

# **“Stickies: caracterização e remoção”**

**Parmênides C. Martinez**  
**Degussa Brasil Ltda**

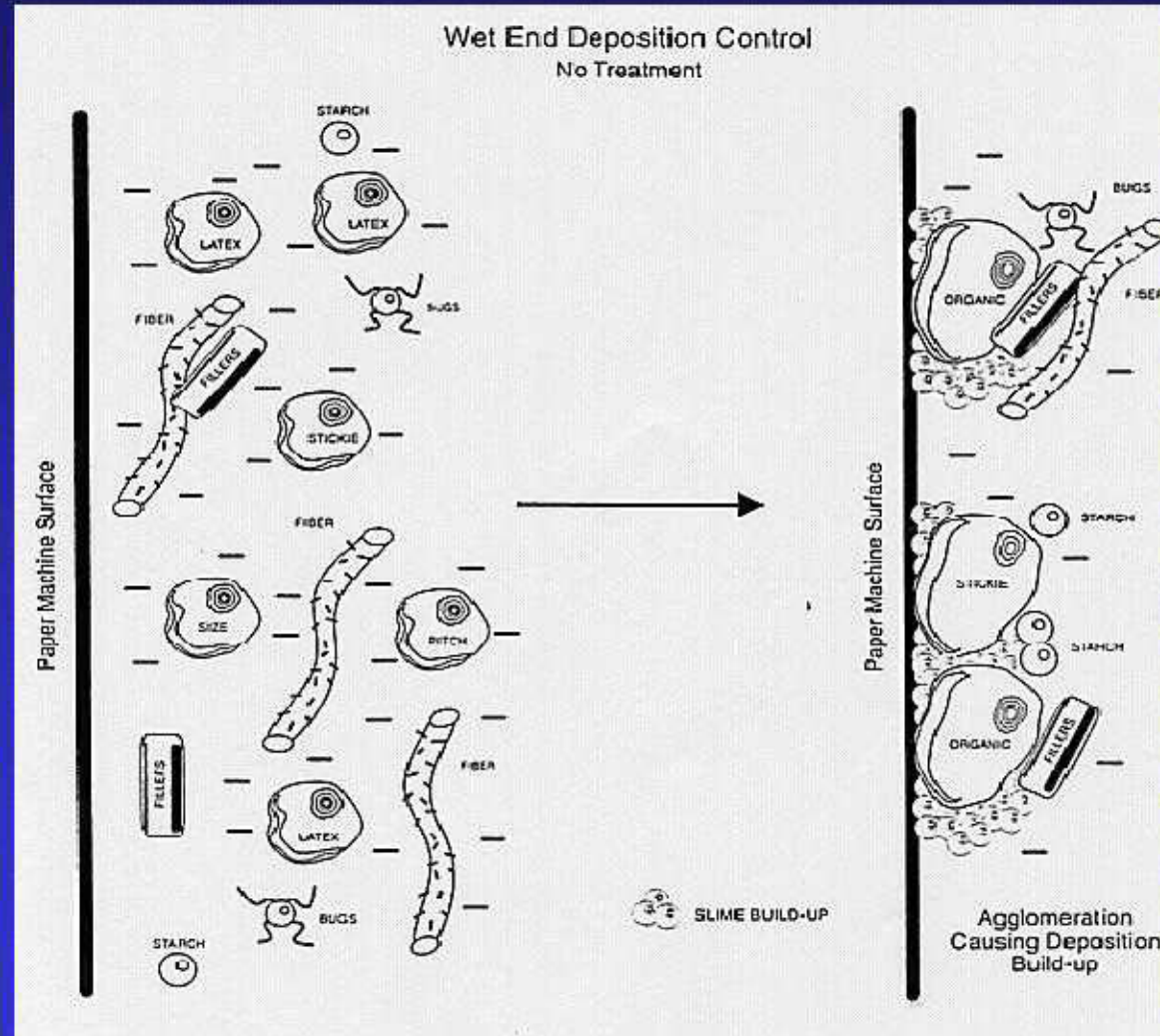
**29 Abril 2004 – Curso Internacional de Reciclagem**  
**ABTCP – São Paulo-SP - Brasil**

## Stickies

- O termo “Stickie” é geralmente usado na indústria de papel para descrever um contaminante de caráter mais ou menos adesivo (pegajoso), causador de depósitos em diferentes pontos do circuito de uma máquina de papel, ou defeitos na própria folha.

# Stickies

## Um contaminante – sua dimensão relativa



# Stickies

## Impacto financeiro

- Baumgarten, 1984: US\$ 5-25 /ton;
- Friberg (1996) estimou nos EUA o custo devido a problemas gerados por stickies:
  - Uso de químicos (5 US\$/ton)
  - Tempo não produtivo (104-350 hs/ano)
  - Custo total de US\$ 25/ton x 28.000.000 ton/ano (1994)
  - **Total de US\$ 700 milhões/ano!!!**

# Classificação de Stickies

(Doshi and Dyer – 2000)

- Tamanho
- Tipo
- Comportamento
- Natureza
- Amigáveis ou não à reciclagem
- Outros (visibilidade, descrição química)

# Classificação de Stickies

## Tamanho

- Macro Stickies ( $> 0.10\text{mm}$ )
- Micro Stickies ( $< 0.10\text{mm}$ )
  - Dispersos ( $100\mu\text{m}$  até  $100\text{nm}$ )
  - Coloidais ( $100\text{nm}$  até  $10\text{nm}$ )
  - Dissolvidos ( $< 10\text{nm}$ )

# Classificação de Stickies

## Tipo

- Stickies Primários (presentes desde o início do processo – hot melts, PSA, resinas, etc)
- Stickies Secundários (formados durante o processo por alterações físico-químicas – pH, temperatura, demanda iônica, etc)





# Classificação de Stickies

## Comportamento

- Grau de comportamento viscoelástico
- Importante em projetos de remoção por cleaners

# Classificação de Stickies

## Natureza

- Aderido nas fibras
- “livres” no meio

# Classificação de Stickies

Amigáveis ou não à reciclagem

- Classificação nova, devido a pesquisas realizadas nos EUA pelo USPS (U. S. Postal Service) visando o desenvolvimento de adesivos para selos que sejam facilmente removíveis em fábricas de papel reciclado.

