

# ‘Bentonitas: o que elas são e como podem ser usadas pelas indústrias de celulose e de papel’

Beatriz Vera Pozzi Redko  
Redko Consultores Associados S.C. Ltda.  
São Paulo – SP - Brasil



# Bentonitas: o que elas são

**Bentonitas são filossilicatos.**

**Filossilicatos são minerais que tem os seus átomos arranjados ordenadamente em uma estrutura em camadas, ligadas internamente.**

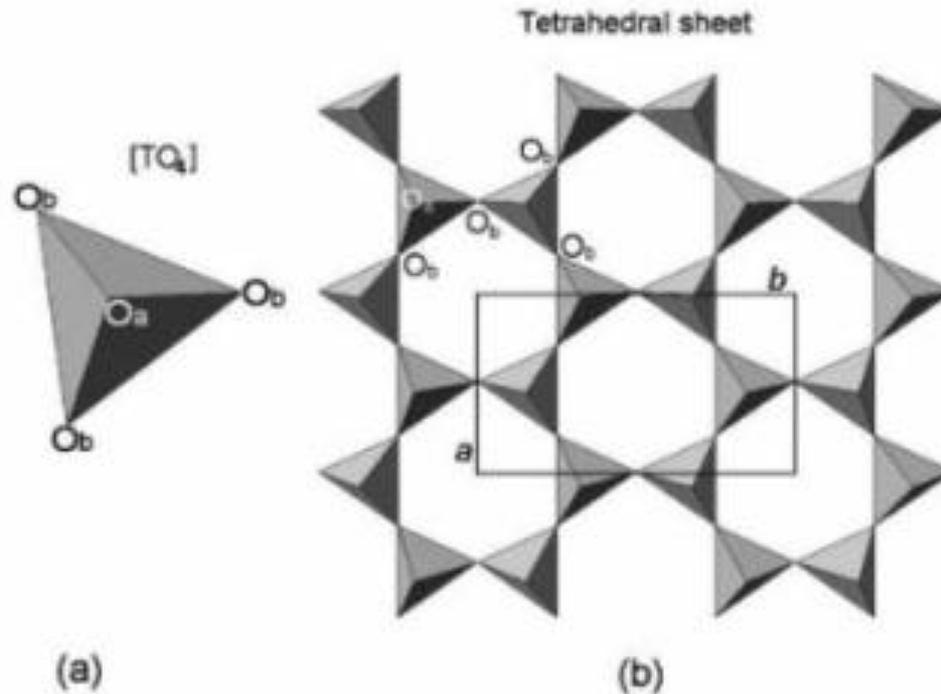
**Essas camadas estão posicionadas umas sobre as outras, com ligações fracas entre elas.**

**Filossilicatos tem 2 tipos de conjuntos de átomos formando as camadas, uma tetraédrica e a outra, octaédrica.**



# FILOSSILICATOS

## As camadas tetraedicas



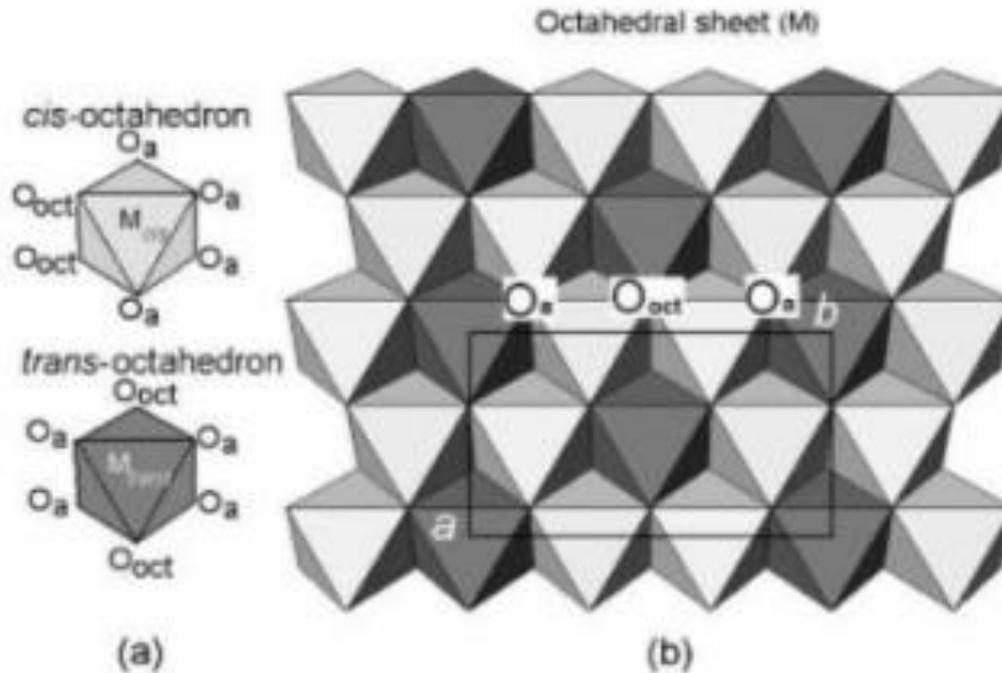
a Tetraedro (TO<sub>4</sub>)

b A camada tetraedrica – O<sub>a</sub> e O<sub>b</sub> são os átomos de oxigênio apical e basal, a e b são os parâmetros unitários das celulas



# FILOSSILICATOS

## As camadas octaedricas



- Orientação dos octaedros na camadas cis-octaedricas e trans-octedricas
- Localização das posições cis e trans nas camadas octaedricas. Oa e Ob se referem as oxigenios apicais e basais



# FILOSSILICATOS

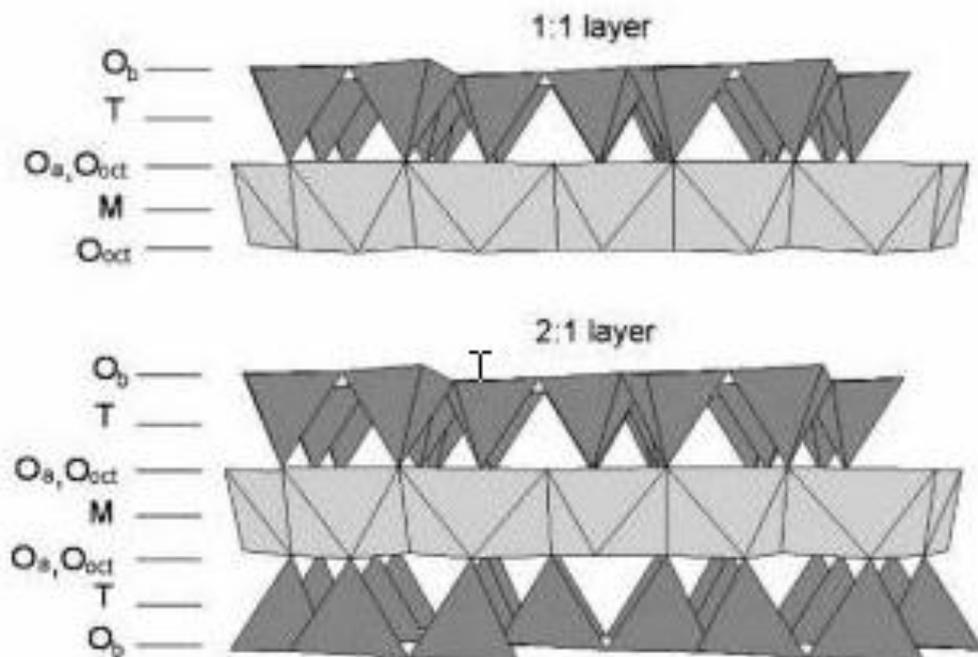
## Modelos de estruturas de camadas



**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41<sup>st</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION



Modelos das estruturas das camadas 1:1 e 2:1

O<sub>a</sub> e O<sub>b</sub> se referem a tetraedro apical e tetraedro basal e  
O<sub>oct</sub> se refere a posição octaedrica anionica.

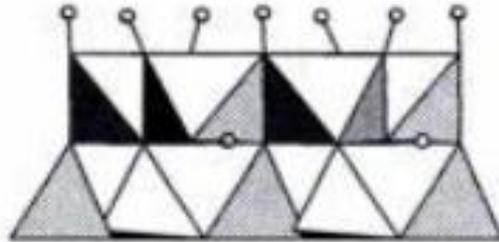
M e T se referem respectivamente ao cation octaedrico  
e tetraaedrico

Bergaya e Lagaly, 2006

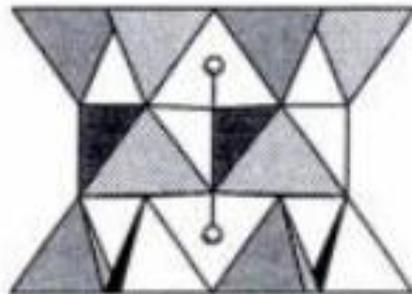


# FILOSSILICATOS

## Distribuição dos hidrogênios



(a) 1:1 Layer



(b) 2:1 Layer

Vista lateral das estruturas das camadas dos filossilicatos.  
Os círculos pequenos se referem as posições dos hidrogênios



# FILOSSILICATOS

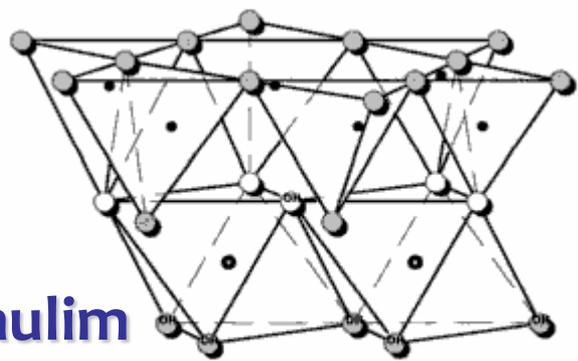


**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

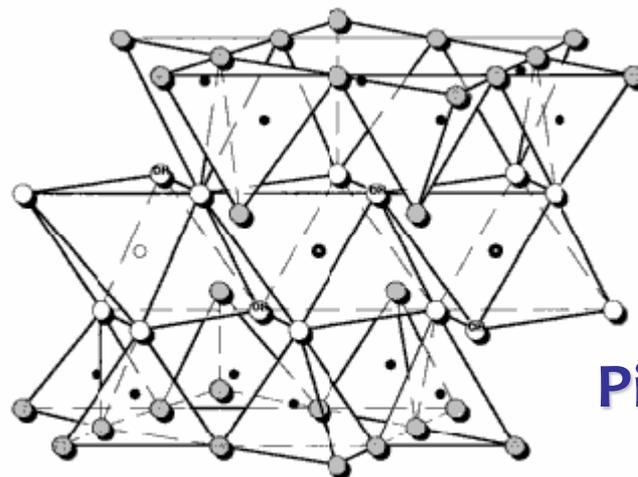
41º PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION

**Caulim**



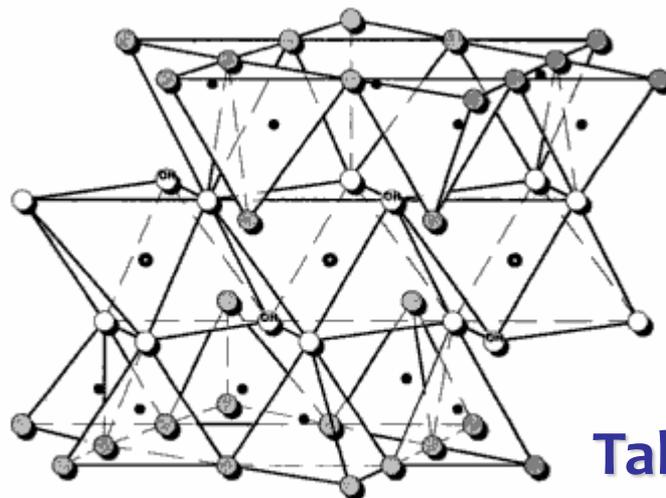
● = O   ● = Shared O   ● = Si   ● = Al

**Pirofilita**



● = O   ● = Shared O   ● = Si   ● = Al   ○ = Vacant

**Talco**



● = O   ● = Shared O   ● = Si   ● = Mg

Ciullo, 1996



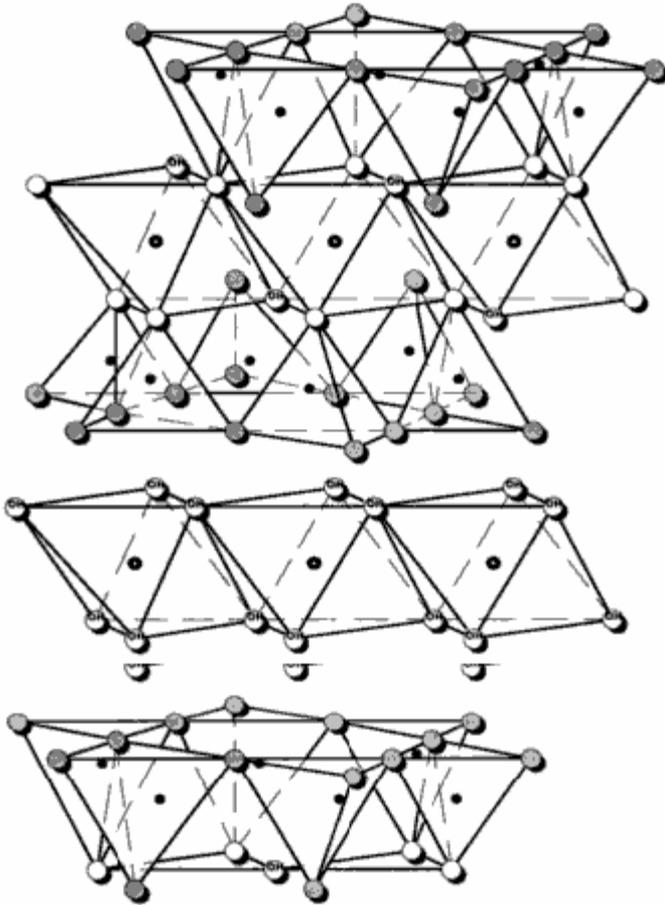
# FILOSSILICATOS



**ABTCP 2008**

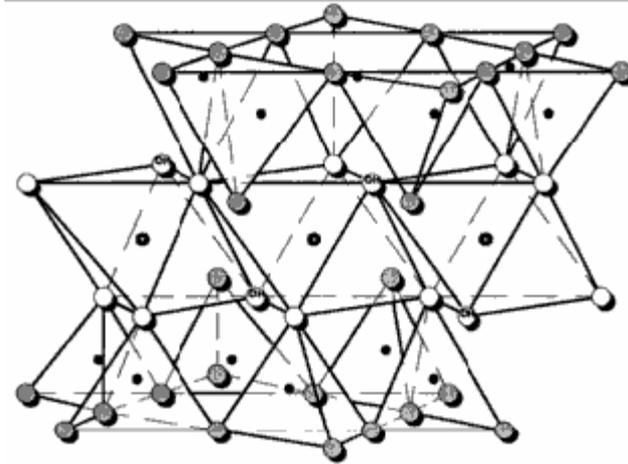
41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41<sup>st</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION

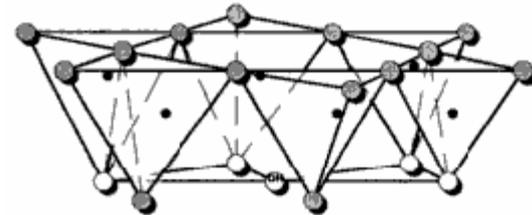


● = O   ● = Shared O   ● = Si, Al   ● = Mg, Al

**Clorita**



Two Oriented **Water** Layers, Exchangeable Mg <sup>2+</sup>



● = O   ● = Shared O   ● = Si, Al   ● = Mg

**Vermiculita**

Ciullo, 1996



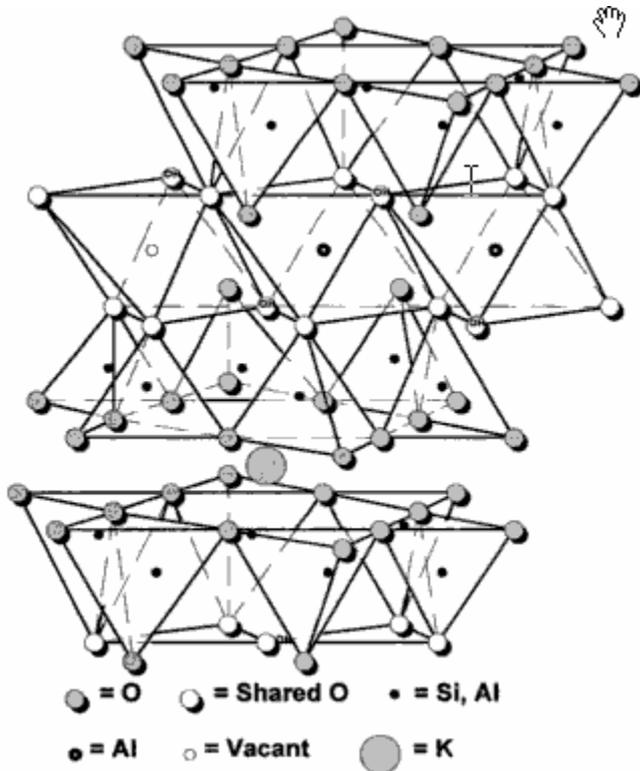
# FILOSSILICATOS



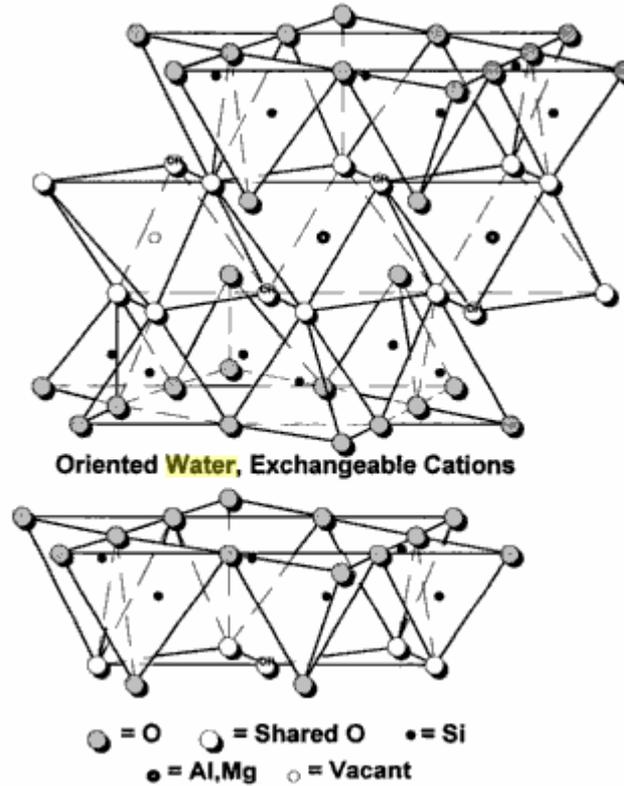
**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41º PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION



**Mica  
Muscovita**



**Bentonita  
Montmorilonita  
Esmeclita**

Ciullo, 1996

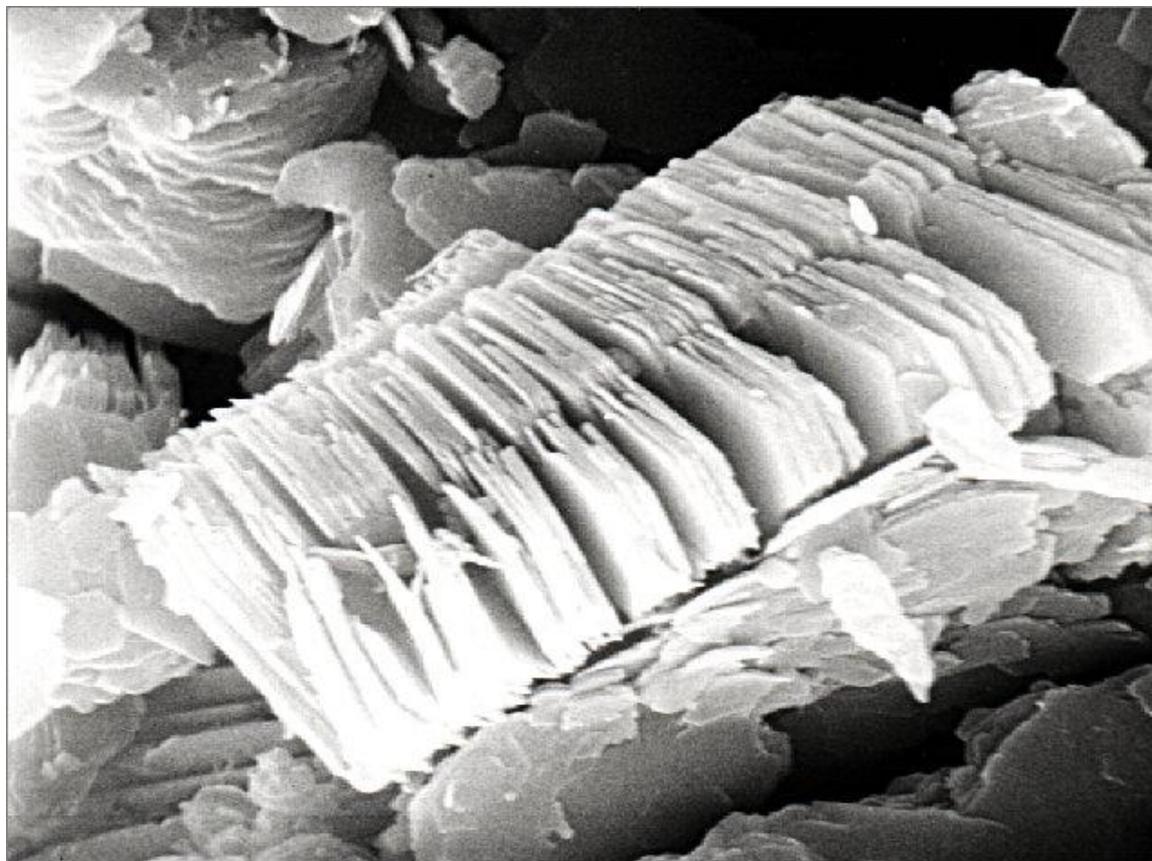




**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41<sup>st</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION



**Microfotografia em microscópio eletrônico de um microcristal de bentonita. As 'folhas' são as camadas 2:1 do filossilicato, de ~1 nanometro de espessura individual. ( Foto - Arquivos, Süd Chemie)**



**As bentonitas estão classificadas no grupo das caulinitas, sub grupo das esmectitas.**

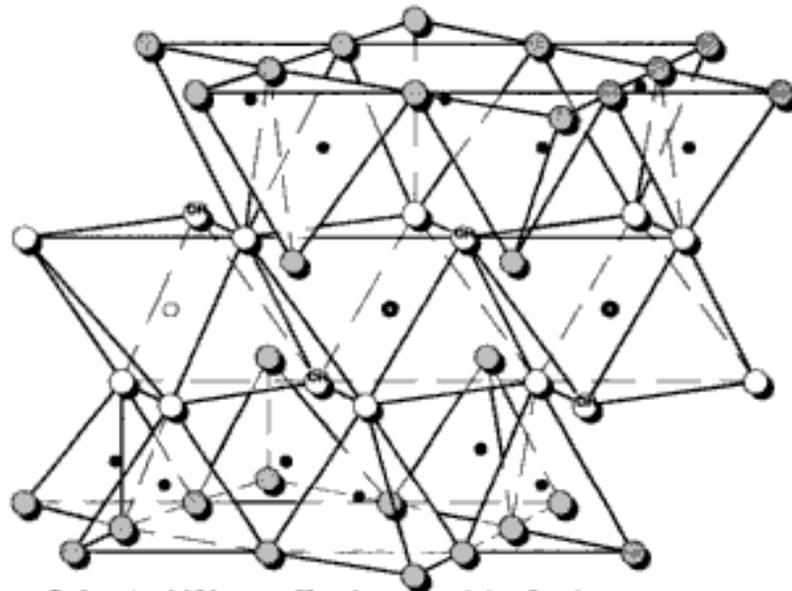


**Dentre as esmectitas encontra-se a montmorilonita, que é a bentonita propriamente dita, a nontronita, a beidelita, a hectorita e a saponita.**

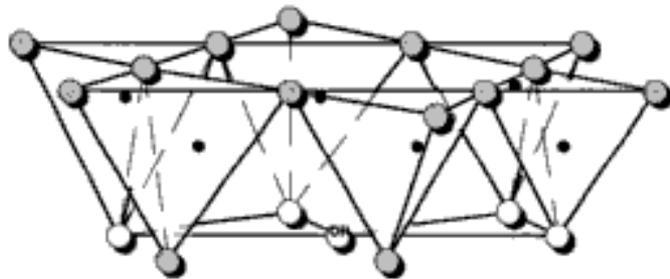
**O nome montmorilonita provém de uma ocorrência do mineral em Montmorillon, na França.**

**O nome de bentonita vem de uma outra ocorrência do mineral em Fort Benton, em Wyoming, nos Estados Unidos.**





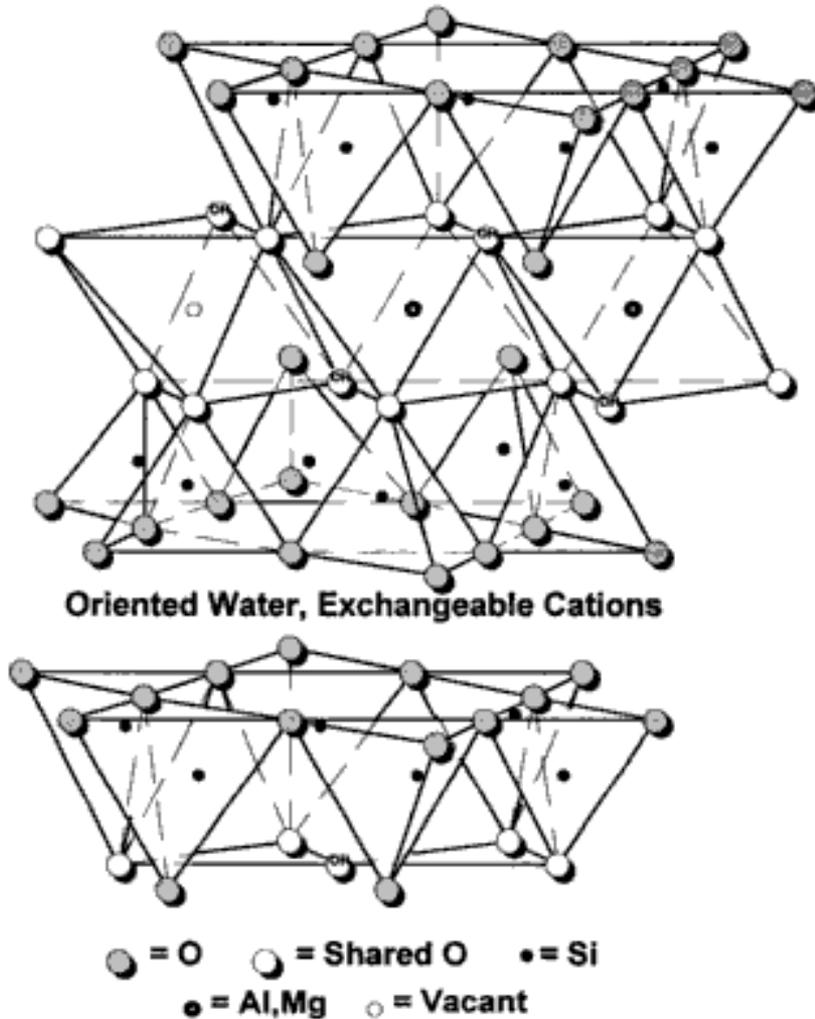
Oriented Water, Exchangeable Cations



● = O    ○ = Shared O    ● = Si  
 ● = Al,Mg    ○ = Vacant

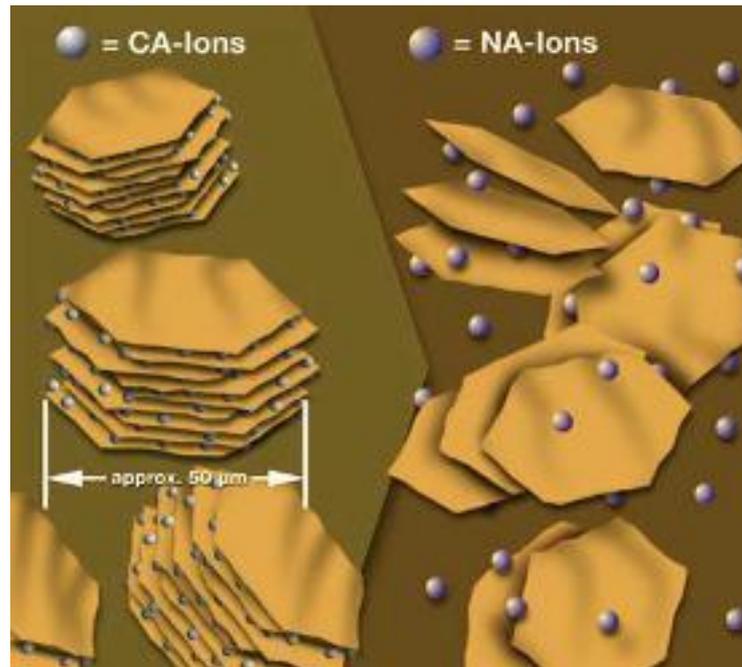
**Estrutura cristalina da bentonita:** uma camada de tetraedros de silício, uma camada de octaedros de alumínio e magnésio, uma camada de tetraedros de silício. A presença do magnésio causa um desbalanço iônico compensado pela introdução de cations trocáveis de  $\text{Ca}^{2+}$  e/ou  $\text{Na}^{+}$  entre as lamelas 2:1. Entre as lamelas também existe água orientada (Ciullo, 1996).





Durante a formação geológica das bentonitas ocorre uma substituição isomórfica de parte do  $Al^{3+}$  por  $Mg^{2+}$  na subcamada octaédrica. Essa substituição isomórfica dá origem a um desbalanceamento entre as cargas iônicas positivas e negativas da estrutura da camada. A neutralidade elétrica de cada camada é restaurada pela introdução de cations metálicos hidratados entre as camadas 2:1 da bentonita. A bentonita é denominada bentonita sódica se os cations neutralizantes forem  $Na^+$ , e é denominada bentonita cálcica se a maioria dos cations neutralizantes for  $Ca^{2+}$ .

