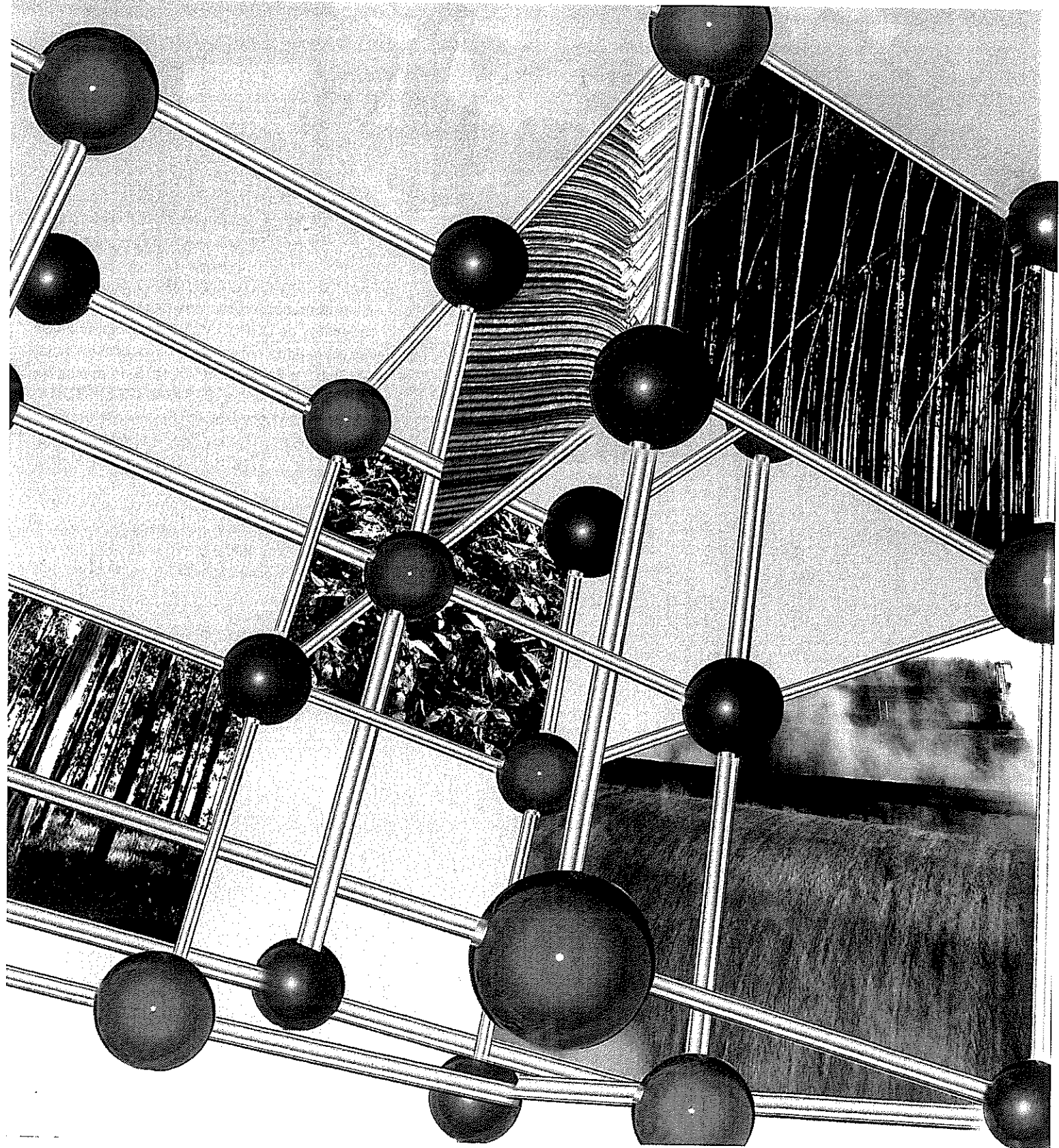


O Papel / Tecnicelipa

Suplemento Técnico

Ano VII nº2 Julho de 2007





A influência das formulações de revestimento na qualidade de impressão de papéis para jato de tinta

Autores:

Paulo Ferreira¹

Natércia Santos²

Pedro Oliveira¹

José Velho³

1 - Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra - Pólo II, R. Sílvio Lima - 3030-790 Coimbra - Portugal - E-mail: paulo@eq.uc.pt

2 - Departamento de Engenharia Química e do Ambiente, Instituto Politécnico de Tomar - Estrada da Serra, Quinta do Contador 2300 - 313 Tomar - Portugal - E-mail: naterciasantos@ipt.pt

3 - Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago - 3810-145 Aveiro - Portugal - E-mail: javelho@sapo.pt

Palavras-chave: Modificadores reológicos, pigmentos, propriedades da superfície, qualidade de impressão com jato de tinta.

Keywords: Inkjet print quality, pigments, rheological modifiers, surface properties.