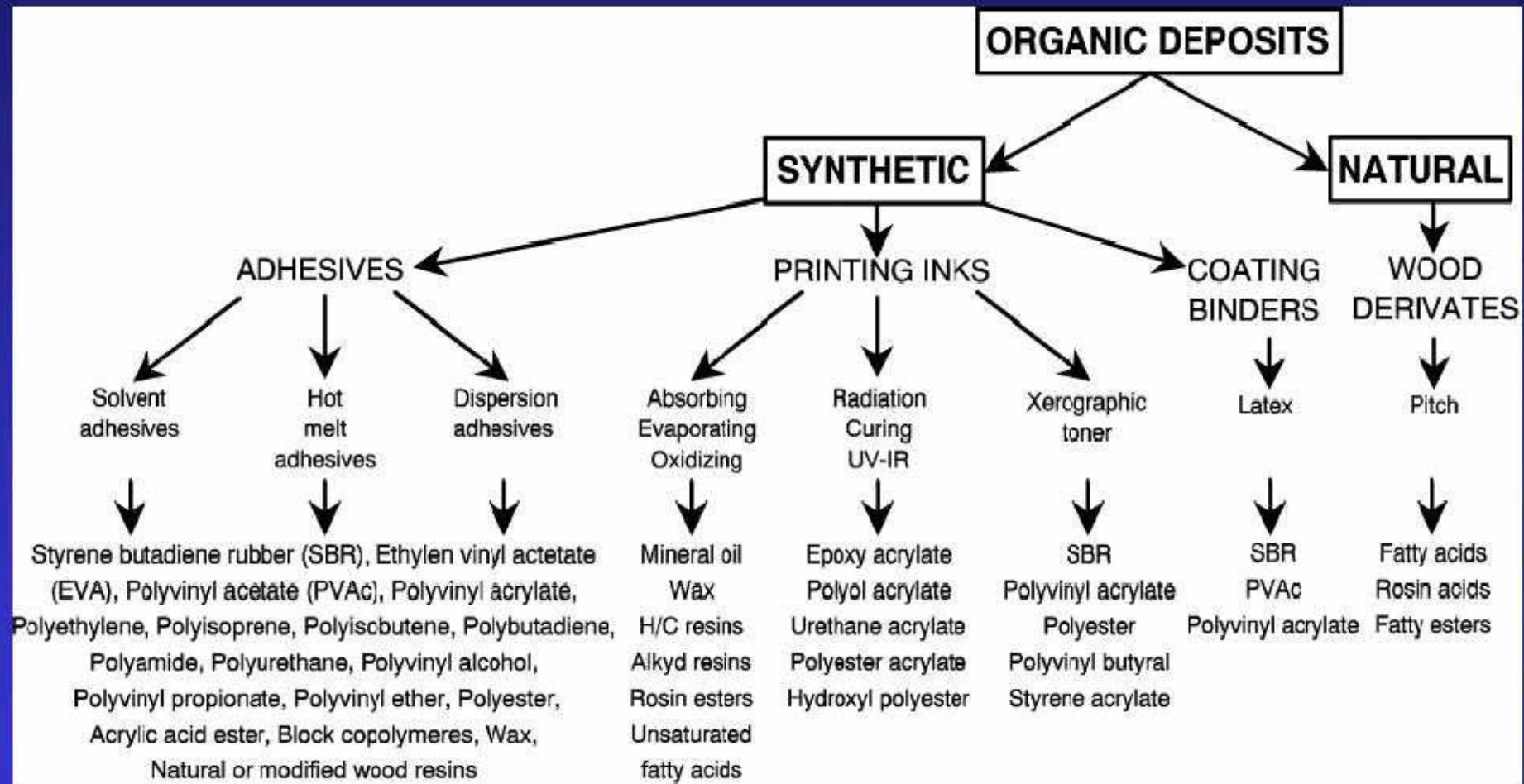
# Classificação de Stickies

## Outros

- Visibilidade
  - Rosenberger and Houtman, 2000
- Descrição química
  - PSA
  - Hot melt
  - Mescla

# Stickies

## Origem dos Stickies



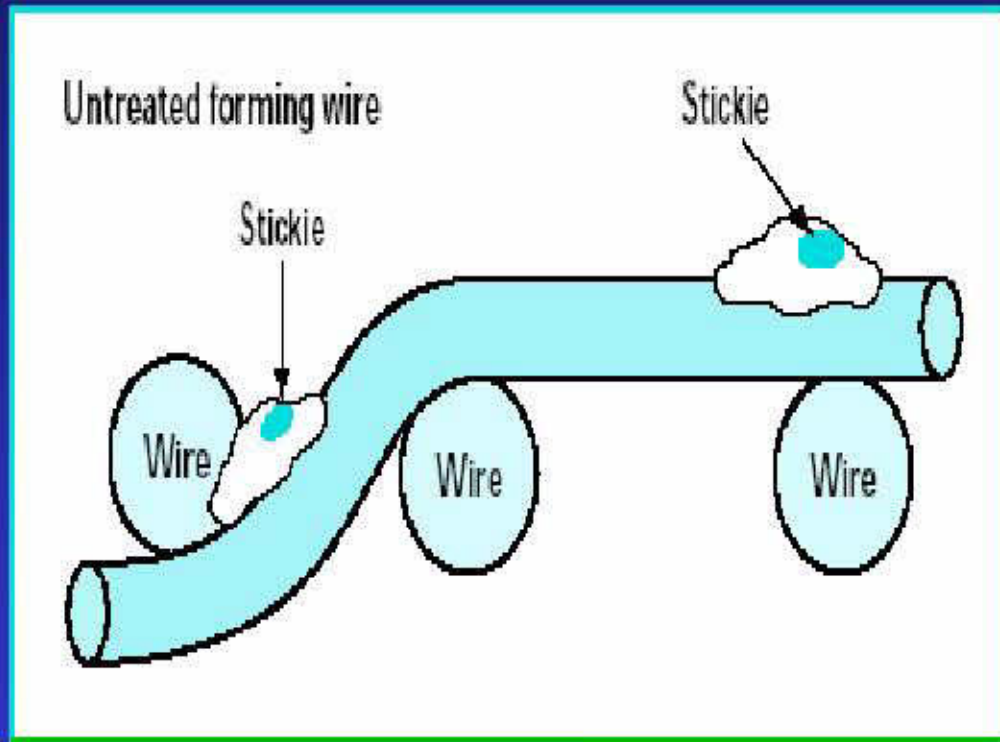
# Stickies

## Problemas devido a Stickies

- **Produção**
  - Quebras
  - Deposição em tanques
  - Deposição nas vestimentas
  - Deposição nas prensas
  - Deposição na secaria
  - Paradas não programadas
- **Qualidade**
  - Manchas
  - Buracos
  - Aparência
  - Redução das propriedades mecânicas
  - Conversão
  - Impressão

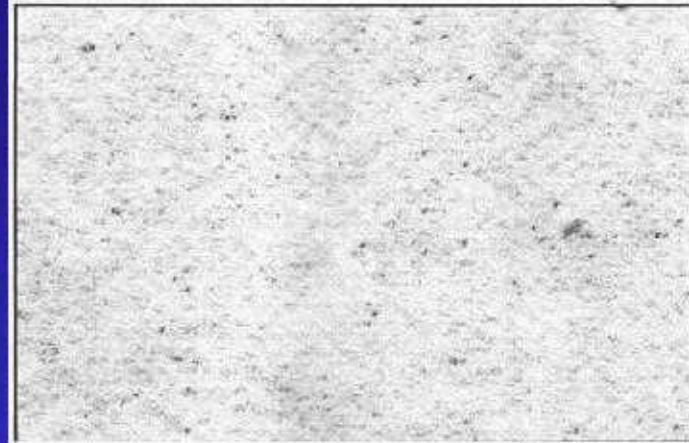
# Stickies

## Problemas devido a Stickies



(Nguyen, 1998)

1. Small holes in tissue sheet



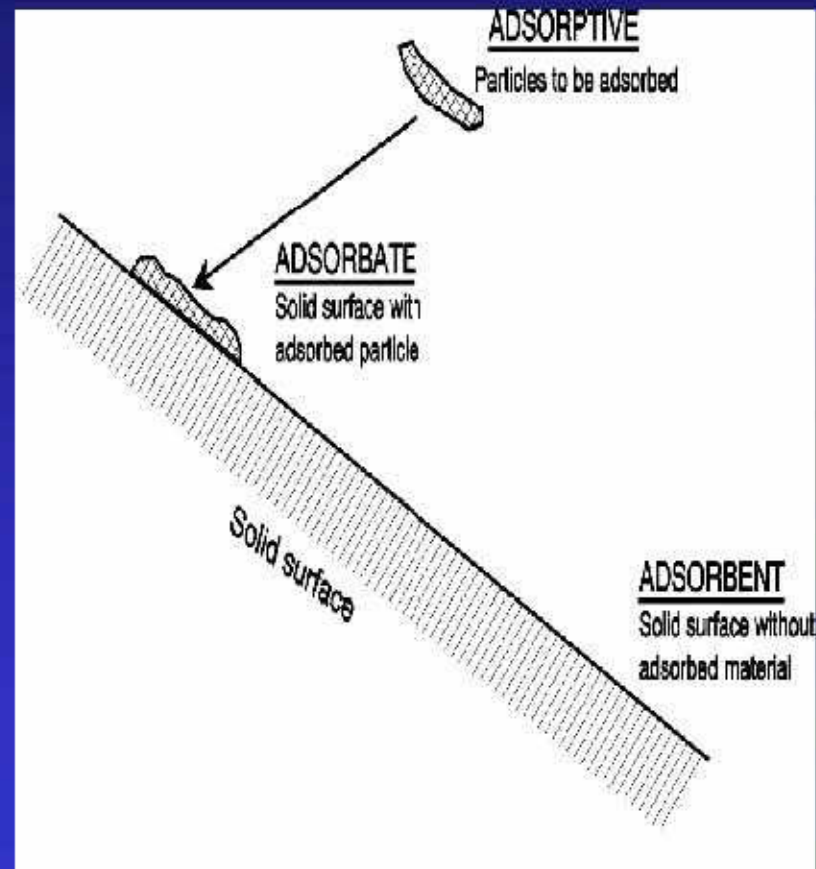
4. Normal tissue sheet:



# Stickies

## Mecanismos de formação de depósitos

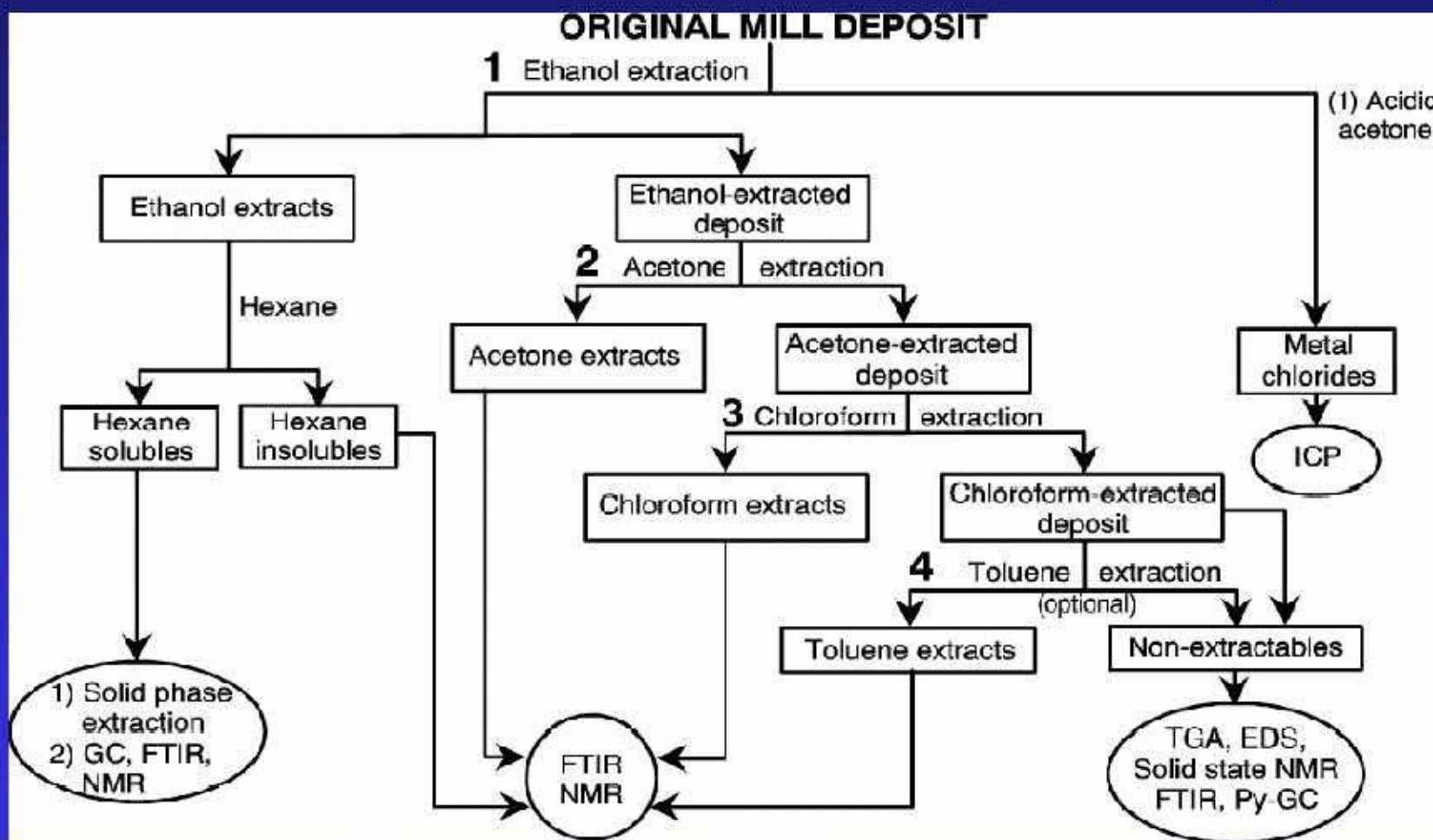
- ADSORÇÃO
- Adsorção Química
  - Ligação Química  
( $100 < E < 800$   
kJ/mol)
- Adsorção Física
  - Forças de Van der Waals  
( $E < 60$  kJ/mol)





