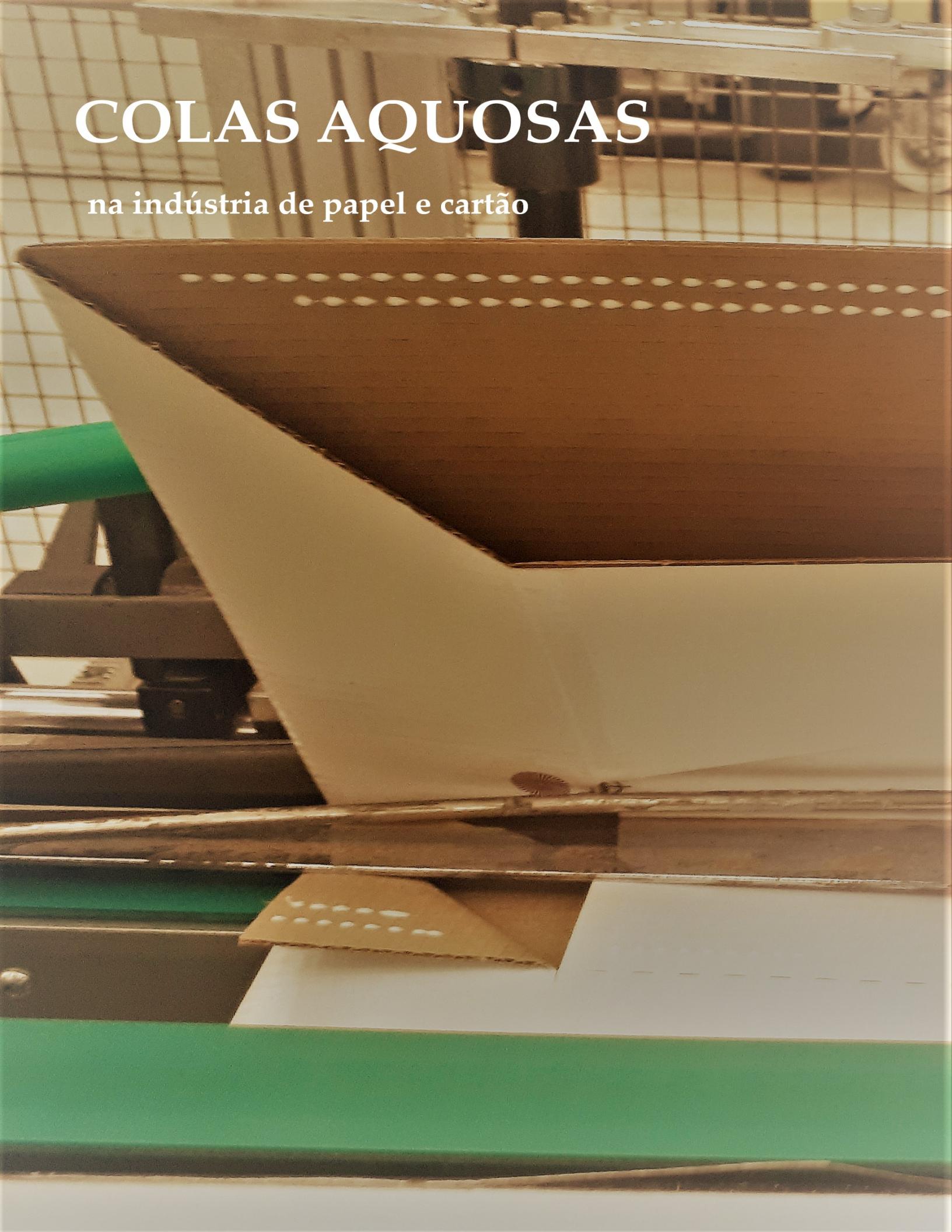


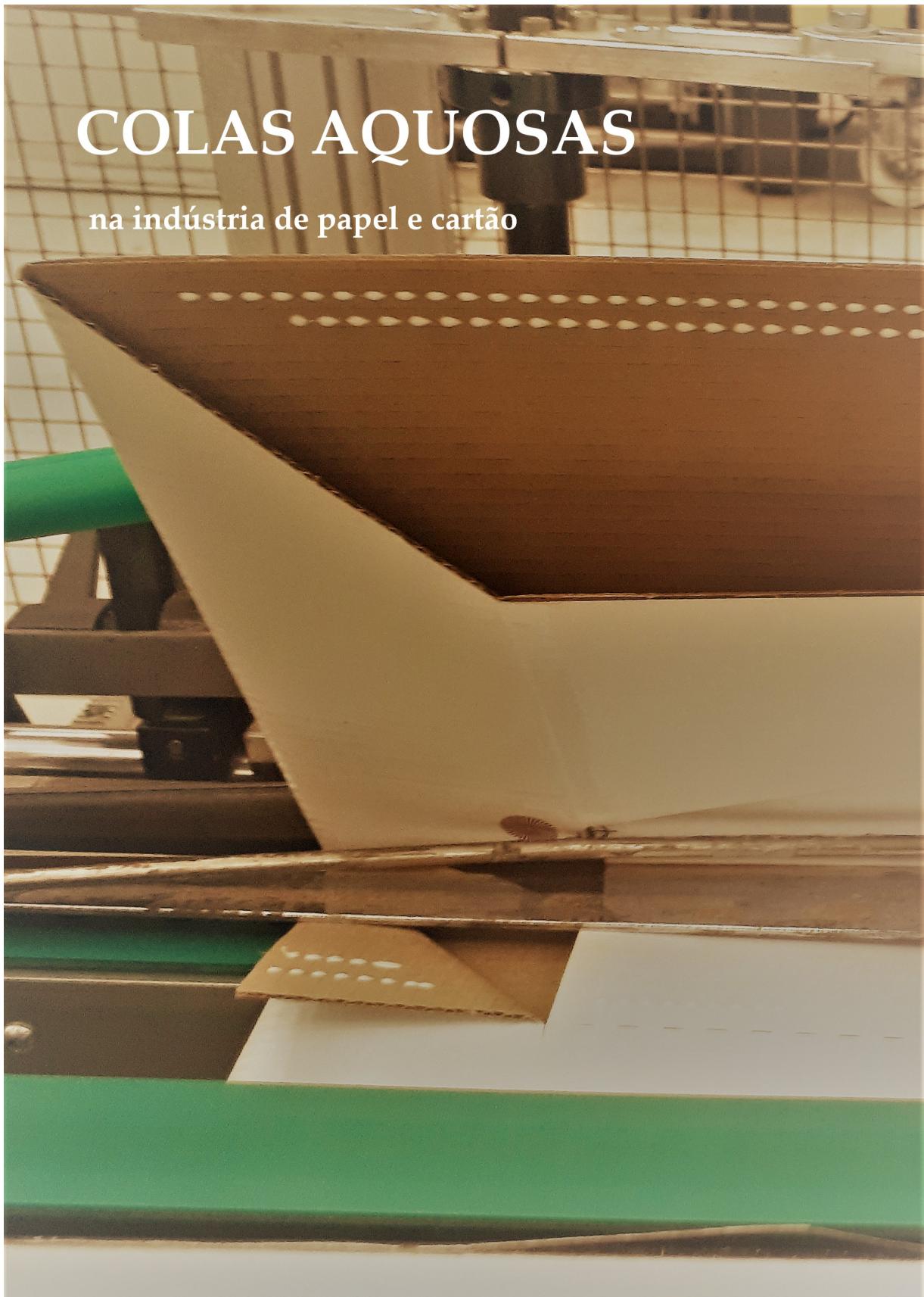
COLAS AQUOSAS

na indústria de papel e cartão



COLAS AQUOSAS

na indústria de papel e cartão



Introdução

Frequentemente organizamos, a pedido de clientes, pequenas ações de formação sobre as colas que lhes fornecemos para a fabricação de embalagens: caixas, sacos, envelopes, estojos e outras aplicações mais específicas.

Neste trabalho far-se-á um resumo dessas formações que ficará disponível a todos os que trabalham com colas industriais sejam operadores de máquina, controladores de qualidade, modeladores de embalagens ou simples curiosos.

Tentarei responder às questões que mais vezes me colocam, corrigir alguns mitos e principalmente esclarecer de que modo as colas podem influenciar o processo de fabrico e os erros mais comuns de utilização que devem ser evitados.

Finalmente, somente considerarei as colas de base aquosa porque são as maioritariamente utilizadas na indústria de transformação de papel e cartão.



Figura 1: Henkel - Fábrica de produção de colas aquosas de Zingónia, Itália

Conceitos básicos

Uma cola é uma substancia capaz de unir diferentes superfícies para formar materiais compostos e na industria de transformação do papel é uma componente chave em muitos processos industriais.

