

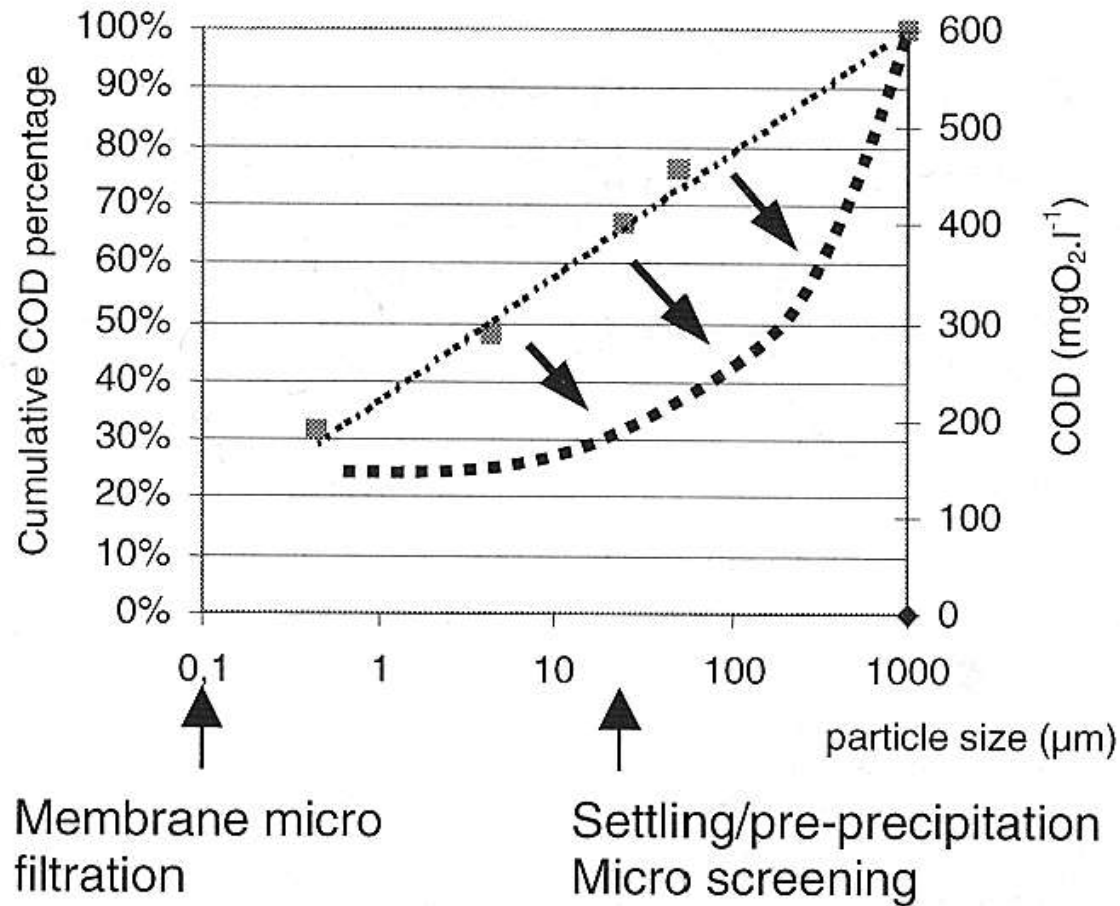
# Processo de Coagulação/Floculação

# O papel da coagulação/floculação na remoção de partículas

A coagulação/floculação é muito importante no processo de remoção de partículas. Quase todos os processos unitários de coagulação/floculação apresentados requerem agentes floculantes para se obter um nível elevado de remoção de partículas (i.e. 80 a 90% de remoção de SST), excepto para algumas modificações conseguidas com meios filtrantes.