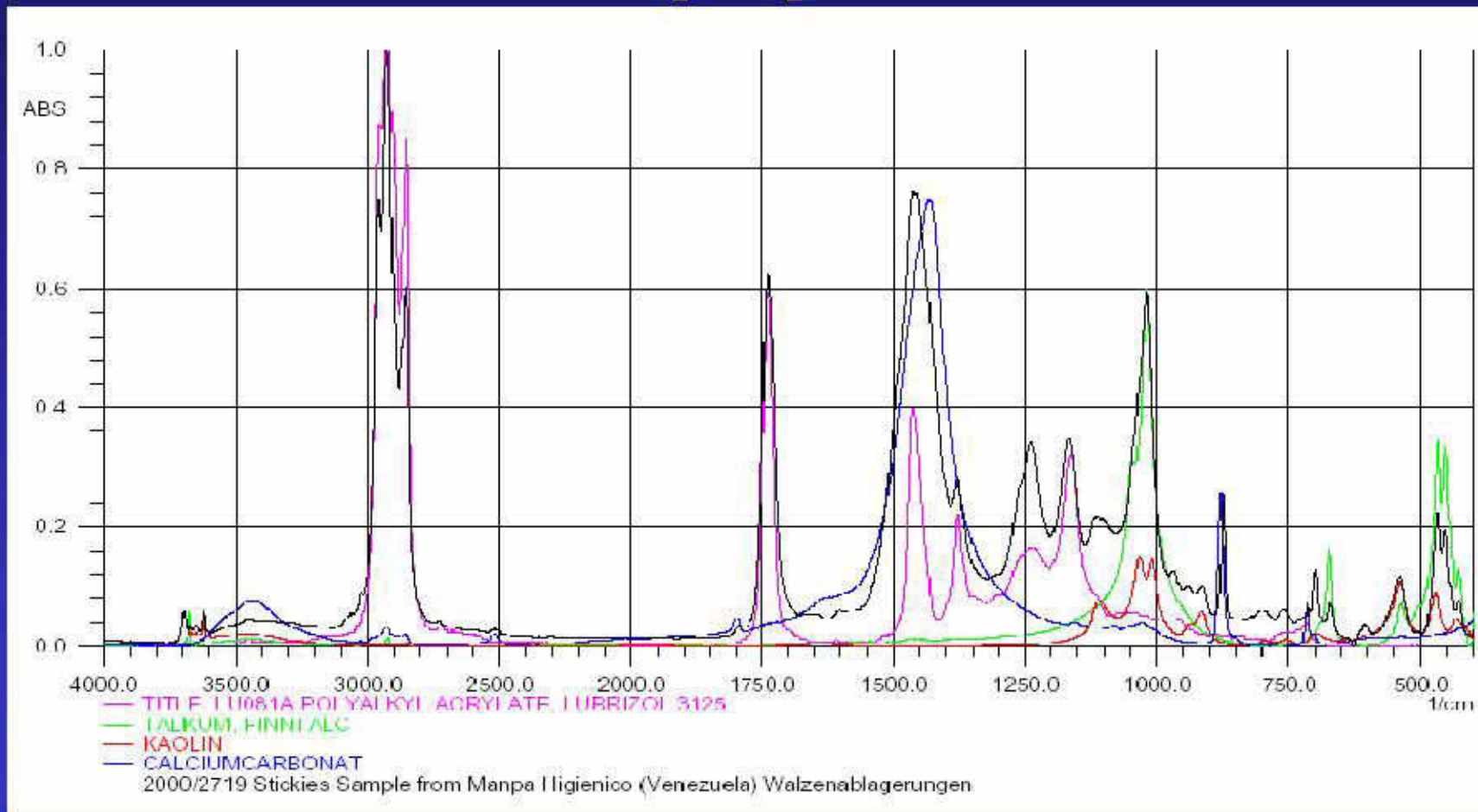
# Stickies

## Métodos analíticos de identificação



Esquema geral de análise de stickies proposto por PAPRICAN

## Métodos analíticos de identificação - Exemplo prático



Stickies coletado na empresa Manpa (Venezuela) em 2000

# Controle e Remoção de Stickies

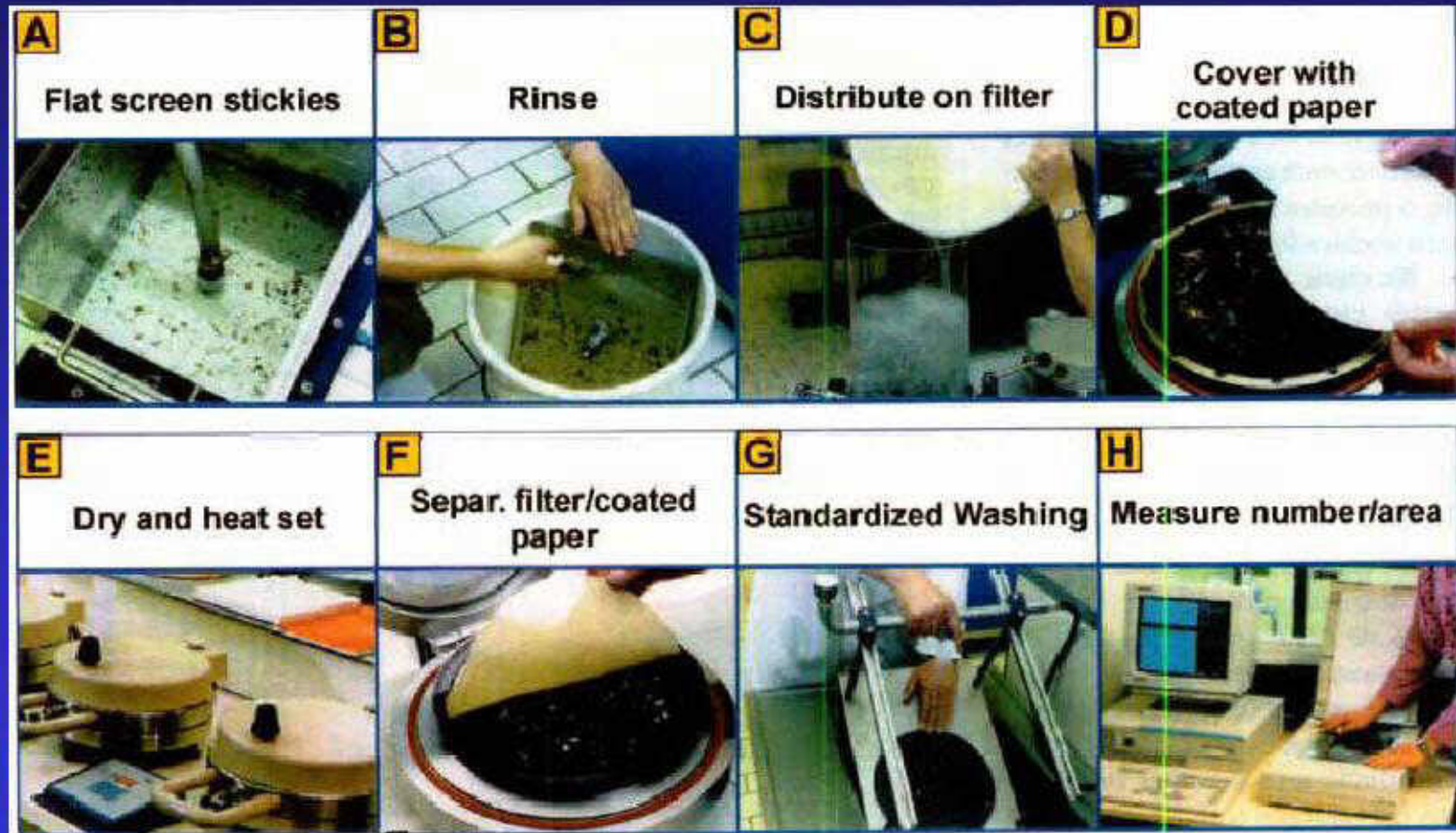
# Stickies

## Monitoramento / Métodos de Controle

- **Quantificação de Macro Stickies**
  - Método INGEDE
  - Método Haindl
  - Método UPM
  - Método Leykam
- **Micro Stickies (Qualitativo)**
  - Demanda Iônica
  - Demanda Química de Oxigênio
  - Condutividade
  - Extração

# Stickies

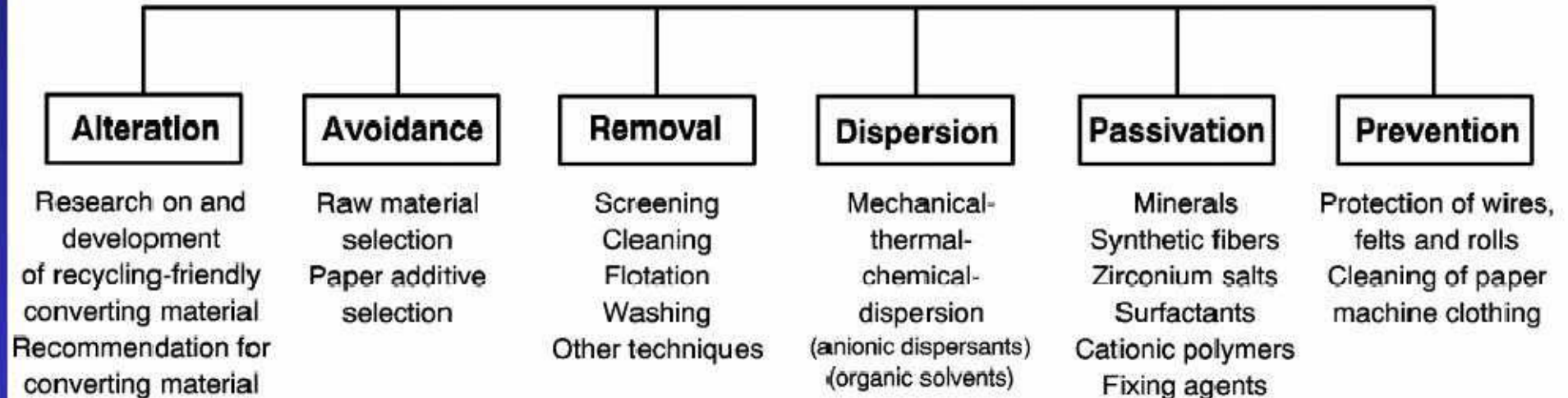
## Monitoramento / Métodos de Controle



(Heise *et al* – 1998)

# Stickies Controlle

## POSSIBILITIES OF STICKY CONTROL BY:



# Stickies

## Controle de processo

- **Em caso de problemas...**
  - Identificar o contaminante;
  - Identificar o(s) ponto(s) de deposição no processo;
  - Averiguar se algo mudou no processo (mudanças na qualidade das aparas, na receita);
  - Averiguar se o programa de controle de stickies (programa químico e mecânico) está OK;
  - Averiguar quando o problema primeiro ocorreu;
  - Identificar se há variações bruscas de pH, demanda iônica, temperatura no processo;
  - Identificar se alguma adição de aditivo está alterando a química do sistema;

## Controle de processo

### 2. Analytical troubleshooting questionnaire

What is the trouble statement?			
SPECIFY	IS	IS NOT	
<b>WHAT</b>	thing or group of things are you having trouble with?  is wrong with it or them?	<b>WHAT</b>	could you be having trouble with?  could be wrong?
<b>WHERE</b>	is the thing when the trouble is noticed?  is the trouble located on the thing?	<b>WHERE</b>	could it be?  could it be located?
<b>WHEN</b>	was the trouble first noticed (date, time)?  has the trouble been noticed since then?  in the history or life cycle of the thing is the trouble first noticed?	<b>WHEN</b>	could it have been first noticed?  could it have been noticed since then?  could it first be noticed?
<b>EXTENT</b>	How many units of the thing have the trouble?  How much of any one unit has the trouble?  How many flaws or defects are on any one unit?	<b>EXTENT</b>	How many could have the trouble?  How much could have the trouble?  How many could there be?

