

ANÁLISE DAS PRINCIPAIS CAUSAS DE UM PERFIL IRREGULAR DE ESPESSURA E DO CONSEQÜENTE SURGIMENTO DE DEFEITOS EM BOBINAS

Edison da Silva Campos

Riocell S. A. - Guaíba - RS - Brasil

0. Introdução

Longe de pretender esgotar totalmente o assunto a que se propõe este trabalho, devido principalmente a sua complexidade e ao grande número de variáveis com as quais está envolvido, é objetivo desta dissertação analisar de uma forma geral o que conhecemos sobre o tema proposto e, de incitar a discussão sobre o assunto no intuito de enriquecê-lo, posteriormente, com novas idéias e sugestões para solução deste problema que tanto tem preocupado o mundo papeleiro: defeito em bobinas devido a um perfil irregular de espessura. Esta descrição do assunto é resultado da experiência diária em nossa Máquina de Papel (MP-1, Riocell), acrescido de teorias e conclusões expostas por revistas técnicas do ramo. A Máquina de papel nº 1 da Riocell é uma máquina Beloit, com caixa de entrada tipo "Converflo", prensa bi-nip, gate roll coater, que produz papéis com gramatura 50g/m² a até 180g/m² e que está interligada à produção de celulose da Riocell.

1. Perfil de espessura

Muitas são as características desejáveis dos papéis usados para impressão, tanto tipográfica, off-set ou mesmo em rotogravura. Entre estas destacam-se a lisura, a ausência de pó, porosidade conveniente e uniforme, resistência ao arrancamento de fibras, estabilidade dimensional, alto grau de brancura e papel de espessura e gramatura constantes e uniformes.

Neste trabalho será enfatizada a influência de um perfil irregular de espessura na enroladeira, no sentido transversal, no que se diz respeito aos vários defeitos que aparecem no rolo mãe ou logo após o rebobinamento do papel. Defeitos como "pneus", canais, correntes, estrelamento, cabeça dura ou mole, entre outros, são causados por um perfil irregular de espessura. Isto pode ser constatado ao fazer-se uma amostragem de várias bobinas com defeitos do tipo "pneus", correntes, canais, etc., retirando-se uma faixa estreita no sentido transversal da folha e, em seguida, medindo-se a espessura em pontos equidistantes e próximos (1cm) com auxílio de um medidor digital de espessura. Em posse destas medidas foram traçados vários gráficos de espessura em função da posição transversal em que se localizaram os pontos definidos ao longo da folha.

O perfil transversal de espessura representativo das várias amostras que foram analisadas aparece na figura 1, evidenciando também a posição do defeito. Desta representação de perfil pode-se concluir que os defeitos são causados por variações abruptas de espessura, fazendo surgir re

giões de espessura média mais alta do que outras de espessura média mais baixa. Dependendo do grau de variação entre estes valores máximos e mínimos, surgirão em função disto, forças que atuarão sobre as de menor espessura, propiciando o aparecimento dos defeitos. Para que se possa eliminar estes defeitos resta identificar e analisar os fatores que influem diretamente sobre o perfil transversal de espessura na enroladeira.

A princípio o perfil de espessura na enroladeira é resultado da interação entre o perfil no sentido transversal do nip da calandra e do perfil no sentido transversal das características de compressão do papel ao entrar no nip da calandra. Entende-se como características de compressão ao conjunto de variáveis as quais fazem parte das características intrínsecas do papel e que são constituídas pelo volume específico (gramatura ÷ espessura), pela temperatura, pela espessura e pela preparação da folha de papel, todos considerados anteriormente ao nip da calandra. Quanto ao perfil no nip da calandra, este sofre forte influência do abaulamento, do desgaste e da retífica da superfície, da carga aplicada e da temperatura local nos rolos da mesma.

Na figura 2 temos uma representação dos desvios típicos CD (cross direction = direção transversal) sobre as variações resultantes CD do perfil de espessura na enroladeira e os métodos para melhorar este perfil. Como pode se constatar pela figura, a maioria dos métodos para melhoria do perfil está ligada a operação, tanto da calandra (carga aplicada, abaulamento escolhido, manejo dos bicos de ar frio) como ao controle de variáveis anteriores à calandra (volume específico, espessura, conteúdo de umidade, temperatura e preparação da folha). A par desta constatação, dar-se-á, então, ênfase neste trabalho ao estudo do perfil de gramatura, do perfil de umidade, do manejo dos bicos de ar frio e da relação entre carga aplicada e controle de abaulamento dos rolos da calandra.

2. Perfil de gramatura

O perfil da gramatura é de fundamental importância na fabricação de papel. O controle do perfil de gramatura é, entretanto, uma tarefa mais difícil do que o controle de umidade e espessura, sendo que o controle do perfil de espessura torna-se mais fácil com perfis regulares de gramatura e umidade.

