



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

## CARTA PATENTE N.º PI 0209012-0

*Patente de Invenção*

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0209012-0

(22) Data do Depósito : 12/04/2002

(43) Data da Publicação do Pedido : 24/10/2002

(51) Classificação Internacional : D21H 23/00

(30) Prioridade Unionista : 14/04/2001 EP 01109266.5

(54) Título : PROCESSO PARA PRODUZIR PAPEL OU PAPELÃO REVESTIDO COM MULTICAMADA.

(73) Titular : DOW GLOBAL TECHNOLOGIES INC., Sociedade Norte-Americana. Endereço: Washington Street, 1790 Building, Midland, Michigan 48674, Estados Unidos (US).

(72) Inventor : Robert Urscheler, Químico(a). Endereço: Hintere Rietwies 60, CH-8810 Horgen, Suíça. Cidadania: Suíça.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 22/04/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 22 de Abril de 2014.

Assinado digitalmente por  
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira  
Diretor de Patentes

15 de Novembro  
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
de 1889

"PROCESSO PARA PRODUZIR PAPEL OU PAPELÃO REVESTIDO COM MULTICAMADAS".

Esta invenção relaciona-se com um método para fabricar papel e papelão revestido. Em adição, a presente invenção  
5 relaciona-se com um método para fabricar papel e papelão de multicamadas para aplicações onde revestimentos ou aditivos funcionais, quer pigmentados ou não pigmentados, constituem uma ou mais das camadas de revestimento.

10 Na fabricação de papel de impressão usualmente composições de revestimento pigmentadas tendo um teor de sólidos e viscosidade consideravelmente mais altos comparados com soluções ou emulsões fotográficas são aplicadas, por exemplo, por métodos de revestimento tipo  
15 lâmina, tipo barra ou tipo cilindro reverso em velocidades de linha altas acima de 1000 m/min. Qualquer ou todos destes métodos são comumente empregados para aplicar seqüencialmente revestimentos à superfície do papel ou papelão em movimento.

20 Entretanto, cada um destes métodos de aplicação inerentemente carrega com eles seu próprio conjunto de problemas que podem resultar em uma qualidade inferior de superfície revestida. No caso do método de revestimento tipo lâmina, o alojamento de partículas sob a lâmina pode  
25 resultar em riscos na camada de revestimento, o que diminui a qualidade do papel ou papelão revestido. Em adição, a alta pressão que deve ser aplicada à lâmina para conseguir o peso de revestimento desejado aplica uma tensão muito grande no substrato e pode resultar na  
30 ruptura da folha do substrato, resultando em uma eficiência de produção diminuída. Além disso, uma vez que revestimentos pigmentados são altamente abrasivos, a lâmina deve ser substituída regularmente para manter a homogeneidade da superfície revestida. Também, a  
35 distribuição sobre a superfície do substrato de papel ou papelão é afetada pelas irregularidades da superfície do substrato. Uma distribuição desigual de revestimento

através da superfície do papel ou papelão pode resultar em uma superfície de aparência rajada ou mesclada que pode levar a um resultado de impressão inferior.

O método de revestimento tipo barra (haste) tem uma  
5 limitação de teor de sólidos e viscosidade da cor de revestimento pigmentado que deve ser aplicado. Revestimentos pigmentados aplicados pelo método de revestimento tipo barra são tipicamente inferiores em teor de sólidos e viscosidade do que são cores de  
10 revestimento pigmentado aplicadas pelo método tipo lâmina. Conseqüentemente, para o método de revestimento tipo barra não é possível trocar livremente a quantidade de revestimento que pode ser aplicada à superfície do substrato de papel ou papelão. Reduções indesejáveis na  
15 qualidade da superfície do papel ou papelão revestido podem resultar quando os parâmetros de teor de sólidos de revestimento, viscosidade e peso da camada estão desbalanceados. Além disso, a abrasão da barra pelos revestimentos pigmentados requer que a barra seja  
20 substituída em intervalos regulares para manter a homogeneidade da superfície revestida.

O método de revestimento tipo cilindro é um processo particularmente complexo para aplicar revestimentos pigmentados a papel e papelão no qual há uma faixa  
25 estreita de condições operacionais relacionadas às características da superfície do substrato, porosidade do substrato, teor de sólidos do revestimento e viscosidade do revestimento que devem ser observadas para cada velocidade operacional e cada peso de camada desejado a  
30 ser conseguido. Um desbalanceamento entre estas variáveis pode conduzir a um padrão dividido de película não homogêneo na superfície do papel revestido, que pode levar a um resultado de impressão inferior, ou à expulsão de pequenas gotículas de revestimento à medida que a  
35 folha sai da cunha de revestimento. Estas gotículas, se re-depositadas na superfície da folha, podem levar a um resultado de impressão inferior. Além do mais, a

quantidade máxima de revestimento que pode ser aplicado a uma superfície de papel ou papelão em uma passada usando o método de revestimento tipo cilindro é tipicamente menor que aquele que pode ser aplicado em uma passada  
5 pelos métodos de revestimento tipo lâmina ou barra. Esta limitação de peso de revestimento é especialmente pronunciada em altas velocidades de revestimento.

Adicionalmente, todos estes métodos têm em comum, que a quantidade de líquido de revestimento aplicado a uma  
10 folha de papel que geralmente tem uma superfície irregular com colinas e vales é diferente se aplicada a uma colina ou a um vale. Portanto a espessura do revestimento e portanto propriedades de recepção de tinta variarão através da superfície do papel revestido  
15 resultando em irregularidades na imagem impressa. A despeito de suas desvantagens estes métodos de revestimento ainda são os processos dominantes na indústria devido a sua economia especialmente porque velocidades de linha muito altas podem ser alcançadas.

20 Os pedidos de patente japonesa JP-94-89437, JP-93-311931, JP-93-177816, JP-93-131718, JP-92-298683, JP-92-51933, JP-91-298229, JP-90-217327 e JP-9-310110 e EP-A 517 223 divulgam o uso de métodos de revestimento para aplicar uma ou mais camadas de revestimento pigmentado a uma  
25 superfície de papel em movimento. Mais especificamente, a técnica anterior relaciona-se com:

(i) O método de revestimento de cortina sendo usado para aplicar uma única camada de revestimento pigmentado a um substrato de papel-base para produzir um revestimento  
30 pigmentado de camada única de papel.

(ii) O método de revestimento de cortina sendo usado para aplicar uma camada base única de revestimento pigmentado a um substrato de papel-base antes da aplicação de uma camada única de camada superior pigmentada por um  
35 processo de revestimento tipo lâmina. Assim um revestimento pigmentado multicamadas de papel foi conseguido por aplicações seqüenciais de revestimento

pigmentado.

(iii) O método de revestimento de cortina sendo usado para aplicar uma camada única de revestimento superior de revestimento pigmentado a um substrato de papel-base que  
5 recebeu previamente base com uma camada simples de um pré-revestimento pigmentado que foi aplicado por um processo de revestimento tipo de lâmina ou de cilindro de medição. Assim um revestimento pigmentado de multicamadas de papel foi conseguido por aplicações seqüenciais de  
10 revestimento pigmentado.

(iv) O método de revestimento de cortina sendo usado para aplicar duas camadas simples de revestimento pigmentado especializado a um substrato de papel-base tal que as camadas simples fossem aplicadas em processos  
15 consecutivos. Assim um revestimento pigmentado multicamadas de papel foi conseguido por aplicações seqüenciais de revestimento pigmentado.

O uso de um método de revestimento de cortina para aplicar uma camada única de revestimento pigmentado à  
20 superfície de uma folha de papel em movimento, como divulgado na técnica anterior discutida acima, é registrado a oferecer a oportunidade para produzir uma superfície de papel revestida de qualidade superior comparada com aquela revestida por meios convencionais.  
25 Entretanto, a aplicação seqüencial de camadas simples de revestimento pigmentado usando técnicas de revestimento de cortina é restringida pela dinâmica do processo de revestimento de cortina. Especificamente, aplicações de revestimento de peso leve podem somente ser feitas em  
30 velocidades de revestimento abaixo daquelas atualmente empregadas por processos de revestimento convencionais porque em altas velocidades de revestimento a cortina torna-se instável e superfície revestida inferior resulta. Logo os métodos convencionais para produzir  
35 papéis e papelões multirrevestidos empregam os processos de lâmina, haste ou de cilindro de medição. Entretanto, a aplicação de camadas simples consecutivas de

revestimentos pigmentados a papel ou papelão em estações de revestimento sucessivas, se por qualquer dos métodos de revestimento acima, permanece um processo intensivo de capital devido ao número de estações de revestimento requeridas, da quantidade de hardware secundário requerido, por exemplo, unidades de acionamento, etc., e o espaço que é requerido para alojar o maquinário.

Papéis e papelões revestidos que receberam um revestimento que contém um aditivo projetado para impor propriedades funcionais, tais como propriedades de barreira, propriedades de impressão, propriedades ópticas, por exemplo, cor, brilho, opacidade, lustro, etc., propriedades de liberação e propriedades adesivas são aqui descritos como produtos funcionais e seus revestimentos podem ser referidos como revestimentos funcionais. Os componentes de revestimento que impõem estas propriedades também podem ser referidos como aditivos funcionais. Produtos funcionais incluem tais tipos como papéis auto-adesivos, papéis de selo, papéis de parede, papéis de liberação de silicone, embalagem de alimento, papéis à prova de gordura, papéis resistentes à umidade, papéis de suporte tipo fita saturada.

O método de revestimento de cortina para o revestimento simultâneo de camadas múltiplas é bem conhecido e descrito nas patentes N<sup>os</sup> 3,508,947 e 3,632,374 para aplicar composições fotográficas a folha de papel e de plástico. Mas soluções ou emulsões fotográficas têm uma baixa viscosidade, um baixo teor de sólidos e são aplicadas em baixas velocidades de revestimento.

Em adição a aplicações fotográficas a aplicação simultânea de revestimentos múltiplos por métodos de revestimento de cortina é conhecida da técnica de produção de papel copiativo sensível à pressão. Por exemplo, a patente U. S. N<sup>o</sup> 4,230,743 divulga em uma configuração a aplicação simultânea de um revestimento base compreendendo microcápsulas como componente principal e uma segunda camada compreendendo um revelador

de cor como um componente principal sobre uma folha em movimento. Mas é relatado que o papel resultante tem as mesmas características que o papel produzido por aplicação seqüencial das camadas. Além disso, a  
5 composição de revestimento contendo o revelador de cor é descrita como tendo uma viscosidade entre 10 e 20 cps a 22°C.

A JP-A-10-328613 divulga a aplicação simultânea de duas camadas de revestimento sobre uma folha de papel por  
10 revestimento de cortina para produzir um papel de jato de tinta. As composições de revestimento aplicadas de acordo com o ensinamento daquela referência são soluções aquosas com um teor de sólidos extremamente baixo de cerca de 8 por cento em peso. Adicionalmente um espessador é  
15 adicionado para obter um comportamento não-Newtoniano das soluções de revestimento. Os exemplos na JP-A-10-328613 revelam que qualidade de revestimento aceitável é somente conseguida em velocidades de linha abaixo de 400 m/min. A velocidade de operação do processo de revestimento não é  
20 adequada para uma produção econômica especialmente papel de impressão de mercadoria.

É ensinado na técnica que um requisito crítico para revestimento de cortina de sucesso em altas velocidades é que a energia cinética da cortina caindo impactando a  
25 folha em movimento seja suficientemente alta para deslocar a camada limite e ar e umedecer a folha para evitar defeitos de arrasto de ar. Isto pode ser realizado elevando a altura da cortina e/ou aumentando a densidade do revestimento. Logo, revestimento de cortina de alta  
30 velocidade de revestimentos de baixa densidade, tal como revestimento funcional ou lustroso contendo pigmento de polímero sintético para lustro melhorado, é ensinado a ser difícil devido à energia cinética mais baixa de materiais de baixa densidade, e devido ao fato que  
35 aumentar a altura da cortina é limitado pela dificuldade de manter uma cortina uniforme estável.

Embora algumas melhorias pudessem ser conseguidas por

etapas de revestimento seqüencial usando técnicas convencionais de revestimento e/ou métodos de revestimento de cortina como discutido acima, ainda há um desejo por melhorias adicionais com relação à qualidade de impressão do papel ou papelão revestido resultante e economia para o processo de revestimento.

Em uma configuração, a invenção é um processo compreendendo formar uma cortina fluindo livre de multicamadas, composta, a cortina tendo um teor de sólidos de pelo menos 45 por cento em peso e contatar a cortina com um substrato de folha contínua de papel-base ou papelão-base.

A invenção também inclui um processo compreendendo formar uma cortina fluindo livre de multicamadas, composta; e contatar a cortina com um substrato de folha contínua de papel-base ou papelão, a folha tendo uma velocidade de pelo menos 1400 metros por minuto.

A invenção adicionalmente inclui um método para fabricar papéis e papelões revestidos de multicamadas que são especialmente adequados para imprimir, embalar e rotular propósitos, mas excluindo papéis fotográficos e papéis copiativos sensíveis à pressão, nos quais pelo menos duas camadas de líquido selecionadas de emulsões ou suspensões aquosas são formadas em uma cortina fluindo livre, composta, e uma folha contínua de papel-base ou papelão-base é revestida com a cortina de revestimento composta.

Em uma outra configuração, a invenção inclui um processo de revestimento compreendendo contatar uma folha de papel em movimento com uma cortina composta tendo um teor de sólidos de pelo menos 45 por cento onde a cortina tem pelo menos 2 camadas de componentes, onde uma primeira camada é orientada tal que ela entre em contato direto com a folha, tem um peso de camada de cerca de 0,1 a cerca de 60 g/m<sup>2</sup>, e contenha de cerca de 0,2 a 10 por cento em peso de álcool polivinílico baseado na composição total da primeira camada, onde pelo menos uma camada outra que a primeira camada contém um pigmento e

um ligante, e onde uma camada superior opcionalmente contém um aditivo de lustro.

Em ainda uma outra configuração, a invenção inclui um papel ou papelão tendo pelo menos duas camadas de revestimento obteníveis por um método de acordo com qualquer dos métodos ou processos precedentes da invenção. Em adição, a invenção inclui um papel de impressão revestido onde o revestimento tem pelo menos 3 camadas e um peso total de camada de no máximo 10 g/m<sup>2</sup>.

Como usado aqui, o termo "papel" também abrange papelão, a menos que tal construção não seja claramente pretendida com será claro a partir do contexto no qual este termo é usado. O termo "excluindo papéis fotográficos e papéis copiativos sensíveis à pressão" deve ser interpretado no sentido que nenhuma das camadas da cortina usada na prática da presente invenção compreenda compostos de prata e que as camadas não contenham uma combinação de um formador de cor micro-encapsulado e um revelador de cor em uma camada simples ou em camadas diferentes.

As camadas de cortina podem ser simultaneamente aplicadas de acordo com a presente invenção usando uma unidade de revestimento de cortina com um arranjo de bico deslizante para fornecer múltiplas camadas de líquido para formar uma cortina multicamadas, contínua. Alternativamente, um cabeçote de suprimento tipo de extrusão, tal como uma matriz de fenda ou bico, tendo vários bicos de extrusão adjacentes pode ser empregado na prática da presente invenção.

De acordo com uma configuração preferida da presente invenção pelo menos uma das camadas de cortina formando a cortina de queda livre composta é pigmentada. Preferivelmente, ao produzir um papel para propósitos de impressão pelo menos duas das camadas de revestimento são pigmentadas. Adicionalmente, uma camada superior para melhorar propriedades superficiais como brilho ou lisura que não é pigmentada pode estar presente. Para a fabricação de papel de impressão de mercadoria, revestir

com duas camadas pigmentadas é suficiente para a maioria de propósitos.

Os presentes inventores descobriram surpreendentemente que o papel ou papelão revestido de multicamadas que tem  
5 pelo menos duas camadas de revestimento aplicadas simultaneamente à superfície tem propriedades de impressão de superfície revestida superiores comparado com papéis ou papelões revestidos de multicamadas fabricados por métodos de revestimento convencionais tais  
10 como métodos de revestimento de lâmina, barra, cilindro ou de cortina de camada única como ensinado na técnica anterior.

A cortina de revestimento da presente invenção inclui pelo menos 2, e preferivelmente pelo menos 3 camadas. As  
15 camadas da cortina podem incluir camadas de revestimento, camadas de interface e camadas funcionais. A cortina tem uma camada de fundo, ou de interface, uma camada superior e opcionalmente uma ou mais camadas internas. Cada camada compreende uma emulsão, suspensão ou solução líquida.

20 A cortina preferivelmente inclui pelo menos uma camada de revestimento. Uma camada de revestimento preferivelmente inclui um pigmento e um ligante, e pode ser formulada para ser a mesma ou diferente de formulações de revestimento de papel convencionais. A função primária de  
25 uma camada de revestimento é cobrir a superfície do papel substrato como é bem conhecido na técnica de revestir papel. Formulações de revestimento de papel convencionais, referidas na indústria como cores de revestimento, podem ser empregadas como a camada de  
30 revestimento. Exemplos de pigmentos úteis no processo da presente invenção incluem argila, caulim, talco, carbonato de cálcio, dióxido de titânio, branco acetinado, pigmento de polímero sintético, óxido de zinco, sulfato de bário, gesso, sílica, tri-hidrato de  
35 alumina, mica, e terra diatomácea. Caulim, talco, carbonato de cálcio, dióxido de titânio, branco acetinado e pigmentos de polímero sintético, incluindo pigmentos de

polímero ociosos, são particularmente preferidos.