(Pekrul and Neal – 1991)



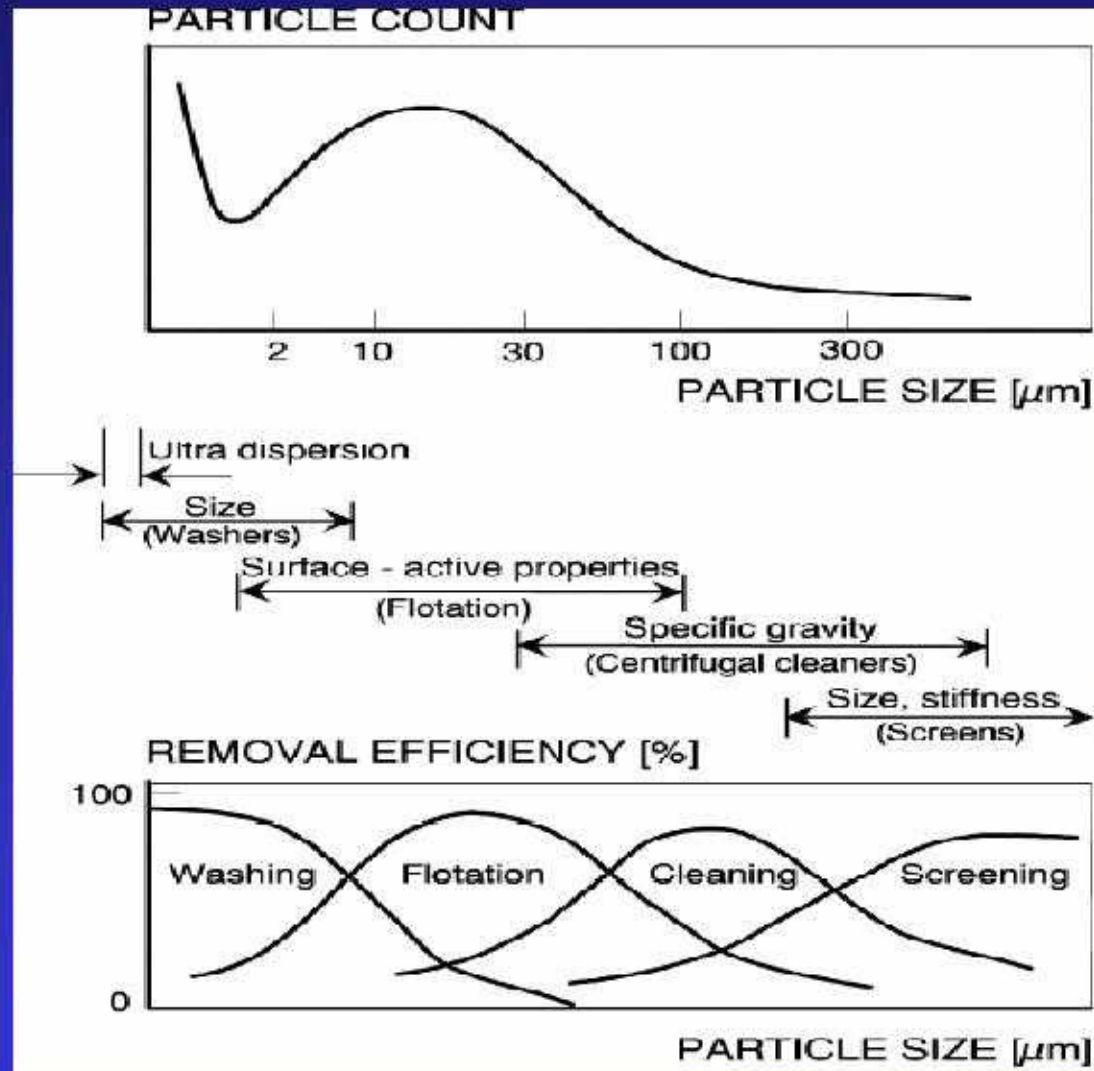
# Stickies

## Remoção (mecânica)

- Screening (Depuração fina e grossa)
- Cleaners (hidrociclones)
- Flotadores
- Lavadores (p.ex. sidehill)

# Stickies

## Remoção (mecânica)



# Stickies

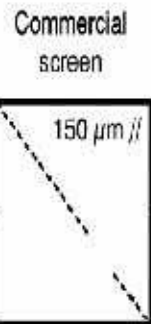
## Remoção - Screening

### REAL FLOW OF STICKIES

1 000 Particles: 120  $\mu\text{m}$   $\phi$  each  
 500 Particles: 200  $\mu\text{m}$   $\phi$  each

**INLET**

1 500 Particles  
 27.0  $\text{mm}^2$   
 3.0  $\cdot 10^{-3} \text{cm}^3$



**ACCEPT**

1 000 Particles (120  $\mu\text{m}$   $\phi$ )  
 11.3  $\text{mm}^2$   
 0.9  $\cdot 10^{-3} \text{cm}^3$