Esta necessidade resulta do facto da maior parte das etapas de pré-tratamento só removerem as partículas de maiores dimensões. Os agentes floculantes têm que ser adicionados para aumentar as dimensões médias das partículas/ ou alterarem as características superficiais

# Efeito da adição de um flocculante no tamanho médio das partículas



# Alguns dos agentes flocculantes mais importantes

Metal-based flocculating agents

$\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$

Polymerized aluminium chloride

Organic flocculating agents

Polyacrylamides

Polyamines

Poly-DADMACs

Quaternized starch

Condensed tannin

Chitosan

Seed of the Moringa Oleifera

# Aspetto do quitosano (a) e das sementes de Moringa (b). Biopolímeros



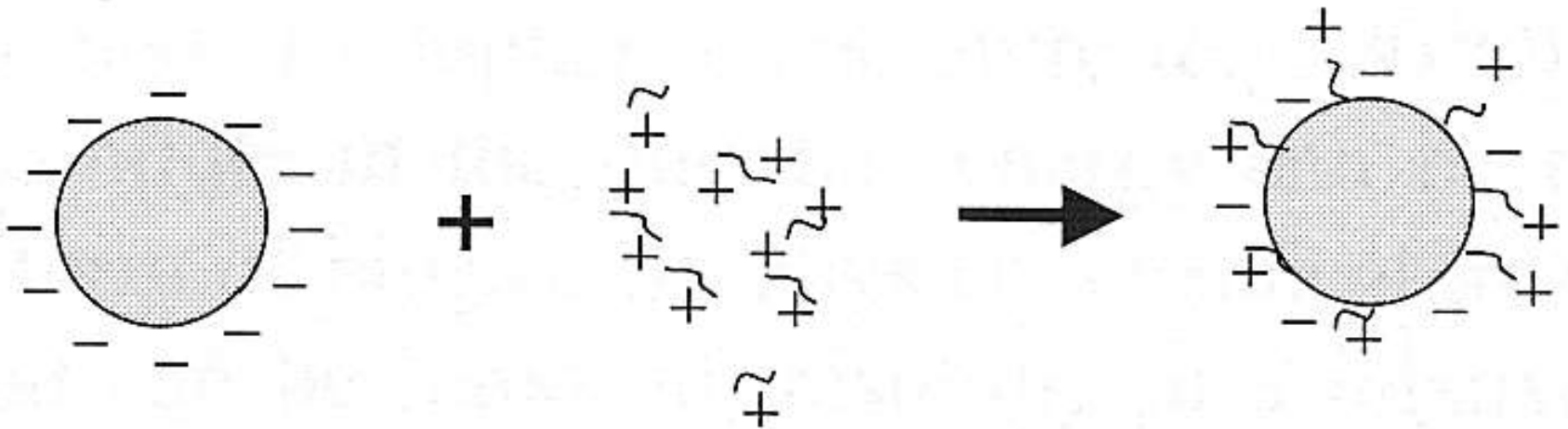
(a)



(b)

# Adsorção dos polímeros ou dos íões metálicos às partículas das águas residuais

Devido à adsorção dos polímeros ou dos íões metálicos às partículas das águas residuais elas são parcialmente descarregadas



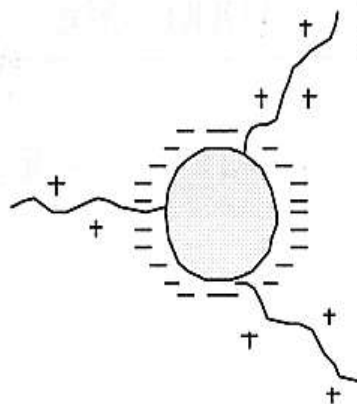
# Coagulação por adsorção e efeito de “ponte”

Particle  
with surface charge

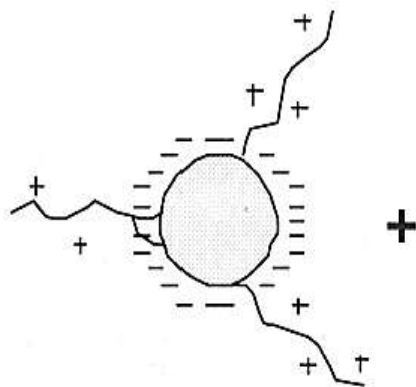
Polymer chains

Destabilised  
particle

Adsorptive  
coagulation

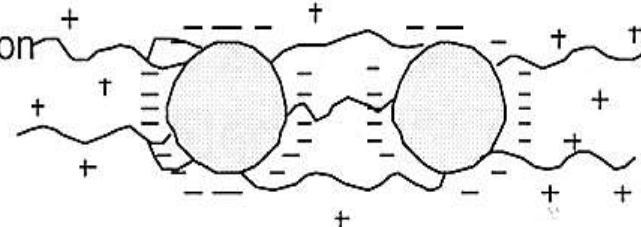


a)



