

Polpação kraft de bambu com pré-extração aquosa

MFN -0618

N CHAMADA:

TITULO: Polpação kraft de bambu com pré-extração aquosa

AUTOR(ES): MONTALVAO F., A

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 02.2. Cozimento da Celulose

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 17

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 19-23.11.1984

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1984, ABTCP

PAG/VOLUME: p.169-186, v.1

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 17, 1984, São Paulo, v.1,
p.169-186

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: bambu, processo kraft

RESUMO:

POLPAÇÃO KRAFT DE BAMBU COM
PRÉ-EXTRAÇÃO AQUOSA



MONTALVÃO FILHO, A.

Departamento de Engenharia Química da UFSe - 49000, Aracaju, SE - Brasil
GOMIDE, J.L.

Departamento de Engenharia Florestal da UFV - 36570, Viçosa, MG - Brasil
CONDÉ, A. dos R.

Departamento de Matemática da UFV - 36570, Viçosa, MG - Brasil

Resumo

Foi analisada a influência de um estágio de pré-extração aquosa nas características da polpação e nas propriedades da polpa kraft do *Bambusa vulgaris*, utilizando-se o processo kraft convencional como referência. O objetivo do estágio de pré-extração aquosa era a eliminação de parte das substâncias extratáveis, facilitando a polpação kraft posterior. A polpação kraft com pré-extração aquosa resultou em menores rendimentos depurados, menores teores de rejeitos, pequena melhoria na taxa de deslignificação, em polpas não refinadas com mais altos graus Schopper Riegler e, em geral, em polpas com alguma superioridade nas propriedades físico-mecânicas, em comparação com o processo kraft convencional.

1. Introdução

O Brasil é um dos maiores exportadores de celulose de fibra curta, tendo desenvolvido tecnologia própria a partir de madeira de eucalipto. No entanto, a celulose de fibra longa continua a ser importada, apesar de terem sido introduzidas no Brasil várias espécies de coníferas exóticas, que se constituem, atualmente, em importante fonte produtora de fibra longa. Há, portanto, necessidade de utilização de fontes alternativas de matéria-prima de fibras longas para diminuição do déficit nacional dessa celulose.

A fibra do bambu, que pode ser classificada como "longa", tem merecido atenções especiais por parte de estudiosos dessa área (2, 4-12) visando ao desenvolvimento de tecnologia específica de polpação, o que poderá proporcionar ao Brasil mais uma opção de matéria-prima para a produção de celulose de fibra longa.

O papel produzido a partir de celulose de bambu é mais poroso, menos denso, apresentando resistências físico-mecânicas próximas às de um papel kraft de pinheiro. As polpas celulósicas de bambu são, portanto, indicadas para papéis que requerem maciez, absorvidade, porosidade e alta resistência ao rasgo (4).

No Brasil, a espécie que apresenta maiores áreas de plantio é o *Bambusa vulgaris*, que se desenvolve principalmente na região nordeste, onde existem algumas fábricas que o utilizam para a produção de celulose e papel. Enquanto na Índia o bambu é a principal fonte de matéria-prima para a produção de celulose e papel, compreendendo mais

de 70% de sua produção, no Brasil a celulose de bambu não atinge 2% da produção nacional (1).

Estudos comparativos entre bambu e outras matérias-primas, realizados por OHE e MIZUNO (13), demonstraram que as perdas de rendimento durante a pré-hidrólise eram mais altas para a faia, e que, na polpação kraft, tanto a faia como o bambu apresentaram, aproximadamente, a mesma velocidade de deslignificação. A deslignificação dessas duas matérias-primas foi facilitada pela pré-hidrólise, ao passo que esta dificultou a polpação do abeto, não tendo sido observado efeito negativo da pré-hidrólise do bambu nas resistências da polpa kraft. Foi também verificado que, embora o bambu contenha mais lignina que as folhas, ele comporta-se com mais semelhança a uma folhosa que a uma conífera, durante a pré-hidrólise e cozimento kraft.

O objetivo deste estudo foi verificar a influência de um estágio de pré-extração aquosa nas características e propriedades da polpa kraft de bambu, uma vez que esse estágio deverá remover parte dos extrativos solúveis em água quente, que constituem até 15% do bambu (10), favorecendo a polpação kraft posterior e, possivelmente, as propriedades da polpa.

2. Material e Métodos

O bambu utilizado neste estudo foi o *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl var. *vulgaris*, com idade de 6,5 anos, obtido de plantação industrial localizada em Santo Amaro, Bahia. Foram utilizados cavacos industriais, amostrados, ao acaso, no pátio de estocagem de uma indústria de celulose e papel. Os cavacos foram secados ao ar, peneirados manualmente em peneiras com malhas de 5 x 5mm e 12,7 x 12,7mm e armazenados em sacos de polietileno para conservação e uniformização do teor de umidade.

Foram realizados cozimentos pelo processo kraft convencional, para servirem como referência, e cozimento kraft precedidos por um estágio de pré-extração aquosa.

Os estágios de pré-extração aquosa foram realizados em autoclave rotativa (2 rpm), de aço inoxidável, com capacidade de 20 litros, aquecida eletricamente e provida de termômetro e manômetro utilizando-se as seguintes condições: cavacos = 2000 g a.s.; temperaturas máximas = 100, 120 e 140°C; tempo até temperatura = 60, 80 e 100 minutos, respectivamente; tempo à temperatura = 20 minutos e relação água/cavacos = 4,8/1. Para eliminar a influência da qualidade da água no estágio de pré-extração, foi utilizada água destilada e deionizada. Os tratamentos de pré-extração foram realizados com duas repetições. Realizadas as pré-extrações, os cavacos foram recolhidos em peneiras com malha de 80 mesh, lavados rapidamente, centrifugados e armazenados em sacos de polietileno. Foram determinados os teores médios de umidade dos cavacos e os rendimentos da pré-extração. Os cavacos provenientes das duas repetições de cada condição de pré-extração foram misturados, para a realização da polpação kraft.

Os cavacos pré-extraídos foram submetidos à polpação kraft convencional, utilizando a mesma autoclave, após equipá-la com quatro reatores individuais, com capacidade de 2 litros cada um, possibilitando a realização de quatro cozimentos simultâneos. Todos os cozimentos kraft, inclusive os de referências, foram realizados com repetições, utilizando-se as seguintes condições: cavacos = 300 g a.s.; álcalis ativos, como Na₂O = 8,10,12 e 14%; sulfidez = 25%; relação licor/cavacos = 4,8/1; temperatura máxima = 170°C; tempo até temperatura = 100 minutos; tempo à temperatura = 50 minutos.

Foram recolhidas amostras dos licores residuais de ambos os estágios (pré-extração e kraft) para análise posterior.

Feitos os cozimentos kraft, os cavacos foram desfibrados em moí

nho de discos Bauer, com separação entre discos de 0,32mm, e as polpas foram depuradas num classificador laboratorial Voith, dotado de tela com fendas de 0,2mm de abertura. As análises das polpas foram realizados em moíno centrifugal Jockro, na consistência de 6% e a confecção das folhas para testes físico-mecânicos, em formador K8 then Rapid.

Os dados experimentais referentes à polpação, às análises dos licores residuais e às propriedades físico-mecânicas das folhas de celulose foram analisados, estatisticamente, por meio de análise de regressão, tendo sido estabelecidas equações matemáticas, considerando a significância dos coeficientes, individuais de regressão ($\alpha = 0,05$), o coeficiente de determinação (R^2), o erro padrão residual e a análise de resíduos.