Ligantes úteis na prática da presente invenção incluem, por exemplo, látex de estireno-butadieno, látex de estireno-acrilato, látex de estireno-butadieno-acrilonitrila, látex de estireno-anidrido maleico, látex de estireno-acrilato-anidrido maleico, polissacarídeos, proteínas, polivinil pirrolidona, álcool polivinílico, acetato de polivinila, celulose e derivados de celulose. Exemplos de ligantes preferidos incluem látex de estireno-butadieno carboxilado, látex de estireno-acrilato carboxilado, látex de estireno-butadieno-acrilonitrila carboxilado, látex de estireno-anidrido maleico carboxilado, polissacarídeos carboxilados, proteínas álcool polivinílico e látex de acetato de polivinila carboxilado. Exemplos de polissacarídeos incluem Agar, alginato de sódio, e amido, incluindo amidos modificados tais como amido termicamente modificado, amido carboximetilado, amido hidroxietilado e amido oxidado. Exemplos de proteínas que podem ser adequadamente empregadas no processo da presente invenção incluem albumina, proteína de soja e caseína.

O peso de camada de uma camada de revestimento é adequadamente de 3 a 30 g/m<sup>2</sup>, preferivelmente de 5 a 20 g/m<sup>2</sup>. O teor de sólidos de uma camada de revestimento é adequadamente pelo menos 50 por cento, baseado no peso da camada de revestimento na cortina, e preferivelmente é de 60 a 75 por cento. Preferivelmente, uma camada de revestimento tem uma viscosidade de até 3.000 cps, mais preferivelmente de 200 a 2.000 cps. A menos que especificado ao contrário, referências a viscosidade aqui se referem a viscosidade Brookfield medida em uma velocidade de haste de 100 rpm a 25°C.

A camada de interface é a camada que entra em contato com o substrato a ser revestido. Uma função importante da camada de interface é promover umedecimento do papel substrato. A camada de interface pode ter mais que uma função. Por exemplo, ela pode prover umedecimento e

desempenho funcional melhorado tal com adesão, calibração, rigidez ou uma combinação de funções. Esta camada é preferivelmente uma camada relativamente fina. O peso de revestimento da camada de interface é de 0,1 a 4 g/m<sup>2</sup>, preferivelmente de 1 a 3 g/m<sup>2</sup>. O teor de sólidos da camada de interface é adequadamente de 0,1 a 65 por cento, baseado no peso da camada de interface na cortina. Em uma configuração, a camada de interface é relativamente baixa em sólidos, preferivelmente tendo um teor de sólidos de 0,1 a 40 por cento. Em uma outra configuração a camada de interface é relativamente alta em sólidos, preferivelmente tendo um teor de sólidos de 45 a 65 por cento. Um modo para implementar uma camada de interface é usar uma versão de sólidos inferiores da camada de revestimento principal. O uso de uma versão de sólidos inferior da camada principal tem a vantagem de ter um impacto mínimo nas propriedades de revestimento finais. A viscosidade da camada de interface é adequadamente pelo menos 30 cps, é preferivelmente pelo menos 100 cps, é mais preferivelmente pelo menos 200 cps, e ainda mais preferivelmente é de 230 cps a 2000 cps. Em uma configuração da invenção, a camada de interface inclui um ou mais do seguinte: uma dispersão tal como um látex, incluindo um látex inchável de álcali; uma mistura de amido e copolímero de poli(etileno ácido acrílico); e o similar; ou um polímero solúvel em água, tal como, por exemplo, álcool polivinílico, um amido, um látex solúvel em álcali, um óxido de polietileno, ou uma poliacrilamida. Álcool polivinílico é um componente preferido da camada de interface. A camada de interface pode opcionalmente ser pigmentada, e isto é preferido para certas aplicações.

A cortina da invenção pode incluir uma ou mais camadas funcionais. O propósito da camada funcional é impor uma funcionabilidade desejada ao papel revestido. Camadas funcionais podem ser selecionadas para prover, por exemplo, impressibilidade, propriedades de barreira, tais

como propriedades de barreira de umidade, barreira de óleo, barreira de gordura e barreira de oxigênio, rigidez de folha, resistência a trinca na dobra, propriedades de calibração de papel, propriedades de liberação, 5 propriedades adesivas, e propriedades ópticas, tais como, cor, brilho, opacidade, lustro, etc. Revestimentos funcionais que são de caráter muito pegajoso não seriam normalmente revestidos por processos de revestimento consecutivo convencionais por causa da tendência do 10 material de revestimento pegajoso aderir o substrato aos rolos guias ou outro equipamento de revestimento. O método de multicamadas simultâneas, por outro lado, permite tais revestimentos funcionais serem colocados por baixo de um revestimento superior que protege o 15 revestimento funcional de contato com o maquinário de revestimento.

O teor de sólidos de uma camada funcional pode variar amplamente dependendo da função desejada. Uma camada funcional da presente invenção preferivelmente tem um 20 teor de sólidos de até 75 por cento em peso baseado no peso total da camada funcional e uma viscosidade de até 3.000 cps, mais preferivelmente 50 a 2.000 cps. Preferivelmente, o peso de revestimento de uma camada convencional é de 0,1 a 10 g/m<sup>2</sup>, mais preferivelmente de 25 0,5 a 3 g/m<sup>2</sup>. Em certas situações, tais como, por exemplo, quando uma camada de corante é empregada, o peso de revestimento da camada funcional pode ser menor que 0,1 g/m<sup>2</sup>.

A camada funcional da presente invenção pode conter, por 30 exemplo, um polímero de etileno ácido acrílico, um polietileno, um poliuretano, uma resina epóxi, um poliéster, outras poliolefinas, um adesivo tal como um látex de estireno butadieno, um látex de estireno acrilato, um látex carboxilado, uma amida, uma proteína, 35 ou o similar, um agente de calibração tal como um amido, um copolímero de estireno-acrílico, um estireno-anidrido maleico, um álcool polivinílico, um acetato de

polivinila, uma carboximetil celulose ou o similar, uma barreira tal como silicone, uma cera ou o similar. A camada funcional pode incluir, mas não está limitada a incluir, um pigmento ou ligante como descrito  
5 anteriormente para a camada de revestimento. Se desejado, um ou mais aditivos tais como, por exemplo, um dispersante, um lubrificante, um agente de retenção de água, um agente reticulador, um tensoativo, um agente de brilho óptico, uma tintura ou corante de pigmento, um  
10 agente espessador, um desespumante, um agente anti-espuma, um biocida, ou uma tintura ou corante solúvel ou o similar podem ser usados em uma ou mais camadas da cortina.

Para os propósitos da presente invenção, a camada a mais  
15 distante do papel substrato é referida como a camada superior. Esta camada tipicamente é a camada sobre a qual será impresso, embora seja possível que o papel revestido da presente invenção também pudesse ser adicionalmente revestido usando meios convencionais, tais como técnicas  
20 de revestimento de haste, lâmina, rolo, barra, ou faca de ar, e o similar. A camada superior pode ser uma camada de revestimento ou uma camada funcional, incluindo uma camada de lustro. Em uma configuração preferida da invenção, a camada superior é muito fina, tendo um peso  
25 de camada de, por exemplo de 0,5 a 3 g/m<sup>2</sup>. Isto vantajosamente permite o uso de materiais menos caros sob a camada superior, embora ainda produzindo um papel tendo boas propriedades de impressão. Em uma configuração, a camada superior é livre de pigmento mineral.

30 De acordo com uma configuração particularmente preferida a camada superior compreende uma formulação de lustro. A nova combinação de formulação de lustro e revestimento de cortina de multicamadas simultâneas combina as vantagens de revestimento de cortina com bom lustro.

35 As formulações de lustro úteis na presente invenção compreendem aditivos de lustro, tais como pigmentos de polímero sintético, incluindo pigmentos de polímero oco,

produzidos pela polimerização de, por exemplo, monômeros de estireno, acrilonitrila e/ou acrílicos. Os pigmentos de polímero sintético têm uma temperatura de transição de vidro de 40-200°C, mais preferivelmente de 50-130°C e um tamanho de partícula de 0,02-10 µm, mais preferivelmente de 0,05-2 µm. As formulações de lustro contêm de 5-100 por cento em peso, baseado em sólidos, de aditivo de lustro, mais preferivelmente de 60-100 por cento em peso. Um outro tipo de formulação de lustro compreende vernizes de lustro, tais como aqueles baseados em epoxiacrilatos, poliéster, poliésteracrilatos, poliuretanos, polieteracrilatos, oleoresinas, nitrocelulose, poliamida, copolímeros de vinila e várias formas de poliacrilatos.

De acordo com uma configuração preferida da presente invenção a viscosidade da camada superior é acima de 20 cps. Uma faixa de viscosidades preferida é de 90 cps a 2.000 cps, mais preferidas de 200 cps a 1.000 cps.

Quando a cortina tem pelo menos 3 camadas, então ela tem pelo menos uma camada interna. A viscosidade da(s) camada(s) interna(s) não é crítica, provido que uma cortina estável possa ser mantida. Preferivelmente, pelo menos uma camada interna tem uma viscosidade de pelo menos 200 cps, e no caso de uma cortina com pelo menos 4 camadas, pelo menos 2 camadas internas preferivelmente tem uma viscosidade de pelo menos 200 cps. A camada interna preferivelmente é uma camada funcional ou uma camada de revestimento. Quando mais que uma camada interna estão presentes, combinações de camadas funcionais e de revestimento podem ser empregadas. Por exemplo, as camadas internas podem compreender uma combinação de camadas funcionais idênticas ou diferentes, uma combinação de camadas de revestimento idênticas ou diferentes, ou uma combinação de camadas de revestimento e funcionais.

A camada de interface, camada superior e camada interna opcional podem compreender a cortina de queda livre composta da invenção. O teor de sólidos da cortina

composta pode variar de 20 a 75 por cento em peso baseado no peso total da cortina. De acordo com uma configuração preferida, o teor de sólidos de pelo menos uma das camadas formando a cortina de queda livre composta é mais alto que 60 por cento em peso baseado no peso total da camada de revestimento. Em uma configuração da invenção, o teor de sólidos da cortina composta tem pelo menos 45 por cento em peso, mais preferivelmente pelo menos 55 por cento em peso, e ainda mais preferivelmente pelo menos 60 por cento em peso. Embora camadas muito finas possam ser empregadas na cortina composta, o teor de sólidos total e peso de revestimento da cortina preferivelmente são como especificados neste parágrafo. Contrário à técnica de papéis fotográficos ou papéis copiativos sensíveis à pressão o método da presente invenção pode ser praticado com camadas de cortina tendo uma viscosidade em uma faixa ampla e um alto teor de sólidos mesmo em velocidades de revestimento altas.

O processo da presente invenção vantajosamente torna possível variar a composição e espessura relativa das camadas na estrutura composta de multicamadas. As composições das múltiplas camadas podem ser idênticas ou diferentes dependendo do grau do papel sendo produzido. Por exemplo, uma camada fina próxima ao papel-base projetada para adesão, com uma camada interna espessa projetada para prover volume de folha, e uma camada superior muito fina projetada para impressão ótima podem ser combinadas em uma cortina de multicamadas para prover uma estrutura composta. Em uma outra configuração, uma camada interna projetada especificamente para reforçar fechamento pode ser empregada. Outras configurações de camadas de peso de camada variável em um composto de multicamadas incluem uma camada fina de menos que  $2 \text{ g/m}^2$  como pelo menos uma das camadas superior, interna ou de fundo do revestimento composto. Usando o processo da invenção, o papel substrato pode ser revestido em um ou ambos lados.

O processo da invenção expande os limites de tecnologia de revestimento de papel e proporciona ao produtor de papel revestido flexibilidade sem precedentes. Por exemplo, é possível preparar papel revestido tendo pesos

5 de camada de camada de cortina individuais que são muito abaixo, ou acima, de pesos de camada obtíveis via métodos convencionais. É possível com o processo da invenção preparar uma cortina tendo uma variedade de camadas muito finas e isto resultará em um papel tendo um

10 revestimento de muitas camadas muito finas. Uma vantagem adicional do processo da invenção é que cada camada pode ser formulada para servir a um propósito específico. Uma vantagem particular da presente invenção é que, por aplicação simultânea de pelo menos duas camadas de

15 revestimento por revestimento de cortina, camadas muito finas ou em outras palavras, pesos de camada muito baixos das respectivas camadas podem ser obtidos em até mesmo velocidades de aplicação muito altas. Por exemplo, o peso de camada de cada camada na cortina composta pode ser de

20 0,1 a 10 g/m<sup>2</sup>, mais preferivelmente de 0,5 a 3 g/m<sup>2</sup>. O peso de camada de cada camada pode ser o mesmo que das outras, ou pode variar amplamente das outras camadas; assim, muitas combinações são possíveis.

O processo da invenção pode produzir papel tendo uma

25 ampla faixa de pesos de camada. Preferivelmente, o peso de camada do revestimento no papel produzido é de 3 a 60 g/m<sup>2</sup>. Em uma configuração da invenção o peso de camada total é menor que 20 g/m<sup>2</sup>, preferivelmente menor que 15 g/m<sup>2</sup> e mais preferivelmente menor que 12 g/m<sup>2</sup>.

30 Em uma configuração da presente invenção o peso de camada da camada superior é mais baixo que o peso de camada da camada contatando o papel-base ou papelão-base. Preferivelmente, o peso de camada da camada superior é menor que 75 por cento, mais preferivelmente menor que 50

35 por cento do peso de camada da camada contatando o papel-base ou papelão-base. Assim, eficiências maiores de matéria-prima de revestimento nas operações de

revestimento de papel ou de papelão são alcançadas. Em uma outra configuração, o peso de camada da camada superior é mais alto que o peso de camada da(s) camada(s) abaixo dela. Ao contrário de processos de revestimento convencionais, o método de revestimento de multicamadas simultâneas da presente invenção permite o uso de quantidades muito maiores de matérias-primas relativamente baratas sob uma camada superior extremamente fina de matérias-primas mais caras sem comprometer a qualidade do produto revestido acabado. Em adição, o método da invenção permite a preparação de papéis que nunca foram produzidos antes. Por exemplo, uma camada interna funcional pegajosa pode ser incluída na cortina.

Uma vantagem adicional da invenção é a área de papel revestida de peso leve (LWC). Métodos de revestimento LWC convencionais são capazes de aplicar uma única camada de revestimento de não menos que cerca de 5 g/m<sup>2</sup>. O processo da presente invenção é capaz de simultaneamente aplicar múltiplas camadas ao papel enquanto mantendo os baixos pesos de camada de um papel LWC. Isto oferece ao produtor de papel uma faixa sem precedentes de possibilidades de produtos, incluindo, por exemplo, a possibilidade de produzir um papel LWC tendo camadas de revestimento funcionais.

Uma vantagem ressaltada da presente invenção independente de qual configuração é usada é que o processo da presente invenção pode funcionar em velocidades de revestimento muito altas que até agora na produção de papel de impressão somente poderiam ser alcançadas usando métodos de aplicação de lâmina, barra ou rolo. Velocidades de linha usuais da invenção são acima de 400 m/min, preferivelmente, acima de 600 m/min, tal como em uma faixa de 800 a 2500 m/min. Em uma configuração da invenção, a velocidade de linha, ou velocidade do substrato em movimento, é pelo menos 1400 m/min, preferivelmente pelo menos 1500 m/min.

Revestimentos de baixa densidade podem ser aplicados em velocidades de revestimento altas com um revestimento de cortina pelo uso de revestimento de multicamadas simultâneas no qual uma camada de alta densidade é usada em combinação com a camada de baixa densidade. Em adição, o processo de cortina de multicamadas simultâneas da invenção permite o uso de camadas de revestimento projetadas especificamente para promover umedecimento do substrato ou para promover nivelamento de revestimentos de alto teor de sólidos para aumentar adicionalmente a janela de revestimento operacional de alta velocidade para papel e papelão.

Uma vantagem adicional da presente invenção é que um método para fabricar um papel multirrevestido é provido o qual não requer o mesmo nível de alto investimento de capital, a mesma quantidade de hardware secundário ou a mesma quantidade de espaço que são atualmente requeridos por métodos de revestimento de multicamadas convencionais tais como processos de lâmina, barra e cilindro.

A figura 1 é uma vista explanatória de corte transversal de uma unidade de revestimento de cortina 1 com um arranjo de bico de deslizamento 2 para fornecer múltiplas correntes 3 de camada de cortina para formar uma cortina contínua de multicamadas 4. Quando um estado de equilíbrio dinâmico é alcançado, a quantidade de fluxo das camadas de cortina fluindo para dentro do arranjo de bico deslizante 2 é completamente balanceada com a quantidade de fluxo fluindo para fora do arranjo de bico deslizante. A cortina de multicamadas de queda livre 4 entra em contato com a folha 5 a qual está correndo continuamente e portanto a folha 5 é revestida com múltiplas camadas das respectivas camadas de cortina. A direção de corrida da folha 5 é mudada imediatamente antes da área de revestimento por meio de um rolete 6 para minimizar o efeito de fluxo de ar acompanhando a folha em movimento rápido 5.