500 Particles  
 (200  $\mu\text{m}$   $\phi$ )  
 15.7  $\text{mm}^2$   
 2.1  $\cdot 10^{-3} \text{cm}^3$

**REJECT**

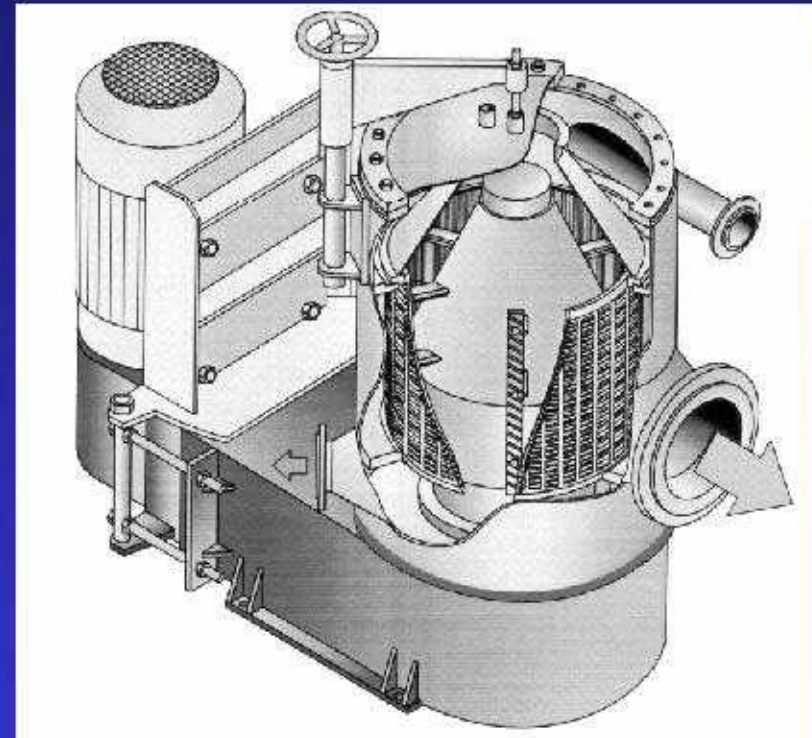
### REDUCTION EFFICIENCY OF STICKIES

$$\eta_{A, N, V} = \frac{\text{Inlet} - \text{Accept}}{\text{Inlet}}$$

A = Area  
 N = Number  
 V = Volume

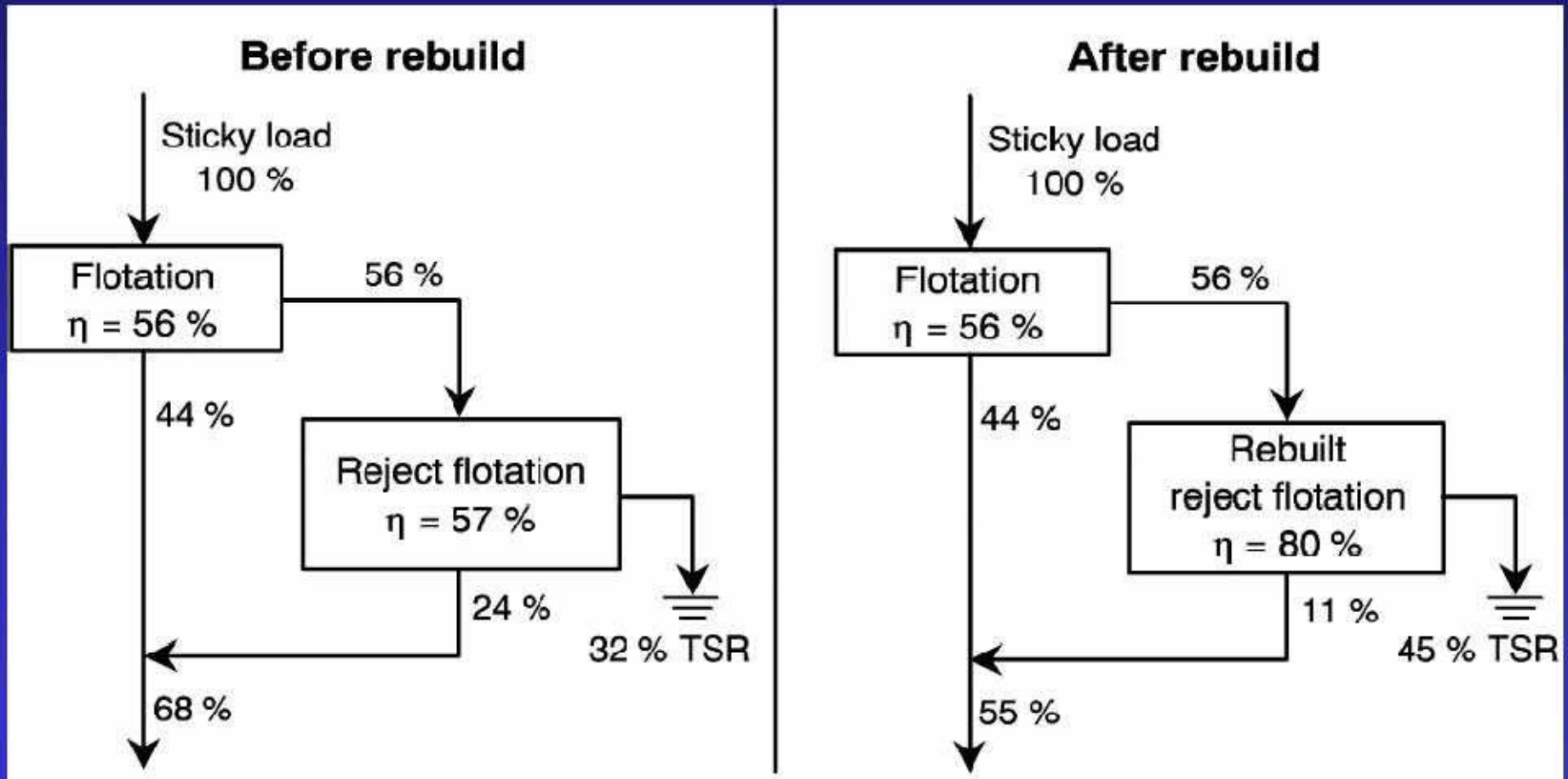
### Genuine figures

$\eta_{\text{Volume}} = 70\% = \eta_{\text{Mass}}$   
 $\eta_{\text{Area}} = 58\%$   
 $\eta_{\text{Number}} = 33\%$



# Stickies

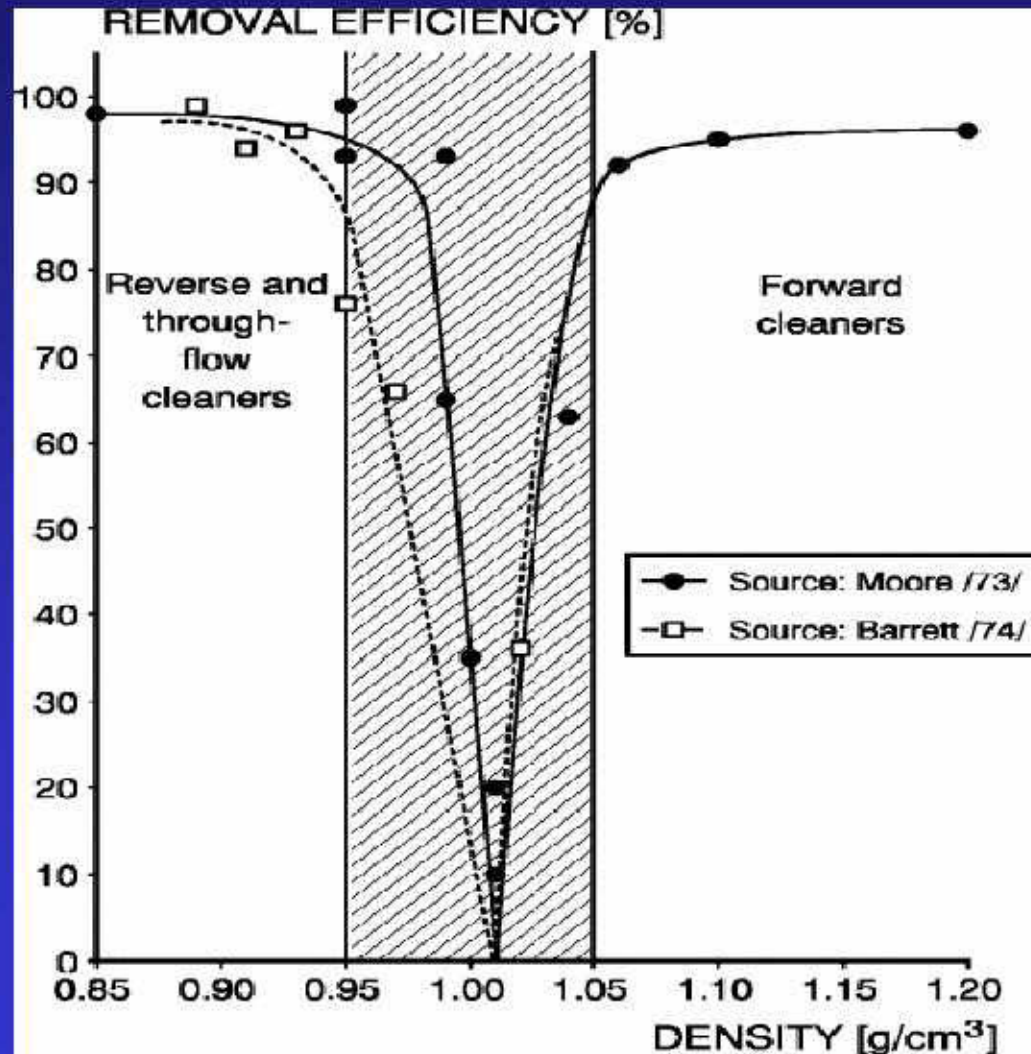
## Remoção - Flotação



TSR = Total Sticky Removal

# Stickies

## Remoção -hidrociclones



# Stickies

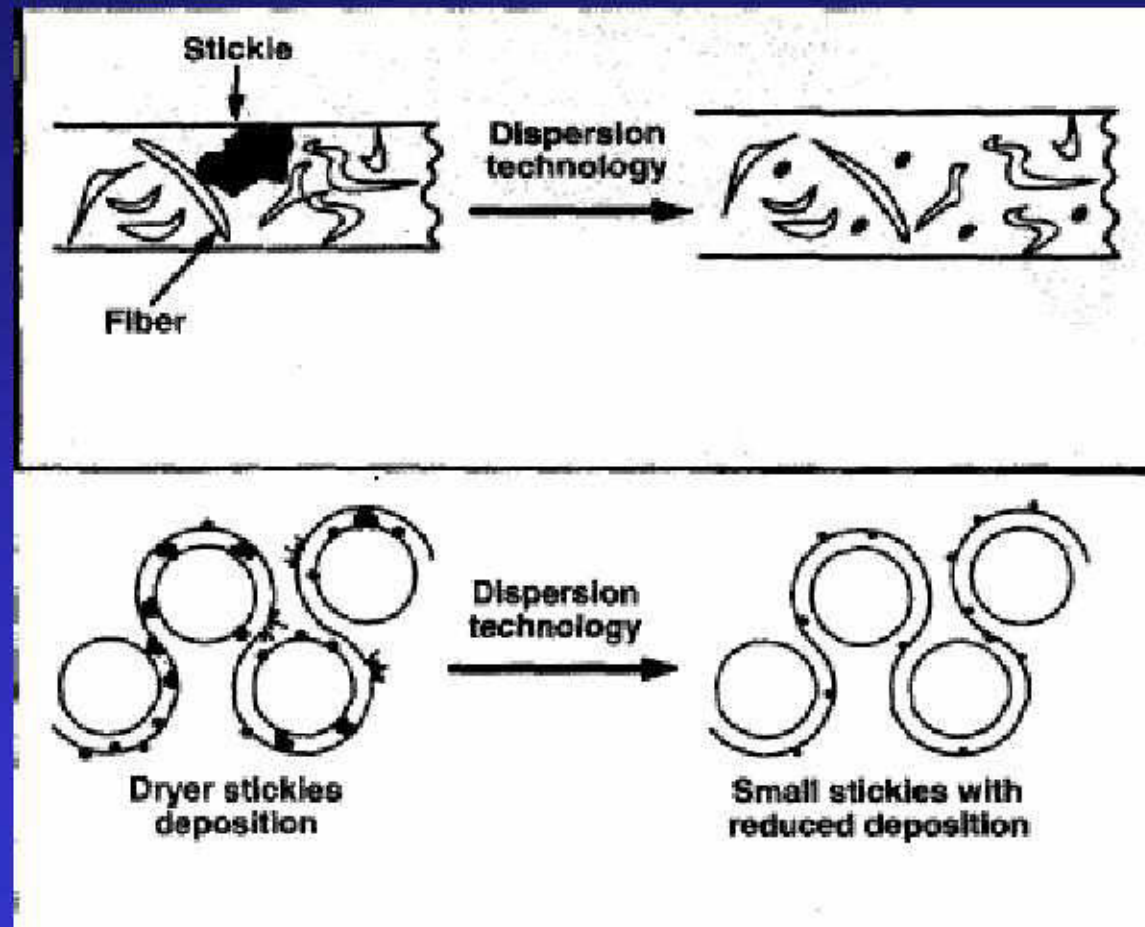
## Remoção mecânica ou química via dispersão