Apresento como exemplo as diferentes operações de colagem que ocorrem na produção de papel higiénico para uso doméstico:

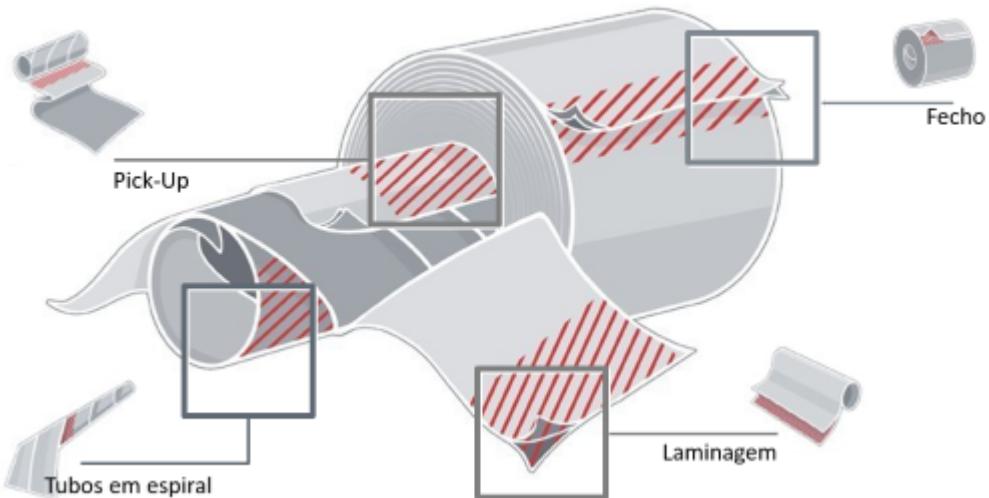


Figure 2: Detalhe das várias aplicações de colagem de um rolo de papel higiénico

- Fabrico do tubo de cartolina interior
- Arraste: para que o papel higiénico se enrole ao tubo de cartão é necessário de uma cola que fixe o principio do rolo ao tubo.
- Laminagem: a maioria dos papeis higiénicos são constituídos por varias folhas de papel colados ou gofrados entre si.
- Fecho: Para evitar o desenrolar do papel antes da embalagem, é aplicada uma cola que une a ultima folha à penúltima.

Cada uma destas colas obedece requisitos específicos sendo os mais curiosos as colas de fecho e de arraste. No processo de

aplicação pretende-se que apresentem uma adesividade elevada de ação quase imediata e que depois de secas, quando o consumidor final usa o papel higiénico, apresentam uma força de colagem mínima permitindo que a descolagem se faça rasgando o mínimo papel possível, idealmente nenhum.



Figura 3: Zona do pick-up e fecho de uma máquina Sincro da Fabio Perini, líder de mercado de máquinas para a industria do papel tissue.



Figura 4: Saída dos rolos de papel higiênico da cortadora, ultima operação antes da embalagem.

Classificação de acordo com o processo de colagem

Para garantir uma colagem é necessário que as colas humectem corretamente os substratos a colar, recobrindo o mais possível as irregularidades superficiais e apresentando alguma capacidade de penetração no interior dos substratos. Por esta razão, as colas devem ser líquidas no momento em que são aplicadas evoluindo para um estado sólido durante o processo de colagem, o que implica que a cola aplicada no estado líquido solidifique. A solidificação pode ocorrer por processos físicos ou químicos.

Quando ocorre por processos químicos implica que durante o processo de colagem ocorra uma reação química. As colas podem ser formadas por dois componentes que reagem entre si

(normalmente referidos como base + endurecedor) ou em alternativa, cola mono-componente em que a reação vai ocorrer com outro produto presente nos substratos ou no meio ambiente (por exemplo, existem colas de poliuretano mono-componente que reagem com a humidade , necessitando que esta exista para que a cura da cola ocorra). Para alem das colas de poliuretano, a solidificação das colas à base de resinas epóxi ou de cianocrilatos (cola instantânea) também ocorre através de reações químicas.

Quando a solidificação é conseguida através de processos físicos existem duas alternativas mais comuns: por eliminação do solvente ou por arrefecimento.

No caso das colas de base aquosa o solvente é a agua e o processo de secagem da cola acontece principalmente por absorção da água pelos substratos que têm que ser porosos, como é o caso do papel e do cartão.

Em outros casos, por exemplo, no caso das colas de contacto. A cola é aplicada nos dois substratos a colar e previamente à junção das duas superfícies é deixada ao ar para secar por evaporação dos solventes, normalmente orgânicos e voláteis.

Um processo diferente de conseguir que as colas sejam líquidas no momento de aplicação é usar matérias-primas termoplásticas que fundem por ação do calor. Neste caso, as colas são aplicadas no estado líquido por a temperatura de aplicação ser superior à temperatura de fusão e a solidificação ocorre por arrefecimento da cola - colas termofusíveis (vulgarmente conhecidas como "hotmelts" do termo inglês).

O que são colas aquosas?