A figura 2 é uma vista de micrografia eletrônica de seção

transversal de uma amostra de papel revestida de multicamadas na qual bolhas de ar são visíveis no revestimento. A forma destas bolhas é circular e a localização das bolhas está confinada à camada de fundo que está em contato com o substrato de papel. Isto é um exemplo de arrasto de ar que ocorre quando uma película fina de ar é arrastada entre o substrato e revestimento atingindo. Esta película de ar é instável e se rompe em pequenas bolhas. Quando o tamanho e número de bolhas se torna excessivo, defeitos visíveis aparecem. Arrasto de ar é um item principal à medida que velocidades de revestimento aumentam porque ele resulta ultimamente em locais não revestidos no substrato de papel.

A figura 3 é uma vista de micrografia eletrônica de seção transversal de uma amostra de papel revestida de multicamadas que mostra um defeito de revestimento causado por arrasto de ar. Este tipo de defeito de revestimento será daqui por diante referido como "microfissuração" [pitting]. Microfissuração ocorre quando o tamanho das bolhas mostradas na figura 2 é suficientemente grande para criar uma mancha não revestida no revestimento. Na superfície do papel as formas das fissuras são circulares ao invés de alongadas. Esta característica distingue defeitos de microfissuração provocados por arrasto de ar de defeitos provocados por bolhas de ar no revestimento que não foram removidas por desaeração antes de revestir.

A figura 4 é uma vista de micrografia eletrônica superficial de uma amostra de papel revestido por cortina que mostra defeitos de revestimento que daqui por diante serão definidos como "formação de crateras". Crateras aparecem como áreas de forma irregular de papel não revestido da ordem de 0,1 mm ou mais de largura. Crateras são maiores em escala que defeitos de microfissuração e têm formatos irregulares comparados com fissuras circulares. Crateras tendem a aparecer na frente das fibras salientes e são orientadas geralmente

perpendicularmente à direção de movimento do papel durante revestimento. Em comparação, microfissuração ocorre randomicamente através da folha. Adicionalmente, no caso de revestimento de cortina de multicamadas simultâneas qualquer das camadas pode ser a fonte de formação de crateras, enquanto a fonte de microfissuração ocorre na camada adjacente ao papel-base. Estas observações indicam que formação de cratera é um fenômeno diferente de microfissuração. O grau de formação de crateras foi visto a aumentar exponencialmente acima de uma velocidade crítica de revestimento. Esta velocidade crítica variou dependendo do particular revestimento e papel-base. Altos níveis de formação de crateras levam a uma qualidade inaceitável de revestimento. Em casos severos de formação de crateras, as áreas não revestidas podem exceder 40% da área superficial total. Embora defeitos de formação de crateras possam parecer a ser um tipo de falha de arrasto de ar catastrófica do revestimento, o mecanismo de formação de crateras se comporta diferentemente de arrasto clássico de ar relatado na literatura. Ao contrário parece que crateras resultam de "microrrupturas" na parte mais superior do revestimento ou em uma interface entre camadas de revestimento. Dependendo das condições de revestimento estas microrrupturas podem permanecer como microtrincas no revestimento seco ou podem crescer para formar rupturas maiores resultando em crateras tendo áreas não revestidas relativamente grandes.

A figura 5 é uma vista de micrografia eletrônica de seção transversal de uma cratera. A forma e tamanho da cratera é diferente daquela de uma fissura (mostrada na figura 3). Também ilustrada na figura 5 está a presença de uma fibra superficial saliente na aresta frontal da cratera. A maioria das crateras ocorrem adjacentes a uma fibra superficial saliente e o grau de formação de crateras é fortemente influenciado pela lisura do papel-base. Surpreendentemente, as regiões não revestidas da cratera

aparecem na frente das fibras salientes ao invés de atrás delas.

A figura 6 é uma vista de micrografia eletrônica de seção transversal de uma micro-trinca no revestimento. Similar  
5 à formação de crateras, este defeito está usualmente localizado próximo a uma fibra saliente e também é usualmente orientado perpendicularmente à direção de movimento do papel durante revestimento. É acreditado que o mecanismo para a formação de microtrincas seja o mesmo  
10 que aquele para formação de crateras.

A figura 7 mostra vistas de micrografias ópticas superficiais de papel revestido de multicamadas simultâneas em quatro papéis-base LWC diferentes. As  
15 figuras 7A-D mostram papéis-base 1-4 revestidos, respectivamente. Os valores de rugosidade para estes papéis-base muito diferentes são dados na Tabela 11. Os papéis-base 1-4 foram revestidos em 1500 m/min sob condições de revestimento idênticas e os detalhes das condições são dados no Exemplo 30. A figura 7 mostra a  
20 boa cobertura e revestimentos quase sem cratera que podem ser feitos nestes papéis-base muito diferentes e demonstra a robustez do processo de revestimento de multicamadas simultâneas.

A figura 8 é uma vista de micrografia eletrônica de seção  
25 transversal de uma amostra de papel revestida de multicamadas que mostra uma camada superior fina, uniforme, aplicada a uma camada de fundo mais grossa. Esta figura ilustra as capacidades de revestimento de cortina de multicamadas simultâneas para aplicar camadas  
30 finas muito uniformes em substratos grosseiros em velocidades convencionais de revestimento de papel e sólidos. Estas capacidades de revestimento de cortina de multicamadas simultâneas não são igualadas por qualquer outro processo atual de revestimento. Apesar da camada  
35 superior na figura 7 ser somente da ordem  $1 \text{ g/m}^2$  ou somente 10% do revestimento total, esta camada fina pode mudar dramaticamente o lustro e características de

impressão do revestimento. Em adição estas camadas de revestimento finas podem ser posicionadas em qualquer lugar no revestimento e podem ser projetadas para impor funcionalidade específica tal como opacidade, barreira, 5 flexibilidade, rigidez, etc. ao papel revestido tornando possível combinações sem precedentes de propriedades de papel revestido.

A presente invenção será agora explicada em mais detalhes com referência aos exemplos.

#### 10 EXEMPLOS

Todas as porcentagens e partes são baseadas em peso a menos que indicado ao contrário.

##### Métodos de teste

##### Viscosidade Brookfield

15 A viscosidade é medida usando um viscosímetro Brookfield RVT (disponível de Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Stoughton, Massachusetts, EUA). Para determinação de viscosidade, 600 ml de uma amostra são despejados em um béquer de 1000 ml e a viscosidade é medida a 25°C em 20 velocidade de haste de 20 e 100 rpm.

##### Grau de formação de crateras

O grau de formação de crateras é determinado pela observação visual de amostras queimadas. Uma solução de água/álcool isopropílico (50/50) com NH<sub>4</sub>Cl a 10% é usada. 25 Papel revestido em somente um lado é imerso por 30 s; papel revestido de lado duplo permanece 60 s nesta solução. Após remover o excesso de solução com uma papel "mata-borrão" as amostras são secadas ao ar durante a noite. A queima é feita em um forno a 225°C por 3 min e 30 30 s. Crateras são contadas manualmente dentro de uma seção de 3 x 3 cm das amostras queimadas com a ajuda de lente de aumento (ampliação de 10x). Manchas não revestidas muito pequenas, com formato circular perfeito não são tomadas como crateras; elas são assumidas a ser 35 microfissuração proporcionada por bolhas no revestimento a partir de arrasto de ar. Também não são levadas em consideração áreas elípticas não revestidas orientadas

com o eixo geométrico longitudinal na direção da máquina (a direção na qual ao papel está se movendo) proporcionadas por bolhas maiores presentes na formulação de revestimento que não são removidas por desaeração. A  
5 densidade de crateras proporciona somente um número de crateras por unidade de superfície; o tamanho de cratera não é levado em consideração naquele número. Papel com uma densidade de crateras maior que 10 crateras por  $\text{cm}^2$  é inaceitável para propósitos de impressão. Para casos onde  
10 densidade de cratera não é medida por contagem, uma escala relativa de poucas, níveis baixo, médio, alto e muito alto de formação de crateras é usada. Níveis médios ou mais altos de formação de crateras são inaceitáveis para propósitos de impressão.

#### 15 Lustro do papel

Lustro do papel é medido usando um instrumento Zehntner ZLR-1050 em um ângulo de incidência de  $75^\circ$ .

#### Lustro da tinta

O teste é executado em uma unidade de Impressão de Teste  
20 Pruefbau com Tinta Vermelha Lorrilleux N° 8588. Uma quantidade de  $0,8 \text{ g/m}^2$  (ou  $1,6 \text{ g/m}^2$  respectivamente) de tinta é aplicada a tiras de teste de papel revestido montadas em uma placa comprida revestida de borracha com um disco de impressão de aço. A pressão da aplicação de  
25 tinta é  $1.000 \text{ N}$  e a velocidade é  $1 \text{ m/s}$ . As tiras impressas são secadas por 12 horas a  $20^\circ\text{C}$  em umidade ambiente mínima de 55%. O lustro é então medido em um instrumento Zehntner ZLR-1050 em um ângulo de incidência de  $75^\circ$ .

#### 30 Teste de manchamento a seco (IGT)

Este teste mede a capacidade do papel para aceitar a transferência de tinta sem manchamento. O teste é executado em um testador de impressão tipo A2, disponível comercialmente de IGT Reptest BV. Tiras de papel  
35 revestido ( $4 \text{ mm} \times 22 \text{ mm}$ ) são impressas com discos de alumínio com tinta em uma pressão de impressão de  $36 \text{ N}$  com o sistema de acionamento de pêndulo e o óleo de teste

de alta viscosidade (vermelho) de Reptest BV. Após a impressão estar completa, a distância onde o revestimento começa a mostrar manchamento é marcada sob um estéreomicroscópio. A distância marcada é então transferida para dentro da curva de velocidade IGT e as velocidades em cm/s são lidas a partir da curva de acionamento correspondente. Altas velocidades significam alta resistência a manchamento seco.

#### Manchamento úmido

10 O teste é executado em uma unidade de Impressão de Teste Pruefbau equipada com uma câmara de umedecimento. 500 mm<sup>3</sup> de tinta de impressão (Huebner 1, 2, 3 ou 4, dependendo da resistência a manchamento úmido global do papel) são distribuídos por 2 min no distribuidor; após cada  
15 impressão re-tintamento com 60 mm<sup>3</sup> de tinta. Um disco de impressão de borracha vulcanizada é entintado sendo colocado no distribuidor por 15 s. Então, 10 mm<sup>3</sup> de água destilada são aplicados na câmara de umedecimento e distribuídos sobre um cilindro de borracha. Uma tira de  
20 papel revestido é montada sobre uma placa revestida com borracha e é impressa com uma pressão de impressão de 600 N e uma velocidade de impressão de 1 m/s. Uma tira central de papel revestido é umedecida com uma risca de teste de água à medida que ela passa através da câmara de  
25 umedecimento. A impressão é feita na mesma tira de teste imediatamente após sair da câmara de umedecimento. Impressão por placa do disco de impressão é feita em uma segunda tira de teste de papel revestido fixada sobre uma placa revestida com borracha; a pressão de impressão é  
30 400 N. Densidades de tinta em ambas tiras de teste são medidas e usadas nas seguintes fórmulas:

Transferência de tinta, definida como  $X = (B/A) * 100\%$

Rejeição de tinta, definida como

$Y = ((100 \times D - X * C) / 100 * A) * 100\%$ , e

35 Manchamento úmido, definido como  $Z = 100 - X - Y\%$ ; onde  
A: é a densidade de tinta em riscas laterais não umedecidas de uma primeira tira de teste revestida,

B: é a densidade de tinta em risca central umedecida de uma primeira tira de teste revestida,

C: é a densidade de tinta em riscas laterais da impressão por placa feita na segunda tira, e

5 D: é a densidade de tinta na risca central para a impressão por placa feita na segunda tira.

#### Empilhamento de tinta

Empilhamento de tinta é testado em um testador de impressão Pruefbau. Tiras de papel são impressas com  
10 tinta comercialmente disponível sob a marca comercial Iluber Wegschagfarbe N° 520068. Uma quantidade inicial de 500 mm<sup>3</sup> é aplicada a um cilindro de distribuição de tinta. Um disco de impressão de tinta de aço é entintado para conseguir um volume de tinta de 60 mm<sup>3</sup>. Uma tira de  
15 papel revestida é montada em uma placa revestida com borracha e impressa com o disco de aço entintado em uma velocidade de 1,5 m/s e uma pressão de impressão de 800 N. Após um tempo de retardo de 10 segundos, a tira de papel é re-impressa usando um disco de impressão de  
20 borracha vulcanizada também contendo 60 mm<sup>3</sup> de tinta e uma pressão de impressão de 800 N. Este procedimento é repetido até que a superfície da tira de papel revestido tenha se rompido. O número de passadas de impressão requeridas para romper a superfície de papel revestido é  
25 uma medida da resistência superficial do papel.

#### Mescla de tintas

Este teste é feito para garantir o grau de irregularidade de impressão. Tiras de papel são impressas na unidade de Impressão de Teste Pruefbau com tinta comercialmente  
30 disponível sob a designação comercial Huber Wegschlagfarbe N° 520068. Primeiro, 250 mm<sup>3</sup> de tinta são aplicados com um cilindro de aço. Então, três passadas usando um cilindro de borracha vulcanizada seguem e em cada uma destas três passadas um volume adicional de 30  
35 mm<sup>3</sup> de tinta é aplicado. Para avaliação de mescla, a tinta é digitalmente analisada usando o Mottling Viewer Software de Only Solutions GmbH. Primeiro, a tinta é

escaneada e o escaneamento é convertido para uma escala de cinzas. Então o desvio em intensidade de escala de cinzas é medido em sete resoluções diferentes com uma largura de 0,17 mm, 0,34 mm, 0,67 mm, 1,34 mm, 2,54 mm, 5,1 mm e 10,2 mm. A partir destas medições um valor de mescla (MV) é calculado. O resultado mostra o grau de irregularidade de impressão. Um número mais alto indica uma irregularidade mais alta.

#### Rugosidade do papel

10 A rugosidade da superfície de papel revestido é medida com um testador de rugosidade Parker PrinSurf. Uma folha de amostra de papel revestido é presa entre uma placa de cortiça-melinex e um cabeçote de medição em uma pressão de retenção de 1.000 kPa. Ar comprimido é fornecido ao  
15 instrumento em 400 kPa e o vazamento de ar entre o cabeçote de medição e a superfície do papel revestido é medido. Um número mais alto indica um grau mais alto de rugosidade da superfície de papel revestido.

#### Rigidez do papel

20 Rigidez do papel é medida usando o método de Rigidez Kodak, TAPPI 535-PM-79.

#### Valor Cobb

Este teste mede a absorvência de água de papel e é conduzido de acordo com o procedimento de teste definido  
25 pela Technical Association of the Pulp and Paper Industry [Associação técnica da indústria de polpa e papel] (T-441). Uma amostra pré-condicionada e pré-pesada de papel medindo 12,5 cm x 12,5 cm é presa entre uma placa de borracha e um anel metálico circular. O anel metálico é  
30 projetado tal que ele circunscreva uma área de 100 cm<sup>2</sup> sobre a superfície de amostra de papel. Um volume de 100 mililitros de água deionizada é despejado no anel e a superfície do papel é deixada a absorver a água por um período de tempo desejado. No fim do período de tempo o  
35 excesso de água é despejado fora, a amostra de papel removida, contatada com mata-borrão e re-pesada. A quantidade de água absorvida é calculada e expressa como

gramas de água por metro quadrado de papel. Um número mais alto indica uma propensão mais alta para absorção de água.

#### Teste Emco

5 Testes são feitos em um aparelho Emco-DPM27 (disponível de EMCO Elektronische Mess-und Steuerungstechnik GmbH, Mommsenstrasse 2, Leipzig, Alemanha). Uma amostra de papel (5 cm x 7 cm) é fixada com uma fita adesiva de dupla face no porta-amostra. O porta-amostra é fixado em  
10 um utensílio de imersão. O utensílio de imersão e dispositivo porta-amostra juntos são liberados para permiti-los mergulhar na célula de medição, a qual está cheia com água destilada mantida a 23°C. Medição de transmissão por ultra-som inicia simultaneamente com a  
15 imersão e continua durante o tempo. A admissão de água pelo papel é caracterizada pelo seguinte, como uma função de tempo, transmissão de ultra-som através da amostra de papel imersa em água. Uma fração segundo após imersão, um máximo de transmissão é alcançado, o qual corresponde ao  
20 umedecimento completo da superfície do papel. Por definição, este máximo é tomado como 100% de transmissão. A penetração de água no papel resulta em uma diminuição em transmissão de ultra-som através da amostra (difração Rayleigh). O tempo necessário para alcançar 60% da máxima  
25 transmissão de ultra-som é tomado como uma característica de admissão de água da amostra. Quanto menor o tempo mais rápida a admissão de água.

#### Peso de camada

O peso de camada conseguido em cada experimento de  
30 revestimento de papel é calculado a partir da taxa de fluxo volumétrico conhecida da bomba fornecendo o revestimento para o cabeçote de revestimento de cortina, a velocidade na qual a folha contínua de papel está se movendo sob o cabeçote de revestimento de cortina, a  
35 densidade e porcentual de sólidos da cortina e a largura da cortina.

#### Densidade do revestimento

A densidade de uma camada de cortina é determinada pesando uma amostra de 100 mililitros do revestimento em um piknômetro.