RESUMO

É bem conhecido que a qualidade de impressão dos papéis couchê é bastante afetada tanto pelas propriedades estruturais quanto pelas propriedades químicas da camada de revestimento. No presente estudo, amostras de papéis comerciais de polpa kraft branqueada de eucalipto foram revestidas com diferentes formulações de revestimento; foram utilizados dois pigmentos (carbonato de cálcio precipitado escalenoédrico e acicular) e dois modificadores reológicos (carboximetilcelulose e metilhidroxipropilcelulose). Além disso, foram analisadas formulações sem agentes reológicos para referência. Foi testado um total de seis diferentes amostras revestidas com relação a espessura, aspereza, porosidade, energia da superfície e ângulo de contato com água. A qualidade de impressão foi avaliada em máscara impressa em cada amostra, que permitiu o cálculo da densidade óptica, ganho, *sharpness* (nitidez), *mottle* (marmorado, mosqueado) e área gamut. Os resultados obtidos foram integralmente interpretados com base nas características dos pigmentos e dos modificadores reológicos, sendo que a melhor formulação de revestimento correspondeu à combinação de carbonato de cálcio precipitado escalenoédrico com metilhidroxipropilcelulose.

ABSTRACT

It is well known that coated papers printing quality is highly affected by both the structural and chemical properties of the coating layer. In the present work commercial paper samples of an eucalyptus based bleached kraft pulp were coated with different coating colours - two different pigments (scalenoedral and acicular

precipitated calcium carbonate) and two different rheological modifiers (carboxy-methyl-cellulose and a methyl-hydroxy-propyl-cellulose) were used. Additionally, formulations without rheological agents were analysed as reference. A total of six distinct coated samples were tested regarding thickness, roughness, porosity, surface energy and contact angle with water. Printing quality was evaluated on a specific mask printed in each sample which enabled the computation of optical density, gain, *sharpness*, *mottle* and gamut area. The results obtained were fully interpreted in terms of the characteristics of the pigments and of the rheological modifiers, the best coating formulation corresponding to the combination of scalenoedral precipitated calcium carbonate with methyl-hydroxy-propyl-cellulose.

INTRODUÇÃO

A qualidade da impressão, atualmente um dos principais fatores considerados pelos clientes, depende do processo de impressão e das propriedades do papel base, mas é também altamente condicionada pelas propriedades da superfície do papel e da camada de revestimento. Portanto, fabricantes de papéis revestidos fazem um grande esforço para desenvolver a superfície do papel, controlando suas características e introduzindo novas formulações de revestimento e tratamentos da superfície para o atendimento de objetivos e desempenhos específicos com vista ao uso final. Essas formulações incluem diferentes componentes, como pigmentos, ligantes, co-ligantes e modificadores reológicos, podendo também incluir dispersantes e agentes antiespumantes, entre outros. A natureza e as propriedades de cada

Artigo técnico

componente, assim como a reologia resultante das formulações, são cruciais para as propriedades do produto final, e, por conseguinte, precisam ser controladas com extremo cuidado. Nessa área, um grande potencial de pesquisa está surgindo com o uso de pigmentos modificados, partículas minerais progressivamente menores e formulações especiais para revestimentos leves e extremamente leves (Andersson, 1995; Donigian *et al.*, 1999; Lorusso, 2004; Pruszyński, 2003).

Para avaliar plenamente o potencial de uma nova formulação de revestimento, os parâmetros mais importantes a considerar são: tipo, tamanho, formato e floculação do pigmento, as propriedades químicas dos ligantes e co-ligantes e as propriedades reológicas da formulação. Além disso, é necessário avaliar também a estrutura e as propriedades ópticas e químicas da camada de revestimento, notadamente quanto a espessura, aspereza, porosidade, alvura, composição química e energia da superfície. O impacto de todos esses parâmetros na qualidade da impressão de papéis revestidos pode ser conclusivamente avaliado através da quantificação de propriedades tais como densidade óptica, *raggedness* (regularidade/uniformidade do contorno), *sharpness* (nitidez), ganho, *mottle* (marmoreado, mosqueado), *bleed* (inter-penetração de tintas) e área gamut (Koskela e Hormi, 2003; Nutbeem *et al.*, 2005; Preston *et al.*, 2002; Ström *et al.*, 1993).

O objetivo deste estudo é analisar a influência de diferentes pigmentos

de carbonato de cálcio precipitado e diferentes modificadores reológicos na superfície dos respectivos papéis revestidos e nas suas propriedades de impressão. Para tal, foram avaliados e comparados espessura, aspereza, porosidade, energia da superfície, densidade óptica, ganho, *sharpness*, *mottle* e área gamut, considerando as características dos pigmentos e dos modificadores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram usados dois carbonatos de cálcio precipitado: PCC-S, de natureza calcítica e com partículas escalenoédricas, e PCC-A, de natureza aragonítica e partículas aciculares, com um diâmetro esférico equivalente médio igual a 0,637 μm e a 0,643 μm , respectivamente (medidos por difração a laser no instrumento Coulter LS130).

Todas as formulações de revestimento foram preparadas com um látex de estireno butadieno carboxilado como agente ligante. Quanto aos modificadores reológicos, foram selecionados um tipo de carboximetilcelulose, definido como CMC ($M_w=250000$ g/mol) e um tipo de hidroxipropilcelulose, definido como MHPC ($M_w=200000$ g/mol). Uma formulação sem modificador reológico foi também aplicada e identificada como Ref. Para fins de controle da reologia das formulações de revestimento, os teores de sólidos foram mantidos em nível de aproximadamente 50 (% v/v). Como agente dispersante foi usado policarbonato de amônia. As concentrações do agente aglome-

rante e dos modificadores reológicos foram ajustadas em 0,1 (% w/w), sobre massa seca do pigmento.