As colas aquosas são solúveis ou emulsões de polímeros naturais ou sintéticos em agua. Um polímero é uma molécula constituída por

unidades que se repetem um elevado numero de vezes (monómeros).

Há polímeros que são solúveis em agua e podemos obter colas pela sua simples dissolução aquosa e outros que são insolúveis e nesses casos é necessário fazer uma emulsão desses polímeros em água.

As soluções de polímeros são parecidas com agua açucarada enquanto um exemplo comum de emulsão é a maionese em que se mistura ovos com azeite que não sendo solúveis entre si obriga a um processo de emulsificação.

Entre 40 e 60 % da formulação das colas aquosas é água que terá que ser retirada da cola durante o processo de colagem. Não sendo volátil como muitos solventes orgânicos a eliminação da agua ocorre por absorção dos substratos e em muito menor grau por evaporação. Este facto exige que pelo menos um dos substratos a colar seja absorvente ou poroso.

A junta de colagem formada por este tipo de colas é feita por ação mecânica (aproveitando as irregularidades superficiais dos substratos) e em alguns casos, por adesão específica. A resistência de uma junta de colagem depende de existir uma boa adesão em a cola e o substrato a colar (interface) e da própria coesão da película de cola. Uma adesão fraca de um material implica que é bastante fácil dividir a matéria desse material. No caso de uma cola, uma falha de coesão ocorre quando parte o filme de cola se divide ficando parte aderida a um substrato e a outra parte ao outro substrato.

Quando se avalia a qualidade de uma colagem idealmente a rotura observada deve ser do substrato mais fácil e não se devem observar nem falhas de adesão (descolagem de um dos substratos) nem de coesão (separação do filme de cola). Na colagem de papel e de cartão deve sempre observar-se rasgamento com rotura de fibras.

Resistência da colagem

O processo de colagem tem uma contribuição mecânica e outra devida às características físico- químicas da superfície dos materiais a colar.

O processo mecânico é mais fácil de reconhecer macroscopicamente. Começa por exigir um bom espalhamento da cola em toda a superfície do material a colar para garantir que não existem zonas sem cola. É mais fácil conseguir um espalhamento uniforme de líquidos do que de pastas ou de sólidos fazendo que seja este o estado físico das colas no momento de aplicação.

No caso de substratos absorventes ou irregulares é importante que a cola penetre nas irregularidades e nos poros, o que garante uma ancoragem superior entre a cola e o substrato. As forças internas da cola e dos substratos também contribuem para a resistência mecânica da colagem.

Para além de fatores mecânicos existem também fenómenos físicos resultantes da interação entre a polaridade de partículas. Sendo a água, o solvente das colas aquosas, uma substância polar, as colas aquosas aderem com muito mais facilidade sobre materiais polares (como o papel, o cartão) do que sobre materiais apolares (por exemplo, filmes de polietileno ou de polipropileno).

Um fator fundamental a ter em conta quando se analisa a resistência de uma junta de colagem é que esta é sempre determinada pelo elo mais fraco que pode ser qualquer um dos seguintes:

- Resistência interna de qualquer um dos substratos (papeis com elevada percentagem de cargas e de fibras recicladas apresentam uma resistência interna muito inferior a papeis kraft)
- Possibilidade de delaminagem de revestimentos superficiais (camadas superficiais de cargas usadas para melhorar as propriedades de impressão podem destacar-se com demasiada facilidade da camada de fibras interior)

- Adesão fraca entre um verniz o substrato a colar
- Força de adesão entre a cola e o substrato
- Coesão interna da cola

Quando se observa uma falha na colagem deve sempre identificarse o tipo de falha: adesiva (a cola não adere ao substrato), coesiva (ocorre separação interna da cola) ou do substrato (delaminagem ou rotura interna).

Como funcionam as colas

Para que se forme uma ligação é necessário de ocorra uma combinação de fatores mecânicos e físico-químicos que ocorrem nas seguintes etapas:

- A cola é aplicada em quantidade suficiente num ou em ambos os substratos
- Flui e humecta completamente as superfícies dos substratos
- No caso de papeis ou cartões, penetra nas fibras interiores podendo estabelecer ligações
- Finalmente solidifica, fazendo com que aumente progressivamente a resistência interna e que finalmente ocorra uma ligação (colagem)
Em simultâneo com estas etapas sobre a junta de colagem deve ser aplicada uma pressão suficiente para garantir um bom contacto entre a cola e os dois substratos.

Colas aquosas: Definições

Emulsão: Dispersão ou suspensão de partículas solidas insolúveis em agua

Solução: Coloidal ou real de matéria solida em agua ou em outros solventes

Viscosidade: Resistência de um fluido ao movimento. Tipicamente medido a 23°C e bastante influenciado pela temperatura.