### • Dispersão Mecânica

- Dispersores
- Kneaders

### • Dispersão Química

- Solventes Orgânicos



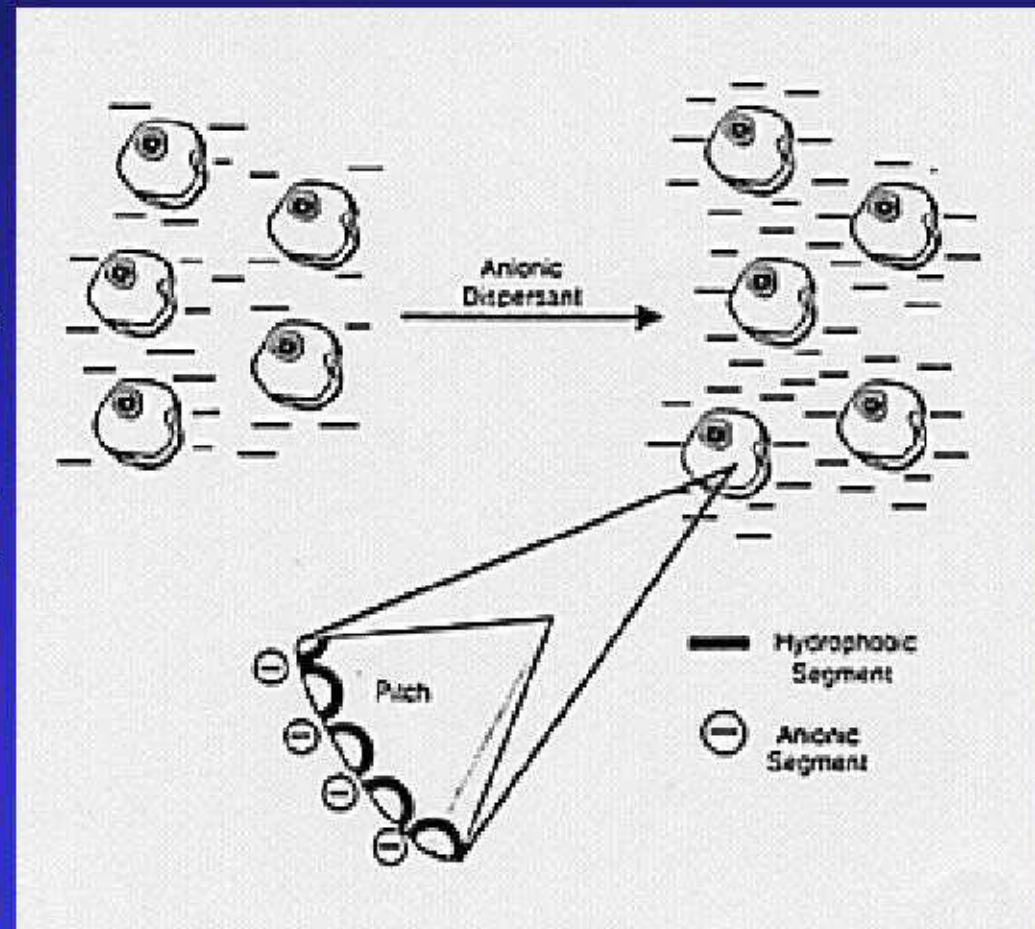
(Fogarty, 1993)

# Stickies

## Remoção química via dispersantes aniônicos

Dispersantes aniônicos tem uma parte hidrofóbica combinada a parte hidrofílica (caráter anfotérico). A primeira se fixa na superfície da partícula do stickie e a segunda aumenta a carga negativa no sistema. Desta maneira, as partículas de stickies, com sua carga aniônica acrescida, se repelem umas as outras e não se aglomeram.

Esse acréscimo de carga pode interferir nos sistemas de retenção e drenagem como também nos sistemas de colagem

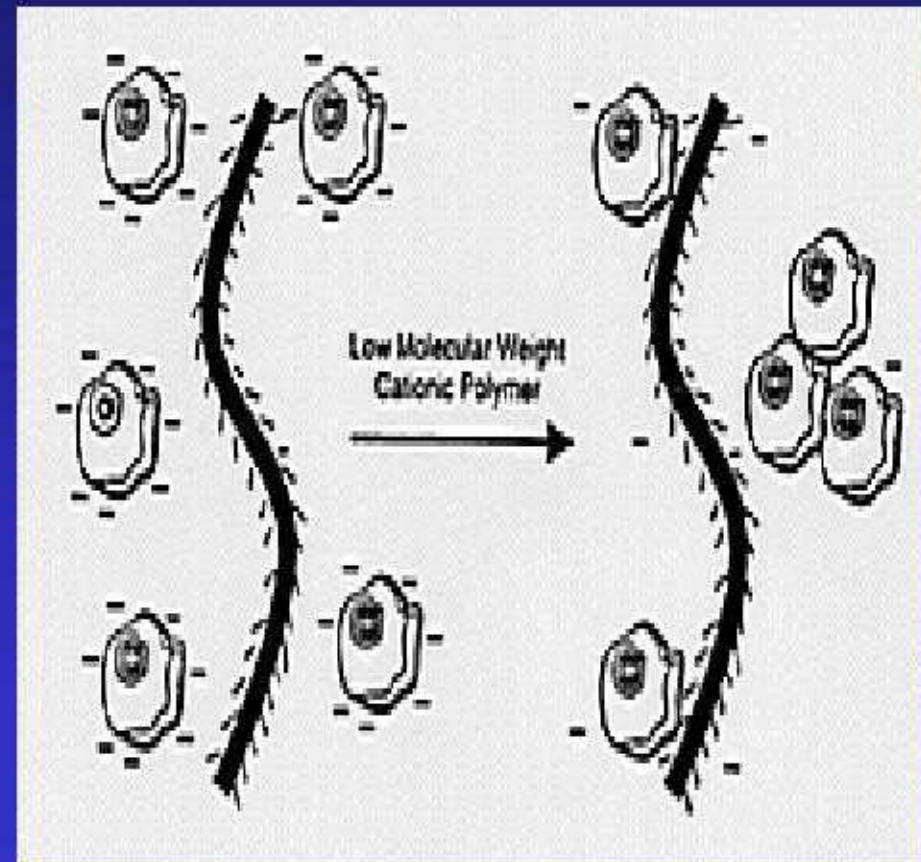


(Fogarty, 1993)

# Stickies

## Remoção Química – Fixação

- Stickies e outros contaminantes apresentam geralmente carga superficial negativa (lixo aniônico);
- Ocorre um fenômeno de adsorção entre o stickie, o polímero e a fibra;
- Exemplo de Polímeros Catiônicos: PoliDADMAC, PoliAminas
- A adição destes polímeros alteram a demanda iônica do sistema;