Numa Máquina de Revestimento Universal (Endupap) foi realizado revestimento com pigmento no lado-feltro de um papel comercial de impressão e escrita não revestido (gramatura de 100 g/m²) de celulose kraft de eucalipto branqueada numa seqüência ECF. Todos os espécimes revestidos, com gramatura de cobertura entre 2,5 e 3,5 g/m², foram subsequentemente calandrados. Foram estudadas seis amostras de papel revestido, conforme indicado na Tabela 1.

A estrutura da superfície dos papéis revestidos foi visualizada através de MEV (microscopia eletrônica de varredura) da Hitachi. Para cada amostra, a espessura da camada de revestimento foi determinada por meio da diferença entre a espessura do papel revestido e a espessura do papel não revestido (ISO 534).

A correspondente macroaspereza foi avaliada por meio de perfilometria mecânica (Perthometer S4P, Perthen). O parâmetro de aspereza Rz (altura média entre pico-vale, μm) foi medido tanto nas direções de máquina MD (longitudinal) quanto CD (transversal), e um índice de macroaspereza Rz (RZI) foi computado da seguinte forma:

$$RZI = [(Rz_{MD})^2 + (Rz_{CD})^2]^{1/2}$$

Além disso, e com base na análise de imagem das micrografias dos papéis revestidos obtidas por MEV, foi estimado um parâmetro de microaspereza, denotado por índice de

Tabela 1. Pigmentos e modificadores reológicos das diferentes amostras de papel

Pigmento	PCC-S		PCC-A	
Modificador reológico	---	CMC	---	CMC
Amostra de papel	S-Ref	S-CMC	A-Ref	A-CMC
		MHPC		MHPC
		S-MHPC		A-MHPC

Tabela 2. Tensão da superfície de tintas de impressão a jato de tinta

Tinta	Tensão da superfície (mN/m)	Componente polar (mN/m)	Componente dispersivo (mN/m)	Índice polar/total (%)
Preta	53,55 ± 0,04	26,98 ± 0,08	26,57 ± 0,07	50,4
Ciano	32,02 ± 0,04	5,75 ± 0,06	26,27 ± 0,06	17,9
Magenta	36,71 ± 0,04	6,25 ± 0,07	30,46 ± 0,06	17,0
Amarela	53,71 ± 0,08	7,35 ± 0,13	46,34 ± 0,11	13,7

aspereza MEV (SRI), considerando o desvio padrão da tonalidade das cores cinza (Santos *et al.*, 2002a; Santos *et al.*, 2002b).

A média do diâmetro dos poros, assim como a porosidade da camada de revestimento, foi computada considerando os valores dos papéis não revestidos e revestidos medidos por porosimetria de intrusão de mercúrio, no aparelho Poresizer 9320 (Micromeritics) (Moura *et al.*, 2005).

As energias da superfície dos papéis foram calculadas mediante o uso do método OWRK (Owens, Wendt, Rabel e Kaelble), implementado no software OCA20 da Data Physics Instruments e com base nas medidas do ângulo de contato θ (método da gota séssil) [Briggs *et al.*, 1989; Ferreira *et al.*, 2007].

Neste estudo, foram utilizados quatro solventes de teste: água, etileno glicol, formamida e propileno glicol. Os valores da tensão superficial, componente dispersivo e componente polar foram também calculados com o uso do OCA20 da Data Physics Instruments e estão listados noutra publicação (Oliveira *et al.*, 2004). Além disso, foi utilizada uma mistura de etileno glicol e água 50/50, (% w/w).

A fim de avaliar a qualidade da impressão com jato de tinta dos papéis revestidos, uma máscara específica, com áreas nas cores preto, ciano, amarelo, magenta, verde, azul e vermelho foi impressa

em cada um dos papéis com o uso de impressora a jato de tinta Epson Stylus Photo-R800®. A tensão superficial das diferentes tintas de impressão foi computada também através de medidas de ângulo de contato, mas usando o método de gota pendente, e os resultados estão sumariados na Tabela 2. Considerando esses resultados, é possível concluir que a tinta preta demonstra uma forte característica hidrofílica, enquanto a tinta amarela, com a mesma energia de superfície da tinta preta, possui uma forte característica hidrofóbica. Em contrapartida, as tintas nas cores ciano e magenta, apesar de possuírem menor energia de superfície com relação às tintas preta e amarela, possuem característica hidrofóbica bastante forte.

Foi utilizado um densitômetro Gretag D19C para medir a densidade óptica na área de cor preta da máscara e um scanner Microtek ScanMaker 8700, equipado com software dedicado de análise de imagem, foi utilizado para computar o ganho, o *sharpness* e o *mottle* na área de cor preta da máscara.