Sólidos: Percentagem de material sólido remanescente depois de evaporação da agua. Normalmente medida após 30 minutos a 125°C.

pH: Medida da acidez ou da alcalinidade numa escala empírica que varia entre 1 e 14, sendo 7 o valor neutro.

Densidade: O peso (em kg) por cada litro de cola. Quase todas as colas aquosas são comercializadas por kg, mas a utilização é feita por volume (litros).

Adesividade em húmido: Pegajosidade relativa da cola no estado húmido.

Velocidade de presa: Velocidade a que uma cola aumenta a sua adesividade consoante vai secando.

Velocidade de secagem: Estando baixo pressão, o tempo necessário para obter rotura de fibras (ou seja, a junta de colagem fica mais resistente que o substrato).

Tempo aberto: Estando exposto ao ar, o tempo que o filme de cola mantém a capacidade para colar dois substratos antes de ficar demasiado seca.

"Hold-up": Propriedade de uma cola se manter à superfície do substrato sem penetrar no seu interior. Crítico quando estão envolvidos substratos muito porosos.

Humectação: Capacidade de uma cola de humectar a superfície dependente da reologia da cola e da tensão superficial dos substratos.

Maquinabilidade: Termo genérico que traduz o bom funcionamento de uma cola em máquina, por exemplo, não apresentando problemas de sujidade ou falhas de funcionamento a altas velocidades de trabalho.

Filmificação: Resistência de uma cola no estado húmido a esforços de corte horizontais.

Efeito plano: Não encurvamento do papel depois da aplicação de cola em uma das suas faces. Crítico em algumas aplicações (envelopes).

Laminagem: Colagem de dois ou mais substratos entre si com um filme continuo de cola em toda a área.

Reologia: Ciência que estuda a reação de um fluido a esforços mecânicos que se podem classificar como tixotrópicos (redução da viscosidade com esforços mais fortes), newtonianos (viscosidade estável) e dilatantes (a viscosidade aumenta).

Propriedades físicas

As propriedades físicas fundamentais de uma cola aquosa e que apresentam mais impacto nas suas utilizações são a viscosidade e o teor de sólidos. A viscosidade é normalmente medida a 20°C ou a 25°C utilizando vários instrumentos de medida:

- Brookfield (mais vulgar)

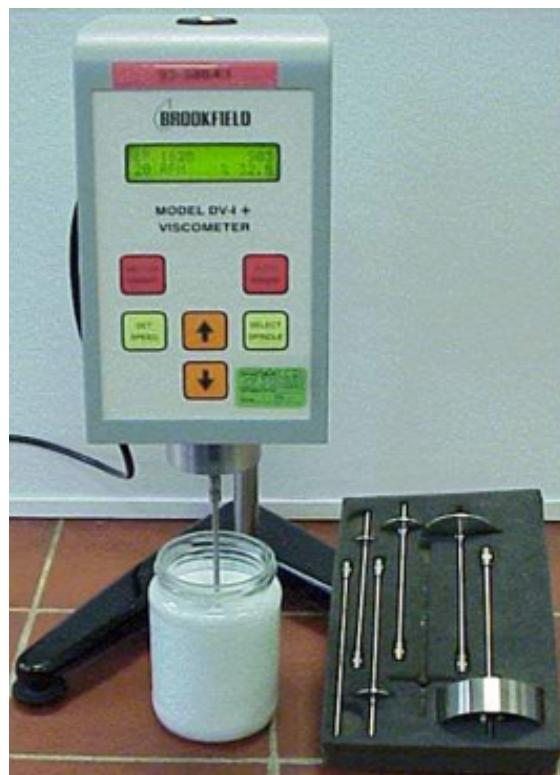


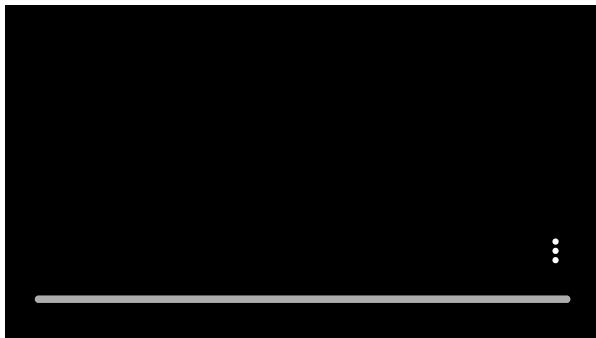
Figura 5: Processo de medição da viscosidade usando um viscosímetro Brookfield. Ao lado, as diferentes hastas usadas na medição que variam na dimensão, sendo as mais pequenas para fluidos espessos e as maiores para líquidos semelhantes à água.