#### Formulações

5 Os seguintes materiais foram usados nos líquidos de revestimento:

- Carbonato (A): dispersão de carbonato de cálcio com um tamanho de partícula de 60% < 2  $\mu\text{m}$  em água (Hydrocarb® 60 ME disponível de Pluess-Stauffer, Oftringen, Suíça), 77%  
10 de sólidos.
- Carbonato (B): dispersão de carbonato de cálcio com tamanho de partícula de 90% < 2  $\mu\text{m}$  em água (Hydrocarb® 90 ME disponível de Pluess-Stauffer), 77% de sólidos.
- Argila (A): dispersão de argila caulim de alto brilho  
15 N° 2 com tamanho de partícula de 80% < 2  $\mu\text{m}$  em água (SPS disponível de Imerys, St. Austell, Inglaterra), 66,5% de sólidos.
- Argila (B): dispersão de argila caulim de alto brilho  
20 N° 2 com tamanho de partícula de 98% < 2  $\mu\text{m}$  em água (Hydragloss® 90 disponível de J. M Huber Corp, Have de Grace, Maryland, EUA), 71% de sólidos.
- $\text{TiO}_2$ : dispersão de dióxido de titânio - tipo anatase com superfície específica, medida por admissão de óleo de 21 g de óleo/100 g de pigmento (Tiona® AT-1, disponível  
25 de Millenium Inorganic Chemicals S. A., Thann, França), 72% de sólidos.
- Talco: dispersão de talco com distribuição de tamanho de partículas como segue: 96% < 10  $\mu\text{m}$ , 82% < 5  $\mu\text{m}$ , 46% < 2  $\mu\text{m}$  (Finnatalc® C10 disponível de Mondo Minerals Ou,  
30 Helsinki, Finlândia), 65% de sólidos.
- Pigmento de polímero sintético (A): dispersão de poliestireno com um tamanho de partícula médio de volume de 0,26  $\mu\text{m}$  (DPP 711 disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA), 52% de sólidos em água.
- 35 • Pigmento de polímero sintético (B): dispersão aniônica baseada em copolímero de estireno/acrilato de uma partícula oca com um diâmetro médio de 1  $\mu\text{m}$  e com um

volume de vazão de 55% (Rhopaque® HP 1055, disponível de Rohm and Hass Deutschland GmbH, Frankfurt/Main, Alemanha), 26,5% de sólidos em água.

• Látex (A): látex de estireno-butadieno carboxilado (DL 5 950 disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA), 50% de sólidos em água.

• Látex (B) látex de estireno-butadieno carboxilado (DL 980 disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA), 50% de sólidos em água.

10 • Látex (C): látex de estireno-acrilato (XZ 94329.04 disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA), 48% de sólidos em água.

• Látex (D): látex de estireno-butadieno carboxilado (DL 15 966 disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA), 50% de sólidos em água.

• Dispersão PU: dispersão de polímero de poliuretano (Syntegra® YA 500 disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA), 56% de sólidos.

• Dispersão PE: dispersão aniônica de copolímero de 20 etileno ácido acrílico em água com temperatura mínima de formação de película de 26°C e Tg de 4°C (Techseal® E-799/35, disponível de Trueb Chemie, Ramsen, Suíça), 35% de sólidos.

• Solução PVOH: solução de 15% de álcool polivinílico 25 sintético de baixo peso molecular (Mowiol® 6/98 disponível de Clariant AG, Basel, Suíça)

• Tensoativo: solução aquosa de di-álquilsulfosuccinato de sódio (Aerosol® OT disponível de Cyanamid, Wayne, New Jersey, EUA), 75% de sólidos.

30 • Amido: amido de milho modificado termicamente hidrolizado, Viscosidade Brookfield (100 rpm) de solução a 25% a 40°C = 185 mPa.s (C-Film 07311 disponível de Cerestar, Krefeld, Alemanha).

• Proteína: polímero de proteína de soja, aniônico, de 35 baixo peso molecular, modificado, com pH isoelétrico de 4,3-4,5 (Procote® 5000, disponível de Dupont Soy Polymers, St. Geyrac, França).

- Branqueador (A): agente branqueador fluorescente (branqueador óptico) derivado de ácido diamino-stilbenedisulfônico (Blankophor® P disponível de Bayer AG, Leverkusen, Alemanha).

5 • Branqueador (B): agente branqueador fluorescente derivado de ácido diamino-stilbenedisulfônico (Tinopol® SPP, disponível de Ciba Specialty Chemicals Inc., Basel, Suíça).

10 • DSP: uma solução aquosa aniônica de copolímero de estireno acrilato (Dow Sizing Polymer DSP 7, disponível de The Dow Chemical Company, Midland, Michigan, EUA) 15% de sólidos.

O pH das formulações de revestimentos pigmentados foi ajustado para 8,5 adicionando solução de NaOH (10%). Água  
15 foi adicionada à medida do necessário para ajustar o teor de sólidos das formulações.

Os ingredientes acima foram misturados nas quantidades dadas nas Tabelas 1, 2 e 3 respectivamente para obter  
20 composições de camada de fundo (Formulações 1 a 17), composições de camada superior (Formulações 18 a 41) e composições de camada interna (Formulações 42 a 49). Todas as porcentagens e partes são baseadas em peso a menos que indicado ao contrário.

Tabela 1: Formulações de camada de fundo

Formulação	1	2	3	4	5	6	7
	Partes baseado em peso seco						
Carbonato (A)	100	100					
Carbonato (B)				100	70	100	100
Argila (A)					30		
Argila (B)							
Pigmento de polímero sintético (A)							
Látex (A)	10	10		10	10		
Látex (B)			100				
Látex (C)							
Látex (D)						13	13
Amido							
DSP							
PVOH	1,2	1,0	1,0		1,0	1,0	2,0
Tensoativo	0,5	0,4	0,8		0,4	0,4	0,4
Branqueador (A)		1,5		1,5			
Teor de sólidos (%)	72,7	71,1	49,2	69,7	61,7	60,9	59,9
Densidade do revestimento	1,70	1,66	1,03	1,64	1,53	1,51	1,49
Viscosidade 20 rpm (cps)	870	440	1270	810	800	200	150
Viscosidade 100 rpm (cps)	360	230	350	360	260	140	130
pH	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,7	8,7
Função da camada	Revest. (pré-camada)	Revest. (pré-camada)	Camada de interface	Camada princ. (pré-camada)	Camada de interface	Camada de interface	Camada de interface
Número de Exemplo Comparativo	1, A	2, 3, 4, 5	6, 7	8, 9, 29	10, 11, 12	13, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35; 36, 37, 39, 43, 44	14

NM = Não medido

Tabela 1 continuação: Formulações de camada de fundo

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
100	100	100					80		100
							20	100	
13	8	10		100	100	100		26	10
	6	17		100	10				
2,0			100,0						
0,4	0,4	0,4	0,4	0,91	0,4	0,4	0,4	1,0	0,5
							30,0	0,2	0,4
							1,0		
52,0	59,9	39,9	10,0	18,5	21,9	47,5	29,5	50,4	72,5
1,41	1,52	1,26	1,01	1,05	1,09	1,02	1,19	1,04	1,70
40	170	20	NM	NM	240	1220	100	370	1750
60	130	30	NM	NM	260	540	140	150	570
8,8	8,6	8,6	NM	NM	9,0	8,7	8,9	8,9	8,5
Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Camada de inter-face	Revest. (camada principal)
15	16	17	18	19	20	21	22	38	42

NM = Não medido

Tabela 2: Formulações de camada superior

Formulação	18	19	20	21	22	23	24	25	26
	Partes baseado em peso seco								
Carbonato (A)	70	30	100						
Carbonato (B)	30				70	70	70	70	70
Argila (A)		70			30			30	30
Argila (B)						30	30		
Talco									
Pigmento de polímero sint. (A)				100					
Pigmento de polímero sint. (B)	10				10				
Látex (A)		11							
Látex (C)			10	26		11	11	11	11
Látex (D)			1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	2,5
PVOH	0,3	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	1,0	2,5
Proteína									
Tensoativo	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Branqueador (A)		1,5							
Teor de sólidos (%)	67,3	69,1	67,9	51,2	66,6	67,5	64,8	64,8	66
Densidade do revestimento (g/cm <sup>3</sup> )	1,64	1,65	1,62	1,04	1,62	1,64	1,57	1,57	1,59
Viscosidade 20 rpm (cps)	2400	1330	1450	540	3450	2620	2840	2840	3280
Viscosidade 100 rpm(cps)	670	500	620	210	990	910	1000	1000	1140
pH	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,7	8,5	8,5	8,7
Função da camada	Revest. (camada super.)	Revest. (camada super.)	Revest. (camada super.)	Revest. (camada super.)	Revest. (camada super.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)
Número de Exemplo Comparativo	1, A, B	2, 3, 4, 5	6, 7, C	8, 9, 29	10, 11, 12, D	13, 14, 15, 16, 17	18, 19, 20, 21, 22	18, 19, 20, 21, 22	23

NM = Não medido

Tabela 2 continuação: Formulações de camada superior

Formulação	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	Partes baseado em peso seco								
Carbonato (A)	70	70	70	70	30	30	50	30	50
Carbonato (B)		10	20	30					
Argila (A)	30	20	10		70			55	15
Argila (B)									15
Talco						70			
Pigmento de pol. sint. (A)							50	15	
Pigmento de pol. sint. (B)						26	17		
Látex (A)									
Látex (C)	11	11	11	11	11			15	11
Látex (D)	2,5	2,5	2,5	2,5	0,7	1,0	0,3	0,3	1,0
PVOH									
Proteína									
Tensoativo	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Branqueador (A)						1,0	1,0	1,0	
Teor de sólidos (%)	66,8	66,9	66,6	66,5	60,1	50,4	42,6	57,1	60,5
Densidade do revestimento (g/cm <sup>3</sup> )	1,57	1,59	1,60	1,57	1,51	1,13	1,15	1,51	1,52
Viscosidade 20 rpm (cps)	3530	4890	5080	4940	670	70	160	1200	270
Viscosidade 100 rpm (cps)	1210	1670	1770	1540	240	90	110	390	160
pH	8,7	8,7	8,7	8,7	8,6	8,8	8,8	8,6	8,7
Função da camada	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Funcion. camada super.	Funcion. camada super.	Funcion. camada super.	Funcion. camada super.	Funcion. camada super.
Número de Exemplo	25, 30,	26	27	28, 40,	32	33	34	35	36
Letras = Comparativo	31			41					

NM = Não medido

Tabela 2 continuação: Formulações de camada superior

Formulação	36	37	38	39	40	41
	Partes baseado em peso seco					
Carbonato (A)						
Carbonato (B)	35		80	100	50	50
Argila (A)						
Argila (B)	65		20			50
Talco						
Pigmento de polímero sintético (A)		100				
Pigmento de polímero sintético (B)						
Látex (A)					14	15
Látex (C)				10		
Látex (D)	15	26	11			
PVOH	1,0	1,0	2,5	0,5	1,0	2,5
Proteína					3,0	
Tensoativo	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,1
Branqueador (A)						1,0
Teor de sólidos (%)	60,4	50,4	66,3	72,5	58,9	60,3
Densidade do revestimento (g/cm <sup>3</sup> )	1,49	1,04	1,59	1,70	1,48	1,46
Viscosidade 20 rpm (cps)	1160	370	4410	1750	2100	2380
Viscosidade 100 rpm (cps)	390	150	1530	570	670	780
pH	8,5	8,9	8,8	8,5	8,1	8,6
Função da camada	Revest. (camada super.)	Funcion. (camada super.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Funcion. (camada super.)	Funcion. (camada super.)
Número de Exemplo	37	38	39	42, E	43	44
Letras = Experimento Comparativo						

Tabela 3: Formulações de camada interna

Formulação	42	43	44	45	46	47	48	49
	Partes baseado em peso seco							
Carbonato (A)	100							
Carbonato (B)		60	70	55			100	
Argila (B)		40	30	20				
TiO <sub>2</sub>				25				
Látex (D)	11	14	11	11			11	
Dispersão PE					100			
Dispersão PU						88		
PVOH	2,5	1,0	2,5	2,5		2,0	2,5	100,0
Tensoativo	0,4	0,4	0,4	0,4			0,1	0,4
Branqueador (A)	1,0			1,0				
Branqueador (B)								20
CaCl <sub>2</sub> (10%)		0,5						
Teor de sólidos (%)	70,2	63,6	66,8	59,8	34,2	55,2	69,9	9,8
Densidade do revestimento (g/cm <sup>3</sup> )	1,67	1,57	1,57	1,54	NM	1,08	1,64	1,02
Viscosidade 20 rpm (cps)	2050	5440	3530	1230	NM	2960	4300	55
Viscosidade 100 rpm (cps)	900	1470	1210	460	NM	1060	1720	81
pH	8,7	8,5	8,7	8,8	8,0	7,8	8,8	8,6
Função da camada	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Revest. (camada princ.)	Funcion. (camada interna)	Funcion. camada interna	Funcion. camada interna	Revest. camada princ.	Funcion. camada interna
Número de Exemplo	32, 33,	37	38	39	40	41	43	44
Letras = Experimento Comparativo	34, 35, 36							

NM = Não medido

As formulações foram revestidas sobre papel de acordo com o seguinte procedimento. Um revestidor de cortina tipo matriz de lâmina de multicamadas fabricado por Troller Schweizer Engineering (TSE, Murgenthal, Suíça) foi usado.

5 O aparelho de revestimento de cortina foi equipado com guias de aresta lubrificadas com um gotejamento de água e com um dispositivo de sucção de vácuo para remover esta água de lubrificação de aresta no fundo da guia de aresta logo acima da aresta de papel revestida. Em adição, o  
10 revestidor de cortina foi equipado com um dispositivo de sucção a vácuo para remover ar da superfície de interface do substrato de papel à montante da zona de influência da cortina. A altura da cortina foi 300 mm a menos que anotado ao contrário. Formulações de revestimento foram  
15 desaeradas antes de usar para remover bolhas de ar.

#### Exemplo 1 e Experimentos Comparativos A e B

Para comparar cortina de multicamadas simultâneas versus revestimento de cortina de camada simples, um papel-base sem madeira ( $87 \text{ g/m}^2$ , rugosidade PPS =  $5,6 \text{ }\mu\text{m}$ ) foi  
20 revestido a  $900 \text{ m/min}$  em três experimentos nos quais o mesmo peso de revestimento total foi aplicado em cada um de três modos, nominalmente, revestimentos de camadas simples consecutivas, revestimento de multicamadas simultâneas e uma aplicação de revestimento de camada  
25 simples.

#### Experimento Comparativo A

A formulação de camada de fundo 1 foi aplicada como uma cortina de camada simples ao lado de cima de uma folha contínua, em movimento, do papel-base para conseguir um  
30 peso de camada de  $10 \pm 0,2 \text{ g/m}^2$ . A folha de papel base estava se movendo a  $900 \text{ m/min}$ . Após secagem, o papel revestido por baixo foi revestido por cima com uma formulação de camada superior 18 como uma cortina de camada simples e secado para alcançar um peso de camada  
35 superior de  $10 \pm 0,2 \text{ g/m}^2$ .

#### Exemplo 1:

As mesmas formulações de camada de fundo e camada

superior usadas no Experimento Comparativo 1 foram aplicadas via revestimento de cortina de multicamadas simultâneas ao lado de cima do papel-base tal que cada camada de revestimento tivesse um peso de camada de  $10 \pm 0,2 \text{ g/m}^2$ . A secagem foi conduzida usando condições como no Experimento Comparativo A.

Experimento Comparativo B:

A formulação de camada superior 18 foi aplicada em uma aplicação de cortina de camada simples ao lado de cima do papel-base para conseguir um peso de camada de  $20 \pm 0,2 \text{ g/m}^2$ . A secagem foi conseguida usando condições de secagem similares usadas no Experimento Comparativo A. Os papéis revestidos foram todos calandrados sob as mesmas condições e então testados quanto às propriedades de impressão. Os resultados desta série de testes são dados na Tabela 4.

Tabela 4

Exemplos	Comp. A	1	Com. B
Formulação da camada de fundo	1	1	-
Formulação da camada superior	18	18	18
Velocidade da folha (m/min)	900	900	900
Peso de camada da camada inferior ( $\text{g/m}^2$ )	9,9	10,2	-
Peso de camada da camada superior	10,0	10,0	19,9
Aplicação de camada simples	sim	-	sim
Aplicação de multicamadas	-	sim	-
Lustro do papel (%)	53	66	67
Lustro de tinta - tinta $0,8 \text{ g/m}^2$ (%)	73	89	85
Lustro de tinta - tinta $1,6 \text{ g/m}^2$ (%)	75	94	90
Rugosidade ( $\mu\text{m}$ )	4,4	1,7	2,0
Manchamento seco IGT (cm/s)	91	95	80
Empilhamento de tinta (n° de passadas)	3	5	4
Mescla de tinta (Valor de mescla)	7,8	6,4	6,5

Os resultados na Tabela 4 mostram que o papel revestido com multicamadas simultâneas tinha lustro de papel, lustro de tinta, rugosidade, resistência a manchamento seco, empilhamento de tinta e mescla de tinta superiores comparado com o papel que recebeu aplicações de cortina de camada simples consecutivas de camada inferior e

camada superior. Além disso, o papel revestido com multicamadas simultâneas foi superior em lustro de tinta, rugosidade e resistência a manchamento seco comparado com o papel que recebeu um revestimento de cortina de camada  
5 simples de 20 g/m<sup>2</sup> de camada superior relativamente mais cara. As mesmas vantagens seriam esperadas para revestir papelão.