A densidade óptica (OD) indica a relação da intensidade de luz refletida pelo papel em área impressa (I_f) com a da luz refletida em área não impressa (I_i), de modo que valores superiores de densidade óptica significam maior retenção de tinta na superfície do papel (Oittinen e Saarelma, 1998; Varnell 1998).

$$OD = \log_{10} \left(\frac{I_f}{I_i} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

Quanto ao ganho, que mede a diferença entre a área impressa (AF) e a área que deveria ter sido impressa (AI); em outras palavras, o espalhamento da tinta é computado conforme a Equação 2:

$$\text{Ganho} = \frac{A_F - A_I}{A_I} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Finalmente, o *sharpness* quantifica a qualidade das margens da imagem (valores superiores correspondem a contornos melhor definidos), enquanto que o *mottle* é reflexo da não-uniformidade de uma superfície colorida (não há *mottle* quando a superfície da imagem é uniforme).

Neste estudo, foi também determinada a área gamut. Esse parâmetro, que avalia a faixa de cores reprodutíveis, corresponde à área do hexágono cujos vértices são os pares (a^* , b^*), onde a^* e b^* são as coordenadas de cor da CIE Lab obtidas para cada cor (ciano, amarelo, magenta, verde, azul e vermelho). Quanto maior a área gamut, maior é o potencial do papel reproduzir todas as cores. Neste trabalho, as coordenadas das cores foram avaliadas com o uso do espectrômetro Mercury 3000 da Datacolor (Oittinen e Saarelma, 1998; Ström, 2005).

Tabela 3. Parâmetros estruturais da superfície de papéis revestido

Amostra de papel	Espessura da camada de revestimento (μm)	RZI (μm)	SRI (%)	Média diâmetro dos poros (μm)	Porosidade (%)
S-Ref,	4,6 \pm 0,07	3,11 \pm 0,12	45,62 \pm 1,12	0,151	32,8
S-CMC	4,4 \pm 0,08	2,67 \pm 0,15	42,21 \pm 0,97	0,154	34,4
S-MHPC	4,6 \pm 0,08	3,46 \pm 0,23	43,77 \pm 1,01	0,153	33,7
A-Ref,	6,8 \pm 0,09	3,43 \pm 0,09	38,05 \pm 0,78	0,166	36,9
A-CMC	7,5 \pm 0,09	3,65 \pm 0,12	44,46 \pm 0,65	0,174	38,8
A-MHPC	6,3 \pm 0,09	3,45 \pm 0,14	38,60 \pm 0,97	0,174	37,7

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estrutural da superfície dos papéis estão relacionados na Tabela 3. Conforme pode ser verificado, as partículas aciculares de PCC produzem camadas de revestimento mais espessas que as obtidas com as partículas de PCC escalenoédrico, além de maior porosidade e poros de maior tamanho, simultaneamente.

Quanto à aspereza da superfície, os resultados constantes da Tabela 3 revelam que, no geral, as camadas de revestimento correspondentes às formulações com base em PCC acicular possuem maior macroaspereza (RZI), mas menor microaspereza (SRI) em relação às formulações com base em PCC escalenoédrico. Essas tendências estão de acordo com o formato das partículas do pigmento:

embora tenham tamanho médio idêntico, as partículas aragoníticas aciculares, devido a sua tendência em alinhar, têm maiores limitações de empacotamento do que as partículas escalenoédricas, as quais tendem a formar agregados de formato circular. Os pequenos agregados das partículas escalenoédricas preenchem as lacunas entre os agregados maiores e, por conseguinte, é formada uma camada de revestimento mais homogênea, menos espessa e mais lisa, com porosidade menor. Com relação à influência da CMC e da MHPC, é possível observar que tais modificadores reológicos têm tendência a aumentar ligeiramente a porosidade e o tamanho dos poros da camada de revestimento. Entretanto, o efeito na espessura e na aspereza não é evidente.

Os valores da energia da superfície derivados das médias do ângulo

de contato são apresentados na Tabela 4. É relevante mencionar que não foram feitas correções para ajustes em função da influência da topografia da superfície nas medidas do ângulo de contato, já que todos os papéis revestidos foram calandrados e, além disso, as diferenças de aspereza entre os papéis não são significativas. Papéis revestidos com PCC-A demonstram energia de superfície moderadamente maior do que aqueles revestidos com PCC-S, e isso é consequência dos respectivos componentes mais dispersivos. Provavelmente, esse é o resultado das diferenças nos processos de produção de pigmentos, especificamente nas substâncias químicas utilizadas para o controle do tamanho e formato das partículas. Conforme esperado, os modificadores reológicos influenciam a energia da superfície, principalmente devido

Tabela 4. Energia da superfície dos papéis revestidos

Amostra de papel	Energia da superfície (mN/m)	Componente polar (mN/m)	Componente dispersivo (mN/m)	Índice polar/total (%)
S-Ref	22,74	3,62	19,12	15,9
S-CMC	25,30	3,64	21,66	14,4
S-MHPC	23,59	7,37	16,22	31,2
A-Ref	24,53	1,66	22,88	6,8
A-CMC	24,07	2,27	21,80	9,4
A-MHPC	27,29	8,06	19,23	29,6

Tabela 5. Ângulos de contato com água nos papéis revestidos

Amostra de papel	S-Ref	S-CMC	S-MHPC	A-Ref	A-CMC	A-MHPC
Ângulo de contato com água (°)	93,0	90,3	86,5	95,7	94,4	79,9