- Stormer (utilizado para derivados de amido)



Figura 6: O viscosímetro Stormer ideal para produtos à base de amidos de milho, trigo ou batata.

- Copo Ford (fácil medição do tempo de queda através de um orifício)



Não sendo uma grandeza absoluta, o valor da viscosidade varia com as condições de medição e com o instrumento de medida.

A outra propriedade fundamental é a Percentagem de Sólidos que pode ser medida por vários métodos alternativos:

- Em estufa (30 minutos a 125°C)
- Refratómetro (utilizável somente para soluções)
- Micro-ondas, Brix, Cenco

Outras propriedades físicas importantes na caracterização das colas aquosas são:

pH: medido através de um medidor de pH que usa um elétrodo

Densidade: usa-se um picnómetro para garantir um volume exato que posteriormente é pesado.

Viscosidade

A viscosidade é uma medição da resistência de um fluido que é deformado ou por esforços de corte ou de tensão e pode ser avaliada pela relativa fluidez ou estrutura pastosa desse fluido. É medida em mPas, que coincide exatamente com a unidade anteriormente utilizada cP (centiPoise): 1 mPas = 1 cP.

A viscosidade de uma cola deve adaptar-se ao sistema de aplicação em que vai ser utilizado. Por exemplo:

Injetores elétricos: 300 - 1500 mPas

Injetores pneumáticos: 1500 - 3000 mPas

Rolo: 2000 - 10000 mPas

Etiquetado mecânico aplicadores verticais: > 40000 mPas

Rolos com depósito invertido: > 100000 mPas

As colas de baixa viscosidade garantem uma boa humectação e uma boa penetração nos poros e nas fibras do papel o que origina resistências de colagem superiores mas podem também provocar dificuldades de aplicação em superfícies verticais por escorramento da cola e em alguns casos uma excessiva penetração de cola no interior dos substratos pode originar falhas de colagem por ausência de cola suficiente à superfície - que é a que vai permitir a colagem com o outro substrato.

Por outro lado, as colas de alta viscosidade (pastosas) podem apresentar humectação insuficiente com baixa penetração nos substratos e inclusive zonas sem cola por falhas no espalhamento. A estrutura pastosa é vantajosa em aplicações verticais e com substratos com excessiva capacidade de absorção ou elevada porosidade.

Tabela 1: Viscosidade de produtos comuns (em mPas medidas a 22°C)

Produto	Viscosidade
Acetona	0,3
Toluol	0,6
Água	1
Terebentina	1
Leite	3
Óleo Milho	72
Óleo linhaça	64
Xarope de Ácer	144
Melaço	800
Óleo castor	1000
Mel	3000
Tinta litográfica	45000
Ketchup	50000
Mostarda amarela	70000
Xarope Óleo Milho a 20 %	110000
Pasta tomate	190000
Manteiga de amendoim	250000
Maionese	250000

A viscosidade varia com a temperatura das colas aquosas varia com a temperatura como se mostra no gráfico da imagem:

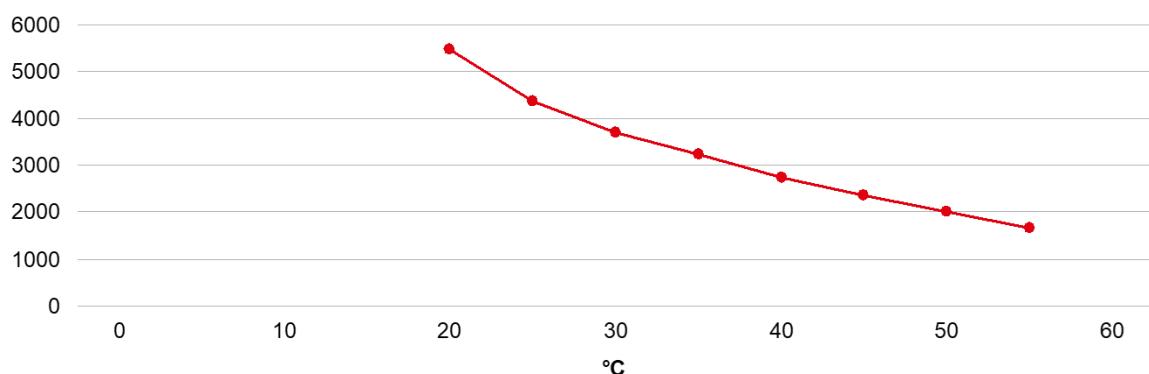


Figura 6: Variação da viscosidade com a temperatura.