#### Exemplos 2 e 3

Para determinar se um papel revestido de peso leve (LWC)  
10 poderia ser produzido por revestimento de multicamadas simultâneas, um papel-base contendo madeira (46 g/m<sup>2</sup>, rugosidade PPS = 7,9 µm) foi revestido em duas tentativas tal que o peso de camada total aplicado fosse similar àquele que seria aplicado em processos de revestimento de  
15 lâmina ou de cortina de camada simples convencionais. A velocidade de revestimento foi 800 m/min. O efeito de aumentar o peso de camada inferior relativamente menos cara e diminuir o peso de camada superior relativamente mais cara em propriedades de papel revestido foi  
20 examinado variando a razão de peso de camada inferior em relação a peso de camada superior, mas com o peso de camada total permanecendo constante.

#### Exemplo 2:

A formulação de camada de fundo 2 e formulação de camada  
25 superior 19 foram aplicadas simultaneamente a uma folha contínua do papel-base tal que cada camada de revestimento tivesse um peso de camada de 6,5 ± 0,1 g/m<sup>2</sup>. O papel revestido foi secado usando condições de secagem similares àsquelas usadas no Exemplo 1.

#### Exemplo 3:

A formulação de camada de fundo 2 e formulação de camada  
superior 19 foram aplicadas simultaneamente ao papel-base tal que a camada inferior tivesse um peso de camada de 9,8 g/m<sup>2</sup> e a camada superior tivesse um peso de camada de  
35 3,3 g/m<sup>2</sup>. O papel revestido foi secado como no Exemplo 2. Papéis revestidos dos Exemplos 2 e 3 foram calandrados sob as mesmas condições e então testados quanto às

propriedades de impressão. Os resultados desta série de experiências são dados na Tabela 5.

Tabela 5

Exemplos	2	3
Formulação da camada de fundo	2	2
Formulação da camada superior	19	19
Velocidade da folha (m/min)	800	800
Peso de camada da camada inferior (g/m <sup>2</sup> )	6,5	9,8
Peso de camada da camada superior	6,6	3,3
Aplicação de camada simples	-	-
Aplicação de multicamadas	sim	sim
Lustro do papel (%)	32	26
Lustro de tinta - tinta 0,8 g/m <sup>2</sup> (%)	45	35
Lustro de tinta - tinta 1,6 g/m <sup>2</sup> (%)	56	49
Rugosidade (µm)	4,2	4,4
Manchamento seco IGT (cm/s)	47	58
Empilhamento de tinta (n° de passadas)	2	3
Mescla de tinta (Valor de mescla)	6,6	6,8

Os resultados na Tabela 5 se comparam favoravelmente com  
 5 qualidade de papel produzido por outros processos e são eminentemente adequados para propósitos de impressão. Além disso, o Exemplo 3 demonstra que propriedades de papel revestido aceitáveis foram conseguidas aplicando  
 somente metade da formulação de camada superior  
 10 relativamente cara aplicada no Exemplo 2. Os resultados adicionalmente demonstram que revestimento de multicamadas simultâneas permite a razão de camada inferior em relação a camada superior ser variada  
 significativamente sem impactar a velocidade na qual a  
 15 folha é revestida. A aplicação de um peso de camada de 3,3 g/m<sup>2</sup> a 800 m/min, como demonstrado no Exemplo 3, não é alcançável por revestimento de cortina de camada simples.

#### Exemplos 4 e 5

20 Isto foi uma repetição dos Exemplos 2 e 3 mas usando papel-base sem madeira (87 g/m<sup>2</sup>, rugosidade PPS = 5,6 µm), uma velocidade de revestimento de 400 m/min, e um objetivo de peso de camada total mais alto tal como é tipicamente aplicado a papéis sem madeira revestidos  
 25 duplos e a papelões revestidos produzidos por métodos de

revestimento convencionais. O objetivo deste experimento foi determinar se revestimento de multicamadas simultâneas de um papel-base sem madeira, no qual um peso de camada muito baixo de uma camada superior relativamente cara foi aplicado a um peso de camada muito alto de camada inferior relativamente menos cara, poderia produzir propriedades de papel aceitáveis para propósitos de impressão.

Exemplo 4:

10 A formulação de camada inferior 2 e formulação de camada superior 19 foram aplicadas simultaneamente ao papel-base tal que a camada inferior tivesse um peso de camada de 18,6 g/m<sup>2</sup> e a camada superior tivesse um peso de camada de 6,8 g/m<sup>2</sup>.

15 Exemplo 5:

O Exemplo 4 foi repetido exceto que a camada inferior tinha um peso de camada de 21,7 g/m<sup>2</sup> e a camada superior tinha um peso de 3,5 g/m<sup>2</sup>.

20 Os papéis revestidos dos Exemplos 4 e 5 foram secados e calandrados sob condições similares e então testados quanto às propriedades de impressão. Os resultados desta série de testes são dados na Tabela 6.

Tabela 6

Exemplos	4	5
Formulação da camada de fundo	2	2
Formulação da camada superior	19	19
Velocidade da folha (m/min)	400	400
Peso de camada da camada inferior (g/m <sup>2</sup> )	18,6	21,7
Peso de camada da camada superior	6,8	3,5
Aplicação de camada simples	-	-
Aplicação de multicamadas	sim	sim
Lustro do papel (%)	78	75
Lustro de tinta - tinta 0,8 g/m <sup>2</sup> (%)	94	90
Lustro de tinta - tinta 1,6 g/m <sup>2</sup> (%)	95	93
Rugosidade (µm)	1,2	1,5
Manchamento seco IGT (cm/s)	71	75
Empilhamento de tinta (nº de passadas)	9	7
Mescla de tinta (Valor de mescla)	6,1	6,2

Os resultados na Tabela 6 se comparam favoravelmente com qualidade de papel produzido por outros processos e os papéis revestidos são eminentemente adequados para propósitos de impressão, confirmando assim as descobertas dos Exemplos 2 e 3 de que o método de revestimento de multicamadas simultâneas permite a aplicação de camadas superiores relativamente caras, muito leves, sobre camadas inferiores relativamente menos caras, muito pesadas. Também é considerado possível que a camada inferior poderia ser dividida entre várias subcamadas onde fendas adicionais no cabeçote de revestimento estejam disponíveis. Tal solução permite flexibilidade aumentada para projetar e aplicar camadas de cortina com propriedades muito específicas. As mesmas vantagens seriam esperadas para revestir papelão.

#### Exemplos 6 e 7 e Experimento Comparativo C

Para determinar se revestimento de multicamadas simultâneas poderia ser usado para aplicar um revestimento funcional, não pigmentado, que de outro modo não seria possível aplicar por métodos de revestimento convencionais, um experimento foi conduzido no qual uma camada inferior pegajosa com propriedades de barreira de água foi aplicada simultaneamente com uma camada superior pigmentada a um papel-base sem madeira ( $87 \text{ g/m}^2$ , rugosidade PPS =  $5,6 \text{ }\mu\text{m}$ ). A velocidade do revestimento foi  $800 \text{ m/min}$ .

#### Exemplo 6:

A formulação de camada de fundo 3 e formulação de camada superior 20 foram aplicadas simultaneamente a papel-base sem madeira tal que a camada inferior tivesse um peso de camada de  $4,0 \text{ g/m}^2$  e a camada superior tivesse um peso de camada de  $10,1 \text{ g/m}^2$ .

#### Exemplo 7:

O Exemplo 6 foi repetido exceto que a camada inferior tinha um peso de camada de  $3,9 \text{ g/m}^2$  e a camada superior tinha um peso de camada de  $7,5 \text{ g/m}^2$ .

#### Experimento Comparativo C:

A formulação 20 foi aplicada como um revestimento de camada simples a papel-base sem madeira tal que o revestimento tivesse um peso de camada de 10,1 g/m<sup>2</sup>.

Os papéis revestidos dos Exemplos 6 e 7 e Experimento 5 Comparativo C foram secados e calandrados sob condições similares e então testados quanto às propriedades de impressão. Os resultados desta série de testes são dados na Tabela 7.

Tabela 7

Exemplos	6	7	Com. C
Formulação da camada de fundo	3	3	-
Formulação da camada superior	20	20	20
Velocidade da folha (m/min)	800	800	800
Peso de camada da camada inferior (g/m <sup>2</sup> )	4,0	3,9	-
Peso de camada da camada superior	10,1	7,5	10,1
Aplicação de camada simples	-	-	sim
Aplicação de multicamadas	sim	sim	-
Lustro do papel (%)	48	45	39
Lustro de tinta - tinta 0,8 g/m <sup>2</sup> (%)	76	72	59
Lustro de tinta - tinta 1,6 g/m <sup>2</sup> (%)	82	82	66
Rugosidade (µm)	2,7	2,7	3,4
Manchamento seco IGT (cm/s)	>110	>110	98
Empilhamento de tinta (n° de passadas)	10	10	6
Valor Cobb (g H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> )	10,9	10,0	45,4

10 Os resultados na Tabela 7 demonstram a adequabilidade do método de revestimento de multicamadas simultâneas para aplicar revestimentos funcionais não pigmentados a papel, tal como um revestimento de barreira, onde tais revestimentos não poderiam de outro modo ser aplicados  
 15 por métodos convencionais de revestimento de papel ou por métodos de revestimento de cortina de camadas simples consecutivas. Os resultados mostram claramente que a aplicação da camada inferior pegajosa melhorou significativamente a resistência global do papel  
 20 revestido, como medido por manchamento a seco IGT e empilhamento de tinta, e diminuiu significativamente a absorção de água do papel revestido, como medido pelo Teste Cobb.

Exemplos 8 e 9

Um experimento foi conduzido no qual uma formulação de camada inferior foi revestida com camada superior com uma formulação de camada superior de alto lustro, muito leve.

5 O peso de camada da camada superior foi significativamente mais baixo que aquele que poderia ser produzido por métodos de revestimento de lâmina e de cortina de camada simples convencionais na velocidade de revestimento usada. A velocidade de revestimento foi 800  
10 m/min. O substrato foi um papel-base contendo madeira ( $66 \text{ g/m}^2$ , rugosidade PPS =  $6,3 \text{ }\mu\text{m}$ ).

Exemplo 8:

A formulação de camada de fundo 4 e formulação de camada superior 21 foram aplicadas simultaneamente ao papel-base  
15 (tal que a camada inferior tivesse um peso de camada de  $10,0 \text{ g/m}^2$  e a camada superior tivesse um peso de camada de  $1,4 \text{ g/m}^2$ ).

Exemplo 9:

O Exemplo 8 foi repetido exceto que a camada superior  
20 tinha um peso de camada de  $0,7 \text{ g/m}^2$ .

Papéis revestidos dos Exemplos 8 e 9 foram secados e calandrados sob condições similares e então testados quanto às propriedades de impressão. Os resultados desta série de testes são dados na Tabela 8.

25

Tabela 8

Exemplos	8	9
Formulação da camada de fundo	4	4
Formulação da camada superior	21	21
Velocidade da folha (m/min)	800	800
Peso de camada da camada inferior ( $\text{g/m}^2$ )	10,0	10,0
Peso de camada da camada superior	1,4	0,7
Aplicação de camada simples	-	-
Aplicação de multicamadas	sim	sim
Lustro do papel (%)	73	70
Lustro de tinta - tinta $0,8 \text{ g/m}^2$ (%)	83	86
Lustro de tinta - tinta $1,6 \text{ g/m}^2$ (%)	89	90
Rugosidade ( $\mu\text{m}$ )	45	39
Manchamento seco IGT (cm/s)	71	75
Empilhamento de tinta (n° de passadas)	2	2
Mescla de tinta (Valor de mescla)	6,6	7,4

Os resultados deste experimento mostram que a aplicação de um peso de camada ultra-baixo de uma camada superior de alto lustro pelo método de revestimento de multicamadas simultâneas pode preparar um papel tendo  
5 excelente lustro de papel e lustro de tinta. Especificamente, um peso de camada de camada superior de menos que  $1 \text{ g/m}^2$  pode ser aplicado para conseguir as propriedades de papel revestido desejadas.

Métodos de revestimento convencionais e revestimento de  
10 cortina de camada simples são incapazes de aplicar tais pesos de camada baixos em tais altas velocidades. As mesmas vantagens são esperadas para revestir papelão.

Exemplos 10, 11, 12 e Experimento Comparativo D:

Os Exemplos 1 a 9 foram revestidos em velocidades abaixo  
15 de  $1000 \text{ m/min}$ . À medida que as velocidades de revestimento foram aumentadas acima de  $1000 \text{ m/min}$  o grau de formação de crateras aumentou muito. O início de severa formação de crateras estabelece o limite de velocidade para revestimento de cortina de papel e  
20 papelão. Esta série de exemplos compara um revestimento de cortina de camada simples com um revestimento de cortina de duas camadas simultâneas tendo uma fina camada de interface como a camada de fundo da cortina. A composição da camada superior da cortina de multicamadas  
25 tinha a mesma composição que o revestimento de cortina de camada simples. A composição da camada de interface era uma versão de baixo teor de sólidos da formulação da camada superior. O peso de camada da camada de interface foi variado de  $0,5$  a  $2 \text{ g/m}^2$ . Os revestimentos foram  
30 aplicados a um papel-base sem madeira ( $87 \text{ g/m}^2$ , rugosidade PPS =  $5,6 \mu\text{m}$ ). As velocidades de revestimento foram  $900$ ,  $1200$  e  $1500 \text{ m/min}$ .

Experimento Comparativo D:

A formulação 22 foi aplicada como um revestimento de  
35 cortina de camada simples tal que o revestimento tivesse um peso de camada de  $16,0 \text{ g/m}^2$ .

Exemplo 10:

Uma cortina de multicamadas simultâneas tendo uma camada de fundo de  $0,5 \text{ g/m}^2$  de formulação 5 e uma camada superior de  $15,6 \text{ g/m}^2$  de formulação 22 foi aplicada usando as mesmas condições do Experimento Comparativo D para conseguir um peso de camada de  $16,1 \text{ g/m}^2$ .

Exemplo 11:

Uma cortina de multicamadas simultâneas tendo uma camada de fundo de  $1,0 \text{ g/m}^2$  de formulação 5 e uma camada superior de  $14,9 \text{ g/m}^2$  de formulação 22 foi aplicada usando as mesmas condições do Experimento Comparativo D para conseguir um peso de camada de  $15,9 \text{ g/m}^2$ .

Exemplo 12:

Uma cortina de multicamadas simultâneas tendo uma camada de fundo de  $2,0 \text{ g/m}^2$  de formulação 5 e uma camada superior de  $14,1 \text{ g/m}^2$  de formulação 22 foi aplicada usando as mesmas condições do Experimento Comparativo D para conseguir um peso de camada de  $16,1 \text{ g/m}^2$ .

Os resultados de formação de crateras para as diferentes combinações de velocidade e peso de camada de camada de interface para esta série de testes são mostrados na Tabela 9.

Tabela 9

Exemplo	Comp. D	10	11	12
Condição	Camada simples	Duas camadas	Duas camadas	Duas camadas
Formulação da camada superior	22	22	22	22
Formulação da camada de interface	nenhuma	5	5	5
Peso de camada da camada inferior ( $\text{g/m}^2$ )	0,0	0,5	1,0	2,0
Peso de camada de camada superior ( $\text{g/m}^2$ )	16,0	15,6	14,9	14,1

Veloc. da folha = 900 (m/min)	qtde. média de crateras	muito poucas crateras	sem crateras	sem crateras
Veloc. da folha = 1200 (m/min)	qtde. grande de crateras	qtde. média de crateras	muito poucas crateras	muito poucas crateras
Veloc. da folha = 1500 (m/min)	qtde. grande de crateras	qtde. grande de crateras	qtde. pequena de crateras	muito poucas crateras

O uso de uma camada de interface reduz claramente a formação de crateras e aumenta a velocidade para produzir papel de qualidade aceitável. Uma quantidade mínima da camada de interface é necessária; 0,5 g/m<sup>2</sup> foi insuficiente sob as condições empregadas aqui, mas pesos de camada de camada de interface de 2 g/m<sup>2</sup> proporcionaram bons resultados. O grau reduzido de formação de crateras em altas velocidades de revestimento demonstra uma vantagem de revestimento de cortina de multicamadas simultâneas com uma camada de interface versus revestimento de cortina de camada simples.

Exemplos 13, 14, 15, 16 e 17

Os Exemplos 10, 11 e 12 usaram uma versão de baixo teor de sólidos da camada de revestimento principal como a camada de interface. Os Exemplos 13-17 investigam as vantagens de usar uma camada de interface, tendo uma composição diferente que a camada principal, onde as propriedades de umedecimento e reológicas da camada de interface podem ser ajustadas independentemente. Em adição, os ingredientes mais caros e pigmentos especiais usados na camada superior para intensificar propriedades de impressão não necessitam ser usados em todas camadas. Uma vez que a camada de interface funciona como uma camada inferior no revestimento seco sua composição preferivelmente deve ser tão simples e econômica quanto possível. Daí, um pigmento de carbonato de cálcio foi selecionado como o único pigmento para os Exemplos 13, 14, 15, 16 e 17. Para todos estes exemplos a formulação

23 foi usada como a camada de revestimento superior com um peso de camada de 8 g/m<sup>2</sup>. Para esta série de exemplos somente a composição da camada de interface foi variada. O peso de camada da camada de interface foi 2 g/m<sup>2</sup>. O revestimento de cortina de multicamadas simultâneas foi aplicado a um papel-base contendo madeira de 42 g/m<sup>2</sup> (PPS = 7,8 µm) em velocidades de revestimento de 1200 e 1500 m/min.