Primeiramente, há uma considerável interação CD no caso da distribuição de fibras e, em seguida, o relacionamento entre os ajustadores e a resposta em distribuição de gramatura é relativamente complexa (figura 3). A variação total na gramatura, basicamente, consiste de três fatores, direção transversal, direção longitudinal e componentes residuais. As variações na direção da máquina podem ser por períodos longos ou curtos e são causados por instabilidade do sistema, assim como uma mistura pobre, flutuações na pressão total na caixa de entrada, variações no fluxo grosso da pasta, flutuações de pressão e consistência, mudanças no vácuo, etc. As causas das variações na direção transversal da máquina são mais complexas e difíceis para controlar. Algumas das causas estabelecidas destas flutuações são faltas hidrodinâmicas da linha de acesso à caixa de entrada, deficiência na velocidade de drenagem, através da tela até certa posição através da folha, a não uniformidade da remoção de água através de prensas, variações na velocidade de transmissão de calor através dos cilindros secadores e baixa eficiência nos ventiladores das bolsas de ar e vapor. A variância residual inclui o inexplicado balanço pelas direções transversal e longitudinal da máquina e inclui o erro sistemático devido ao método de amostragem.

Como foi visto, anteriormente, o perfil transversal de gramatura de uma folha de papel é afetado por muitos distúrbios de diferentes o-

rigens. Entretanto, o fator primário que influencia o perfil de gramatura é o contorno do lábio superior da caixa de entrada, cujo ajuste é efetuado por uma série de dispositivos (figura 4), espaçados a intervalos regulares sobre toda a largura da caixa. O lábio é mantido em posição contra a régua por prendedores ajustáveis providos de mola (figura 4). As molas pressionam os prendedores no sulco do lábio mantendo-o em contato com a régua. O prendedor permite movimentar o lábio. Os dispositivos de ajuste são usados para efetuar correções pequenas no fluxo de massa da caixa de entrada para tela a fim de controlar o perfil da folha.

Ações de controle sobre um dispositivo de ajuste gera ondas de água sobre a tela e isto influencia a gramatura em várias posições correspondentes a outros dispositivos de ajuste. Um aumento na abertura do lábio em uma determinada posição, então, resulta muitas vezes em um decréscimo de gramatura à distância de vários dispositivos de ajuste em cada lado do dispositivo afetado. Cada efeito de interação pode ser corretamente tomado em consideração a fim de que execute estabilidade de controle e permite a correção de estreitas faixas de gramatura.

Por este motivo, ao efetuar um ajuste do lábio superior, não se deve forçar o dispositivo de ajuste, mas deve-se ajustar uma série de dispositivos para obter a abertura desejada. No caso da máquina de papel Beloit, o ajuste de qualquer dispositivo não deve ser maior que 0,38mm para cima ou para baixo do dispositivo vizinho. Isto poderá provocar deformação permanente do lábio. Se for necessário um ajuste maior do que 0,38mm deve-se ajustar pelo menos um dispositivo de cada lado. O ajuste total não deverá exceder 0,81mm para cima ou para baixo. Estes valores são medidos pelos relógios comparadores localizados na parte superior dos ajustadores, indicando o movimento em centésimos de milímetros (figura 6).

Lembrando uma outra orientação da Beloit, no caso de correção do fluxo de massa nas bordas da folha, deve-se sempre tentar corrigi-lo pelas conexões de sangria dos bigodes, antes de modificar o ajuste do lábio.

No caso da utilização de um terminal de vídeo, que mostra o perfil transversal de gramatura lido por um sensor localizado entre calandra e enroladeira, deve-se ter o cuidado de interpretar de forma correta os picos de gramatura que aparecem no gráfico. Como vimos anteriormente, nem sempre um alto pico em determinado ponto, por exemplo, significa que naquele ponto o lábio superior esteja muito aberto. Por isso, devemos fazer breves ajustes e esperar a resposta correspondente a cada ajuste.

3. Perfil de umidade

Há muitos itens que afetam o perfil de umidade, tais como, drenagem irregular na fourdrinier, rolos de sucção com furos entupidos, feltros compactados, tensão irregular das telas secadoras, remoção deficiente de condensado dos secadores, etc. Entretanto, como demonstrou o trabalho de C.R. Rhorer feito em 21 máquinas de papel em nove diferentes fábricas, a maioria dos problemas de umidade tem origem na gramatura, prensas úmidas e prensa de cola. Na figura 7, vemos a influência da aplicação de duas diferentes cargas aplicadas à 2ª prensa, sobre o perfil de umidade na enroladeira. Podemos constatar, também nas figuras 8 e 9, respectivamente, a influência da gramatura e da prensa de cola sobre dito perfil.

A seção de secagem tem produzido nas diversas máquinas estudadas, uma secagem uniforme, como está evidenciado pela semelhança dos perfis de umidade da folha ao entrar e ao sair da seção de secagem (figura 10).

Três fatores determinam o perfil de umidade da folha que sai da prensa: a distribuição da umidade com que entra, a distribuição da pressão na zona de contato e o perfil de resistência à drenagem.

As variações na umidade de entrada se reduzem na prensa, porém não se podem eliminar sem variar os outros dois fatores. Daqui que a distribuição de umidade deva ser uniforme depois de cada prensa.

A distribuição da pressão na zona de contato está determinado, primeiramente, pela curva de "abaulamento" do cilindro, a relação entre a pressão de contato e o "abaulamento", a distribuição entre os lados anterior e posterior do cilindro, da carga aplicada, a distribuição da dureza da borracha e o perfil de espessura do feltro.

Os cilindros suportados nos extremos se flexionam. A flexão pode calcular-se a partir da resistência do material, as dimensões, e a carga. Para ter uma pressão uniforme na zona de contato entre dois cilindros, a flexão se deve compensar aumentando simetricamente o diâmetro dos cilindros, em forma parabólica desde o centro. A diferença de diâmetro entre os extremos e o centro, se chama "abaulamento".