3. Resultados e Discussão

Os cavacos de *Bambusa vulgaris* utilizados para os estudos de polpação foram caracterizados quimicamente, tendo sido determinados, quantitativamente, seus principais constituintes químicos. No Quadro I são apresentados os resultados dessas análises.

As análises químicas (Quadro I) revelaram elevados teores de substâncias solubilizáveis, principalmente com solução de NaOH a 1%. Os altos teores dessas substâncias irão ocasionar consumo considerável de álcali ativo durante a polpação kraft, requerendo a aplicação de cargas relativamente elevadas de álcali ativo, no digestor, para que, após reação dessas substâncias, ainda permaneça álcali suficiente para a deslignificação. A utilização de cargas elevadas de álcali ativo de verá afetar desfavoravelmente a resistência final da polpa celulósica. A remoção, pelo menos parcialmente, dos extrativos, por meio de um estágio de pré-extração aquosa, deverá facilitar a deslignificação posterior dos cavacos, possibilitando, possivelmente, a utilização de menores cargas alcalinas na polpação kraft, com possíveis efeitos favoráveis na qualidade da polpa.

3.1. Pré-extração aquosa

Os resultados obtidos do estágio de pré-extração aquosa são mostrados no Quadro II. A remoção de extrativos nesse estágio não foi total, o que foi demonstrado pelos rendimentos, indicando que os tempos e/ou as temperaturas utilizadas foram insuficientes para uma completa eliminação dessas substâncias. As temperaturas de 100 a 120°C apresentaram ação semelhantes, com remoção de cerca de 5%, e a temperatura de 140°C foi pouco mais eficiente, removendo cerca de 8% do peso inicial dos cavacos. O pH dos licores residuais apresentaram valores pouco ácidos, tendo a temperatura de 140°C resultado em pH de 4,72. A acidificação da água inicial poderá, também, resultar em hidrólise mais eficaz dos carboidratos solubilizáveis, ocasionando maiores remoções desses materiais. As substâncias extratáveis do bambu são localizadas, em maior percentagem, nas células de parênquima, as quais, devido às suas pequenas dimensões e elevados teores, possivelmente, afetam desfavoravelmente as resistências da polpa celulósica. O objetivo do estágio de pré-extração era a destruição substancial dessas células parenquimatosas, resultando em possível economia de álcali durante o estágio de polpação e em maiores facilidades de ligação entre fibras, favorecendo as resistências mecânicas. Os resultados obtidos indicaram que grande parte (cerca de 80%) das substâncias solubilizáveis em água quente foram removidas no estágio de pré-extração, quando foi utilizada a temperatura de 140°C.

Condições mais drásticas de pré-extração (temperatura e acidez) poderiam afetar desfavoravelmente as fibras, degradando-as, não tendo sido, portanto, utilizadas.

3.2. Polpação kraft

Os cavacos pré-extraídos foram utilizados para a polpação kraft, tendo sido estabelecidas equações matemáticas, por meio de análise de regressão, para caracterização das propriedades das polpas celulósicas e dos licores residuais. As equações para o processo kraft com pré-extração aquosa e para o processo kraft convencional, utilizado como referência, são apresentadas nos Quadros III e IV, respectivamente.

Na Figura 1 é mostrada a influência da temperatura de pré-extração na deslignificação kraft do *Bambusa vulgaris*, em diferentes níveis de álcali ativo. Verifica-se que aumentos de álcali ativo resultaram em consideráveis aumentos da taxa de deslignificação, enquanto elevações da temperatura de pré-extração tiveram pequena influência. A temperatura de 120°C foi a que apresentou maior influência na taxa de deslignificação kraft. A utilização de pré-extração precedendo a polpa kraft com 8% de álcali ativo não melhorou a taxa de deslignificação comparativamente ao processo convencional. Nos outros níveis de álcali ativo, houve pequeno efeito favorável. Em todas as temperaturas de pré-extração, o aumento do álcali ativo de 8 para 10%, ocasionou decréscimos de cerca de 30 unidades no número kappa, enquanto os aumentos de 10 para 14% de álcali ativo decresceram o número kappa, de cerca de 20 e 10 unidades, respectivamente. A pré-extração a 120°C foi a que apresentou os melhores resultados na deslignificação kraft, tendo ocasionado reduções de 1 a 4 unidades no número kappa, quando comparadas com a pré-extração a 140°C, nos níveis de 8 a 14% de álcali ativo. Num mesmo nível de álcali ativo, comparando-se o processo convencional com o de pré-extração a 120°C, foi observado um decréscimo do número kappa, em favor do cozimento com pré-extração, tanto maior quanto mais elevado o nível de álcali ativo, até o máximo de 5,3 unidades, quando foi utilizado 12% de álcali ativo.

Os rendimentos total e depurado foram afetados desfavoravelmente pelo aumento da temperatura de pré-extração e do álcali ativo, enquanto o teor de rejeitos foi favorecido pelo aumento desses parâmetros (Figura 2). Os maiores rendimentos, total e depurado, foram obtidos com o processo convencional e os menores teores de rejeitos com o processo de pré-extração a 120°C.

Aumentos da temperatura de pré-extração de 20°C, nos níveis de álcali ativo estudados, ocasionaram decréscimos no rendimento total de cerca de 1 a 2%. Comparando-se com o processo convencional (testemunha), essas diferenças alcançaram 5% nos níveis de 8 a 10% de álcali ativo, na pré-extração a 100°C, sendo essa diferença aumentada em torno de 1% para cada 20°C de elevação na temperatura de pré-extração. Em níveis mais altos de álcali ativo essas diferenças foram menores.

O rendimento depurado mais elevado foi apresentado pelo processo convencional, na dosagem de 10% de álcali ativo, tendo o estágio de pré-extração afetado desfavoravelmente esse rendimento. Aumentos de 20°C na temperatura de pré-extração ocasionaram decréscimos de 0,8 a 1,5% no rendimento depurado.

Os rejeitos foram afetados favoravelmente pelos estágios de pré-extração que causaram pronunciados decréscimos em seus teores, principalmente nos níveis mais baixos de álcali ativo. A pré-extração a 120°C foi a que apresentou os teores mais baixos de rejeitos.

O uso do estágio de pré-extração aquosa não afetou grandemente o refino das polpas (Figura 3). Entretanto, para a polpa não refinada, observam-se mais altos valores do grau Schopper-Riegler para as polpas obtidas com os estágios de pré-extração.

As propriedades físico-mecânicas das polpas kraft convencional e kraft com pré-extração a 100, 120 e 140°C foram analisadas em diferentes níveis de refino, como apresentado nas Figuras 4 a 8.

Na Figura 4 é mostrada a influência do grau de refino na resistência à tração das polpas. A polpa kraft convencional apresentou as maiores resistências nos menores níveis de álcali ativo (8 e 10%), enquanto as polpas kraft com pré-extração aquosa a 100 e 120°C foram superiores nos níveis de 12 e 14% de álcali ativo. De modo geral, a utilização do estágio de pré-extração afetou desfavoravelmente a resistência à tração, quando foram usados os níveis mais baixos de álcali ativo na polpação kraft, e, favoravelmente, quando foram usados os níveis mais altos de álcali ativo. Os comprimentos de auto-ruptura mais elevados foram obtidos com o uso de pré-extração a 100 e 120°C e álcalis ativos de 12 e 14%.