Exemplo 13:

10 A formulação 6, que continha 1 parte de PVOH, foi usada como a camada de interface de fundo e proporcionou uma densidade de crateras de 2 crateras/cm<sup>2</sup> em 1200 m/min e 13 crateras/cm<sup>2</sup> em 1500 m/min.

Exemplo 14:

15 A formulação 7, que continha 2 partes de PVOH, foi usada como a camada de interface de fundo e proporcionou uma densidade de 1 cratera/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 9 crateras/cm<sup>2</sup> em 1500 m/min. O aumento em teor de PVOH na camada de interface de 1 parte no Exemplo 13 para 2 partes neste exemplo resultou em uma melhoria modesta em densidade de crateras.

Exemplo 15:

25 A formulação 8, que continha 2 partes de PVOH e que era uma versão de baixo teor de sólidos da formulação 7, foi usada como a camada de interface. O peso de camada da camada de interface foi 1,33 g/m<sup>2</sup>. Inesperadamente, a camada de interface reduzida funcionou bem para reduzir formação de crateras. A densidade de crateras foi 1,5 crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 3 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min.

30 Exemplo 16:

PVOH é um ingrediente de custo relativamente alto em formulações de revestimento de papel. O PVOH foi substituído neste exemplo com amido, que é comumente usado como um ligante e espessador barato. O teor de látex também foi diminuído na formulação de revestimento. A formulação 9 foi usada com a camada de interface de fundo e proporcionou uma densidade de crateras de 2

crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 7 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min. Alguma incompatibilidade foi vista entre as duas camadas de revestimento com um depósito como gel se formando na saída da venda da camada de interface. O valor de mescla  
5 do revestimento seco também foi ligeiramente mais alto que aquele para os revestimentos nos Exemplos 13, 14 e 15 que tinham o PVOH na camada de interface.

Exemplo 17:

A formulação 10 de 39,9% de sólidos foi usada como a  
10 camada de interface de fundo. O peso de camada da camada de interface foi 0,8 g/m<sup>2</sup>. A densidade de crateras no peso de camada reduzido foi 1,7 crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 7,5 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min. Isto é desempenho excelente considerando a espessura da camada de  
15 interface. A estabilidade da própria cortina, entretanto, não foi tão boa quanto com uma camada de interface mais grossa.

Em conclusão, embora os revestimentos pigmentados contendo amido nos Exemplos 16 e 17 proporcionassem  
20 desempenho satisfatório como camadas de interface, as camadas de interface contendo PVOH nos Exemplos 13, 14 e 15 ofereceram uma latitude mais ampla em operação de revestimento e foram preferidas em relação às formulações contendo amido.

25 Exemplos 18, 19, 20, 21 e 22

A função da camada de interface não necessita ser limitada a umedecimento. Camadas de interface podem ser projetadas para ter um duplo propósito, por exemplo, para prover umedecimento e desempenho melhorado tal como  
30 adesão e rigidez.

Os Exemplos 18, 19, 20 e 21 usaram camadas de interface não pigmentadas de látex puro, ou polímeros em solução. O Exemplo 22 usou um revestimento pigmentado com um alto teor de ligante para melhorar adesão. A mesma formulação  
35 de camada superior foi usada para todos estes exemplos e o peso de camada da camada superior foi mantido constante a 8 g/m<sup>2</sup>. A camada superior selecionada, formulação 24,

5 tinha uma baixa tendência de formar crateras tal que as diferenças observadas na formação de crateras pode ser atribuída à influência da camada de interface. Devido às composições de camada de interface terem uma faixa de teor de sólidos e serem tanto pigmentadas quanto não pigmentadas, a espessura da camada de interface foi fixada em espessura de película úmida de 2,5  $\mu\text{m}$  ao invés de um peso de camada fixo como nos exemplos anteriores. Os revestimentos de cortina de multicamadas simultâneas foram aplicados a papel-base contendo madeira de 42  $\text{g}/\text{m}^2$  (PPS = 7,8  $\mu\text{m}$ ) em uma velocidade de revestimento de 1200 e 1500 m/min.

Exemplo 18:

15 A formulação 11, uma solução a 10% de PVOH, foi usada como a camada de interface de fundo. Com esta formulação, a cortina ficou estável com 1200 m/min, mas o efeito de sifão começa a se tornar importante a 1500 m/min quando o fluxo de revestimento tem que ser aumentado para manter um peso de camada constante. A densidade de crateras foi 20 13 crateras/ $\text{cm}^2$  a 1200 m/min e 27 crateras/ $\text{cm}^2$  a 1500 m/min. Este grau de formação de crateras foi inaceitavelmente alto. Além disso, as crateras são de tamanho grande. Como esperado, o revestimento tinha adesão melhorada (resistência de manchamento IGT mais alta) e rigidez aumentada em relação ao revestimento de controle (Formulação 6 como a camada de interface (2  $\text{g}/\text{m}^2$ ) e formulação 24 (8  $\text{g}/\text{m}^2$ ) como a camada superior). Os resultados de rigidez foram 0,311  $\text{mN}\cdot\text{m}$  para o controle e 0,355  $\text{mN}\cdot\text{m}$  para o revestimento com camada de interface de PVOH.

Exemplo 19:

35 A formulação 12, uma solução de 18,5% de amido, foi usada como a camada de interface de fundo. A solução de amido funcionou bem como uma camada de interface. A cortina ficou estável sem efeito de sifão a 1200 m/min e um efeito de sifão muito leve a 1500 m/min. A densidade de crateras foi 0,7 cratera/ $\text{cm}^2$  a 1200 m/min e 1,5

cratera/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min. A solução de amido resultou em um grau mais alto de defeitos de microfissuração e também teve mais defeitos surgindo a partir de bolhas de ar no revestimento. Isto indica que a desaeração da solução de amido pode ser mais difícil para conseguir. As propriedades de revestimento para a camada de interface de amido mostraram uma melhoria em resistência IGT (58 versus 42 para o controle) e uma melhoria em rigidez (0,361 mN\*m versus 0,311 mN\*m para o controle). A principal desvantagem de usar amido como a camada de interface foi o baixo lustro de papel (lustro a 75° = 42) e lenta consolidação de tinta. Mescla também aumentou. O lustro de tinta permaneceu alto (lustro a 75° = 66) tal que o revestimento proporcionou delta de lustro mais alto. O uso de uma solução de amido como a camada de interface é potencialmente útil para graus de revestimento de papel mate e fosco.

Exemplo 20:

O método do Exemplo 19 foi repetido usando a formulação 13, que contém um polímero de calibração em adição à solução de amido. Este exemplo combina calibração de superfície com revestimento como um revestimento de multicamadas simultâneas. Atualmente estas duas operações de revestimento em prática industrial são feitas separadamente em um modo seqüencial. A adição de Polímero de Calibração Dow à solução de amido ajudou a estabilizar a cortina e reduziu/eliminou o efeito de sifão visto no Exemplo 19 em uma velocidade de revestimento de 1500 m/min. O grau de formação de crateras foi muito baixo para a formulação 13, mas a quantidade de microfissuração e bolhas de ar foi mais alto que visto para a solução de amido sozinha no Exemplo 19. A resistência IGT e de manchamento úmido do revestimento com a formulação 13 foram significativamente mais altas que aquelas da formulação 12 (98 versus 58 para IGT e 75 versus 60 para manchamento úmido). O lustro de papel, entretanto, foi reduzido (lustro a 75° = 32) enquanto o lustro de tinta

permaneceu alto (lustro a  $75^\circ = 63$ ). A rigidez ficou inalterada a partir daquela vista com a formulação 17 e o empilhamento de tinta foi pior. O teste de água Cobb para mostrar a influência do polímero de calibração não  
5 mostrou qualquer diferença comparado com o amido sozinho. Em parte, este resultado foi atribuído à microfissuração presente no revestimento. Com melhoria na desaeração, e com reformulação do revestimento para minimizar microfissuração, deveria haver uma melhoria nas  
10 propriedades de calibração da folha.

Exemplo 21:

A formulação 14 foi usada como a camada de interface de fundo. Esta camada de interface toda de látex proporcionou excelente estabilidade de cortina sem  
15 efeitos de sifão. A densidade de formação de crateras foi  $0,3$  cratera/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e  $1,3$  cratera/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min. O lustro de papel foi 66 enquanto o lustro de tinta foi 84. Uma vantagem adicional foi uma melhor coesão de revestimento (IGT = 95). A consolidação de  
20 tinta foi bem lenta, o que poderia ser uma possível desvantagem. Comparada com as outras camadas de interface nos Exemplos 18, 19, 20 e 21, a camada toda de látex proporcionou o melhor conjunto de propriedades, mas ela foi a mais cara.

25 Exemplo 22:

A formulação 15, um revestimento pigmentado de alto teor de ligante usando 30 partes de PVOH como o ligante e nenhum ligante de látex, foi usado como a camada de interface de fundo. O funcionamento desta formulação foi  
30 muito bom. A cortina ficou estável sem efeito de sifão. A densidade de formação de crateras foi bem baixa e a densidade de microfissuração foi também baixa. A resistência IGT foi boa (IGT = 78) e a rigidez foi  $0,274$  mN\*m versus  $0,228$  mN\*m para o controle. O lustro de papel  
35 foi baixo (lustro a  $75^\circ = 36$ ) como foi o lustro de tinta (lustro a  $75^\circ = 58$ ).

Surpreendentemente, foi descoberto que as camadas de

interface funcionais também influenciaram as propriedades de impressão e de lustro do revestimento da camada superior apesar de a camada de interface de fundo ser relativamente fina e estar a alguma distância da superfície de revestimento. Micrografias eletrônicas de seção transversal dos revestimentos de multicamadas simultâneas indicam que houve mistura limitada de componentes de revestimento de uma camada para uma outra tal que o mecanismo para este comportamento não é conhecido.

Exemplos 23, 24, 25, 26, 27 e 28

Como mostrado acima, embora o grau de formação de crateras fosse reduzido pela adição de uma camada de interface, a composição das camadas não em contato com a superfície do papel-base teve uma influência significativa também. No caso de formação de crateras de revestimento de cortina de multicamada simultâneas ainda pode ocorrer na camada principal (camada superior) mesmo se uma camada de interface suficientemente grossa com boas propriedades de umedecimento e reológicas for usada. Isto significa que a composição e reologia da camada de revestimento principal tem que ser modificada em adição à camada de interface. Foi descoberto que o uso de um PVOH de baixo peso molecular teve uma capacidade dramática para reduzir o grau de formação de crateras, particularmente à medida que a velocidade de revestimento aumentou e/ou a rugosidade do papel-base aumentou. Também foi descoberto que o tipo de pigmento no revestimento tem um efeito tremendo no grau de formação de crateras. Pequenas alterações no tipo e teor de pigmento podem resultar em grandes diferenças no grau de formação de crateras. Para esta série de exemplos a composição da camada de interface de fundo foi mantida constante e a composição da camada superior da cortina de multicamadas simultâneas foi variada. A camada de interface de fundo usou formulação 6, que é conhecida do Exemplo 13 acima a ter um bom comportamento anti-formação de crateras. 0

peso de camada da camada de interface de fundo foi 2 g/m<sup>2</sup>. O peso de camada da camada superior foi 8 g/m<sup>2</sup>. A cortina de multicamadas simultâneas foi aplicada a um papel-base contendo madeira de 41 g/m<sup>2</sup> (PPS = 6,3 µm).

5 Os Exemplos 23 e 24 demonstram o impacto do teor de PVOH na camada superior de revestimento no grau de formação de crateras. Os Exemplos 25, 26, 27 e 28 comparam o uso de duas argilas de revestimento diferente na camada superior de revestimento principal.

10 Exemplo 23:

A formulação 25, contendo 1 parte de PVOH, foi usada como a camada superior e aplicada em velocidade de revestimento de 1500 m/min. Esta formulação na camada superior proporcionou um nível médio de formação de crateras nesta velocidade.

Exemplo 24:

O método do Exemplo 23 foi repetido usando a formulação 26, contendo 2,5 partes de PVOH, como a camada superior. Usar esta formulação como a camada superior resultou em um revestimento quase sem crateras a 1500 m/min. Aumentar o teor de PVOH na camada superior reduziu dramaticamente o grau de formação de crateras.

Exemplo 25:

25 A formulação 27, contendo 30 partes de Argila (B), foi usada como a camada superior e foi aplicada a 1200 e 1500 m/min. As densidades de formação de crateras foram 5,8 crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 34 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min.

Exemplo 26:

30 O método do Exemplo 25 foi repetido usando a formulação 28 como a camada superior. A formulação 28 tem 10 partes de Argila (A) e 20 partes de Argila (B). As densidades de formação de crateras foram 16 crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 76 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min.

Exemplo 27:

35 O método do Exemplo 25 foi repetido usando a formulação 29 como a camada superior. A formulação 29 tem 20 partes de Argila (A) e 10 partes de Argila (B). As densidades de

formação de crateras foram 34 crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min e 500 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min.

Exemplo 28:

O método do Exemplo 25 foi repetido usando a formulação 5 30 como a camada superior. A formulação 30 tem 30 partes de Argila (A). As densidades de formação de crateras foram 34 crateras/cm<sup>2</sup> a 1200 m/min, 550 crateras/cm<sup>2</sup> a 1500 m/min.

É evidente a partir dos Exemplos 25, 26, 27 e 28 que 10 pequenas alterações em composição de pigmento (tão pouco quanto 10 partes) pode impactar dramaticamente o grau de formação de crateras.

Exemplos 29 e 30

Qualidade de papel-base é sabida a influenciar o processo 15 de revestimento. A rugosidade do papel-base é reconhecida na técnica como um fator chave influenciando a qualidade de revestimento. Os Exemplos 29 e 30 usam uma variedade de papéis-base, tanto papel sem madeira quanto contendo madeira, papel revestido e não revestido, e papel 20 calandrado e não calandrado, que têm uma faixa de rugosidade superficial e química.

Exemplo 29:

O método do Exemplo 8 foi repetido exceto que o peso de 25 camada da camada de fundo foi 12 g/m<sup>2</sup> e o peso de camada da camada superior foi 1 g/m<sup>2</sup>. O revestimento de cortina de duas camadas simultâneas foi aplicado a quatro diferentes papéis-base em velocidades de revestimento de 1200 e 1500 m/min. Os detalhes dos papéis-base e resultados de formação de crateras são mostrados na 30 Tabela 10.

Tabela 10:

	Peso total	Peso da pré-camada	Rugosidade PPS	Grau de formação de crateras
Papel-base sem madeira pigmentado	87 g/m <sup>2</sup>	3 g/m <sup>2</sup> pigmentado (lamina larga)	7,31 µm	Médio a 1200 m/min e alto a 1500 m/min
Papel-base sem	107	10 g/m <sup>2</sup>	5,61 µm	Muito baixo

madeira pigmentado + pré-camada	g/m <sup>2</sup>	de pré-camada de lamina dobrada+ 3 g/m <sup>2</sup> pigmentado		a 1200 m/min e baixo a 1500 m/min
Papel-base contendo madeira	54 g/m <sup>2</sup>	nenhuma	6,33 μm	Baixo a 1200 m/min e médio a 1500 m/min
Papel-base contendo madeira + pré-revestido + calandragem de cunha macia	66 g/m <sup>2</sup>	6,2 g/m <sup>2</sup> de lamina rígida	2,87 μm	Sem crateras a 1200 e 1500 m/min

#### Exemplo 30

Este exemplo demonstra a capacidade para produzir revestimentos LWC de alta velocidade e alto teor de sólidos em uma variedade de papéis-base usando a

5 combinação de uma camada de interface, tendo boas propriedades de umedecimento e anti-formação de crateras, com uma camada superior formulada para minimizar formação de crateras. Quatro papéis-base contendo madeira

10 diferentes representativos de papéis-base LWC atuais foram produzidos em um cilindro composto os quais poderiam ser então revestidos usando condições de revestimento idênticas.

Estes papéis-base não foram pré-calandrados ou pré-revestidos para preparar as superfícies para revestimento

15 de cortina de alta velocidade.

Os vários papéis-base foram revestidos em peso de camada total de 10 g/m<sup>2</sup> usando 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 como a camada de interface e 8 g/m<sup>2</sup> de formulação 27 como a

20 camada superior. O revestimento de cortina de duas camadas simultâneas foi aplicado ao cilindro de papel-base composto a 1500 m/min. A altura da cortina também foi variada. Os resultados estão resumidos na Tabela 11.

Tabela 11:

Condição	Rugosidade PPS $\mu\text{m}$	Alt. cortina = 150 mm e peso da camada = 10 $\text{g}/\text{m}^2$	Alt. cortina = 300 mm e peso da camada = 10 $\text{g}/\text{m}^2$
Papel-base 1	8,0	5,2 crateras/ $\text{cm}^2$	4,0 crateras/ $\text{cm}^2$
Papel-base 2	6,3	1,2 cratera/ $\text{cm}^2$	1,0 cratera/ $\text{cm}^2$
Papel-base 3	5,9	0,6 cratera/ $\text{cm}^2$	0,4 cratera/ $\text{cm}^2$
Papel-base 4	4,8	0,25 cratera/ $\text{cm}^2$	0,07 cratera/ $\text{cm}^2$

Surpreendentemente, estes dados mostram que foi possível revestir com sucesso a 1500 m/min sobre papéis-base ásperos com uma altura de cortina de somente 150 mm.