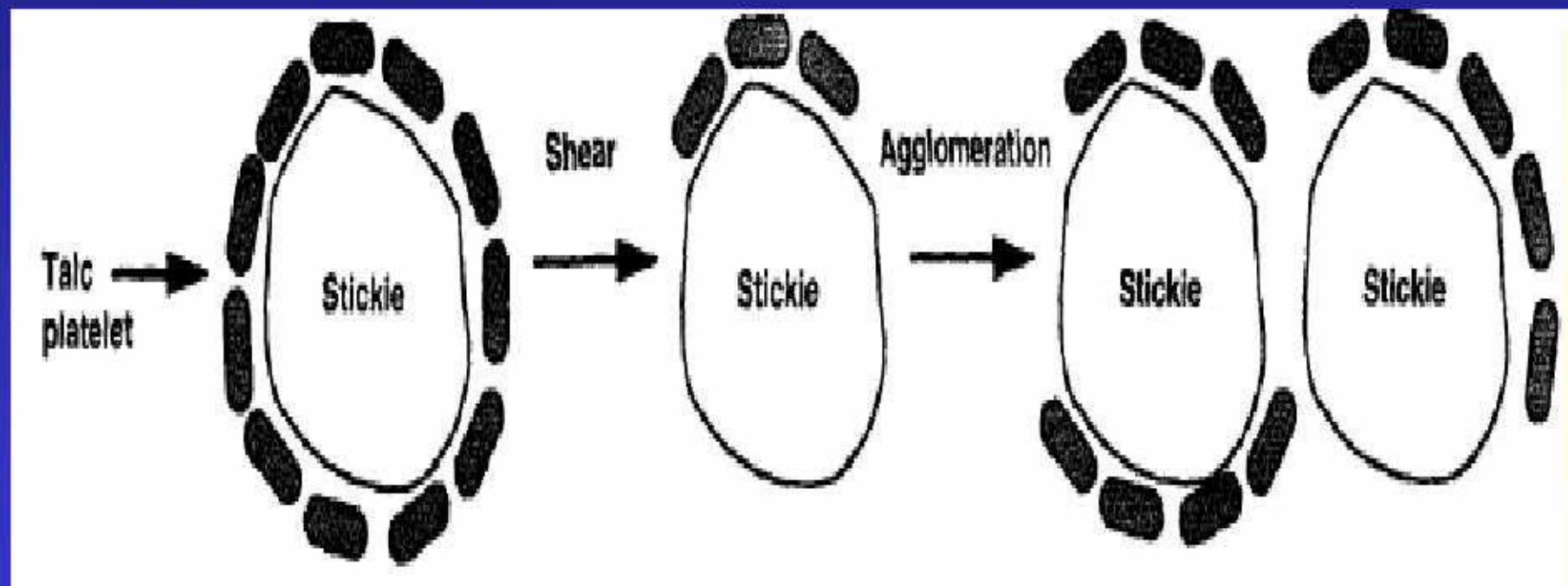




# Stickies

## Remoção Química – adição de minerais

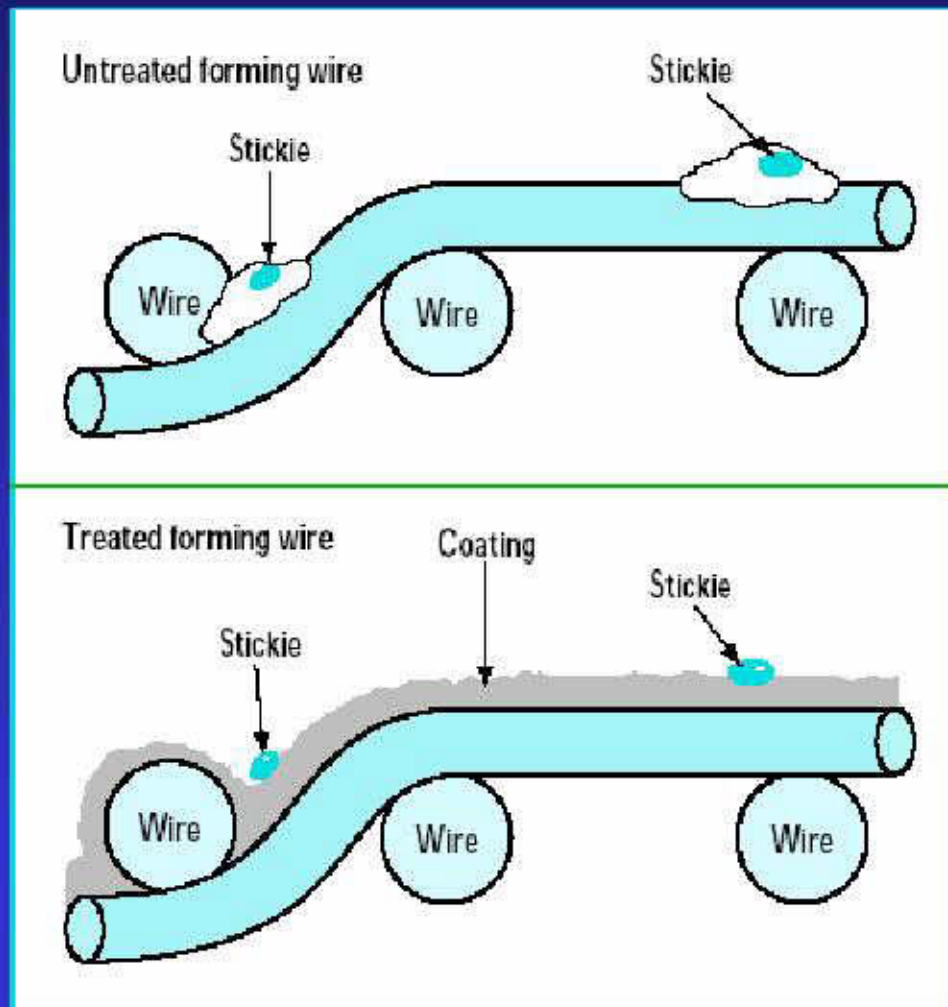
- Talco, Bentonita
- Dosagem usual entre 2 até 20 kg/ton
- A partícula pode se desestabilizar devido a alto cisalhamento (bombas, refinação)



(Fogarty, 1993)

# Stickies

## Passivação química de telas formadoras



(Nguyen, 1998)

# Stickies

## Remoção bioquímica - enzimas

- Tecnologia recentemente aplicada industrialmente;
- Principais: Lipases e cellulases;
- Não perfeitamente claro quanto ao seu mecanismo de atuação (quebra a ligação nos ésteres, redução do “tacky” ou da força de adesão entre o stickie e superfícies);
- Depende do pH do meio (há enzimas específicas);
- Às vezes usado em combinação com outros químicos;

## Conclusões

- O sucesso de um programa de stickies depende da combinação entre um ótimo controle das aparas, um ótimo controle de processo, um ótimo sistema de preparação de massa e um ótimo programa químico de controle e remoção.

## Referências

- A principal referência, e todas as figuras extraídas para este trabalho (exceto quando citado): GÓTTSCHING, L. e PAKARINEN, H - editores, *Recycled Fiber and Deinking*, Livro 7 da coleção *Papermaking Science and Technology*, FAPET Oy Helsinki (1998)
- GUO, J.S. et al “*Development of environmentally benign pressure sensitive adhesives*”, TAPPI Recycling Symposium Proceedings, p.95 Março 2000
- PEKRUL, D.J. e NEAL, C.W. “*Resolving wire contamination on a tissue machine*”, Tappi Journal (Outubro 1991)
- KOURIS, M. - edited by, *Dictionary of Paper*, 5<sup>th</sup> ed. Tappi Press, Atlanta (1996)
- FOGARTY, T.J. “*Cost-effective, common sense approach to stickies control*”, Tappi Journal. 76(3) (1992)
- HUO, X., VENDITTI, R.A., CHANG, H.M. “*Effect of cationic polymers, salts and fibres on stability of model micro-stickies*” J. Pulp and Paper Science, 27(6) (2001)

## Referências

- HEISE, O. et al “A new stickies test method – statistically sound and user friendly” Tappi Journal. 82(2) (1998)
- NGUYEN, D.T. “Prevention of pitch and stickies deposition on paper-forming wires via adsorption of a cationic polymer associated with anionic species”, Tappi Journal. 81(6) (1997)
- GUTIERRÉZ, A. et al “The biotechnological control of pitch in paper pulp manufacturing”, Trends in Biotechnology, Vol. 19, Núm 9 – Setembro 2001
- DOSHI, M.R. e DYER, J.M. “Various approaches to stickies classification”, Progress in Paper Recycling, Vol 9, Núm 3 – Maio 2000
- SYKES, M.S. et al “Enzymatic removal of stickie contaminants”, 1997 Pulping Conference, TAPPI Proceedings
- BRITT, K. W. - edited by, *Handbook and Pulp and Paper Technology*. 2<sup>nd</sup> ed. Van Nostrand Reinhold Company (1970)

## Referências

- ROSENBERGER, R.R.; HOUTMAN, C.J. *“Quantification of pressure sensitive adhesive, residual ink, and other colored process contaminants using dye and color image analysis”*  
– Proc. TAPPI Recycling Simp., págs 713-724, TAPPI Press, Atlanta, GA-EUA (Março 2000)