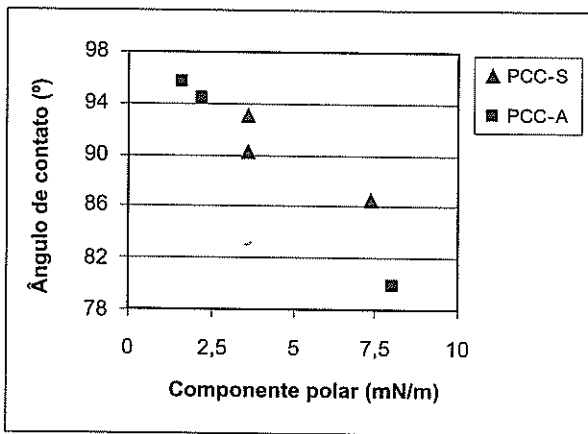


Figura 1. Relação entre o componente polar da energia da superfície dos papéis revestidos e o ângulo de contato com água

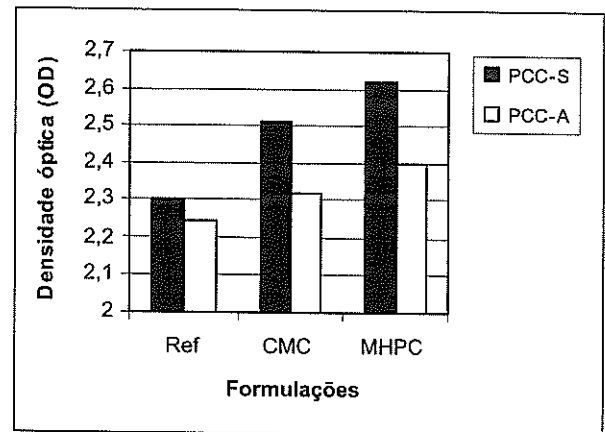


Figura 2. Densidade óptica das diferentes amostras de papéis revestidos (impressão a jato de tinta preta)

a aumento no componente polar, e essa influência é mais relevante na presença do PCC-A. Além disso, o efeito de MHPC é muito mais acentuado devido ao maior conteúdo de grupos ionizáveis, de modo que a correspondente característica polar é a mais alta.

Para avaliar a característica hidrofílica da superfície dos papéis revestidos da melhor maneira possível, os ângulos de contato com água são apresentados na Tabela 5. Os modificadores reológicos diminuem o valor do ângulo de contato. Isso indica que eles tornam a superfície do papel mais hidrofílica, o que se traduz em melhor aderência em tintas base água. Geralmente, a influência de MHPC nessa redução é mais forte do que a da CMC, além de ser mais eficiente para papéis com PCC-A, devido à influência no componente polar da energia da superfície.

Além do mais, pode ser encontrada boa correlação linear entre o componente polar da energia

da superfície de papéis revestidos e o ângulo de contato com água, o que diminui de acordo com o aumento do componente polar, conforme esperado (Figura 1).

Considerando a impressão a jato de tinta

preta, é possível observar, na Figura 2, que os papéis que correspondem às formulações de revestimento com PCC acicular possuem densidade óptica menor do que aqueles correspondentes às formulações de revestimento com PCC escalenoédrico. Esse fato pode ser consequência da maior porosidade e maiores poros das camadas de revestimento com base no PCC-A, o que é prejudicial à retenção da tinta na superfície. Em contrapartida, a característica

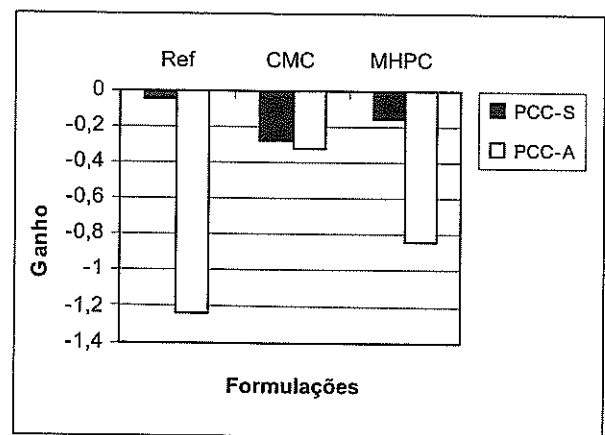


Figura 3. Ganho (Equação 2) das diferentes amostras de papéis revestidos (impressão a jato de tinta preta)

polar das superfícies com PCC-A é inferior àquela das superfícies com PCC-S (Tabela 4) e, portanto, a afinidade com a tinta preta, a qual é fortemente hidrofílica (Tabela 2), também é inferior. Por conseguinte, é visível que os modificadores reológicos aumentam a densidade óptica e os melhores resultados são aqueles obtidos com MHPC, a qual, conforme mencionado anteriormente, tem mais grupos ionizáveis do que o CMC.