- 5 A figura 7 mostra os revestimentos de boa cobertura e quase sem crateras que podem ser produzidos nestes papéis-base muito diferentes sob condições de revestimento idênticas. Este exemplo ilustra a flexibilidade de revestimento de cortina de multicamadas simultâneas uma vez que, inesperadamente, todos os  
10 papéis-base foram revestidos sem ter que ajustar os parâmetros da máquina de revestimento.

Exemplo 31:

- O método do Exemplo 30 foi repetido em papel-base 3 a  
15 1500 m/min para verificar a influência de remoção de ar do papel-base e proteção de ar da cortina no grau de formação de crateras.

Tabela 12:

Proteção de ar (por trás da cortina)	Remoção de ar (Ajustes da bomba - rpm)	crateras/ $\text{cm}^2$	Estabilidade da cortina
ligada	alta (2150 rpm)	3,7	Estável
desligada	alta (2150 rpm)	3,6	Estável
desligada	reduzida (1600 rpm)	5	Forte flutuação
desligada	alta (2150 rpm)	8	Estável

- Surpreendentemente, a remoção da proteção de ar e redução  
20 de sucção de vácuo no dispositivo de remoção de ar não tem efeito significativo na densidade de crateras como mostrado na Tabela 12. Este resultado indica que a

formação de crateras vista durante revestimento de cortina de alta velocidade de papel é diferente do arrasto clássico de ar relatado na literatura porque poderia-se esperar ver um aumento na densidade de crateras devido à camada limite de ar no papel-base em tal alta velocidade. Estes resultados ilustram adicionalmente as vantagens de usar as formulações de revestimento da invenção para conseguir revestimentos com baixas densidades de crateras com uma ampla janela de operação de revestibilidade.

#### Exemplos 32-41

Ainda mais flexibilidade ao projetar o revestimento é possível quando três ou mais camadas são aplicadas simultaneamente. Para revestimentos de uma e duas camadas todas as camadas de revestimento estão em contato com a interface de ar o que coloca certas restrições nas propriedades de viscosidade e de tensão superficial dinâmica das camadas de revestimento. Formando uma estrutura de sanduíche com uma camada de interface e camada superior adequadas é possível revestir muitos tipos de camadas de revestimento as quais não poderiam ser revestidas sozinhas. Em adição, por causa da espessura das camadas que podem ser aplicadas usando revestimento de cortina de multicamadas simultâneas, agora torna-se possível projetar revestimentos LWC de multicamadas. Isto não era possível no passado devido aos limites nos pesos de camada mais baixos que poderiam ser aplicados via métodos de revestimento de lâmina, haste e película. Os Exemplos 32 a 41 mostram muitos tipos de revestimentos LWC de multicamadas ( $10 \text{ g/m}^2$  ou menos) que são possíveis usando revestimento de cortina de multicamadas simultâneas.

#### Exemplos 32, 33, 34 e 35

Uma configuração da invenção para revestimento LWC de multicamadas é usar uma camada de interface fina combinada com uma camada interna relativamente grossa tendo bom volume e baixo custo, e usando uma camada

superior funcional para conseguir boas propriedades de superfície de folha e de impressão. Neste exemplo 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 foram usados como a camada de interface com 5-7 g/m<sup>2</sup> de formulação 42 como a camada interna. Para a camada superior, 1-3 g/m<sup>2</sup> de quatro diferentes camadas superiores funcionais são usadas. As três camadas foram combinadas para formar uma cortina de três camadas simultâneas e foram aplicadas a um papel-base contendo madeira (40 g/m<sup>2</sup>, PPS = 5,3 µm) a 1200 m/min. Algumas propriedades chave são mostradas na Tabela 13.

Exemplo 32:

A formulação 31 foi usada como a camada superior e proporcionou um baixo grau de formação de crateras sob todas as condições de revestimento.

15 Exemplo 33:

A formulação 32 foi usada como a camada superior e proporcionou um baixo grau de formação de crateras sob todas as condições de revestimento.

Exemplo 34:

20 A formulação 33 foi usada como a camada superior e proporcionou um baixo grau de formação de crateras sob todas as condições de revestimento.

Exemplo 35:

25 A formulação 34 foi usada com a camada superior e proporcionou um baixo grau de formação de crateras sob todas as condições de revestimento.

Tabela 13:

Peso de camada da camada interna		7	6	5
Peso de camada da camada superior		1	2	3
Exemplo 32	Lustro da folha	sem dados	36	40
	consolidação da tinta	sem dados	0,58	0,37
Exemplo 33	lustro da folha	26	32	sem dados
	consolidação da tinta	2,85	3,12	sem dados

Exemplo 34	lustro da folha	43	64	sem dados
	consolidação da tinta	2,67	2,76	sem dados
Exemplo 35	lustro da folha	sem dados	39	54
	consolidação da tinta	sem dados	1,53	1,39

O termo "sem dados" nesta tabela indica que o determinado experimento não foi conduzido.

As propriedades de papel revestido dos revestimentos LWC de camada tripla exibem uma ampla faixa de desempenho.

- 5 Cada composição testada tem uma impressão digital característica em termos de lustro de papel, delta de lustro, equilíbrio de consolidação de tinta e velocidade. A Tabela 14 resume algumas tendências nos dados obtidos para os Exemplos 32-35.

10

Tabela 14

	Exemplo 32	Exemplo 33	Exemplo 34	Exemplo 35
Lustro de papel	inferior	inferior	o mais alto	médio
Lustro de tinta	inferior	alto	o mais alto	alto
Consolidação de tinta	o mais rápido	lento	lento	lento
Mescla	lenta	média	média	baixa
Custo da matéria-prima	o mais baixo	alto	alto	médio

- 15 A conclusão a partir deste exemplo é que, devido à capacidade de aplicar uniformemente uma camada tão fina quanto  $1 \text{ g/m}^2$ , uma ampla faixa de características de papel e de impressão podem ser obtidas mudando somente a composição desta camada superior. Isto oferece oportunidades para a indústria de papel desenvolver papéis feitos sob medida mais bem adaptados para condições de impressão específicas.

Exemplo 36:

- 20 O método do Exemplo 33 foi repetido para produzir um papel de rotogravura tipo mate usando a formulação 35 como a camada superior. A formulação 35 continha um alto

teor de pigmento de talco que é freqüentemente usado na produção de papel de rotogravura. A camada superior foi aplicada em pesos de camada de 1, 2 e 3 g/m<sup>2</sup> e o peso de camada da camada interna (formulação 42) foi diminuído para manter o peso de camada total constante. Com o peso de camada da camada superior de 3 g/m<sup>2</sup> um revestimento muito homogêneo com um nível muito baixo de formação de crateras pode ser produzido. Comparado com um papel de rotogravura convencional, o papel revestido por cortina de camada tripla tinha cobertura de fibra melhorada com uma aparência superficial mais homogênea. Em adição, o uso da formulação 42 como a camada interna proporcionou brilho mais alto e custo global mais baixo comparado com um revestimento usando argila e talco através de toda a espessura do revestimento ao invés de somente em uma camada superior fina.

Exemplo 37:

Revestimento de cortina de multicamadas simultâneas provê um método para aplicar revestimentos que têm reologia que tornam difícil, se não impossível, aplica-los por outras técnicas de revestimento. Neste exemplo um revestimento que foi parcialmente floculado adicionando solução de cloreto de cálcio foi usado como a camada interna de um revestimento de cortina de três camadas. A cortina de três camadas consistiu de 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 como a camada de fundo, 15 g/m<sup>2</sup> de formulação 43 como a camada interna e 5 g/m<sup>2</sup> de formulação 36 como a camada superior. O revestimento foi aplicado a um papel-base sem madeira (76 g/m<sup>2</sup>, PPS = 5,3 µm) a 1000 m/min. O revestimento de camada interna (formulação 43) exibiu comportamento de espessamento por cisalhamento e não pode ser revestido por métodos de revestimento por lâmina, nem ele produz uma cortina estável quando usado sozinho. Incorporando o revestimento floculado em uma cortina de multicamadas foi possível formar uma cortina estável e ter uma densidade de crateras muito baixa no papel revestido (0,54 cratera/cm<sup>2</sup>).

Exemplo 38:

É possível usar o mesmo revestimento funcional como a camada de interface de fundo e como a camada superior do revestimento. Neste exemplo uma cortina de três camadas  
5 foi formada combinando 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 16 como a camada de fundo, 6 g/m<sup>2</sup> de formulação 44 como a camada interna, e 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 37 como a camada superior. A formulação 16 e formulação 37 têm a mesma composição, e continham pigmento plástico. Foi  
10 inesperadamente descoberto que usar a mesma composição para as camadas superior e de fundo resultou em uma cortina muito estável e surpreendentemente eliminou os efeitos de sifão em taxas de fluxo altas do revestimento. Esta cortina de três camadas foi aplicada sobre um papel-  
15 base contendo madeira (41 g/m<sup>2</sup>, PPS = 7,1 µm) a 1500 m/min. A densidade de crateras foi 7,4 crateras/cm<sup>2</sup>. Usar o revestimento de lustro com pigmento plástico como a camada de interface bem como a camada superior proporcionou uma melhoria em lustro de cerca de 5-6  
20 pontos.

Exemplo 39:

Com um revestimento de multicamadas simultâneas incorporando camadas finas é possível segregar os componentes do revestimento e projetar camadas de  
25 revestimento para prover uma funcionalidade específica tal como rigidez, opacidade, brilho, barreira, etc. No Exemplo 39 todo o pigmento TiO<sub>2</sub> no revestimento foi segregado em uma camada interna fina do revestimento de multicamadas. Uma cortina de três camadas foi formada  
30 combinando 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 como a camada de fundo, 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 45 como a camada interna e 6 g/m<sup>2</sup> de formulação 38 como a camada superior. O revestimento de três camadas simultâneas foi aplicado a papel-base contendo madeira (40,5 g/m<sup>2</sup>, PPS = 7,9 µm) a 1000 m/min.

Exemplo 40 e 41

A capacidade de aplicar camadas de revestimento finas muito uniformes torna revestimento de cortina de

multicamadas simultâneas particularmente adequado para produzir camadas de barreira sem perfurações. Nos Exemplos 40 e 41 dispersões aquosas são usadas como camadas finas no meio de um revestimento de multicamadas para proporcionar propriedades de barreira aos revestimentos resultantes.

Exemplo 40:

Neste exemplo a camada de fundo e camada superior do revestimento de multicamadas têm a mesma composição e peso de camada. O peso de camada da camada interna variou entre 0,2 e 3 g/m<sup>2</sup>. Portanto a cortina de multicamadas consiste de 6 g/m<sup>2</sup> de formulação 30 como a camada de fundo; 0,2 ou 3 g/m<sup>2</sup> de formulação 46 como a camada interna e 6 g/m<sup>2</sup> de formulação 30 como a camada superior. O revestimento foi aplicado a um papel-base sem madeira (76 g/m<sup>2</sup>, PPS = 5,3 µm) a 1000 m/min. Os resultados do papel revestido são mostrados na Tabela 15.

Tabela 15

	Camada interna de 3 g/m <sup>2</sup>	Camada interna de 2 gm	Sem camada interna
Brilho Iso	103,2	103,5	103
Lisura PPS	1,3	1,3	1,5
Opacidade	88,3	88,6	88,4
Lustro a 75° do papel	56	55	56
Lustro a 75° da tinta, 1,6 g/m <sup>2</sup>	89	87	84
IGT seco	109	100	75
Novo manchamento seco:transf. de tinta	64	68	61
Novo manchamento seco:rejeição de tinta	29	29	25
Novo manchamento seco:manchamento úmido	7	3	14
Consolidação de tinta após 15 s	0,76	0,74	0,26
Consolidação de tinta após 30 s	0,35	0,33	0,04
Consolidação de tinta após 60 s	0,19	0,11	0
Consolidação de tinta após 120 s	0,07	0,01	0
Empilhamento de tintas	6	6	2

Mescla			
Rigidez na dir. da máq.		0,338	0,387
Porosidade de ar	2,4 ml/min	2,8 ml/min	7,2 ml/min
Permeabilidade a vapor d'água g/m <sup>2</sup> /24 h (para $\mu$ UR = 50%)	27,5	46,5	418
Água Cobb após 10 s	0,5 g/m <sup>2</sup>	1,1 g/m <sup>2</sup>	14,5 g/m <sup>2</sup>
Óleo Cobb após 30 min	0,5 g/m <sup>2</sup>	0 g/m <sup>2</sup>	8,5 g/m <sup>2</sup>

Exemplo 41:

O método do Exemplo 42 foi repetido usando a formulação 47 como a camada interna opcional. Os resultados estão mostrados na Tabela 16.

5

Tabela 16

	Camada interna de 3 g/m <sup>2</sup>	Camada interna de 2 g/m <sup>2</sup>	Sem camada interna
Brilho Iso	100,4	101,1	100,8
Lisura PPS	1,6	1,5	1,5
Opacidade	89	89	88,6
Lustro a 75° do papel	55	56	55
Lustro a 75° da tinta, 1,6 g/m <sup>2</sup>	82	85	83
IGT seco	60	105	106
Novo manchamento seco:transf. de tinta	55	78	74
Novo manchamento seco:rejeição de tinta	15	22	16
Novo manchamento seco:manchamento úmido	30	0	10
Consolidação de tinta após 15 s	0,47	0,81	0,73
Consolidação de tinta após 30 s	0,08	0,28	0,21
Consolidação de tinta após 60 s	0	0,03	0,01
Consolidação de tinta após 120 s	0	0	0
Empilhamento de tintas	2	5	4
Mescla			
Rigidez na dir. da máq.	0,989	0,641	0,738
Porosidade de ar	3,3 ml/min	3,3 ml/min	7,2 ml/min
Permeabilidade a vapor d'água g/m <sup>2</sup> /24 h (para	281	310	462

$\mu\text{UR} = 50\%$ )			
Água Cobb após 10 s	2,5 g/m <sup>2</sup>	5,9 g/m <sup>2</sup>	14,4 g/m <sup>2</sup>
Óleo Cobb após 30 min	0,8 g/m <sup>2</sup>	1,2 g/m <sup>2</sup>	8,6 g/m <sup>2</sup>

Propriedades de barreira são óbvias a partir dos dados nas Tabelas 15 e 16. Surpreendentemente, alta eficiência de barreira é conseguida com somente camadas de barreira de 3 ou 2 g/m<sup>2</sup>. Para obter boas propriedades de barreira usando técnicas convencionais de revestimento de papel, como lâmina ou prensagem de película, pesos de camada muito mais altos para a camada de barreira são requeridos para evitar furos por pontas. Com revestimento de cortina de multicamadas simultâneas, tirando vantagem do efeito "suporte" das outras camadas, uma camada de barreira sem furo por ponta e muito uniforme é obtida mesmo em baixo peso de camada.

Papéis com camadas de barreira internas têm impressão pelo menos tão boa quanto papel de referência. Resistência a manchamento é inesperadamente melhorada, o que demonstra um nível muito alto de aderência da camada superior à camada de barreira hidrofóbica. A combinação de propriedades de barreira muito boas e impressão por placas é bem única e pode ser de grande valor para aplicações de papel e/ou de embalagem.

#### Exemplos 42, 43 44 e Comparativo E

Estes exemplos demonstram revestimento de cortina de multicamadas simultâneas sobre papelão. Revestimentos de papelão são relativamente mais grossos e portanto as velocidades de revestimento são geralmente mais lentas que para papel. A aplicação de uma camada de revestimento grossa simples (> 20 g/m<sup>2</sup>) em alta velocidade através de uma fenda ou bico único podem levar a problemas devido a instabilidades de fluxo e turbulência que ocorrem em altas taxas de fluxo da formulação de revestimento. Estes problemas podem ser evitados para um revestimento de cortina de multicamadas dividindo o fluxo de revestimento através de várias fendas ou bicos e então combinando as camadas para formar uma camada grossa simples. Em adição,

o substrato de papelão pode ser bem áspero e é tipicamente mais escuro que um substrato de papel, especialmente se há um alto teor de fibra reciclada no papelão. Revestimento de cortina com seu contorno como  
5 cobertura é muito bem adequado para revestimentos de papelão.

#### Exemplo 42 e Experimento Comparativo E

Um revestimento de cortina de multicamadas simultâneas foi aplicado a papelão e comparado com revestimentos de  
10 cortina de duas camadas simples seqüenciais do mesmo papelão.

#### Exemplo 42:

Neste exemplo um revestimento de  $26 \text{ g/m}^2$  foi aplicado como uma cortina de duas camadas na qual  $13 \text{ g/m}^2$  de  
15 formulação 17 foi aplicada como a camada de fundo e  $13 \text{ g/m}^2$  de formulação 39 foi aplicada como a camada superior. A formulação 39 tem a mesma composição que a formulação 17. Estas formulações continham teor de sólidos muito alto comparado com os revestimentos típicos  
20 em papelão. O revestimento foi aplicado a uma matéria-prima de papelão de  $188 \text{ g/m}^2$  a  $600 \text{ m/min}$  e produziu um papelão com uma superfície sem crateras.

#### Experimento Comparativo E:

O Exemplo 42 foi repetido exceto que a mesma camada  
25 superior de  $13 \text{ g/m}^2$  foi aplicada duas vezes em duas passadas seqüenciais, com uma etapa de secagem entre as duas passadas, para proporcionar um peso de camada total de  $26 \text{ g/m}^2$ . Mesmo em uma velocidade relativamente baixa de  $600 \text{ m/min}$  o revestimento que resultou de duas passadas  
30 seqüenciais tinha severa formação de crateras enquanto o revestimento de cortina de multicamadas de  $26 \text{ g/m}^2$  era sem crateras.