Sólidos

No caso das colas aquosas, a percentagem de sólidos, também referida como matéria-seca ou conteúdo em sólidos, corresponde à quantidade de material que fica depois da evaporação da água. As colas sintéticas apresentam percentagens de sólidos próximas de 50 % e é importante salientar que não existe uma relação direta entre a viscosidade e a percentagem de sólidos. Existem colas com viscosidades inferiores a 300 mPas que apresentam sólidos superiores a 60%.

Questionário Revisão

Perguntas

1- A viscosidade de um líquido pode ser medida usando diferentes unidades, nomeadamente mPas e cP. Qual é a relação entre as duas unidades ?

- 1 mPas = 10 cP
 - 1 mPas = 1 cP
 - 1 mPas = 0,1 cP
-

2- Qual é o valor de pH característico dos produtos corrosivos ?

- só inferior a 2
 - só superior a 10
 - inferior a 2 ou superior a 10
-

3- Se diluir uma cola com 5 % de água, de que modo varia o conteúdo em sólidos ?

- não se altera
 - diminui também 5%
 - diminui apenas 2,5%
-

4- Diluindo uma cola com água a viscosidade vai...

- aumentar
 - diminuir
 - não se altera
-

5- Uma cola com matéria-seca baixa apresentará também uma baixa viscosidade?

- não necessariamente, as suas propriedades não estão diretamente relacionadas
- sempre
- nunca

Confirma o número de respostas certas

Resultados

Soluções e comentários: [aqui](#)

Desempenho da cola durante a aplicação

As principais propriedades que permitem analisar o desempenho de uma cola no processo de aplicação com as colas ainda no estado líquido são: adesividade em húmido, presa, facilidade de formação de filme, reologia, tempo de presa, tempo aberto, "hold-out" e capacidade de humectação.

Adesividade em húmido

A adesividade em húmido corresponde ao nível de pegajosidade típica, por exemplo, de materiais resinosos como resina de pinheiro. No caso de colas sintéticas, esta adesividade apesar de ser inferior é bastante importante porque contribui para manter os dois substratos unidos quando não se exerce pressão na junta de colagem. Na prática, é a capacidade que algumas colas apresentam de manter uma ligação imediata logo depois da aplicação. A adesividade em húmido está também relacionada com a força de coesão de uma cola durante o processo de secagem (que ocorre principalmente por absorção da água pelos substratos e também, mas em menor escala, por evaporação).

Reologia

A reologia estuda a influencia o efeito de esforços de corte sobre a viscosidade. Os sistemas de aplicação das colas industriais em máquinas de alta velocidade, implicam bombagem, extrusão, injeção, passagem por segmentos ou por rolos, aplicando-se sobre elas pressões mais ou menos elevadas e esforços mecânicos variáveis. O estudo reológico de uma cola, permite verificar de que

modo a sua estrutura resiste a estes esforços e são sobretudo importantes na fase de desenvolvimento. Em sistemas adesivos mais complexos habituais na indústria automóvel ou aeroespacial um controle reológico pode fazer parte dos controles de controle de qualidade de rotina. Dependendo do modo como a viscosidade varia com os esforços de corte aplicados, os fluidos podem ser classificados como newtonianos se a viscosidade se mantém estável, pseudoplásticos ou tixotrópicos se a viscosidade diminui ou dilatantes ou reopécticos se aumenta. A água é um fluido newtoniano e o ketchup é tixotrópico (agitando-o fica mais fluido), as claras de ovo quando batidas podem ser dadas como um exemplo visual do que seria um fluido reopéctico.

Velocidade de presa

O processo de secagem das colas aquosas não é imediato e implica normalmente um estágio de prensagem em que os dois substratos são mantidos unidos enquanto a água é absorvida e o teor de sólidos da junta de colagem. A velocidade de presa mede o tempo necessário para a cola ser suficientemente coesiva para ocorra rompimento de fibras (rasgamento) quando os substratos são separados.

Tempo aberto

As colas aquosas são sempre aplicadas apenas num dos substratos sendo o segundo substrato adicionado posteriormente. Logo que a cola é aplicada no primeiro substrato inicia-se o processo de absorção da água pelas fibras e a cola vai ficando cada vez mais concentrada, existindo um limite de tempo a partir do qual já não terá capacidade de colagem sobre o segundo substrato. O tempo aberto corresponde a este período de tempo durante o qual a cola mantém a sua capacidade de colagem. O tempo aberto depende da formulação de cada cola. Percentagens de sólidos mais elevadas reduzem o tempo de secagem e também o tempo aberto. Nas

aplicações que necessitam tempos abertos alargados são utilizados aditivos que absorvem humidade e desta forma alargam o tempo aberto. Existem outros fatores que influenciam o tempo aberto, nomeadamente: - Quantidade de cola aplicada - Capacidade de absorção de água pelo substrato (Índice de Cobb) - Humididade relativa do substrato - Forma de aplicação: ponteado, cordão ou revestimento total - Temperatura ambiente e temperaturas dos substratos