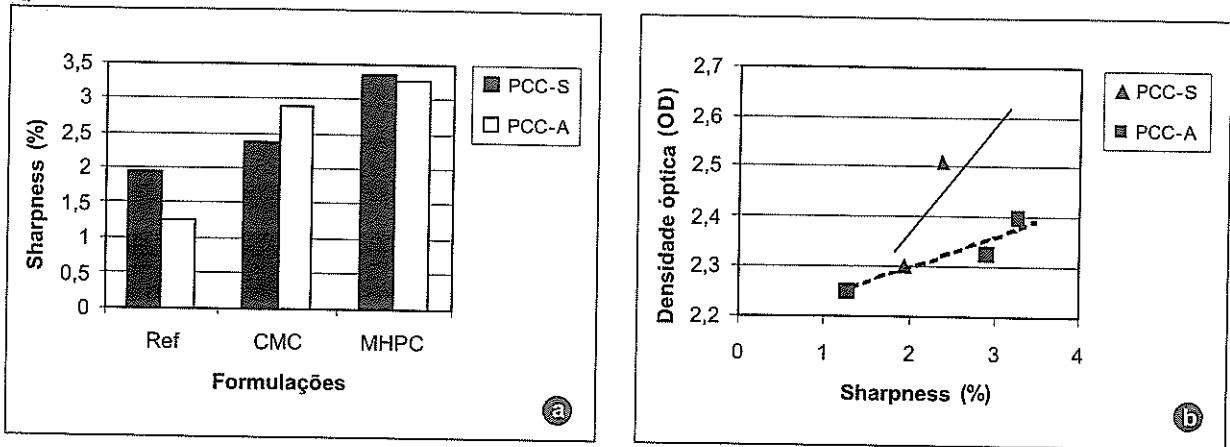


Figura 4. Sharpness (impressão a jato de tinta preta): a. Sharpness das diferentes amostras de papéis revestidos; b. Densidade óptica versus sharpness.

Os valores de ganho obtidos para as diferentes amostras estão representados graficamente na Figura 3 e são todos negativos, o que significa que a área final impressa é menor que a área que deveria ter sido impressa (Equação 2). Isso é resultante da estrutura porosa das camadas de revestimento, que promove mais penetração do que dispersão da tinta. Os valores de ganho mais negativos correspondem aos papéis revestidos com PCC-A, mas isso era esperado, pois, conforme acima exposto, a porosidade das camadas de revestimento correspondentes é maior que aquela dos papéis revestidos com PCC-S (e a densidade óptica é menor).

Com relação ao efeito dos modificadores reológicos no ganho, os resultados não são tão claros. Pelo contrário, eles aumentam o *sharpness* da imagem, conforme pode ser observado na Figura 4-a, sendo o MHPC mais eficiente do que o CMC. Há, portanto, um impacto positivo dessas substâncias químicas na definição dos contornos da imagem. Além disso, para cada pigmento, há correlação positiva entre *sharpness* e densidade óptica (Figura 4-b). O pigmento escalenoédrico tem a vantagem, em relação ao pigmento acicular, de contribuir para maior aumento dos valores de densidade óptica para o mesmo valor de *sharpness*.

Com relação ao mottle nas áreas impressas na cor preta, isso não parece ser muito afetado pela morfologia do pigmento (Figura 5-a). Os modificadores reológicos têm tendência a reduzir o *mottle*, mas nenhuma diferença foi constatada ao comparar CMC e MHPC. No geral, quanto maior a densidade óptica, menor o *mottle*, conforme esperado (Figura 5-b).

Considerando a impressão a jato de tinta cor preta e todos os parâmetros avaliados, pode ser concluído que as formulações de revestimentos com PCC-S obtêm melhor desempenho do que aquelas com PCC-A e que os modificadores reológicos também são benéficos para as propriedades

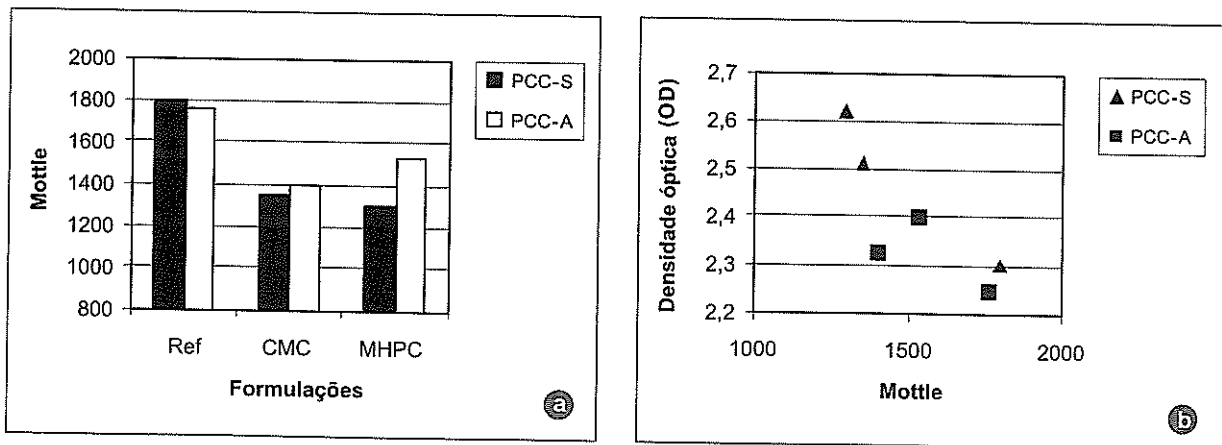


Figura 5. Mottle (impressão a jato de tinta preta): a) Mottle das diferentes amostras de papéis revestidos; b) Densidade óptica versus mottle