A influência do grau de refino no alongamento das polpas kraft, com e sem pré-extração aquosa, é mostrada na Figura 5. O uso do estágio de pré-extração aumentou o alongamento das polpas kraft, sendo os aumentos diretamente proporcionais à temperatura e ao álcali ativo utilizados.

Na Figura 6 pode ser observado o efeito do grau de refino na resistência ao arrebentamento das polpas, nos níveis de álcali ativo estudados. As resistências mais elevadas foram obtidas com pré-extração a 100°C e 14% de álcali ativo.

As polpas de *Bambusa vulgaris* apresentaram elevadas resistências ao rasgo, tendo sido alcançados valores próximos de 350, como mostrado na Figura 7. As resistências ao rasgo foram diretamente proporcionais à dosagem de álcali ativo e fortemente prejudicadas pelo refino. Em doses mais baixas de álcali ativo (8 e 10%), o uso de estágio de pré-extração aumentou a resistência ao rasgo, enquanto a dosagem alta de álcali ativo (14%) afetou desfavoravelmente essa resistência. Quando foi utilizada a pré-extração, as resistências ao rasgo foram diretamente proporcionais à temperatura desse estágio.

De modo geral, em comparação com o processo kraft convencional, as densidades aparentes das polpas produzidas com o estágio de pré-extração foram mais elevadas, principalmente quando foram utilizadas as temperaturas mais baixas de pré-extração (Figura 8). O aumento da temperatura de pré-extração resultou, nos níveis de álcalis ativos estudados, em menores densidades aparentes das polpas.

3.3. Licores residuais do processo kraft com pré-extração

Os resultados das análises dos licores residuais do processo kraft com pré-extração aquosa encontram-se no Quadro V. O aumento da temperatura do estágio de pré-extração não apresentou influência bem definida nas características dos licores residuais kraft, indicando pequena influência da temperatura de pré-extração na degradação e dissolução dos constituintes químicos do bambu durante a polpação kraft.

4. Summary

It was analyzed the effect of an aqueous pre-extraction stage on the kraft pulping characteristics and pulp properties of *Bambusa vulgaris*. The kraft pulping process was used as reference. The objective of the aqueous pre-extraction stage was the partial removal of the extractive materials to improve the kraft process. The aqueous pre-extraction kraft process resulted in lower screened yields, lower rejects, small improvement of the delignification rate, unbeaten pulps with higher Schopper-Riegler degree, and, in general, somewhat

higher strength pulp properties than the conventional kraft pulping process.

5. Literatura citada

01. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE, ed. *Relatório Estatístico*. São Paulo, 1982. 232p.
02. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Mesa redonda sobre bambu. *O Papel* 43(2):60-62. 1982.
03. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. São Paulo. *Normas da ABCP*. s.d.
04. AZZINI, A.; CIAREMELLO, D. & NAGAI, V. Celulose de bambu. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 5ª, São Paulo, 1972. Livro Técnico, São Paulo, ABCP, 1972. p.195-201.
05. AZZINI, A.; NAGAI, V. & CIAREMELLO, D. Celulose monossulfito a partir de *Bambusa vulgaris* Schrad. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 11ª, São Paulo, 1978. Livro Técnico, São Paulo, ABCP. 1978. p.67-71.
06. AZZINI, A. Influência das dimensões dos cavacos de *Bambusa vulgaris* Schrad no rendimento, porcentagem de rejeitos, número kappa e alvura da celulose obtida pelo processo sulfato. *O Papel* 37(12):125-137. 1976.
07. FARKAS, J.; GAJDOS, J. & JANJI, J. *Bamboo as a raw material for pulp and paper industry*. VUPC 8 1973. 67p. (Bull. nº 1).
08. GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. & OLIVEIRA, R.C. Estudo das potencialidades do *Bambusa vulgaris* para produção de papéis tipo kraft. *O Papel* 43(7):38-42. 1982.
09. GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. & OLIVEIRA, R.C. Influência do álcali ativo e das temperaturas na polpação kraft de *Bambusa vulgaris*. *Revista Árvores* 5(2):181-193. 1981.
10. GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. & OLIVEIRA, R.C. Influência da idade do *Bambusa vulgaris* nas suas características químicas e anatómicas visando a produção de polpa celulósica. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 14ª, São Paulo, 1981. Livro Técnico. São Paulo, ABCP, 1981. Vol. 1, p.5-29.
11. JANGALGI, N.R.; JAUHARI, M.B.; AGARWAL, R.D.; JASPAL, N.S. & BHARGAVA, R.L. Improved yield at the West Coast Paper Mills. *IPPTA* 6(2):17-23. 1969.
12. MAHANT, D.; GOHAIN, P.D.; RAHMAN, A. & CHALIHA, B.P. Nonsulfur pulping of bamboo. *IPPTA* 34(1):11-18. 1979.
13. OHE, R. & MIZUNO, T. Prehydrolysis-sulfate cooking of bamboo. *Japan Tappi* 26(7):363-371. 1972.

QUADRO I - Análise química dos cavacos de *Bambusa vulgaris*, utilizados nos estudos de polpação

Análises		%
Teores de:	* Holocelulose	77,3
	* Pentosanas	18,0
	* Lignina	24,4
	Cinzas	2,44
Solubilidade em:	Água fria	8,4
	Água quente	9,3
	Álcool-benzeno	3,5
	NaOH 1%	29,8

* Material livre de extrativos

QUADRO II - Rendimento das pré-extrações aquosas dos cavacos de *Bambusa vulgaris* e pH do licor residual

Temperatura de pré-extração, °C	Rendimentos %	pH do Licor residual
100	95,2	5,38
120	95,1	5,12
140	92,3	4,72

pH inicial de água = 6,00.

QUADRO III - Modelos Matemáticos Referentes à Polpação Kraft, com Pré-extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*

Equações	R ²	S _{xy}
RT = 65,437 - 2,968A - 0,00658E.A + 0,106A ²	0,923	1,068
RD = 42,827 - 0,00546E.A	0,816	0,870
TR = 55,193 - 0,412E - 4,520A + 0,00166E ² + 0,171A ²	0,910	0,660
K = 326,908 - 1,148E - 30,251A - 0,0215E.A + 0,00577E ² + 1,057A ²	0,996	1,404
AC = 6,321 - 0,0831E + 0,841A + 0,000373E ² - 0,0152A ²	0,993	0,108
S = - 0,000305 + 1,526A - 0,00000988E ² - 0,0385A ²	0,991	0,154
MI = 0,304 + 0,374A + 0,000383E.A	0,924	0,279
MO = 1,358 + 0,899A - 0,00265E.A + 0,00000000334E ⁴ - 0,0000564A ⁴	0,871	0,253
CAR = 20,148 - 0,245E + 1,674A + 0,0957T - 0,00344E.A - 0,000887E ² - 0,0511A ² - 0,000466T ²	0,868	0,728
AL = 0,0968 + 0,0726T + 0,00115E.A + 0,000640A.T - 0,000483T ²	0,686	0,881
IA = -35,446 + 8,708A + 0,965T + 0,0102A.T - 0,343A ² - 0,00598T ²	0,913	5,748
IR = -25,388 + 26,438A + 5,951T + 0,0257E.A - 0,144A.T - 0,106T ² - 0,00211A ⁴ + 0,00000525T ⁴	0,829	28,990
DA = 0,198 + 0,0225A + 0,00421T - 0,0000243A.T - 0,000720A ² - 0,0000185T ²	0,982	0,010
SR = -0,690 - 0,205T - 0,000522E.T - 0,00772A.T + 0,00290E ² + 0,0163T ² - 0,0000159E ³ + 0,0106A ³ + 0,0000000175E ⁴ - 0,000696A ⁴ - 0,000000761T ⁴	0,987	2,500