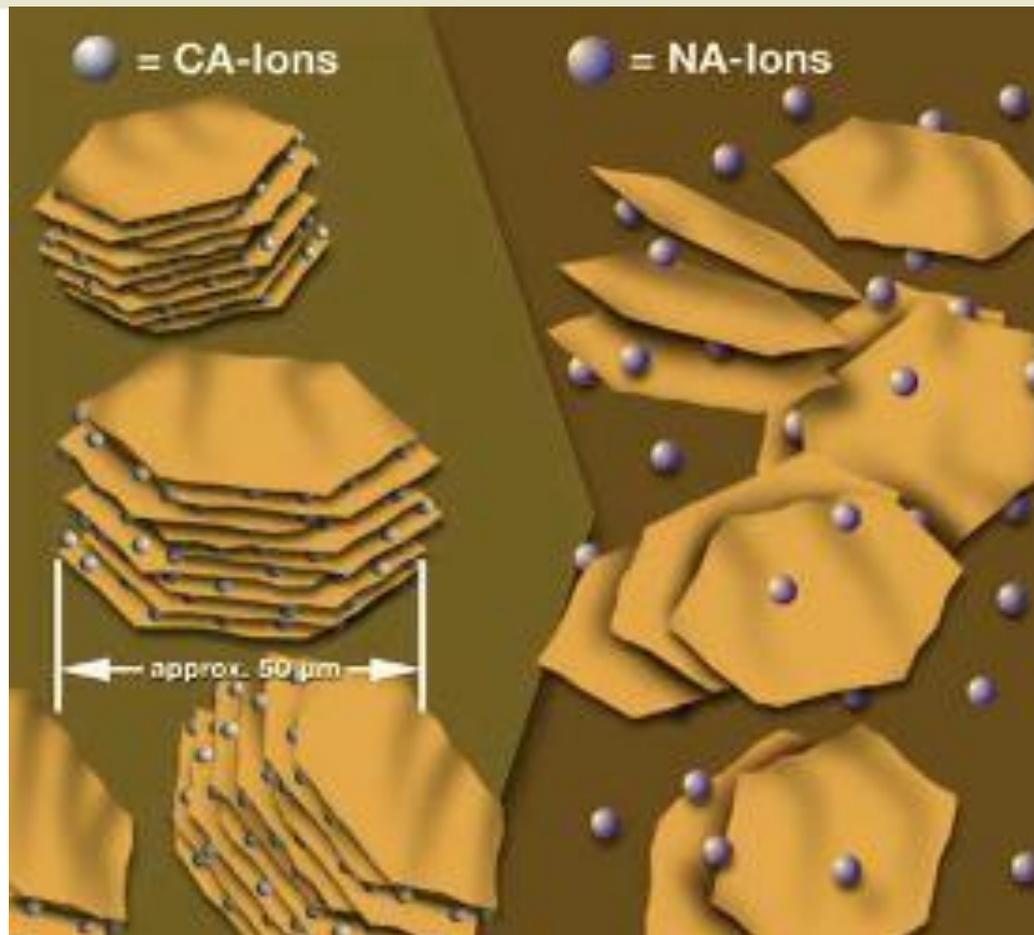




Fonte: Site Süd Chemie

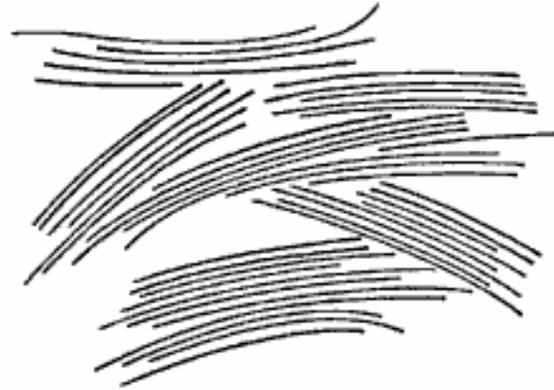
Essa água entre as camadas na estrutura do cristal de bentonita permite que haja delaminação hidráulica. Quando a bentonita sódica é imersa em água pode inchar até 10 vezes o seu volume e incorpora camadas de água suficientes para vencer a atração fraca que existe entre as camadas, que acabam se separando. As bentonitas sódicas apresentam estrutura coloidal quando dispersas em água. As bentonitas sódicas são usadas como agentes reológicos devido a estrutura que as suas partículas delaminadas coloidais formam na água.





Esquema da hidratação de bentonitas cálcicas (esquerda) e de bentonitas sódicas (direita). Na bentonita cálcica a água penetra nas camadas e incha a bentonita. A estrutura permanece. Na bentonita sódica a água penetra entre as camadas e elas vão se separando gradualmente.

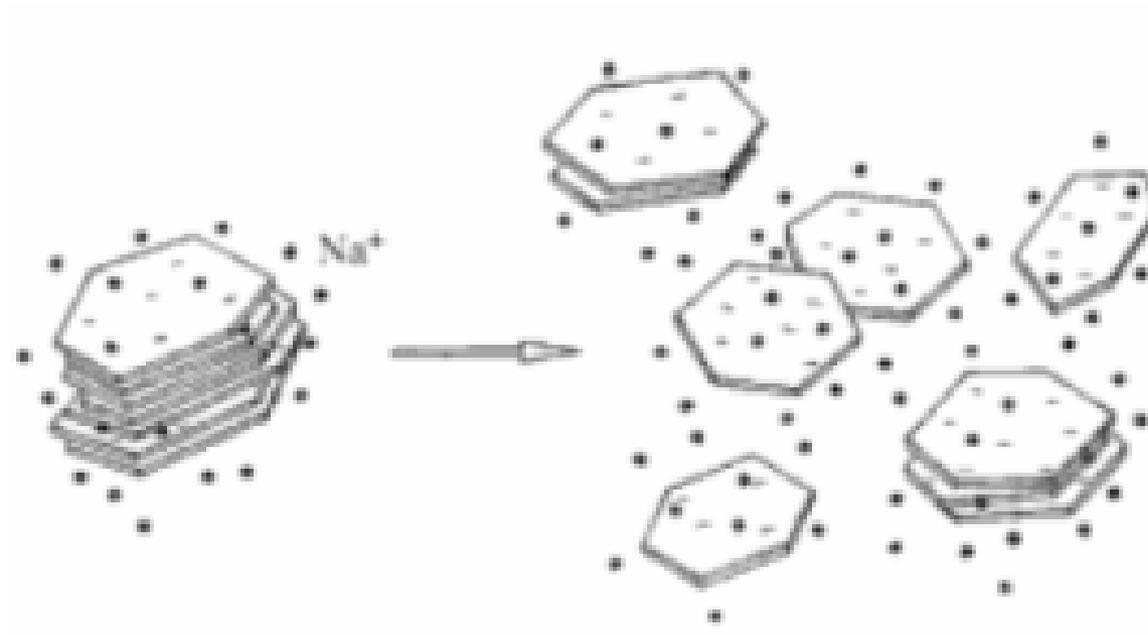




As bentonitas cálcicas incham até 3 vezes o seu volume com a adsorção de água, mas não atingem a delaminação completa porque os seus cations maiores mantem a estrutura ligada. A capacidade de inchamento da bentonita cálcica é melhorada com soda cáustica, trocando-se íons de cálcio por íons de sódio, originando a bentonita sódica sintética.

A bentonita sódica sintética também delamina na água, de maneira semelhante a bentonita sódica natural. Apresenta também estrutura coloidal quando dispersa na água.





**A dispersão das camadas da bentonita em água pode levar a completa individualização das camadas.**

**As camadas tem espessura de 1 nm e fator de forma de até 1:1500.**

**A figura mostra a desarticulação (delaminação) das partículas das bentonitas sódicas em dispersões aquosas (Jasmund e Lagaly, 1993)**



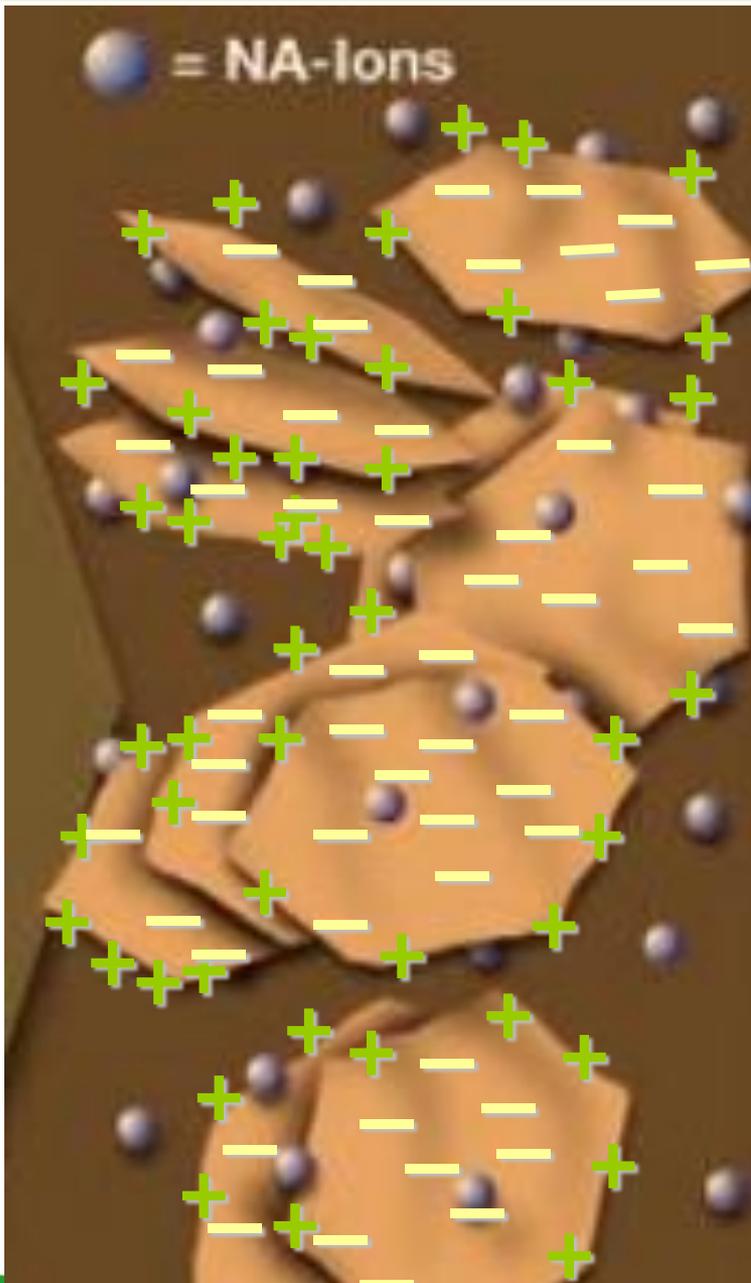
As bentonitas podem adsorver outros compostos polares diferentes da água e irão aceitar outros cations, inorgânicos e orgânicos, em troca de seus cations. Essa propriedade as capacitam a ser tornar adsorventes e agentes reológicos em sistemas aquosos e não aquosos.

As bentonitas podem ser ativadas por ácidos dando origem a extensas áreas de adsorção para compostos orgânicos em toda a sua estrutura.

As bentonitas podem também ser ativadas com cátions orgânicos hifrofóbicos: é a ativação orgânica.

A superfície da bentonita tem características hidrofílicas, devido a seus cations hidratados, e hidrofóbicas, devido a área de siloxano existente em sua superfície na região entre os seus cations hidratados





As principais características da bentonita são a suas partículas coloidais pequenas, os seus cristais lamelares finos (1 nm de espessura), a sua alta superfície específica, a sua elevada densidade de carga e a sua capacidade para a troca de cátions. Quando a bentonita está dispersa a carga aniônica fica nas faces superior e inferior e a carga catiônica fica nas bordas. Algumas propriedades das bentonitas podem ser modificadas de acordo com a origem da bentonita e o tratamento sofrido pelo mineral. As modificações são feitas com o objetivo de adequar a agregação dos cristais e os cations trocáveis presentes ao uso final projetado. As bentonitas podem ser planejadas e adaptadas para diferentes usos finais.