Para se obter uma distribuição uniforme de pressão entre os cilindros, a curva de abaulamento e de abaulamento total devem corresponder a uma carga aplicada. Como a um abaulamento dado corresponde só uma carga, a pressão da zona de contato fica fixada pelo abaulamento escolhido.

Muito raramente as prensas se operam com maior pressão na parte média para compensar uma secagem não uniforme na seção de secagem.

Para eliminar a flexão do cilindro se tem construído cilindro antiflexionante (por exemplo, com o corpo do cilindro suportados em sua parte média).

O desgaste da prensa e do feltro, e a compressão deste último são maiores nos pontos de maior pressão da zona de contato e, em consequência, tendem a compensar distribuições irregulares de pressão.

Os feltros, compactados e distorcidos, assim como os furos obstruídos da prensa de sucção, ocasionam variações na eliminação da água ao longo da prensa. Os feltros compactados (tapados) oferecem os maiores perigos, porém isto pode superar-se mediante um bom equipamento de limpeza e/ou por meios químicos. Nas máquinas modernas, a obstrução dos furos da prensa de sucção se previne por meio de uma limpeza contínua e automática, a base de jatos de água a pressão.

A distribuição irregular de umidade pode verificar-se e corrigir-se com a base na determinação dos perfis de umidade depois de cada prensa, dos diagramas de desgaste para prensas e feltros, e dos perfis de porosidade dos feltros.

As marcas dos feltros devem correr direitas, já que a distorção do feltro causará uma eliminação não uniforme de água.

4. Utilização dos bicos do ar frio

Sobretudo abaulamento, tolerância da retífica de superfície e perfil de temperatura, principalmente, determinam o perfil do nip de uma calandra. Para correção imediata das variações do perfil transversal de espessura do papel trabalha-se sobre a regulação da temperatura local. Geralmente, isto é feito utilizando-se bicos (chuveiros) de ar frio, os quais são dirigidos para o rolo onde ocorrem as depressões na saída do perfil transversal de espessura do papel. A pressão local é facilitada por contração térmica do diâmetro do rolo da calandra.

Entretanto, como é mostrado na figura 11 o perfil de temperatura de cada rolo da calandra é determinado por uma completa interação do papel e parâmetros da calandragem. O perfil de temperatura do papel que entra na calandra, influencia diretamente o perfil de temperatura dos rolos

da calandra. A variação da temperatura da superfície transversal nestes rolos são frequentemente na ordem de 5 a 10°C. Além disto, zonas de maior gramatura e espessura na direção da máquina, causam maiores pressões locais no nip da calandra e, conseqüentemente, acréscimos na geração de calor devido ao trabalho extra de compressão. A expansão térmica local resultante causa uma compressão adicional desta zona. O equilíbrio é executado quando o calor transferido para o rolo neste processo iguala a soma do fluxo lateral e radial nos rolos e perdas de calor da superfície dos rolos por radiação e convecção. Então, bicos de ar frio reduzem a compressão pelo incremento das perdas de calor, desviando o ponto de equilíbrio térmico.

A plasticidade da folha de papel e, portanto, sua compressão no nip da calandra e compressão recuperada são funções da temperatura e do conteúdo de umidade. Já que, zonas de alta gramatura são normalmente associadas com maior conteúdo de umidade e maior temperatura de calandragem, estes tendem a se tornar zonas de compressibilidade maior, intrinsecamente.

Finalmente, a deflexão do rolo em resposta ao aumento da linha de pressão sobre a largura da zona tende a facilitar a concentração de carga. Além da dependência óbvia sobre a largura da zona e sua magnitude, e a dureza do rolo; a dureza do rolo é relacionada à compressibilidade da zona.

5. Carga aplicada e controle de abaulamento dos rolos da calandra

A utilização da carga aplicada e do abaulamento necessário dependerá, essencialmente, da sensibilidade do operador. Este deverá analisar os aspectos qualitativos do rolo e definir a partir daí a carga aplicada e o correspondente abaulamento o qual não deverá causar zonas de dureza demasiada ou de depressões no centro do rolo de papel.

Dependendo da carga aplicada e da umidade da folha, os efeitos sobre o papel, resultantes do desgaste da calandra, poderão ser mais ou menos relevantes. Normalmente, quando a calandra está desgastada e estiverem sendo desclassificadas bobinas por defeitos originários de um perfil não uniforme de espessura, alivia-se a carga na calandra e/ou diminui-se a umidade da folha. Ambos recursos têm suas restrições, o primeiro (junto ao segundo) diminui a lisura da folha, e o segundo, aumenta a eletricidade estática e poderá aumentar a instabilidade dimensional do papel.

6. Conclusão

Sem dúvida, na calandra que é definido o perfil transversal de espessura da folha de papel, exceto, é óbvio quando este passa, posteriormente, por um processo de supercalandramento, por exemplo.

Utilizando bicos(chuveiros) de ar frio e aplicando a carga e abaulamento conveniente aos rolos da calandra, poderemos tornar regular este perfil; isto, porém, não é tão simples quanto parece; é necessário que outros fatores sejam otimizados para facilitar o controle do perfil de espessura. Um perfil transversal regular de gramatura e umidade, uma melhor precisão de retífica dos rolos da calandra, principalmente, facilitam a obtenção dos resultados desejados.