S_{xy} = Erro padrão residual; E = Temperatura de pré-extração (°C); A = Álcali ativo (%); T = Tempo de refino (min); RT = Rendimento total (%); RD = Rendimento depurado (%); TR = Teor de rejeitos (%); K = Número Kappa; AC = Álcali consumido, base madeira (%); S = Teor de sólidos no licor residual, base peso do licor (%); MI = Matéria-inorgânica no licor residual, base peso do licor (%); MO = Matéria orgânica, no licor residual, base peso do licor (%); CAR = Comprimento de auto-ruptura (Km); AL = Alongamento (%); IA = Índice de arrebatamento; IR = Índice de rasgo; DA = Densidade aparente (g/cm³); SR = Grau de Schopper-Riegler (°SR).

QUADRO IV - Modelos Matemáticos Referentes à Polpação Kraft Convencional de *Bambusa uigaris*

Equações	R ²	S _{xy}
RT = 61,545 - 1,745A	0,969	0,808
RD = 285,769 - 73,990lnA - 753,120 (1/A)	0,901	0,542
TR = 56,390 - 8,278A + 0,306A ²	0,983	0,608
K = 184,250 - 13,815A + 0,000832A ⁴	0,999	0,795
CAR = - 8,470 + 0,101T + 2,411A - 0,000809T.A - 0,000437T ² - 0,114A ²	0,931	0,518
AL = 0,693 + 0,0557T + 0,00145T.A + 0,000394T ² + 0,00458A ²	0,921	0,379
IA = 7,811 + 0,988T + 0,0109T.A - 0,00632T ² + 0,0463A ²	0,919	5,550
IR = 120,884 + 4,011T - 0,0918T ² + 0,878A ² + 0,00000426T ⁴	0,838	30,420
DA = 0,160 + 0,00384T + 0,0300A - 0,0000522T.A - 0,0000105T ² - 0,00101A ²	0,928	0,022
SR = - 11,475 + 0,427T + 4,212A + 0,00280T ² - 0,181A ²	0,949	5,936

S_{xy} = Erro padrão residual; T = Tempo de refino (min); A = Alcali ativo (%); RT = Rendimento total (%); RD = Rendimento depurado (%); TR = Teor de rejeitos (%); K = Número Kappa; CAR = Comprimento auto-ruptura (km); AL = Alongamento(%); IA = Índice de arrebentamento; IR = Índice de rasgo; DA = Densidade aparente (g/cm³); SR = Grau Schopper-Riegler(°SR).

QUADRO V - Resultados Estimados das Análises dos Licores Residuais dos Cozimentos Kraft, com Pré-Extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*

Temperatura de Pré-extração, °C	Álcali Ativo %	Álcali Ativo Consumido, base madeira %	Teor de Sólidos %	Teor de Matéria Inorgânica (% base peso do licor)	Teor de Matéria Orgânica (% base peso do licor)	pH
100	8	7,49	9,65	2,99	6,53	10,45
100	10	8,63	11,31	3,81	7,47	11,18
100	12	9,64	12,67	4,64	8,13	11,90
100	14	10,53	13,72	5,46	8,40	12,83
120	8	7,47	9,60	3,05	6,47	10,32
120	10	8,60	11,27	3,89	7,29	10,94
120	12	9,62	12,63	4,73	7,85	11,70
120	14	10,51	13,68	5,57	8,01	12,66
140	8	7,74	9,55	3,11	6,63	10,20
140	10	8,88	11,22	3,97	7,35	10,88
140	12	9,89	12,58	4,82	7,80	11,65
140	14	10,79	13,63	5,68	7,86	12,68

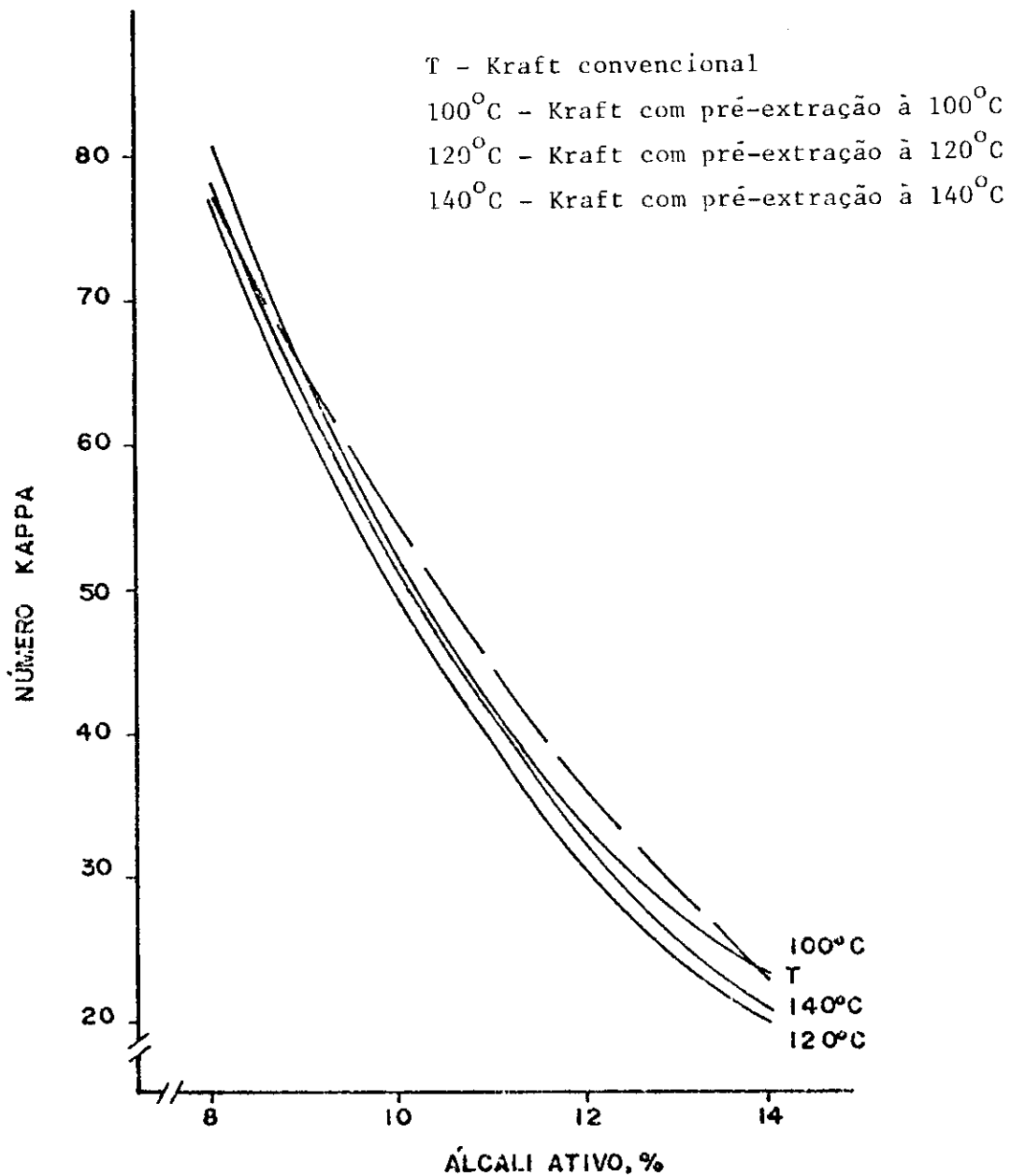


FIGURA 1 - Influência Estimada do Álcali Ativo na Deslignificação Kraft com Pré-extração Aquosa do *Bambusa vulgaris*