Qualquer adaptação ou alteração do comportamento da bentonita se dá na estrutura da camada cristalina e tem uma dimensão nanométrica. Os fenômenos que ocorrem com a intervenção das bentonitas pode ser considerados fenômenos de nanotecnologia: a camada ativa tem uma dimensão de 1 nm e as bentonitas podem reagir com o meio onde atuam camada a camada.



**Pesquisas mostram que a vida na terra surgiu provavelmente pela adsorção dos primeiros compostos orgânicos pelas bentonitas, consequência também de sua capacidade de adsorção de compostos orgânicos e inorgânicos.**



**2008**

EXPOSIÇÃO  
PULPULOSE E PAPEL

CONGRESS & EXHIBITION



**As bentonitas fazem parte da mitologia e da tradição de todos os povos e do conhecimento dos xamans.**

**Os animais das selvas sabem que as bentonitas são importantes para a sua vida e saúde.**



**2008**

EXPOSIÇÃO  
CELULOSE E PAPEL

WORLD CONGRESS & EXHIBITION



As propriedades das bentonitas sódicas naturais ou ativadas as tornam bons agentes reológicos na indústria de petróleo e para perfurações geológicas, bons ligantes para a indústria de fundição, bons selantes para lagoas e canais, adsorventes de proteínas eficientes nas indústrias de bebidas.

As bentonitas sódicas tem grande capacidade de floculação com polímeros catiônicos como CPAM, PDADMAC, PEO, PEI, amido catiônico e outros .

Podem ser usadas na adsorção de metais pesados e de coloides em tratamentos de água e de efluentes.



**A capacidade que as bentonitas tem para adsorver compostos orgânicos as torna fixadoras eficazes para pesticidas no solo.**

**A bentonita cálcica é um bom adsorvente para íons em solução, para gorduras e para óleos. É a matéria prima da bentonita sódica sintética.**





**CP 2008**

CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
MUNDIAL DE CELULOSE E PAPEL  
INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION

**Um uso importante da bentonita cálcica é como areia sanitária para gatos. Ela adsorve o líquido e o cheiro e forma blocos que podem ser separados do resto do material. A população de gatos do mundo continua em crescimento.**

**As bentonitas também são usadas como adsorvedoras de toxinas na alimentação animal .**



**A grande área de adsorção das bentonitas  
ativadas por ácidos é utilizada na  
purificação de alimentos, no tratamento  
de bebidas e em processos catalíticos.**



**As bentonitas organicamente ativadas são usadas nas indústrias de tintas e pigmentos, na preparação de compostos inteligentes (nanotecnologia), na indústria de cosméticos, e na indústria de selantes e de graxas. São também utilizadas na adsorção de poluentes fenólicos e perigosos em resíduos e em efluentes.**

**Muitos nanocompostos tem sido desenvolvidos com base na bentonita. Com as suas lamelas finas (1 nm) e fator de superfície de até 1500 elas são os componentes ideal para nanocompostos orgânicos porque confere rigidez, resistência e facilidade de formação a matriz do nanopolímero.**



# Propriedades das bentonitas de importância para a Indústria de Celulose e Papel





**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41<sup>st</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION

<b><i>Alvura Iso %</i></b>	<b>70-90</b>
<b><i>Capacidade de troca de cations</i></b>	<b>60-150 meq/100g</b>
<b><i>Carga aniônica – pH 5</i></b>	<b>~100 µequiv/g</b>
<b><i>pH – solução a 5%</i></b>	<b>10</b>
<b><i>Fator de forma</i></b>	<b>20-50 sêca até 1500 dispersa</b>
<b><i>Superfície específica</i></b>	<b>40-80 m<sup>2</sup>/g seca até 800 m<sup>2</sup>/g dispersa</b>
<b><i>Teor de umidade</i></b>	<b>8%</b>



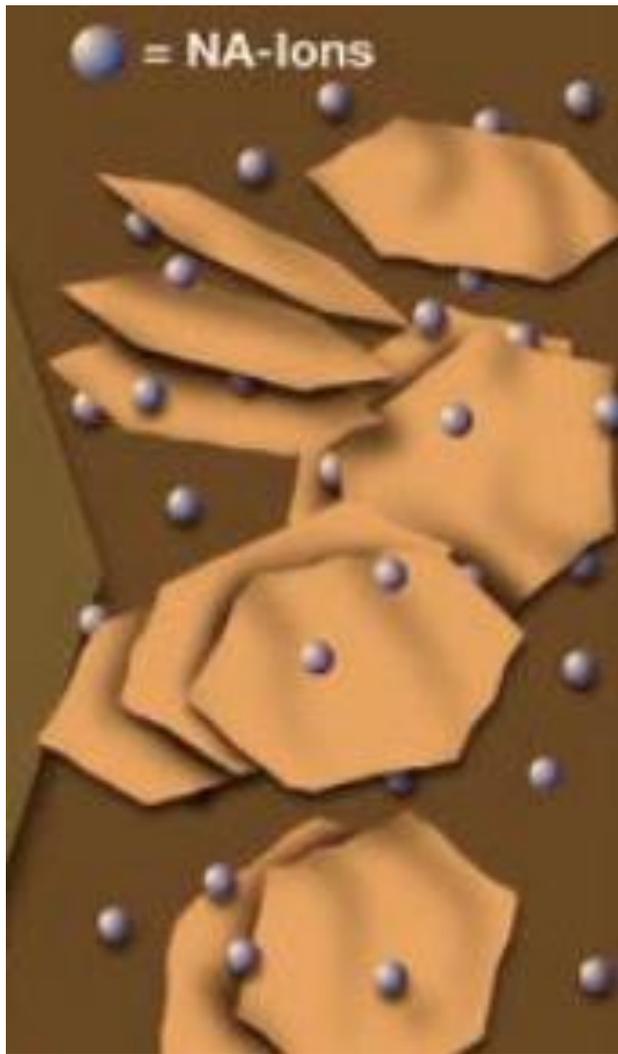
**A capacidade das bentonitas de troca de cations metálicos pode ser usada por exemplo nos branqueamentos de pasta TMP de Pinus taeda com peróxido de hidrogênio.**

**Tanto as bentonitas cálcicas quanto as bentonitas sódicas sintéticas absorveram os metais existentes na celulose, resultando em um ganho final de 3 pontos de alvura e uma economia de 5% de peróxido de hidrogênio.**

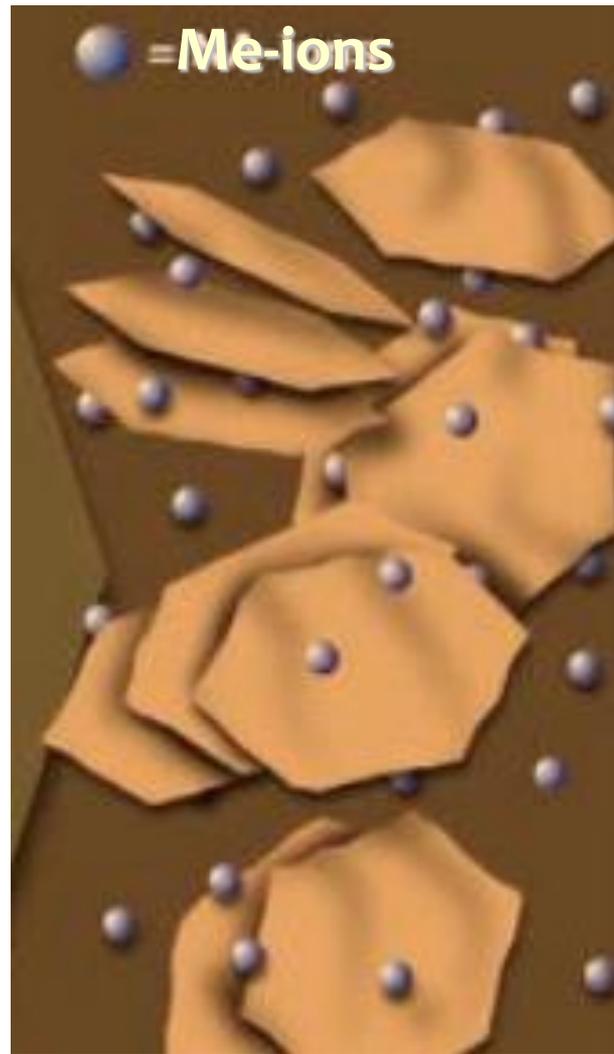
**A turbidez da água branca diminuiu de 70% e a viscosidade final da celulose, aumentou .**

**As bentonitas foram aplicadas na celulose após a refinação da madeira, antes do branqueamento.**





Bentonita sódica antes do branqueamento



Bentonita depois do branqueamento



Essa mesma capacidade pode ser aproveitada na diminuição da aplicação de DPTA em um branqueamento com peróxido de hidrogênio de uma celulose TCF de Pinus Taeda.

Foram usadas bentonitas sódicas sintéticas. Uma substituição de 50% de DPTA por bentonita resultou em celuloses com alvura equivalente a da amostra com 100% DPTA, e em economias de 20% de peróxido de hidrogênio em relação ao consumo de peróxido com 100% de uso de DPTA.

Uma vantagem adicional seria a eficiência da adsorção e floculação da bentonita no tratamento de efluentes.



**Foi feito também um estudo para a adsorção de pitch em fábricas de pasta TMP de Pinus taeda.**

**A bentonita sódica e a bentonita sódica sintética avaliadas tiveram uma eficácia excepcional na adsorção do pitch.**



**Outra aplicação da capacidade de troca catiônica Das bentonitas e da sua adsorção de compostos orgânicos e resíduos é na polpação e branqueamento de papel reciclado para a fabricação de celulose tissue branqueada.**



**Ela pode ser aplicada no pulper para remoção de impurezas, aplicada antes da depuração, para diminuição de stickies e também antes do branqueamento, para economia de peróxido de hidrogênio e de silicato de sódio, além da diminuição de stickies.**

**Os resultados de laboratório foram confirmados na fábrica.**



**O sistema de fabricação tornou-se mais estável com o uso da bentonita.**

**A qualidade da água branca também melhorou com a adição do mineral.**

**Notou-se um aumento importante na maciez do papel em decorrência do presença das placas finas de bentonita adsorvidas pela celulose na superfície da folha.**

**Uma fábrica está usando bentonita em seu sistema desde 2004.**



**Em outra aplicação piloto em uma fábrica de papel tissue com reciclado foram registradas economias de 20% no consumo de peróxido no branqueamento e uma redução de até 48% no conteúdo de stickies com o uso de uma bentonita sódica sintética.**

**Nêsse caso a bentonita era aplicada apenas no pulper.**



As bentonitas podem adsorver o pitch dissolvido nas várias partes do sistema de fabricação de celulose. É muito pitch.