7. Bibliografia

1. AVILÉS C, Alberto & CABRERA, Quintin. Implantation de un control transversal de humedad en una máquina foudrinier. S. n. t.
2. CAREY E. W. et alii. Performance factors associated with profile control of basis weight on a paper machine. Tappi, jun. 1975.
3. HILL, V. J. Vapor pressure differential; the key to uniform moisture profile? Paper Trade Journal, 17 Apr. 1967.
4. IPT. Tecnologia de fabricação de papel. S. n. t.
5. KALLNES, O. J. CD variations may be caused by fourdrinier forming elements. Paper Trade Journal, 30 May. 1984.
6. LYNE, M. B. et alii. Control of machine calander roll diameter with air showers; an experimental investigation. Svensk Papperstidning, 10 May 1976.
7. MAITRA, Kumar N. A caixa de entrada "converflo" de canais estreitos, um novo avanço técnico na formação de capas simples ou múltiplas. S. n. t.
8. MURAD, Paul L. La calandria, problemas y soluciones. S. n. t.
9. NALLAN, C. S. et alii. Profile analysis for evaluation of a compartmentized steam box. Tappi, Sept. 1976.
10. RHORER, C. R. Diagnosis and correction of moisture profile problems on paper machines. Tappi, Jan. 1971.
11. SECADO com telas de plástico. Nordiska Maskinfilt Aktiebolager, Hlasmstad, Suécia. Ene. 1975.
12. WEISSHUHN, Elmer & HOOLIK, Herbert. A eliminação dos fatores de variação do perfil de espessura nas calandras das máquinas. O Papel, mar. 1984.

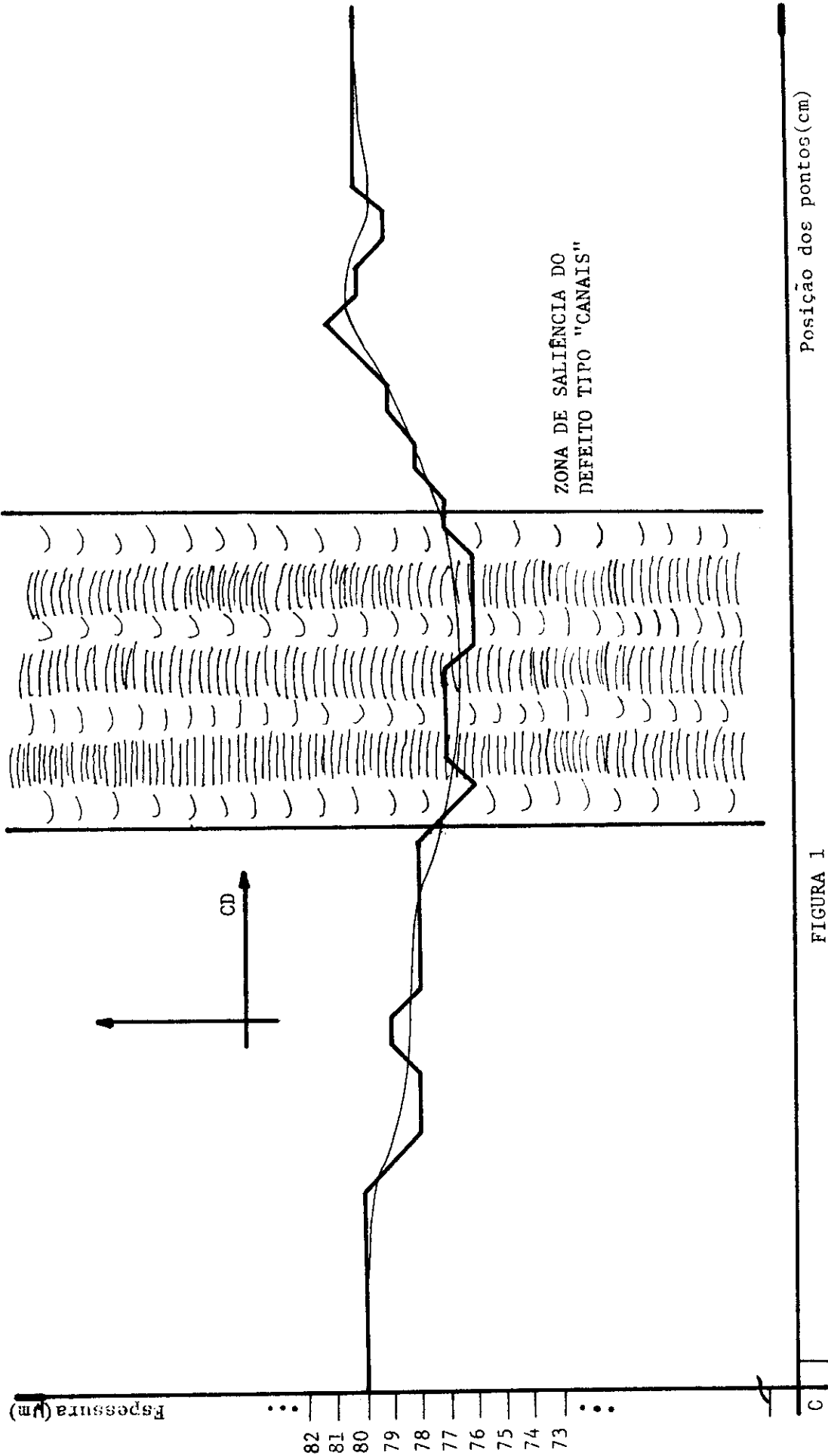
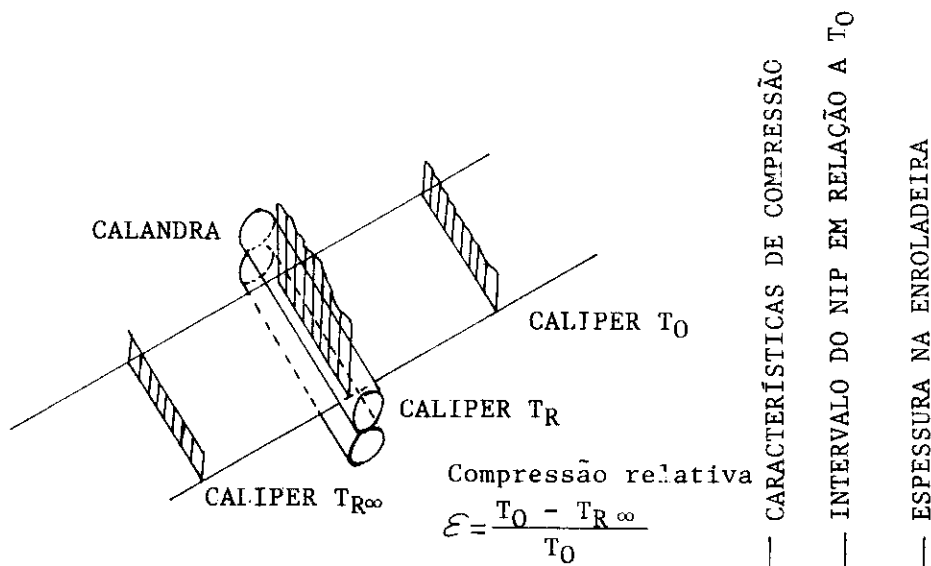