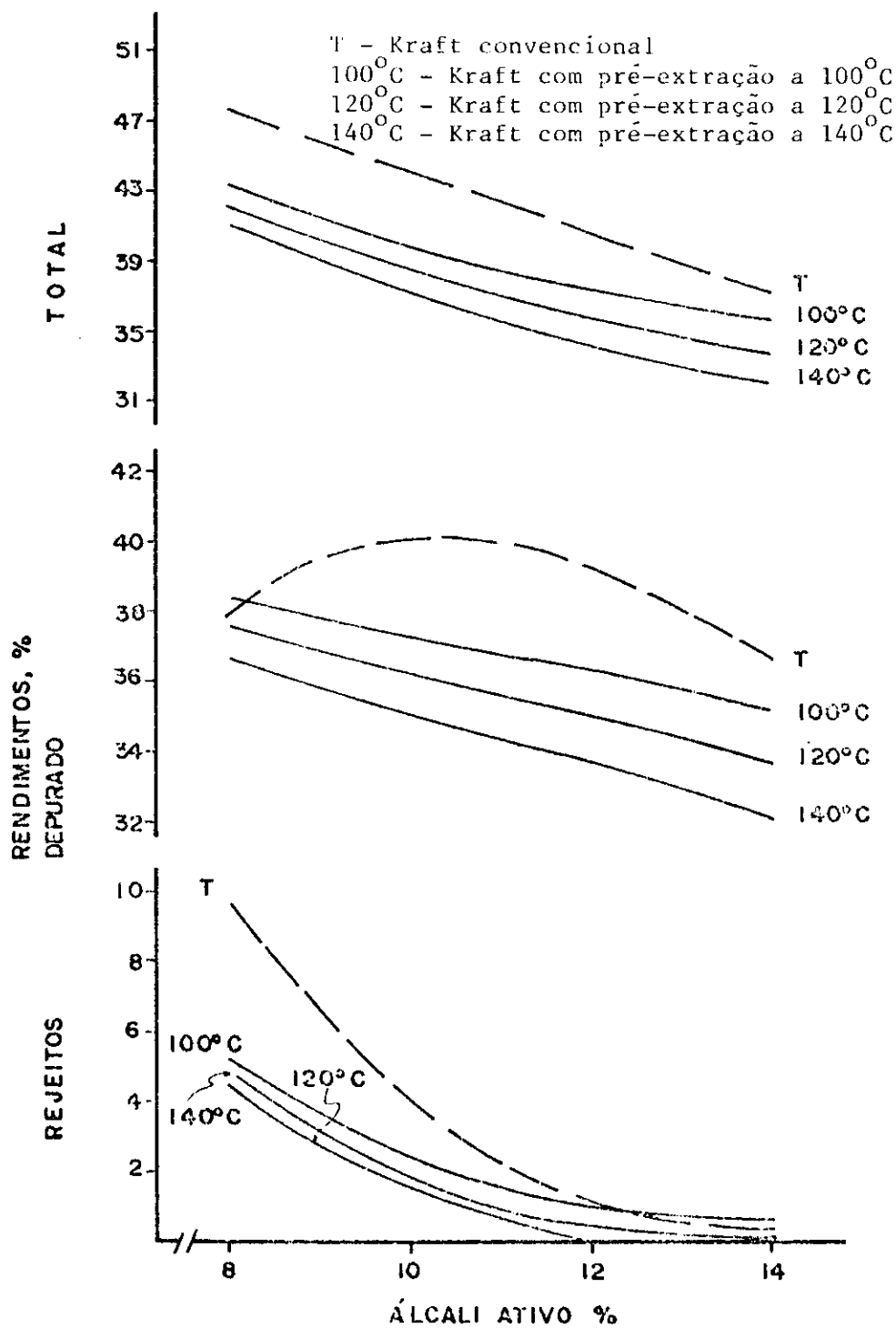


FIGURA 2 - Influência Estimada do Álcali Ativo nos Rendimentos e no Teor de Rejeitos da Polpação Kraft com Pré-extração Aquosa do *Bambusa vulgaris*

