas do forno são medidas no alto, no meio e embaixo. Existe um sistema de ventilação interna muito forte; constataram-se entretanto sensíveis diferenças de temperaturas entre os vários pontos. O fato é atribuível ao sistema de aquecimento que é feito por fora, por intermédio de um forno móvel equipado com resistências elétricas que concentram o calor em certas posições do material. Como é visto no gráfico Nº 5, a coluna mais afetada resulta ser a central, confirmando quanto exposto.

Esse sistema continua sendo aplicado mesmo que não apresente ainda resultados totalmente satisfatórios.

Em relação à sua terceira pergunta posso dizer-lhe que foram feitas várias provas preliminares de recozimento parcial. No gráfico Nº 5 estão indicados os resultados para apenas três cargas de forno.

A respeito do tempo total do ciclo de recozimento, este resulta da ordem de 7h para uma carga de 2.000 Kg aproximadamente.

Compreende fase de carga, de aquecimento, de temperatura a regime de resfriamento e finalmente de descarga.

A longa fase de resfriamento resulta menos demorada (4-5 h) do que a correspondente para o cobre também em razão de poder-se abrir o forno com temperaturas mais elevadas; a temperatura de descarga do cobre não pode superar 60° C a fim de evitar o escurecimento à oxidação do mesmo.

- Muller - Qual é a altura do forno?
- Parodi - A altura útil do forno é de 2,2m aproximadamente.
- Muller - É nacional ou importado?
- Parodi - Nosso forno é da General Electric, importado. Algumas peças foram fabricadas no Brasil mas o conjunto do forno recebemos da General Electric Canadense.
- Aparteante - Gostaria de saber do Eng. Parodi, se poderá nos esclarecer se o acabamento do fio das trefilas de blocos é do tipo brilhante ou se obtém um acabamento mais fosco e se há importância nêsse acabamento.
- Parodi - O acabamento nas trefilas depende muito do tipo de lubrificante usado. Com alguns tipos de lubrificantes obtivemos um acabamento fosco, - côr chumbo. Atualmente, encontramos lubrificantes que permitem um acabamento brilhante e claro.
- Norberto Barile (5) - O fio obtido por trefilação mediante máquina de escorregamento apresentou defeitos característicos?
- Parodi - Vamos fazer referência ao trabalho na máquina Nº 2:
Normalmente o primeiro tipo de defeitos que aparece são riscos nos fios, devido ao escorregamento contra os volantes de puxada. O fio não sai liso e sim com estrias e, numa segunda etapa, os defeitos são rupturas nas passagens finais de trefilação onde as velocidades são mais

altas, o atrito é maior e o aquecimento é muito grande; chega a ser como se não houvesse mesmo lubrificação.

Com as modificações introduzidas no circuito de lubrificação e a adoção de um lubrificante mais adequado esses problemas foram em seguida eliminados. Porém, posso dizer que nem todos os diâmetros de fio são possíveis, mas entrando com vergalhão "Properzi" 3/8" conseguimos trefilar até um diâmetro de 3,26mm; procurando - descer por exemplo a 2,59mm, o número de rupturas cresce de tal forma que o trabalho perde - interêsse industrial. De fato precisamos de - processos que funcionem 8 horas seguidas, exce- tuando-se obviamente os incidentes imprevistos.

Bondesan (6)

- A minha pergunta consiste no seguinte:

Eu já trabalhei com "Properzi", no início, após formado, e nós tínhamos vários problemas - que eram os seguintes:

Após o vergalhão passar numa trefila rápida, - certa parte do fio bobinado (porque quando o - conjunto esfria, o esfriamento não é homogêneo) proveniente do centro do rôlo tem uma condutibilidade diferente da condutibilidade das pontas. Então, em alguns casos, tínhamos que tentar recuperar as bobinas provenientes destes - casos em que a condutibilidade era relativamen- te baixa; tínhamos que fazer um recozimento. En- tão, êste recozimento era efetuado e verifica- mos o seguinte:

Também dentro da bobina, com fio trefilado, não havia uma uniformidade após o recozimento. Poder-se-ia deixar o material recozendo mais tem- po, ou menos tempo que não havia uniformidade entre os fios provenientes do material da su- perfície da bobina e do centro.

Gostaria de saber o seguinte:

Existe algum estudo a respeito da uniformidade da condutibilidade dentro da bobina recozida ou não? Ou o Sr. só tira amostra do início da bobina e faz o teste?

Parodi

- Realmente, não encontramos êste problema pelo fato das especificações apresentarem margens razoavelmente amplas; sem dúvida o fato realmente acontece.

Digamos que uma diferença de temperatura inicial ao longo dos rólôs do vergalhão que recebemos é como o pecado original que se reflete na vida toda, porque o material que começa com temperatura mais dura, alcançará, como foi visto nos gráficos, valor mecânico de encruamento mais elevado e também depois do recozimento, conservar á valores diferentes dos outros materiais que iniciaram com valores mais baixos. Como lhe disse é um pecado original que acompanha tôdas as sucessivas fases de fabricação, inclusive o próprio fio recozido.

Bondesan

- Nos EEUU eu sei que existem pesquisas a respeito de se usar para êsse tipo de recozimento (que anteriormente nós sabíamos que causava heterogeneidade entre o centro e a superfície da bobina), as bobinas com áreas laterais abertas ao invés delas serem inteiriças;

Mas, para as bobinas o melhor é que elas sejam inteiriças para que a trançadeira trance bemos fios, então existe um estudo para que essa bobina tenha menor número de furos necessários e, o que eu queria saber é se atualmente já está sendo usado êsse tipo de bobina, se foi aprovada ou não.

Parodi

- Na Pirelli não utilizamos o tipo de bobina mencionado pelo Sr; talvez o especialista da CBA ou Alumínio do Brasil poderá responder-lhe.

Rodighiero (7)

- Não usamos e nem procuramos êsse tipo de bobina porque não encontramos diferenças apreciáveis em produtos finais.

- (1) Jacopo Parodi
Gerente Serv. Tecnológicos - Engº da PIRELLI S/A

- (2) Roberto Carlo Taralli
Diretor Geral da Fábrica Fi-El Ltda

- (3) Luiz C. Stracieri
Engº da PIRELLI S/A

- (4) Arno Muller
Engenheiro Metalúrgico pela UFRGS - 1962
Pesquisador do Depto. de Materiais do IPD/CTA
S. José dos Campos

- (5) Roberto Victor Barile
Gerente Depto. Metalúrgico da ALCAN - Alum. do Brasil S/A

- (6) Ciro Bondesan dos Santos
Pesquisador do Depto. De Aeronaves - IPD/CTA
S. José dos Campos

- (7) Lino Rodighiero
Engº da Cia Brasileira de Alumínio