FIGURA 1



VARIÇÕES TÍPICAS NA C. D. EM:	PROPRIEDADES DO PAPEL, ANTES MIP DA CALANDRA	GRAMATURA	VOLUME ESPECÍFICO	1 ●	●	●	
			ESPESSURA	●	●	●	
		CONTEÚDO DE UMIDADE		●	○	●	
		TEMPERATURA		●	●	●	
		ACABAMENTO DA FOLHA		●	●	●	
				●	●	●	
	CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA CALANDRA	CARGA DO NIP (ABAULAMENTO)		2 ●	●	●	
		VELOCIDADE DA MÁQUINA		●	●	●	
		DIÂMETRO DO ROLO		●	●	●	
		TEMPERATURA LOCAL	AQUECIMENTO OU RESFRIAMENTO INTERNO/EXTERNO		3 ○	●	●
			GERAÇÃO DE CALOR	COMPRESSÃO DA FOLHA	○	●	●
				FRICÇÃO (RASPA/PAPEL)	○	○	○
		PRECISÃO DA RETIFICA, DESGASTE DA SUPERFÍCIE		4 ●	●	●	

Influência:

- forte
- moderada
- fraca
- desprezível

1. Melhoramento do processo
2. Deflecção local
3. Bico de ar frio
4. Manutenção

C.D. = CROSS DIRECTION (DIREÇÃO TRANSVERSAL NA MP)