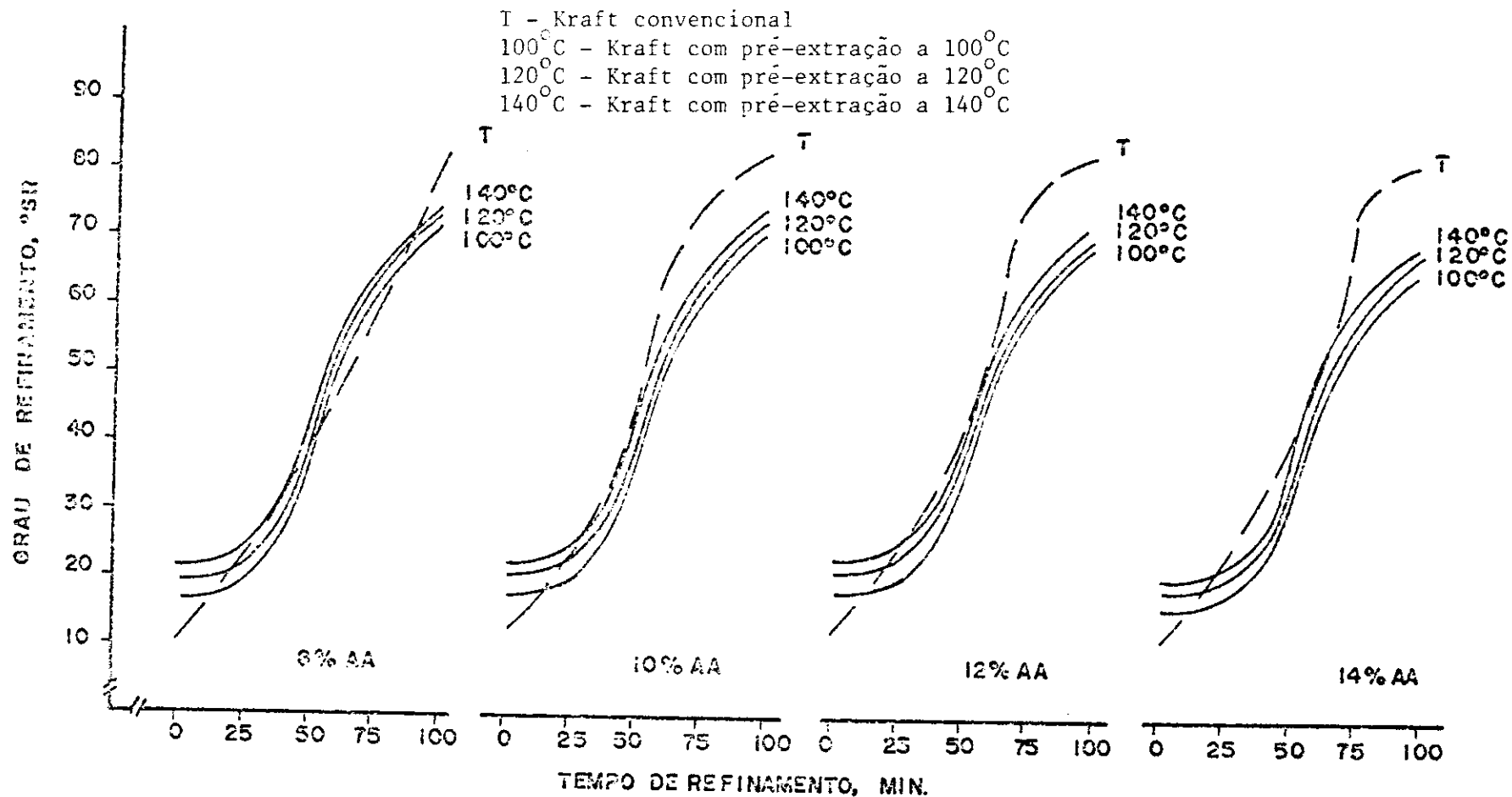


FIGURA 3 - Influência Estimada do Tempo no Grau de Refino das polpas Kraft, com e sem Pré-extração Aquosa, do *Bambusa vulgaris*, em Diferentes Níveis de Álcali Ativo.

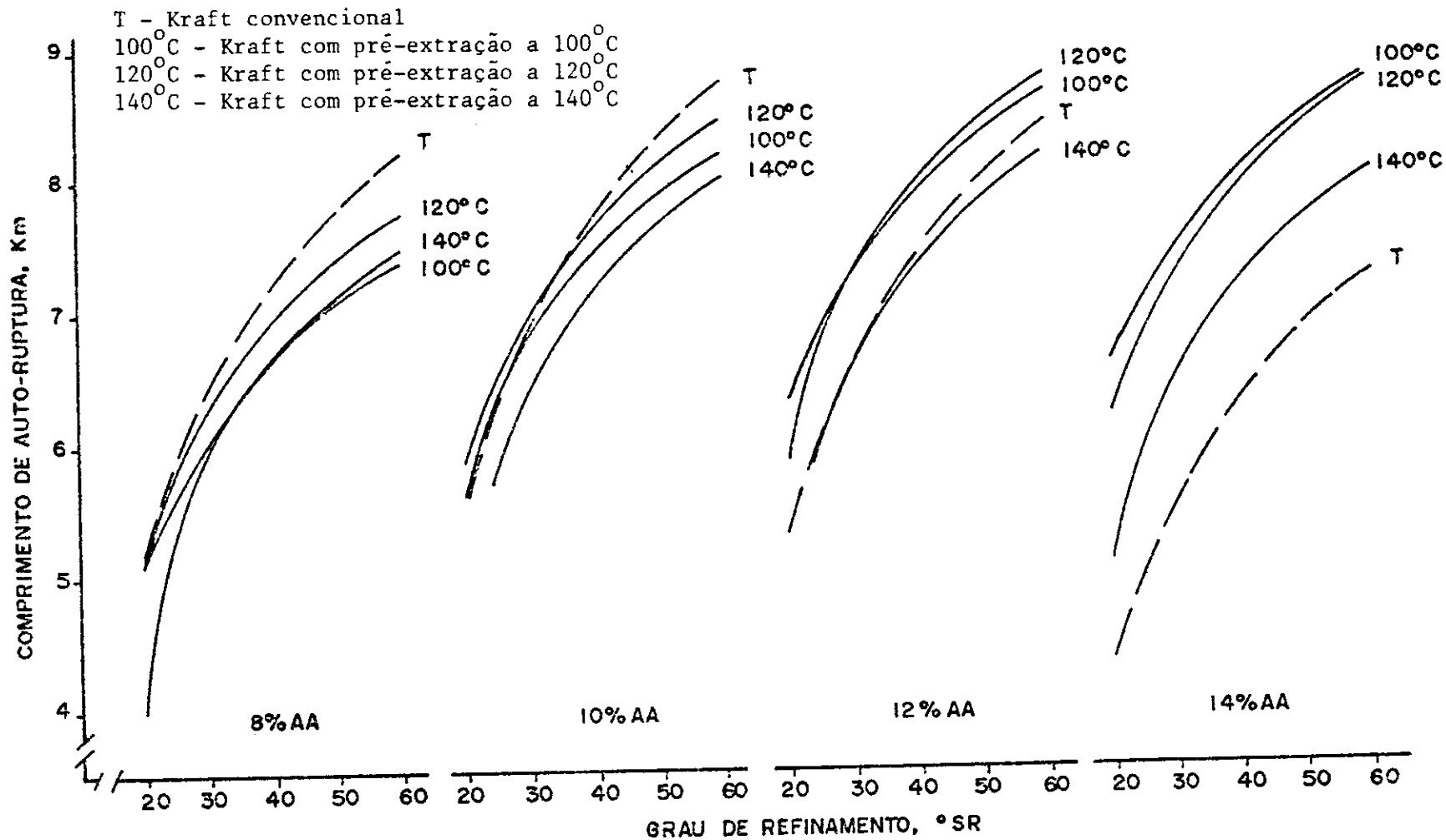


FIGURA 4 - Influência Estimada do Grau de Refino no Comprimento de Auto-ruptura das Polpas Kraft, com e sem Pré-extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*, em Diferentes Níveis de Álcali Ativo.