Humectação

A humectação é a capacidade de um líquido de fluir sobre uma superfície espalhando-se uniformemente e depende das propriedades reológicas do fluido e das tensões superficiais da cola e dos substratos. O processo de humectação pela viscosidade das colas, sendo facilitado por superfícies de baixa rugosidade e por colas de baixa viscosidade. Para além de fatores mecânicos, a humectação é bastante dependente das propriedades tensioativas dos substratos e das colas, sendo fundamental ter em conta conceitos de molhagem e de ângulos de contacto. Quando uma gota de líquido é aplicada numa superfície, a gota pode expandir-se mais ou menos dependendo da compatibilidade físico-química dos dois materiais e dando origem a diferentes ângulos de contacto (180° no caso de incompatibilidade e inferiores a 30° na situação de substancias da mesma natureza).

Máquinas e Aplicações

Fabrico de Caixas com uma Bobst Alpina

O fabrico de caixas pode ser feito em máquinas de várias marcas, mas a líder de mercado é indiscutivelmente a Bobst que comercializa vários modelos pensadas para níveis diferentes de exigências. De seguida apresenta-se um vídeo utilizado numa formação da Bobst em New Jersey.

[Para ver vídeo no YouTube](#)

Fabrico de Envelopes

Há alguns anos atrás,a produção de envelopes era uma das aplicações mais importantes em termos de volume.Com a crescente utilização do e-mail e das mensagens a utilização de envelopes para correio pessoal foi-se reduzindo continua e drasticamente. A nível comercial a tendência de substituição de documentos físicos por eletrónicos é semelhante. A produção de envelopes vê-se assim reduzida a nichos de mercado. No próximo vídeo, apresenta-se a descrição de uma máquina da W+D para produção de envelopes a alta velocidade.



W+D 320 BE

The perfect solution for commercial
printers, direct mailers, online printers
and envelope distribution businesses

A Explosão dos Sacos de Papel

Se há um produto que representa o oposto absoluto da evolução ocorrida nos últimos anos com os envelopes é a produção de sacos de papel. Desde sacos de papel até sacos de boutique passando mais recentemente para a substituição dos sacos de plástico para supermercados. No próximo vídeo da Curioni é descrita uma máquina que produz sacos de asa de cordão.

[Para ver vídeo no YouTube](#)

E Assim se Fabrica o Papel...

E como o nosso tema é colas aquosas para a produção de embalagens de papel e cartão nada melhor que terminar a nossa apresentação com um vídeo que descreve a produção de papel.

[Para ver vídeo no YouTube](#)

Soluções e Comentários

Capítulo Propriedades Físicas

Pergunta 1: A viscosidade de um líquido pode ser medida usando diferentes unidades, nomeadamente mPas e cP. Qual é a relação que existe entre as duas unidades ?

Solução: $1\text{mPas} = 1\text{ cP}$, Apesar das unidades terem nomes diferentes representam a mesma grandeza física.

...

[VOLTAR ATRÁS](#)

Capítulo Conceitos Básicos

Capítulo Propriedades Físicas

Capítulo Desempenho Durante a Aplicação

Capítulo Máquinas e Aplicações"

Table of Contents

[Introdução](#)

[Conceitos básicos](#)

[Classificação de acordo com o processo de colagem](#)

[O que são colas aquosas?](#)

[Resistência da colagem](#)

[Como funcionam as colas](#)

[Colas aquosas: Definições](#)

[Propriedades físicas](#)

[Viscosidade](#)

[Sólidos](#)

[Questionário Revisão](#)

[Perguntas](#)

[Resultados](#)

[Desempenho da cola durante a aplicação](#)

[Adesividade em húmido](#)

[Reologia](#)

[Velocidade de presa](#)

[Tempo aberto](#)

[Humectação](#)

[Máquinas e Aplicações](#)

[Fabrico de Caixas com uma Bobst Alpina](#)

[Fabrico de Envelopes](#)

[A Explosão dos Sacos de Papel](#)

[E Assim se Fabrica o Papel...](#)

[Soluções e Comentários](#)

[Capítulo Propriedades Físicas](#)

[Capítulo Conceitos Básicos](#)

[Capítulo Propriedades Físicas](#)

[Capítulo Desempenho Durante a Aplicação](#)

[Capítulo Máquinas e Aplicações"](#)