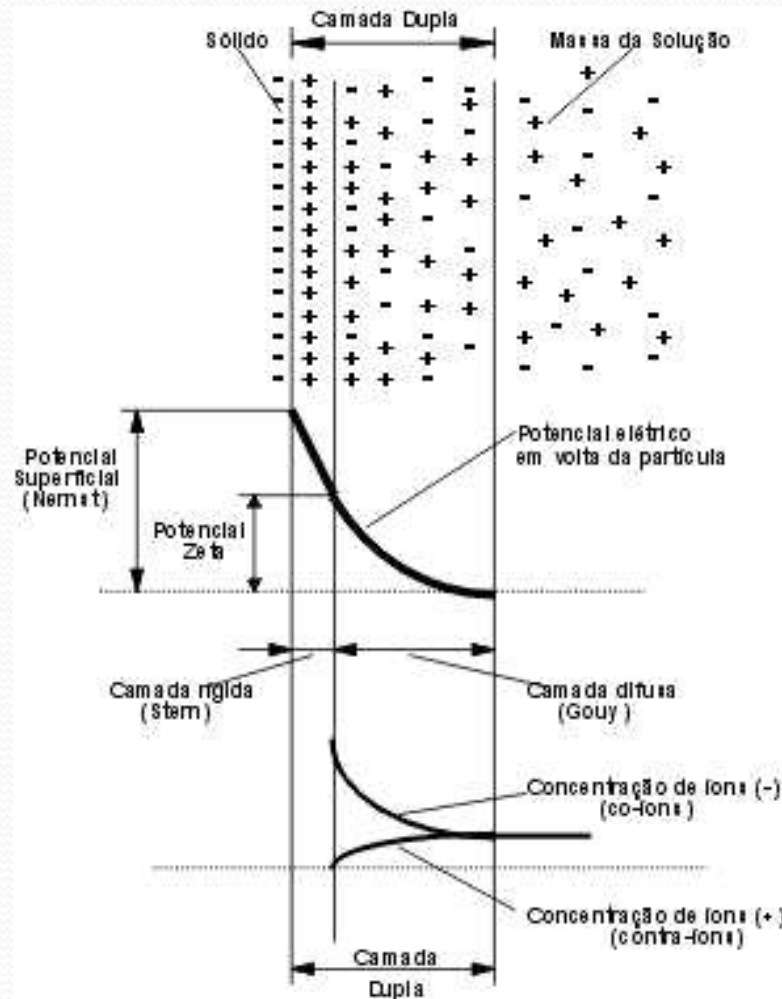
Flocculation

Conglomerate



b)

# Modelo elétrico da dupla camada de Stern





# Coagulação - Floculação

## Jar-test



O grau de mistura pode ser avaliado pelo gradiente de velocidade (G), sendo que quanto maior for o valor numérico, mais forte será a mistura.

## Expressão de Camp & Stein

$$G = \left( \frac{P}{\mu V} \right)^{0,5}$$

G – gradiente de velocidade

P – potência de agitação

$\mu$  - viscosidade dinâmica da água

V – volume de água no tanque

## Valores Típicos de $t$ e de $G$ para unidades de mistura rápida

	$t$ (s)	$G$ (s <sup>-1</sup> )
• Misturadores <i>on-line</i>	0.5	3500
• Ressaltos hidráulicos	2	800
• Misturadores mecânicos	10 a 20	1000
	20 a 30	900
	30 a 40	800
	>40	700

# Misturadores de pás verticais (turbina axial)



# Expressão empírica que relaciona $G$ e $t$ com a concentração do coagulante, quando é usado sulfato de alumínio

$$G^{2.8} t = 264 \times 10^6 / C$$

$G$  ( $s^{-1}$ ) – gradiente de velocidade (  $20 < G < 50$  )

$C$  ( $mg/L$ ) – concentração de  $Al_2 (SO_4)_3$  (  $0 < C < 50$  )