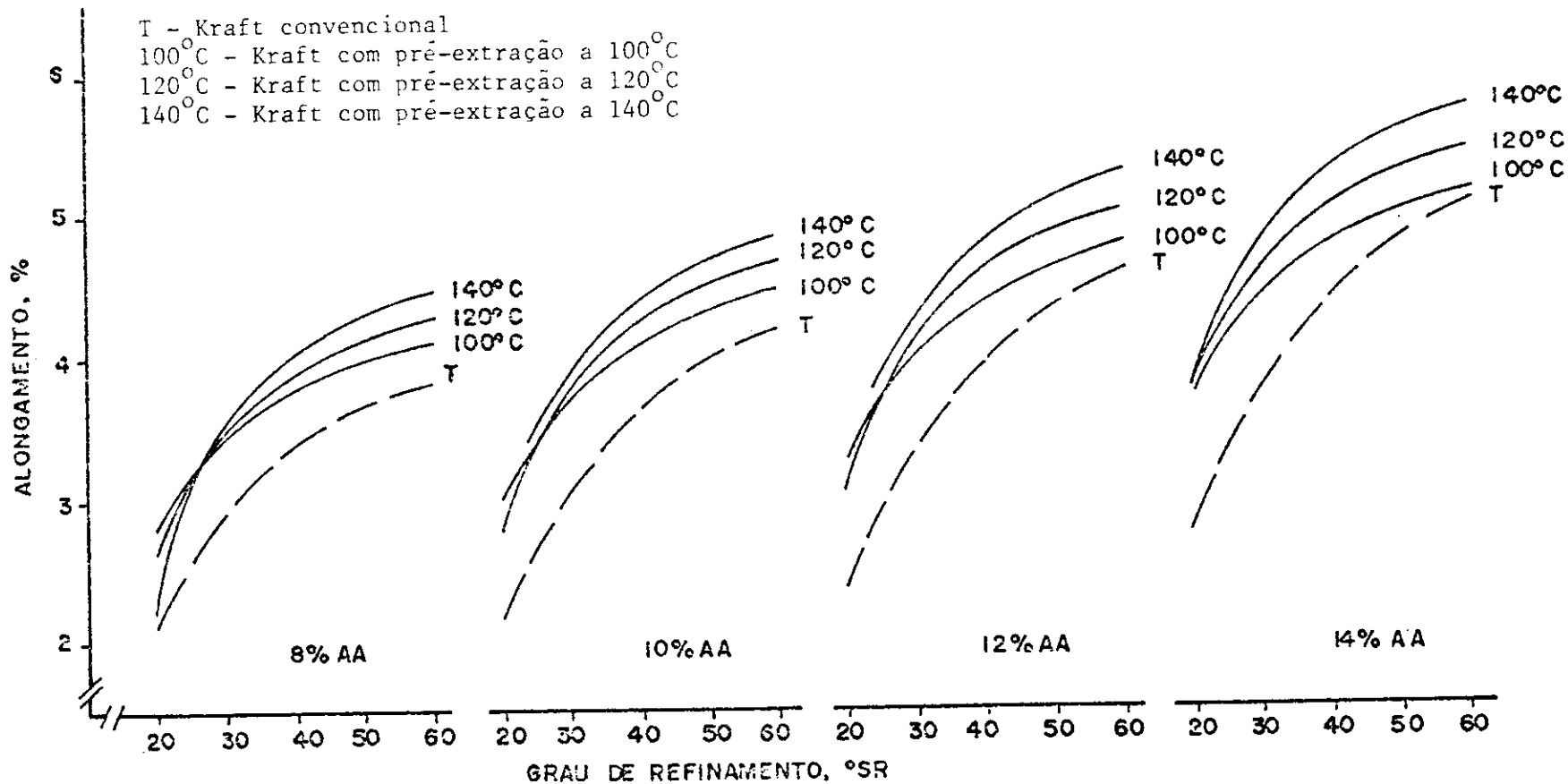


FIGURA 5 - Influência Estimada do Grau de Refino no Alongamento das Polpas Kraft, com e sem Pré-extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*, em Diferentes Níveis de Álcali Ativo.

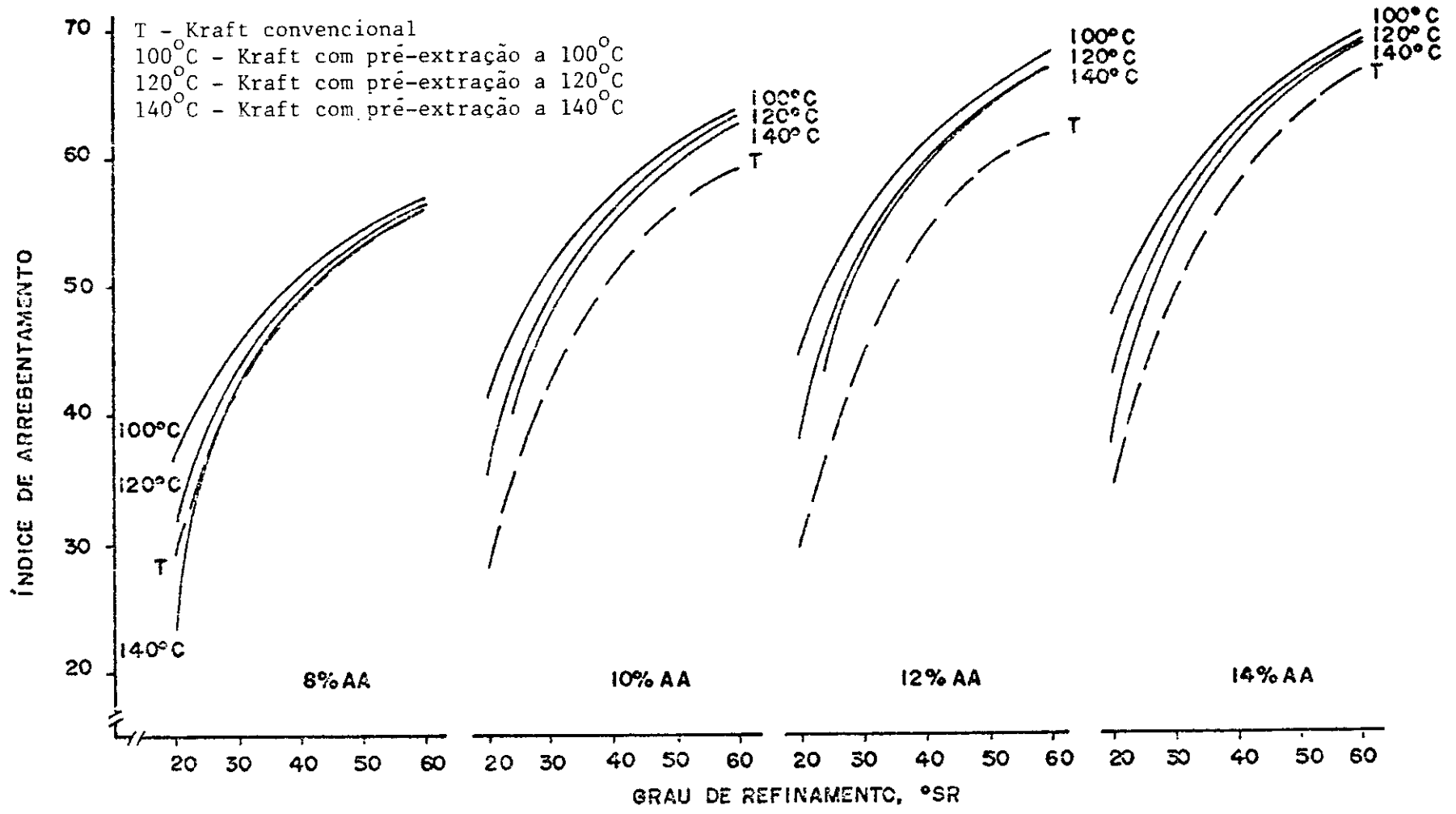


FIGURA 6 - Influência Estimada do Grau de Refino no Índice de Arrebetamento das Polpas Kraft, com e sem Pré-extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*, em Diferentes Níveis de Álcali Ativo.