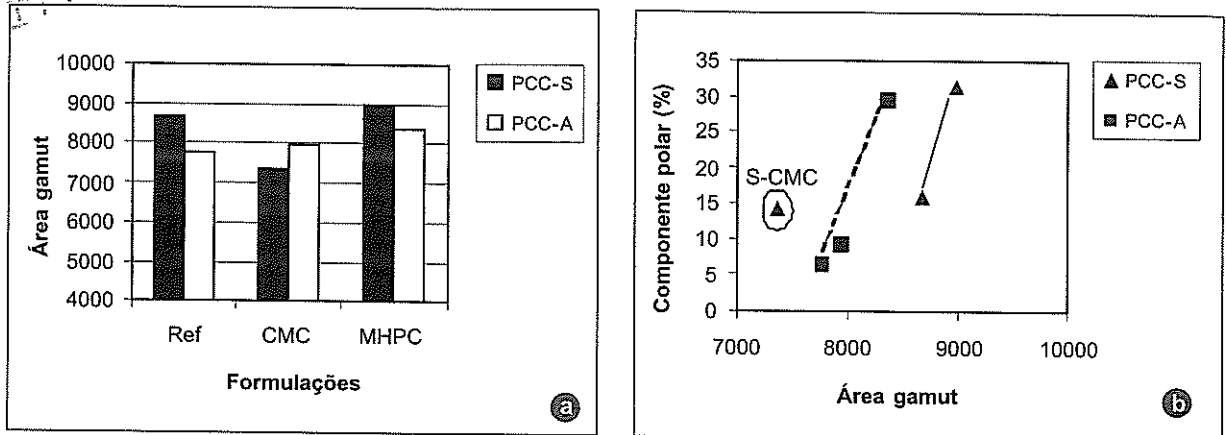


Figura 6. a) Área gamut das diferentes amostras de papéis revestidos; b) Área gamut versus componente polar da energia da superfície do papel

de impressão, sendo o MHPC mais vantajoso do que o CMC.

Para avaliar a gama de cores que cada papel revestido pode reproduzir, a área gamut foi também determinada, e os resultados são apresentados na Figura 6-a. As formulações de revestimento PCC escalenoédrico parecem ser mais adequadas em termos de impressão em cores. Contudo, o resultado da formulação contendo PCC-S e CMC é inesperadamente pequeno. Tanto CMC quanto MHPC aumentam ligeiramente a área gamut, mas, novamente, melhores resultados são obtidos com MHPC, fato devido a maior característica polar que fornece à superfície do papel, tornando-a mais hidrofílica e, por

consequente, com mais afinidade com tintas base água. De fato, salvo o singular resultado supramencionado com relação à amostra revestida com PCC-S e CMC, há correlação positiva geral entre a área gamut e a característica polar da superfície do papel (Figura 6-b).

Não obstante essas diferenças no valor da área gamut, é interessante notar que, de acordo com coordenadas de cada ponto dos gráficos na Figura 7, todas as amostras reproduzem cada cor praticamente do mesmo modo.

CONCLUSÕES

O presente estudo confirma a grande influência dos pigmentos

e dos modificadores reológicos das formulações de revestimento na estrutura e química da superfície dos papéis revestidos e nas suas respectivas propriedades de impressão a jato de tinta. Partículas escalenoédricas de carbonato de cálcio precipitado (PCC-S) contribuem para uma camada de revestimento menos espessa, menos porosa e mais lisa do que as partículas aciculares de carbonato de cálcio precipitado (PCC-A). Isso é explicado pela maior capacidade de empacotamento. Não foi notado nenhum efeito notável dos modificadores reológicos CMC e MHPC na estrutura das camadas de revestimento. Quanto à energia da superfície dos papéis revestidos, aqueles com PCC-S

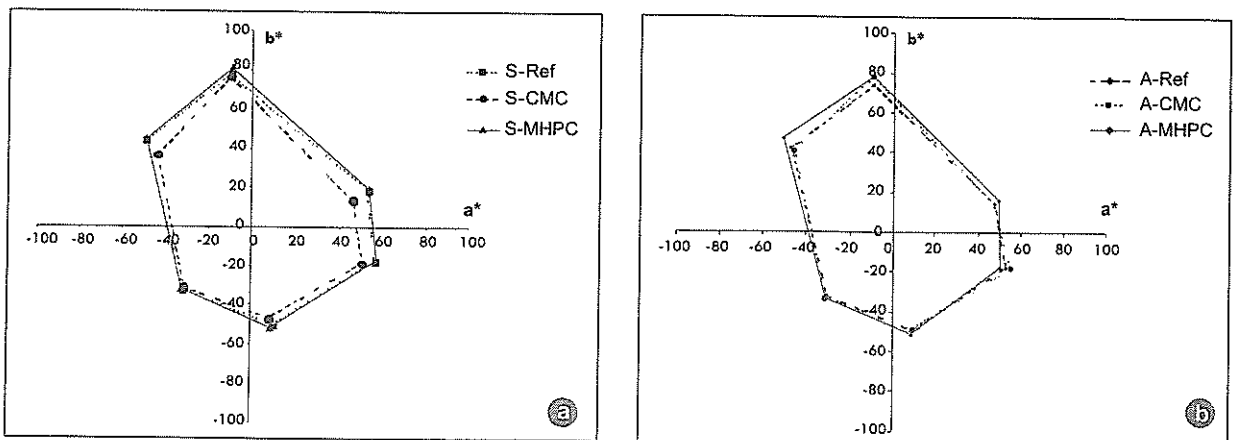


Figura 7. Gráficos da área gamut: a) Papéis revestidos com PCC-S; b) Papéis revestidos com PCC-A