**Para cada 1.000 toneladas de madeira ocorrem nos circuitos da fábrica pelo menos 30 toneladas de pitch, só proveniente da madeira.**

Quando o pitch está na forma catiônica, sais orgânicos dos extrativos, o pitch é adsorvido pela bentonita por troca catiônica e quando o pitch está na forma hidrofóbica, ele é adsorvido pela face hidrofóbica das bentonitas.



**As bentonitas podem ser consideradas para eliminação do pitch no branqueamento de celulose sulfato.**



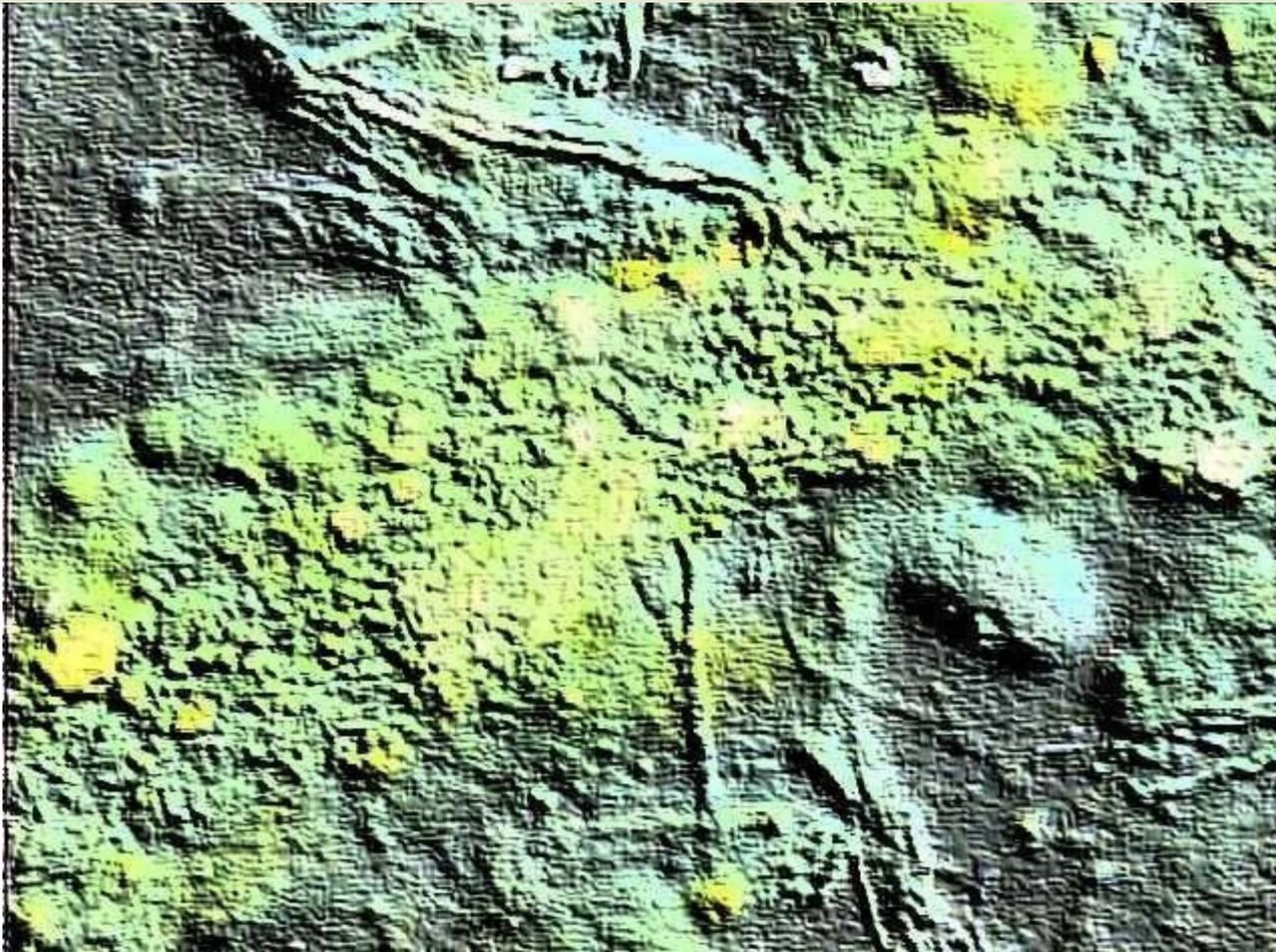
**As bentonitas tem placas muito finas.**

**Uma pequena quantidade é suficiente para recobrir o pitch existente nos elementos de vasos e de raios do eucalipto, por exemplo.**

**A bentonita residual floculará com o material em suspensão e facilitará a drenagem da celulose.**

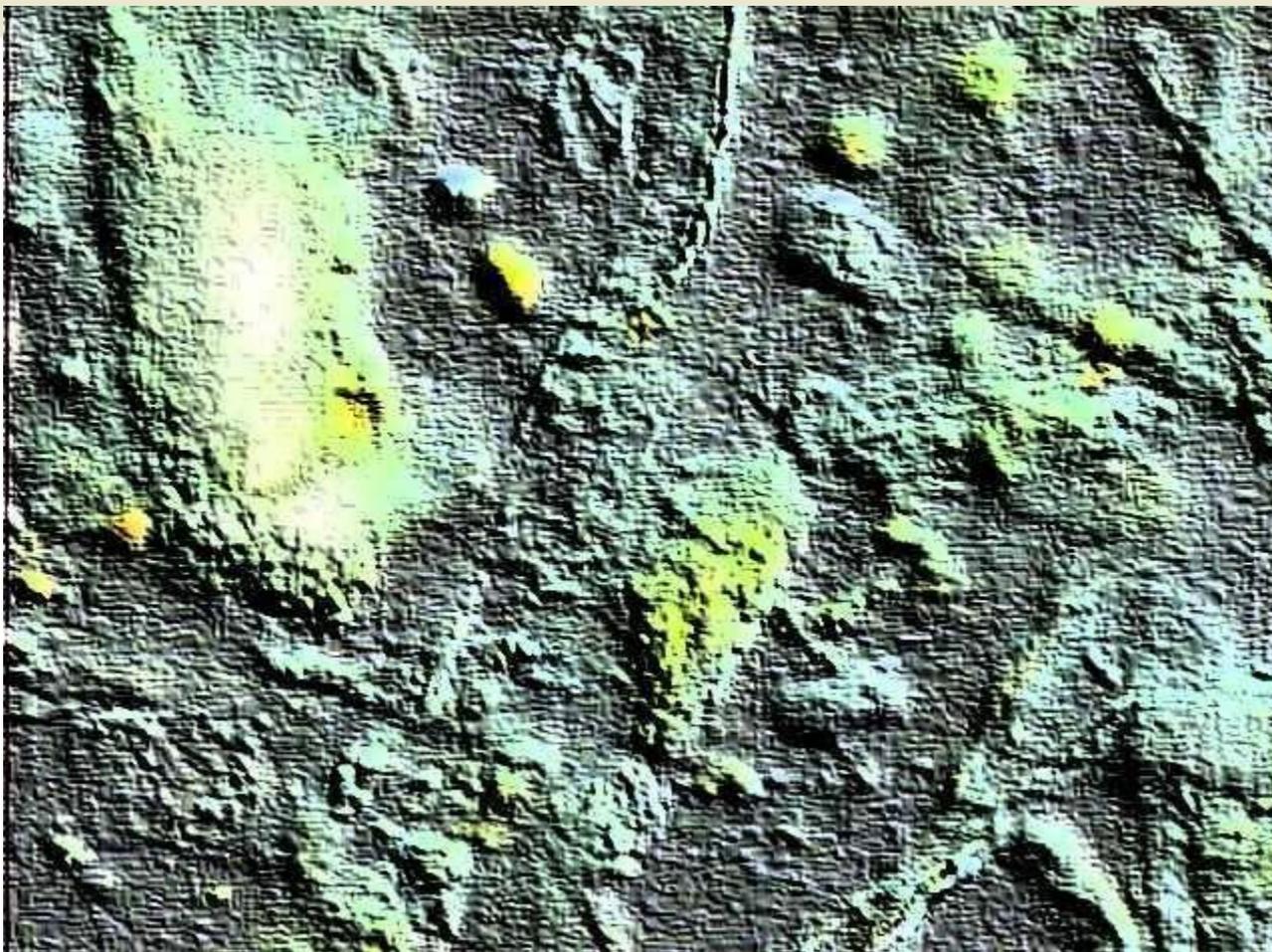
**Deverá haver uma diminuição de COD antes do branqueamento e a consequente economia de reagentes.**





**Elemento de vaso de celulose sulfato não branqueada de eucalipto após tratamento com agitação em com lixívia preta da lavagem e 0,5% de bentonita sódica sintética durante 10 minutos a pH 5. A bentonita, em amarelo, ficou retida pelo pitch que está acumulado no elemento de vaso. Notar o pequeno tamanho das placas. Aumento 1000 x  
Experimento executado na Universidade Federal de Viçosa.**





**Elementos de vaso de celulose sulfato não branqueada de eucalipto após tratamento com agitação em com lixívia preta da lavagem e 0,5% de bentonita sódica sintética durante 10 minutos a pH 5. A bentonita, em amarelo, ficou retida pelo pitch que está acumulado nos elementos de vaso. Um dos elementos de vaso contém mais pitch do que o outro. As fibras não contém pitch. Notar o pequeno tamanho das placas de bentonita. Aumento: 1000 x. Experimento executado na Universidade Federal de Viçosa.**



Foram feitos alguns experimentos para verificação da capacidade de adsorção das bentonitas do pitch coloidal da lixívia negra de cozimentos sulfato de eucaliptus e de pinho de algumas fábricas de celulose e papel brasileiras.

Foi analisado o desempenho de uma bentonita sódica, de algumas bentonitas sódicas sintéticas, de algumas bentonitas cálcicas, e de algumas bentonitas modificadas.

O procedimento padrão consistiu em determinar o teor de pitch coloidal na lixívia original, tratar a lixívia com uma proporção adequada de bentonita e depois avaliar novamente o pitch coloidal residual.

A avaliação foi feita de acordo com a norma TAPPI Useful Method G. 12U.