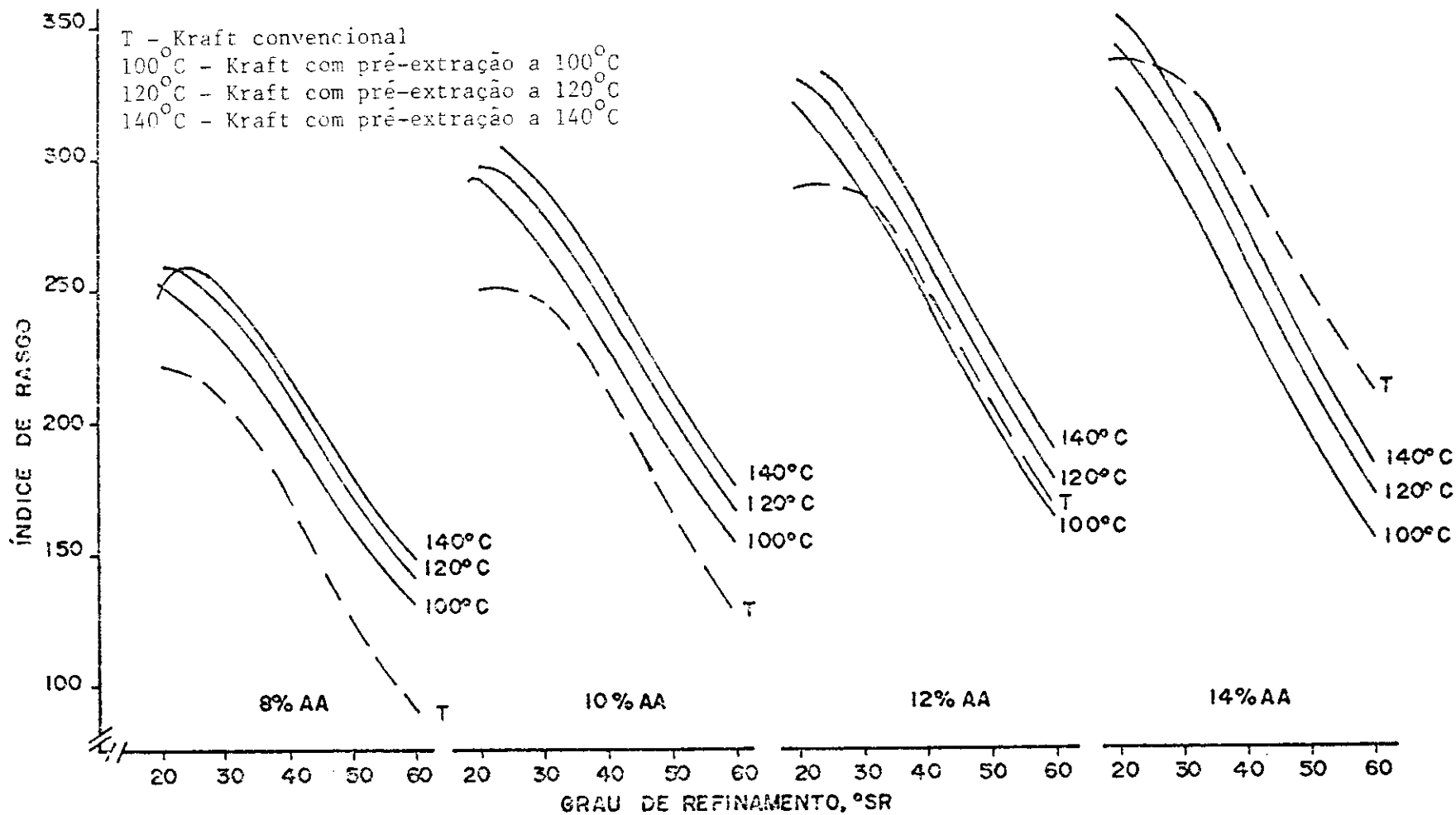


FIGURA 7 - Influência Estimada do Grau de Refino no Índice de Rasgo das Polpas Kraft, com e sem Pré-extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*, em Diferentes Níveis de Álcali Ativo.

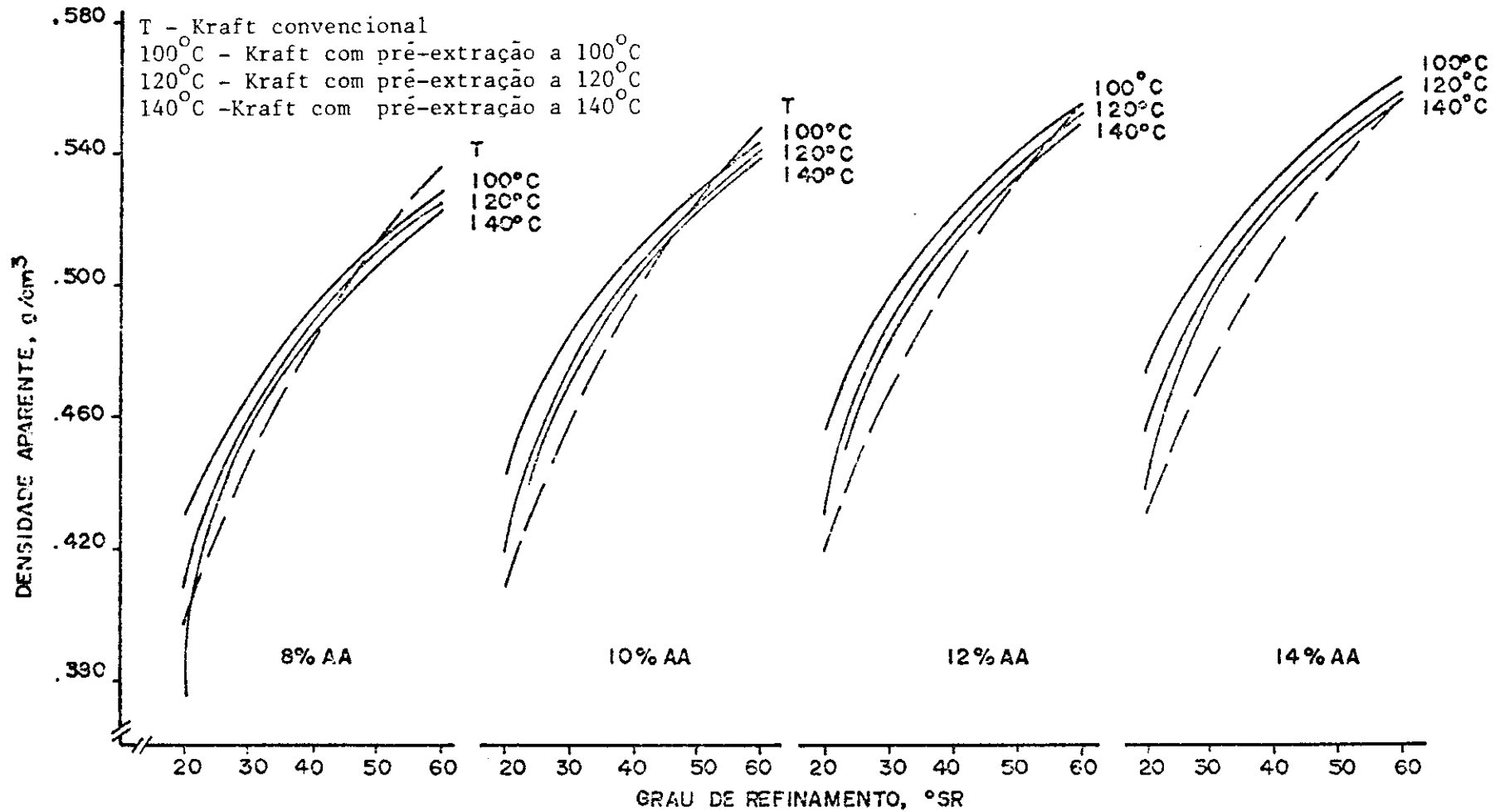


FIGURA 8 - Influência Estimada do Grau de Refino na Densidade Aparente das Polpas Kraft, com e sem Pré-extração Aquosa, de *Bambusa vulgaris*, em Diferentes Níveis de Álcali Ativo.