Artigo técnico

possuem característica polar moderadamente superior. Apesar de usados em quantidades bastante pequenas, os modificadores reológicos têm impacto positivo mais relevante na energia da superfície de papéis revestidos, principalmente por aumentar o componente polar e, por conseguinte, sua natureza hidrofílica. Esse impacto é maior com PCC de partículas aciculares do que PCC com partículas escalenoédricas, e é também mais evidente com MHPC do que com CMC. Como resultado da estrutura mais homogênea e da característica polar superior das camadas de revestimento com PCC-S, estas possuem afinidade mais acentuada com o jato de tinta de cor preta, fato refletido nos valores superiores de densidade óptica e valores menos negativos de ganho. A capacidade dos papéis com revestimento à base de PCC-S reproduzirem as demais cores é também melhor do que a dos papéis com revestimento à base de PCC-A exibirem o mesmo desempenho, conforme demonstrado pelos valores superiores da área gamut. Como resultado da influência em aumentar o componente polar da energia da superfície do papel, a presença dos modificadores reológicos é positiva também nos parâmetros da qualidade de impressão tanto em cores como em preto. Resumindo, o melhor desempenho na impressão é obtido com pigmentos PCC-S – principalmente pelo condicionamento da estrutura da superfície –, juntamente com os modificadores reológicos (os quais afetam predominantemente a energia da superfície), sendo a MHPC melhor do que a CMC. A densidade óptica e a área gamut provaram ser os parâmetros de impressão mais relevantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) (Projeto 45364) e o apoio do RAIZ (Instituto de Investigação da Floresta e Papel).

Literatura citada:

- Andersson, L.; *Some Principles of Coating Formulation*, Paper Coating Additives, Tappi Press: Atlanta, 1995.
- Briggs D.; Rance D.G.; Briscoe B.J.; *Comprehensive Polymer Science - The Synthesis, Characterization, Reactions & Applications of Polymers*, Allen, G., Bevington, J. (Eds.), Pergamon Press: Oxford, 1989.
- Ferreira, P.; Moutinho, I.; Figueiredo, M. (2007): *Evaluating the surface energy of laboratory paper sheets by contact angle measurements*. Tappi J. 6 (6) 26-32.
- Koskela, J P.; Hormi, O. E. O. (2003): *Improving the printability of paper with long-chain quaternaries*. Appita J. 56(4) 296-300.
- Lorusso, M. (2004): *Base Paper Coating Interactions*. Paper Technology 45(2) 37-41.
- Moura, M.; Ferreira, P.; Figueiredo, M. (2005): *Mercury intrusion porosimetry - a valuable tool for the characterization of wood, pulp and paper*. Powder Technology 160 (2) 61-66.
- Nutbeem, C.; Husband J.; Preston, J. (2005): *The role of pigments in controlling coating structure*. Proc. 2005 PITA Coating Conference, Bradford.
- Oliveira, P.; Conceição, S.; Santos, N. F.; Velho, J.; Ferreira, P.J. (2004): *The influence of rheological modifiers on coated papers: a comparison between CMC and MHPC*. Proc. Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel, Córdoba – Espanha, 354-359.
- Oittinen, P., Saarelma, H.; *Printing*, Papermaking Science and Technology Series, Vol. 13. Gullishen, J., Paulapuro, H. (Eds.) Papet Oy: Helsinki, 1998.
- Preston, J.; Elton, N.; Husband, J.; Dalton, J.; Heard, P.; Allen, G. (2002): *Investigation into the distribution of ink components on printed coated paper Part1: optical and roughness considerations*. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 205 183-198.
- Pruszynski, P. (2003): *Recent Developments in Papermaking Chemicals*. Proc. Wood Pulp and Paper International Conference, Bratislava, 82-90.
- Santos, N.; Velho, J.; Kholkin, A. (2002a): *Coating paper surface analysis using AFM, SEM and Raman Spectroscopy*. Proc. 11th International Printing and Graphics Arts Conference, Bordeaux (CD-ROM).
- Santos, N.; Kholkin, A.; Velho, J. (2002b): *The influence of coating topography and structure on sheet gloss and light scattering*. Proc. Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel, Campinas (CD-ROM).
- Ström, G.; Carlsson, G.; Schulz, A. (1993): *Chemical composition of coated paper surfaces determined by means of ESCA*. Nord. Pulp Pap. Res. J. 8 105-112.
- Ström, G. (2005): *Dye retention and print quality in inkjet printing*. Proc. COST E32 meeting, St. Austell – Cornwall.
- Varnell, D. F. (1998): *Paper properties that influence ink-jet printing*. Pulp & Paper Canada 99(4) 37-42.