**As bentonitas foram eficazes na adsorção do pitch coloidal da lixívia negra de cozimentos sulfato de eucalipto e de pinho.**

**A quantidade ideal de bentonita necessária para a eliminação do material coloidal depende da origem da madeira e do processo de cozimento.**



**O mecanismo de adsorção do pitch dos cozimentos sulfato e do branqueamento pelas bentonitas está em avaliação.**

**Uma vantagem paralela do processo é o aumento da velocidade de drenagem da celulose após o tratamento com bentonita.**



**A facilidade de troca iônica e formação de pontes com agentes catiônicos torna a bentonita um agente de floculação importante para a facilidade de desaguentamento e para a retenção de finos na formação da folha da celulose.**

**As lâminas de bentonita atuam como pontes entre os polímeros adsorvidos nas superfícies das fibras.**

**É uma outra aplicação para a espessura de camada nanométrica das placas de bentonita.**

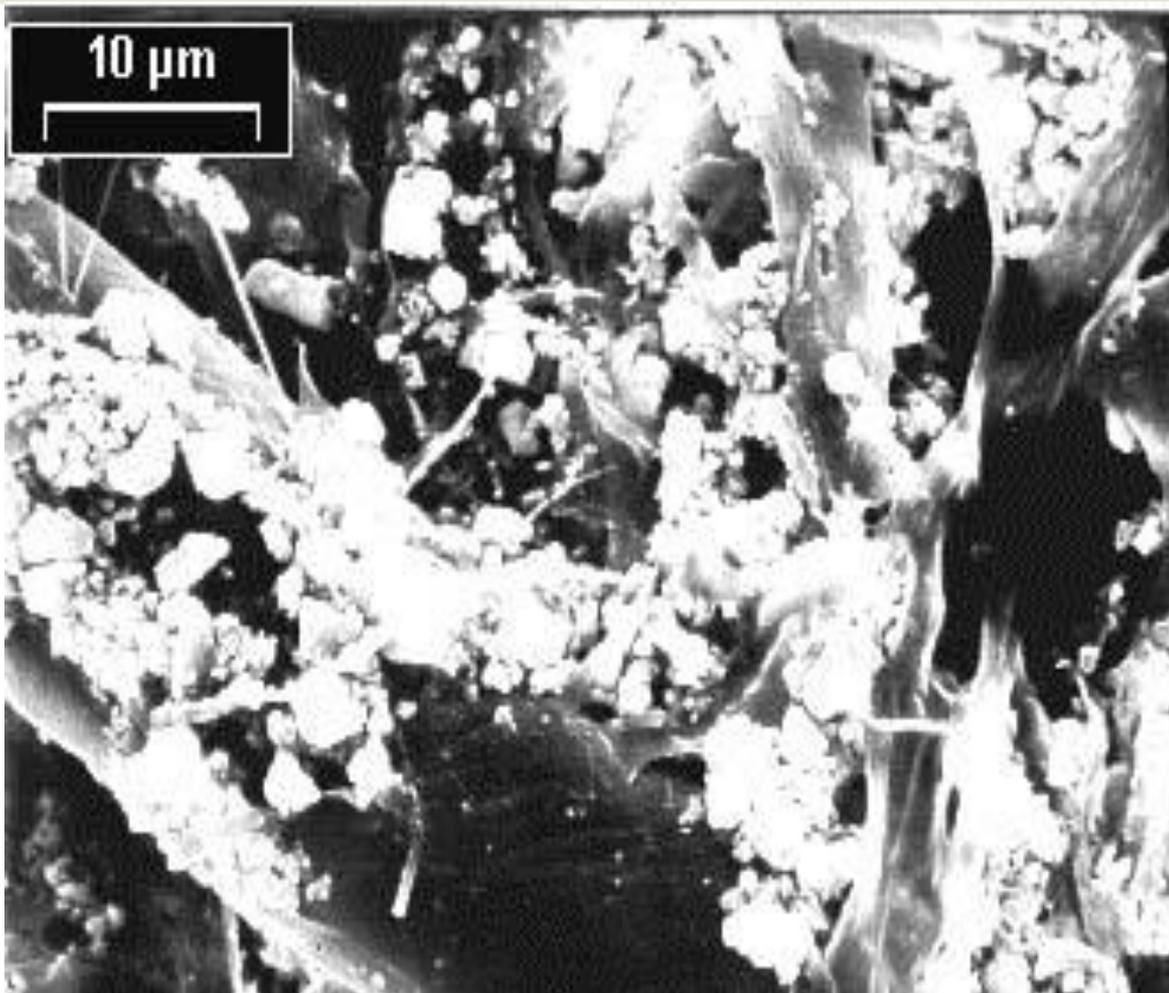
**As placas de bentonita são os agentes aniônicos. Entre os agentes catiônicos usados temos o amido catiônico e o CPAM.**



**As principais vantagens que os sistemas de retenção e drenagem que usam bentonita como agente mineral nanométrico são: capacidade de refloculação, desaguamento mais rápido e eficiente na tela e na prensa, maior porosidade e melhor qualidade de desempenho do papel formado, melhor qualidade da água da máquina.**

**Além disso o sistema torna-se estável, o polímero distribui-se uniformemente na superfície da fibra e o enchimento se distribue igualmente dentro da folha de papel .  
A qualidade da água da máquina melhora e diminui a incidência de pitch ao longo do sistema.**

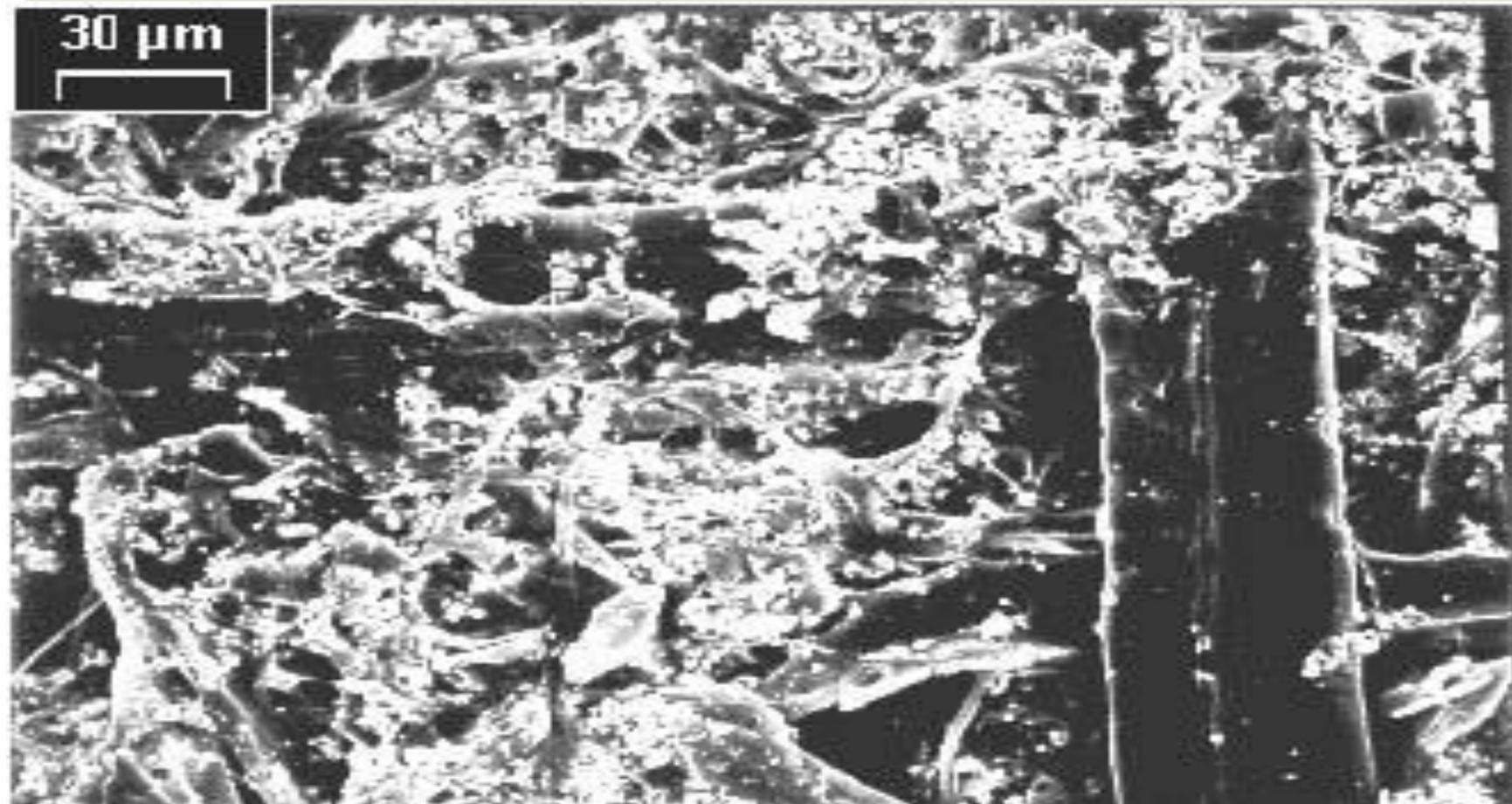




**Aspecto de flocculação de fibra de celulose sulfato de Pinus com bentonita e CPAM. Notar as pontes formadas pelo polímero catiônico com a bentonita, que se deposita sobre e entre as fibras (Peter Müller).**



30  $\mu\text{m}$



**Aspecto de floculação de fibra de celulose sulfato de Pinus com bentonita e CPAM. Notar as pontes formadas pelo polímero catiônico com a bentonita, que se deposita sobre e entre as fibras (Peter Müller).**



**As bentonitas são muito usadas para a adsorção de pitch, de extrativos e impurezas no processo de fabricação de papel e nos tratamentos de efluentes.**

**As bentonitas acidificadas são usadas na fabricação de papel copiativo pela sua finura e capacidade de adsorção de pigmentos**



**Devido também a finura de suas placas e as suas propriedades reológicas as bentonitas são usadas para recobrimento para papéis especiais.**

**As placas das bentonitas conferem uma grande lisura ao papel e a sua capacidade de adsorção de tinta impede o espalhamento, melhora a nitidez da imagem e proporciona uma economia de pigmento.**

**A porosidade e a opacidade do papel são aumentadas e a resistência do papel a umidade também aumenta.**



# Comparação do comportamento da bentonita e talco na adsorção de pitch e stickies



**Bentonitas e talcos são dois minerais do grupo dos filossilicatos de estruturas muito parecidas. O talco também é usado desde o século passado pela indústria de celulose e papel para a melhoria da qualidade de seus produtos e da performance dos seus equipamentos.**