FIGURA 2

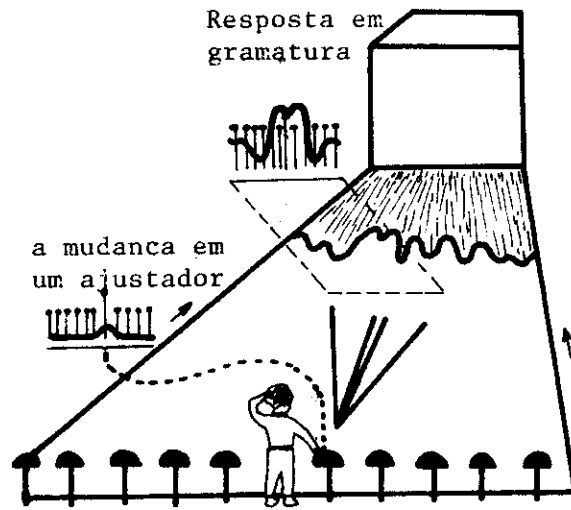


FIGURA 3

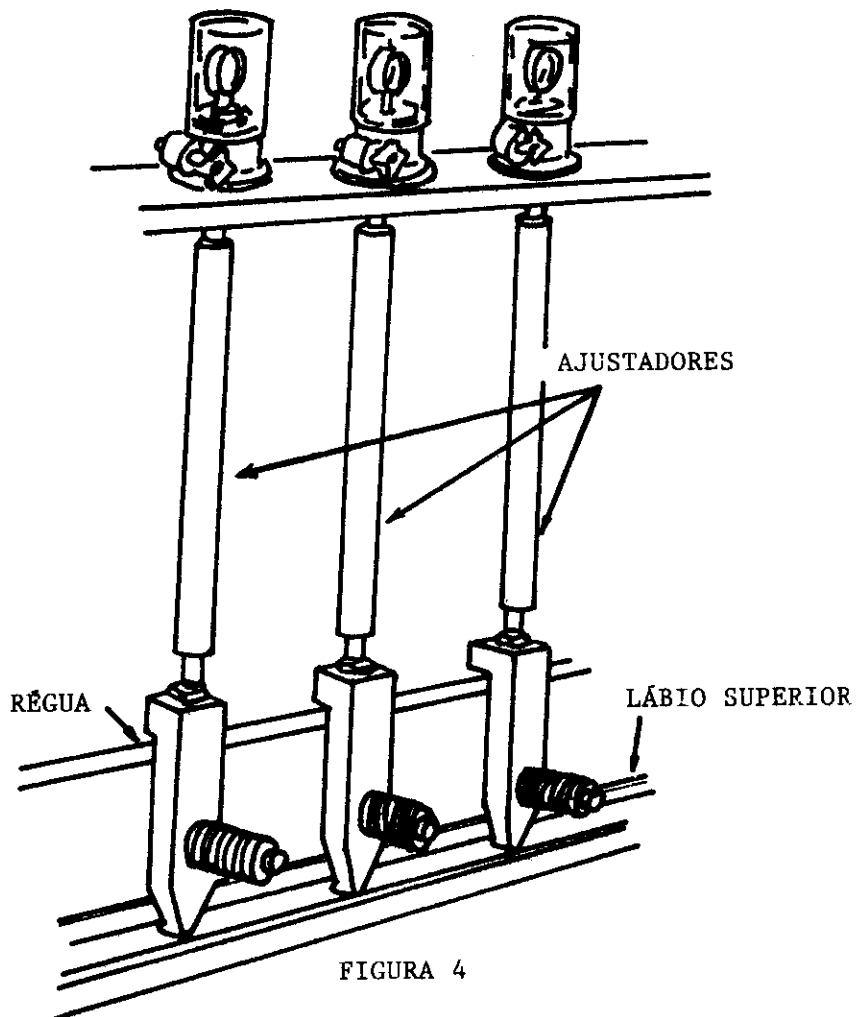


FIGURA 4

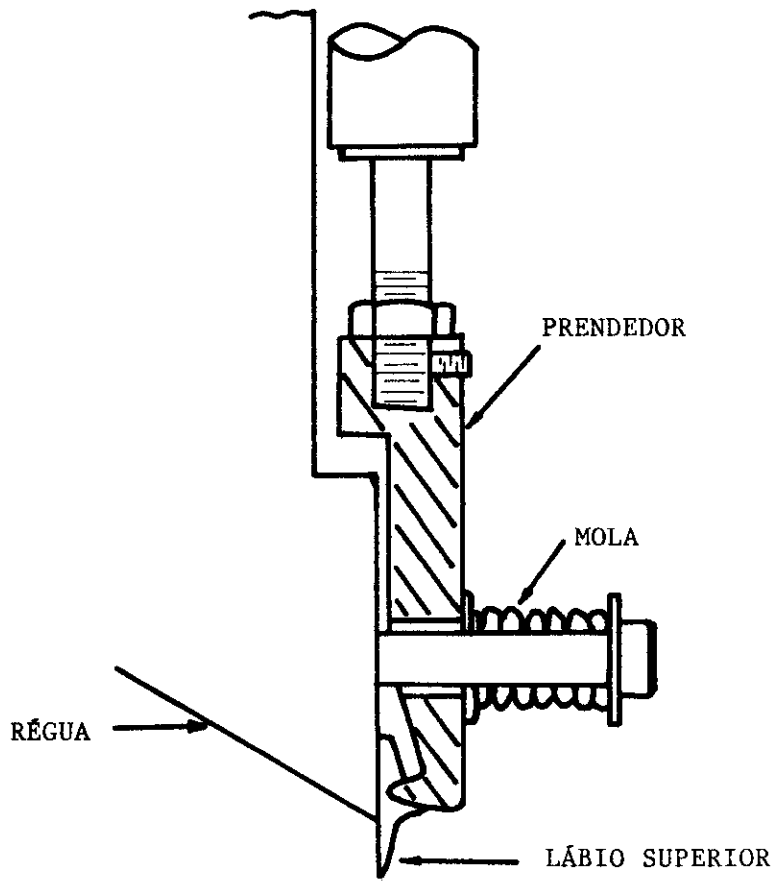