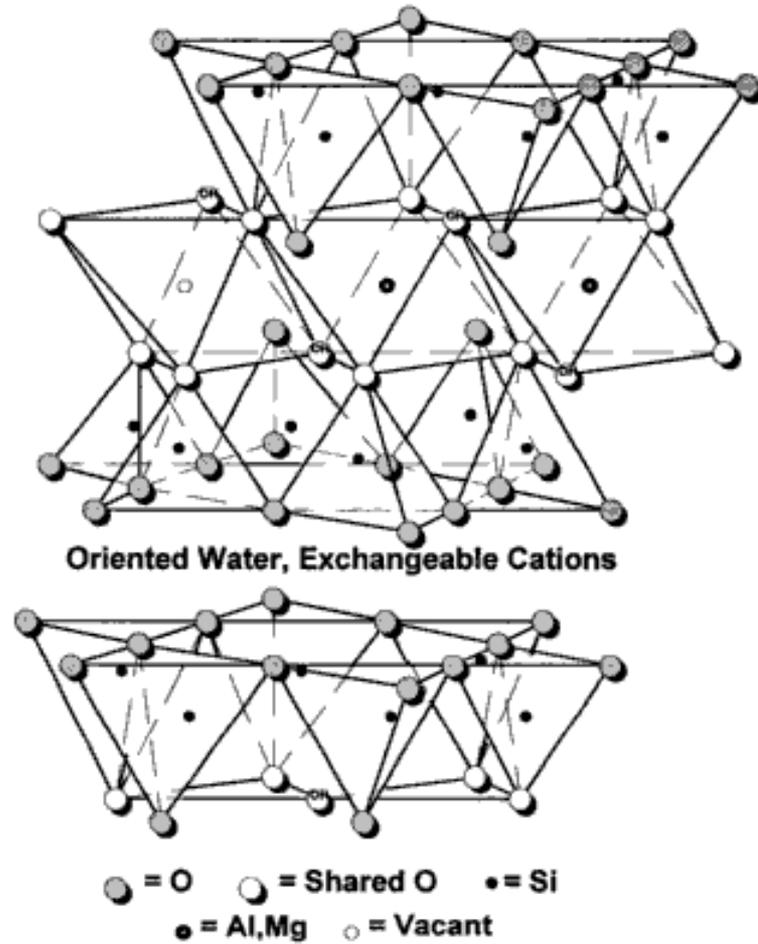




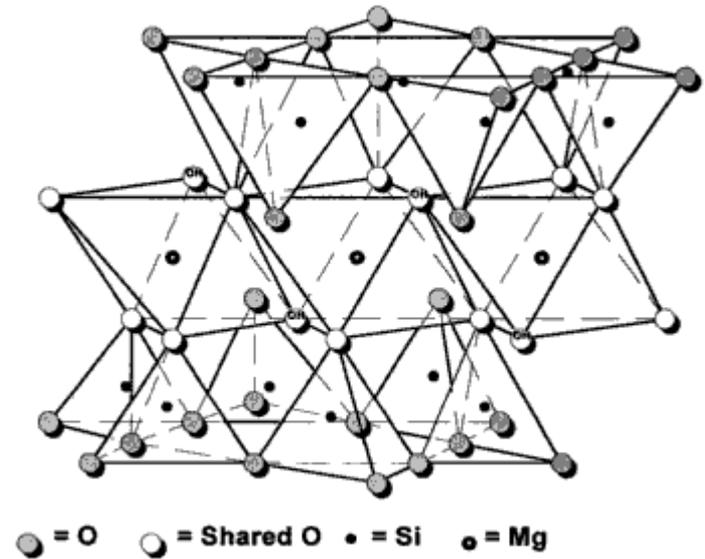
**ABTCP 2008**

41º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO  
INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL

41<sup>st</sup> PULP AND PAPER INTERNATIONAL CONGRESS & EXHIBITION

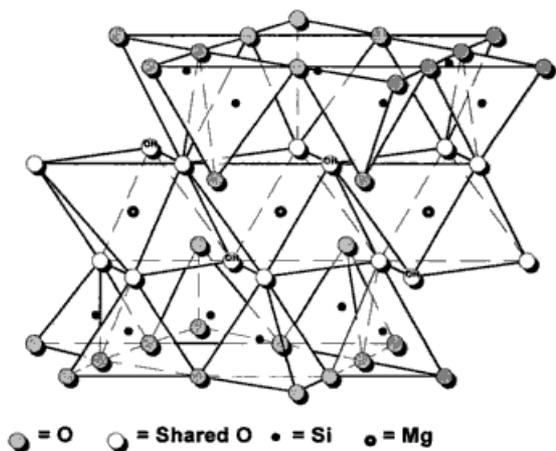


**Bentonita**

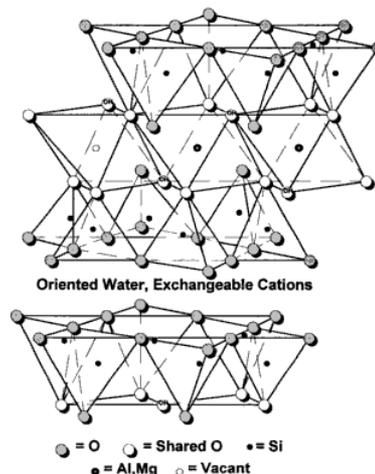


**Talco**





Talco



Bentonita

Os talcos tem uma estrutura cristalina semelhante a das bentonitas. Possuem uma sub camada tri-octaédrica, onde em vez de alumínio ( $Al^{+3}$ ) os octaedros são de magnésio ( $Mg^{2+}$ ). A estrutura é equilibrada e compacta e não existe água entre as várias camadas 2:1 ao longo do mineral. As duas sub camadas externas do talco são formadas de oxigênio ligados a silício. As cargas iônicas positivas e negativas da estrutura da lamela do talco são balanceadas. Os talcos apresentam características hidrofóbicas. As lâminas de talco são unidas por forças de Van der Waals fracas. O escorregamento entre as camadas e a sua delaminação são relativamente fáceis, e o talco é macio ao tato.



**As superfícies basais do talco são formadas de átomos de oxigênio sem cations, inteiramente compensados, ligados entre si por ligações de siloxano (ligações Si-O-Si). As arestas são formadas de MgOH, SiOH e outros átomos que possam estar presentes, Al<sub>3</sub>+, Fe<sub>3</sub>+.**

**Os átomos de oxigênio das superfícies basais podem doar pares de elétrons a uma base, e as superfícies das arestas podem se dissociar para doar prótons. A medida que o tamanho das partículas de talco diminui a proporção área base/ área aresta também diminui, e o talco vai passando de hidrofóbico a hidrofílico**



**Considera-se que o talco é naturalmente hidrofóbico e flutua na água devido aos gases que estão ocluídos em sua estrutura.**

**Se o talco for degasado entre 100-400°C ele passará a ter uma grande afinidade pela água, porque há várias hidroxilas presentes na camada octaédrica interior, que estarão apontando para fora através da cavidade da estrutura tetraédrica.**



**Pesquisadores compararam a adsorção de albumina, um composto hidrofóbico, pelo talco e pela bentonita sódica natural.**



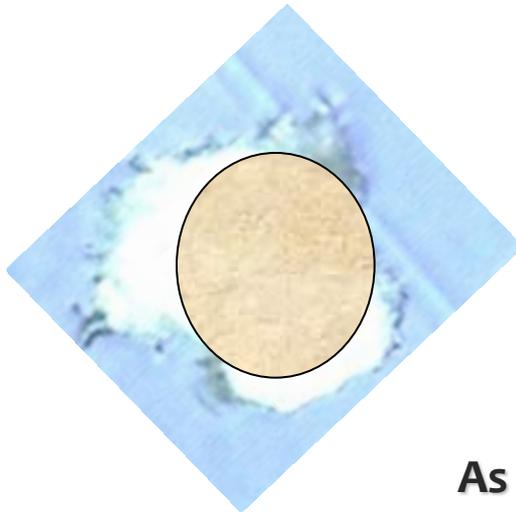
**O talco é o mais hidrofóbico: adsorveu 1,25 mg de albumina por m<sup>2</sup> de área basal do talco, enquanto que a bentonita sódica natural adsorveu 0,0155 mg de albumina por m<sup>2</sup> de área basal da bentonita.**

**Mas a área total da superfície basal do talco é de 2,75 m<sup>2</sup> por grama de talco, enquanto que a área total da superfície basal da bentonita delaminada é de 800 m<sup>2</sup> por grama de bentonita.**

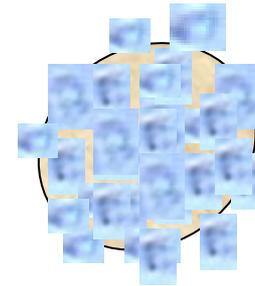
**Disso resulta que o talco adsorveu 3,4 mg de albumina por grama, enquanto que a bentonita absorveu quase quatro vezes mais: 12,3 mg de albumina por grama!**



## Talco e Pitch ou Stickie



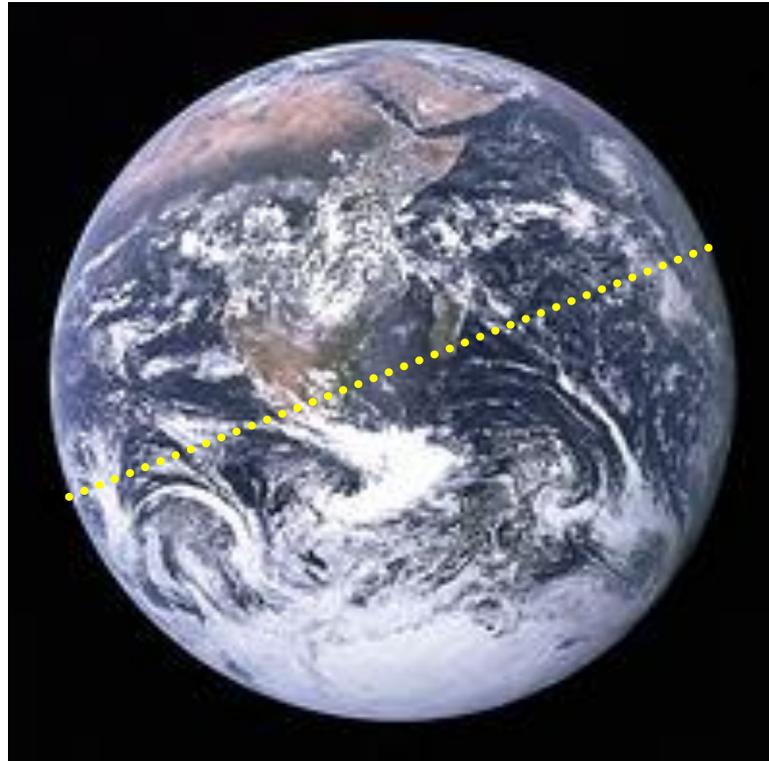
## Bentonita e Pitch ou Stickie



As formas de ação dos dois minerais diferem: enquanto o talco é rígido e retém as impurezas aderidas a sua superfície, a bentonita em lamelas é mais fina e mais numerosa e pode agir recobrando completamente o pitch, os stickies e as impurezas de um processo, retirando-as do processo por floculação.

Fotografias de talco e bentonita do microscópio eletrônico da Universidade de Viçosa





**As lamelas provenientes de 1 grama de bentonita,  
colocadas umas atrás das outras, podem dar a  
volta ao mundo!!**