FIGURA 5

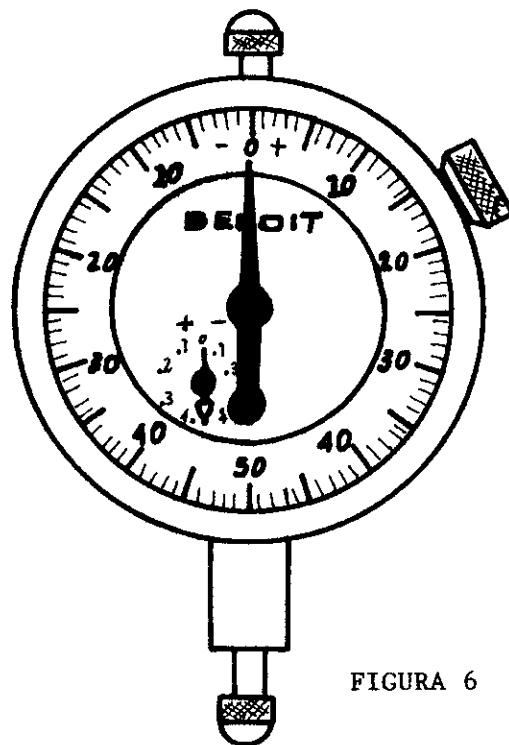
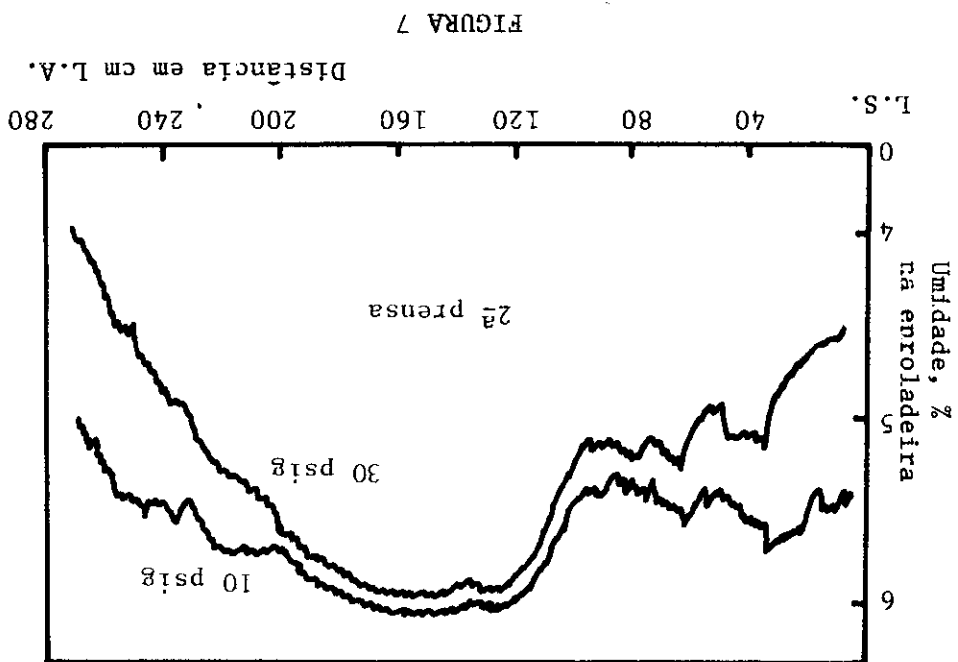
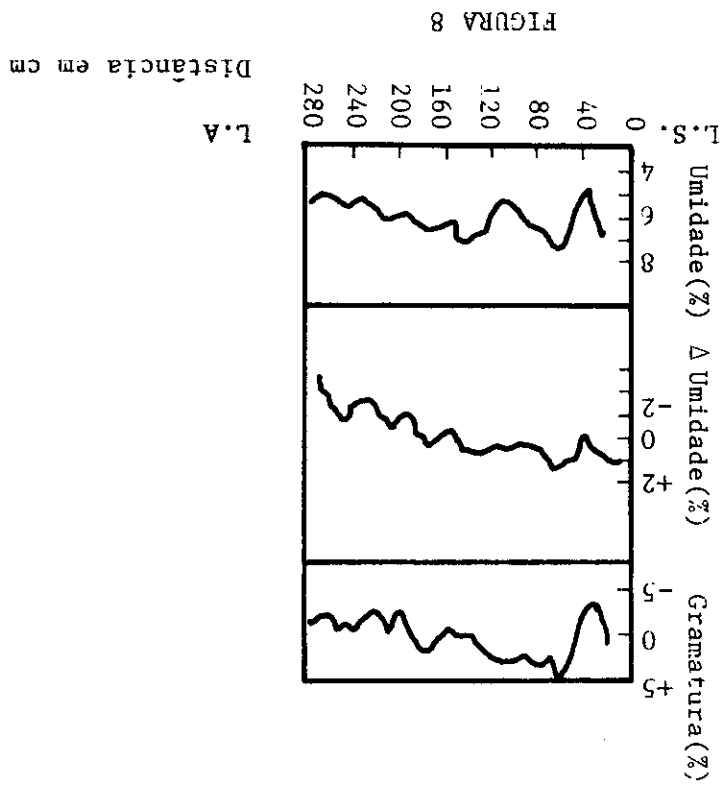


FIGURA 6



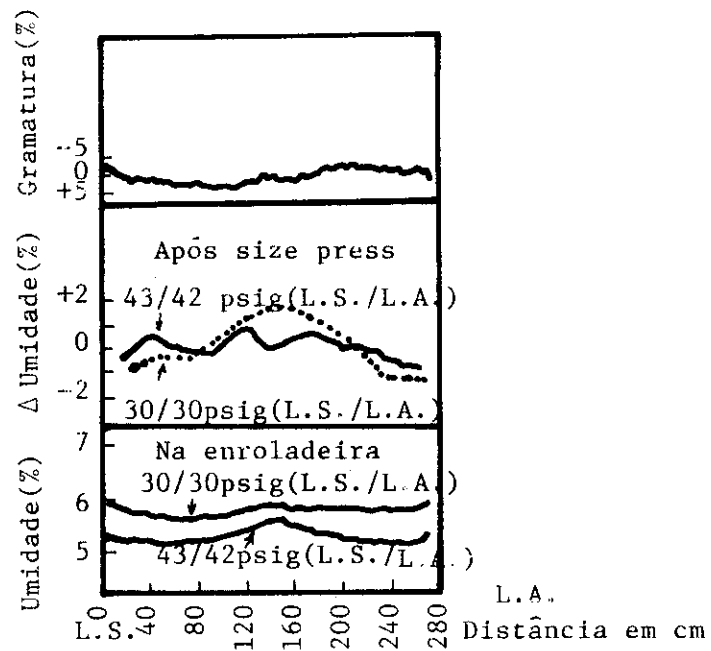


FIGURA 9

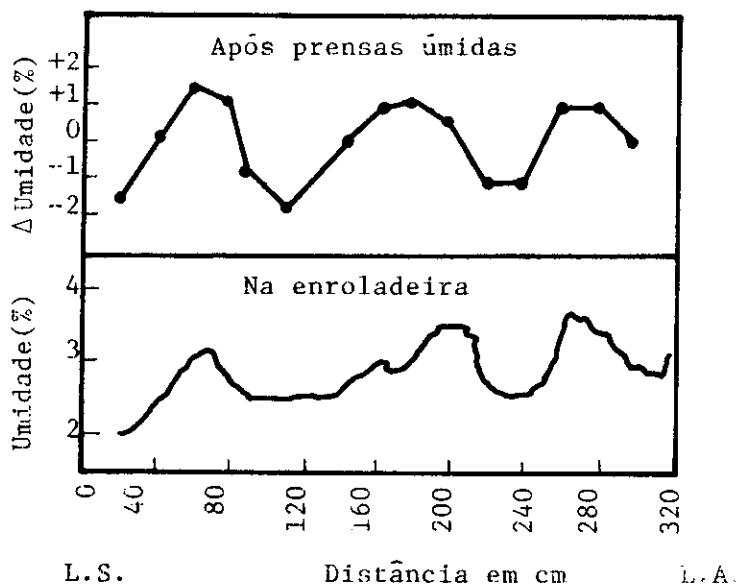


FIGURA 10

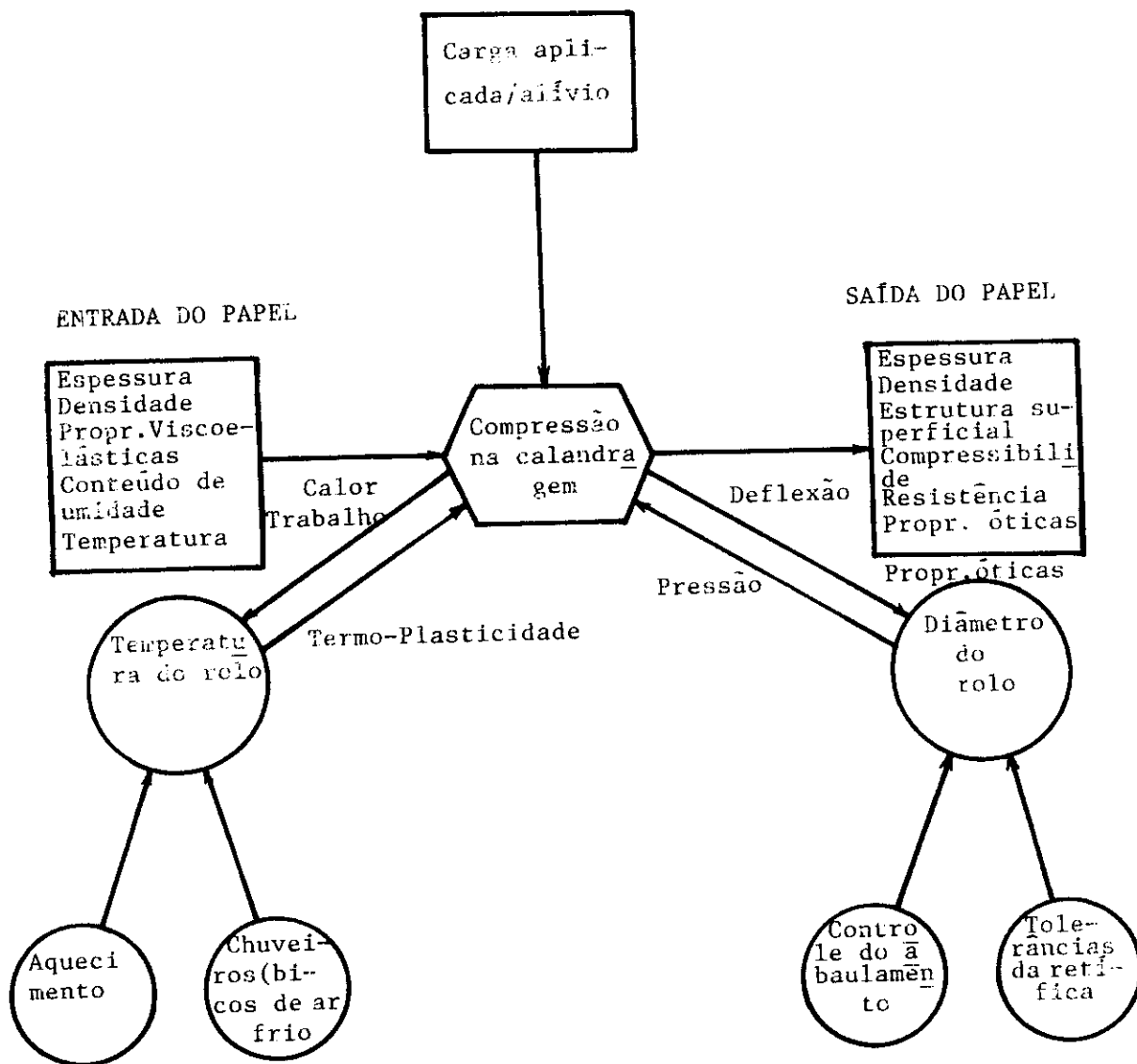


FIGURA 1.1