#### Exemplo 43:

Este exemplo usa um revestimento de cortina de três  
35 camadas para aplicar uma camada muito grossa ( $34 \text{ g/m}^2$ ) uniformemente em uma única passada de revestimento. Um revestimento deste peso de camada seria difícil para

aplicar usando um processo de revestimento de lâmina. O revestimento de três camadas foi feito combinando 2 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 como a camada de fundo, 27 g/m<sup>2</sup> de formulação 48 como a camada interna e 5 g/m<sup>2</sup> de formulação 40 como a camada superior. Este revestimento de três camadas foi aplicado a 700 m/min a um papelão de fibra reciclada de 250 g/m<sup>2</sup>.

Exemplo 44:

Neste exemplo uma camada funcional reforçadora de brilho muito fina foi empregada como a camada interna para um papelão revestido de multicamadas. Uma amostra de controle de duas camadas simultâneas foi produzida usando 15 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 como a camada de fundo e 7 g/m<sup>2</sup> de formulação 41 como a camada superior. O exemplo experimental foi um revestimento de cortina de três camadas de 15 g/m<sup>2</sup> de formulação 6 como a camada de fundo, 0,5 g/m<sup>2</sup> de formulação 49 como a camada interna e 7 g/m<sup>2</sup> de formulação 41 como a camada superior. Ambos revestimentos foram aplicados a 700 m/min a papelão de fibra reciclada de 250 g/m<sup>2</sup>. Tendo a camada interna reforçadora de brilho resultado em um aumento pronunciado de brancura (106,5 versus 96,2).

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produzir papel ou papelão revestido com multicamadas, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de formar uma cortina fluindo livre de multicamadas composta, a cortina tendo um teor de sólidos de pelo menos 45 por cento em peso; e contatar a cortina com um substrato de folha contínua definido dentre papel-base e papelão-base, a velocidade da folha sendo pelo menos 400 metros por minuto, a viscosidade de pelo menos uma camada sendo pelo menos 20 cps, o papel ou papelão revestido tendo um lustro menor que 45 e uma densidade média de crateras de não mais que 10 crateras/cm<sup>2</sup>.
2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o substrato não ser nem pré-revestido nem pré-calandrado.
3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o substrato antes de revestir ter uma rugosidade superficial de pelo menos 5 microns.
4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a cortina ter uma camada superior tendo um peso de camada de não mais que 1 g/m<sup>2</sup> e a velocidade da folha ser pelo menos 800 metros por minuto.
5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das camadas formando a cortina de queda livre composta compreender um ligante.
6. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada camada ter um peso de revestimento menor que 30 g/m<sup>2</sup>.
7. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos duas camadas terem a mesma composição.
8. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma camada ter um peso de camada de no máximo 5 g/m<sup>2</sup>.
9. Processo, de acordo com a reivindicação 8,

caracterizado pelo fato de pelo menos uma camada ter um peso de camada de no máximo 2 g/m<sup>2</sup>.

10. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de um papel ou papelão revestido ser formado e pelo menos uma camada prestar uma função de fechamento.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a velocidade da folha ser pelo menos 800 metros por minuto.

10 12. Processo, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a folha ter uma velocidade de pelo menos 1400 metros por minuto.

15 13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de a folha ter uma velocidade de pelo menos 1500 metros por minuto.

14. Processo, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a folha ter uma velocidade de pelo menos 1700 metros por minuto.

20 15. Processo, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de a folha ter uma velocidade de pelo menos 2000 metros por minuto.

16. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a viscosidade de pelo menos uma camada ser pelo menos 200 cps.

25 17. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos uma camada interna.

30 18. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o processo produzir um papel de impressão revestido ou um papelão revestido adequado para impressão.

19. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma camada da cortina compreender álcool polivinílico.

35 20. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a cortina ter pelo menos 2 camadas e ter um peso total de camada de no máximo 10

g/m<sup>2</sup>.

21. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das camadas formando a cortina de queda livre composta ser pigmentada.

22. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, caracterizado pelo fato de o teor de sólidos de pelo menos uma das camadas formando a cortina de queda livre composta ser pelo menos 60 por cento em peso.

23. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o teor de sólidos da cortina ser pelo menos 50 por cento em peso.

24. Processo, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de o teor de sólidos da cortina ser pelo menos 55 por cento em peso.

25. Processo, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de o teor de sólidos da cortina ser pelo menos 60 por cento em peso.

26. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o teor de sólidos da cortina ser pelo menos 70 por cento em peso.

27. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das camadas da cortina ser pegajosa.

28. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 27, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos 3 camadas.

29. Processo, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos 4 camadas.

30. Processo, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos 5 camadas.

31. Processo, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos 6 camadas.

32. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 31, caracterizado pelo fato de o peso de camada de cada camada ser de 0,1-30 g/m<sup>2</sup>.

5 33. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 32, caracterizado pelo fato de o peso de camada da camada superior ser de 0,1-30 g/m<sup>2</sup> e o peso de camada da camada contatando o papel-base ou papelão-base ser de 0,1-30 g/m<sup>2</sup>.

10 34. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 33, caracterizado pelo fato de pelo menos uma das camadas de revestimento impor funcionalidade selecionada de propriedades de impressão, propriedades de barreira, propriedades ópticas, propriedades de liberação e propriedades adesivas.

15 35. Processo, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de as camadas de revestimento imporem propriedades de barreira de graxa, propriedades de barreira de óleo, propriedades de barreira de mistura ou uma combinação destas.

20 36. Processo, de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de o papel produzido ter uma camada com um peso de camada de 1 g/m<sup>2</sup> ou menor, e onde aquela camada contém pelo menos 3 por cento em peso, baseado no peso da camada, de um aditivo branqueador  
25 óptico.

37. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 36, caracterizado pelo fato de pelo menos um revestimento funcional compreender um agente espessante.

30 38. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 37, caracterizado pelo fato de calibração e revestimento serem conduzidos simultaneamente.

35 39. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 38, caracterizado pelo fato de pelo menos uma camada da cortina compreender um agente branqueador óptico.

40. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 39, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos uma camada de revestimento.

5 41. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 40, caracterizado pelo fato de o peso de camada da camada superior ser menor que o peso de camada total da(s) camada(s) por baixo dela.

10 42. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o peso de camada da camada superior ser menor que 5 g/m<sup>2</sup>.

43. Processo, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de o peso de camada da camada superior ser menor que 3 g/m<sup>2</sup>.

15 44. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 43, caracterizado pelo fato de a camada superior compreender uma formulação de lustro compreendendo pelo menos um aditivo de lustro selecionado de pigmentos de polímero sintético e vernizes de lustro.

20 45. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 44, caracterizado pelo fato de a camada superior compreender um pigmento e um ligante, onde o pigmento é um pigmento de polímero sintético e onde o ligante é látex.

25 46. Processo, de acordo com a qualquer uma das reivindicações 1 a 45, caracterizado pelo fato de pelo menos uma camada da cortina compreender um pigmento selecionado de argila, caulim, talco, carbonato de cálcio, dióxido de titânio, branco acetinado, pigmento  
30 polimérico sintético, óxido de zinco, sulfato de bário, gesso, sílica, trihidrato de alumina, mica, terra diatomácea.

35 47. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 46, caracterizado pelo fato de o ligante ser selecionado de um látex carboxilado, látex de estireno-butadieno, látex de estireno-acrilato, látex de estireno-butadieno-acrilonitrila, látex de estireno-

anidrido maleico, látex de estireno-acrilato-anidrido maleico, polissacarídeos, proteínas, polivinil pirrolidona, álcool polivinílico, acetato de polivinila, celulose e derivados de celulose.

5 48. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 47, caracterizado pelo fato de a cortina compreender uma camada que impõe funcionalidade e aquela camada compreender um ou mais componentes selecionados de um polímero de etileno ácido acrílico, um  
10 poliuretano, uma resina epóxi, um poliéster, uma poliolefina, um látex de estireno butadieno opcionalmente carboxilado, um látex de estireno acrilato opcionalmente carboxilado, um amido, uma proteína, um copolímero de estireno-acrílico, um anidrido estireno maleico, um  
15 álcool polivinílico, um acetato de polivinila, carboximetil celulose, um silicone, uma cera e micro-cápsulas.

49. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo  
20 menos uma camada de interface que tem um peso de camada menor que qualquer outra camada de cortina.

50. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 49, caracterizado pelo fato de a cortina compreender pelo menos uma camada de interface,  
25 pelo menos uma camada de interface contendo óxido de polietileno.

1/5

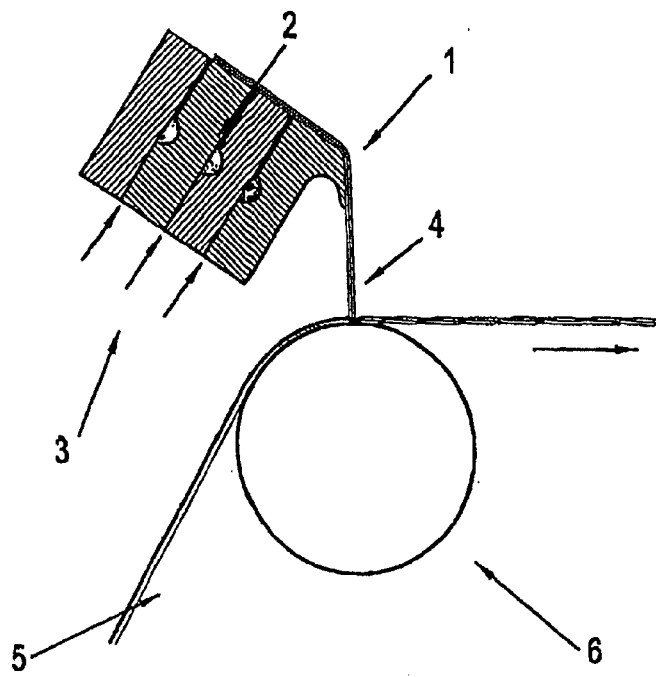


FIG.1

2/5

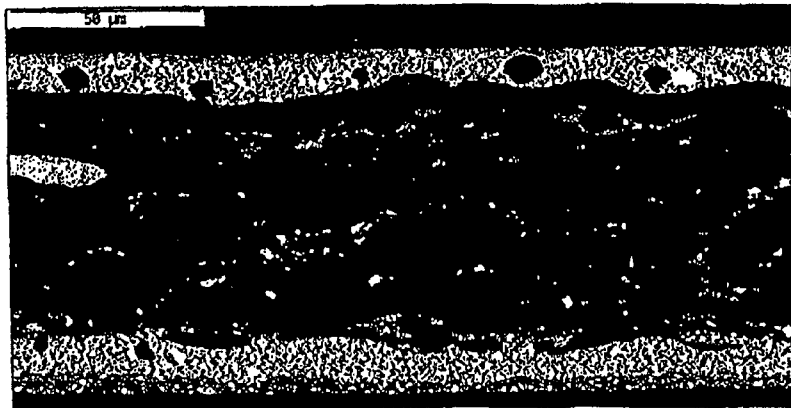


FIG.2

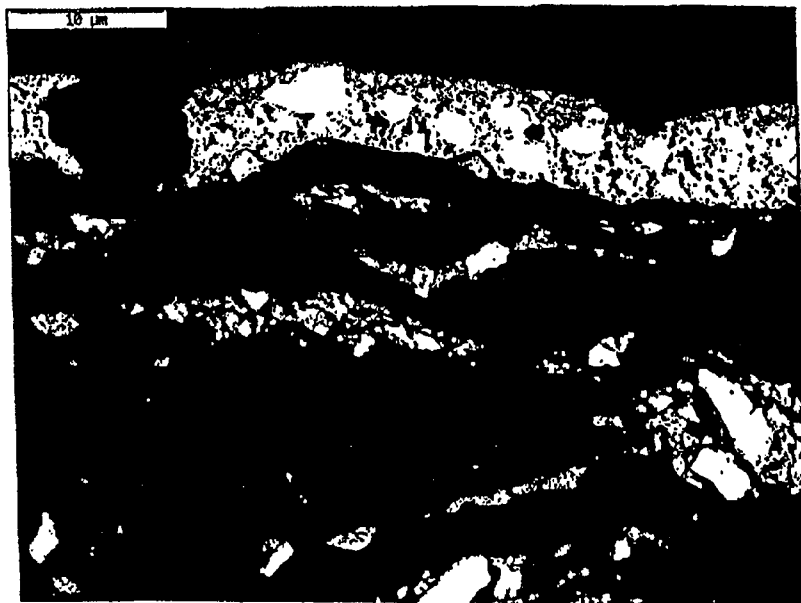


FIG.3

3/5



FIG.4

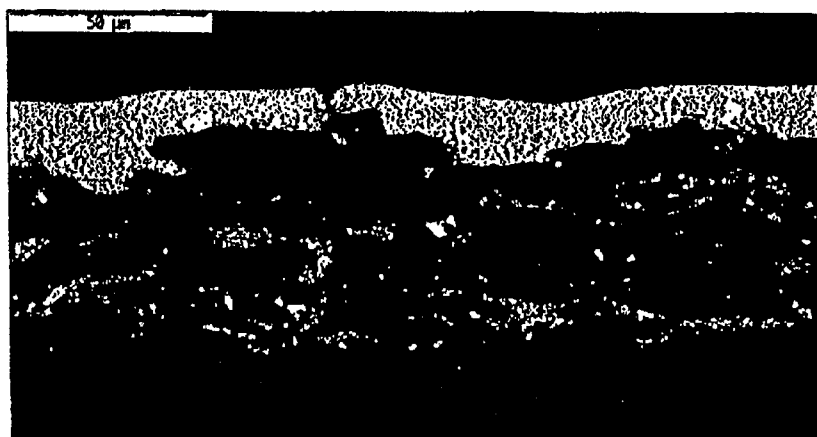


FIG.5

4/5

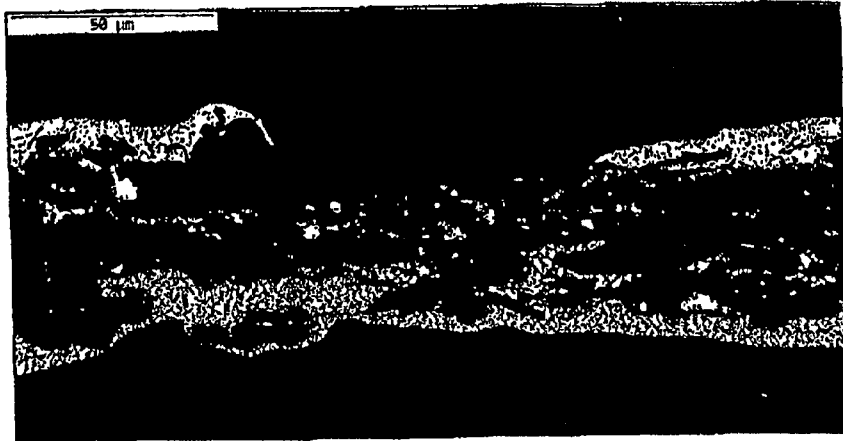
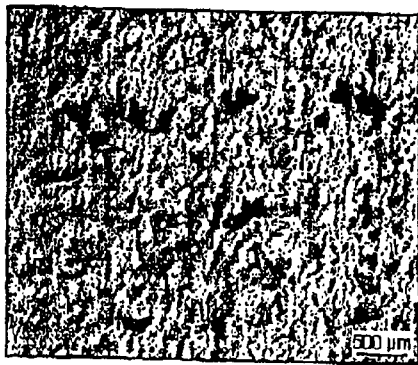


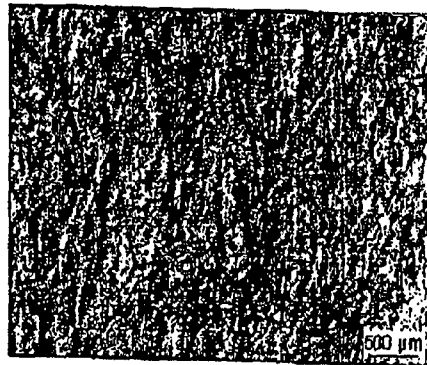
FIG.6



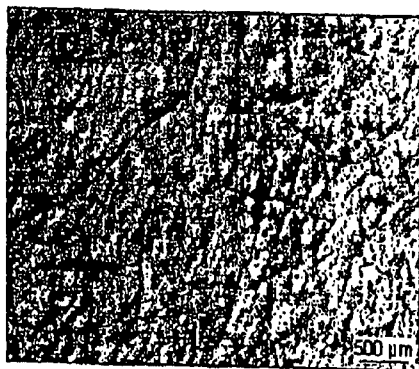
FIG.7



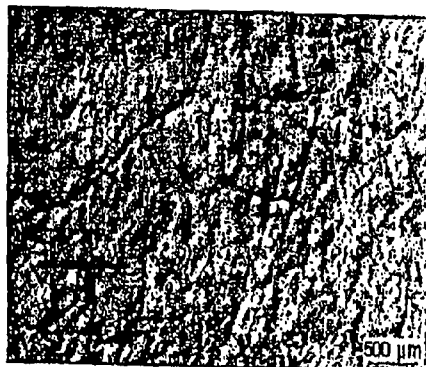
**FIG.8A**



**FIG.8B**



**FIG.8C**



**FIG.8D**

RESUMO

"PROCESSO PARA PRODUZIR PAPEL OU PAPELÃO REVESTIDO COM MULTICAMADAS".

A presente invenção refere-se em uma configuração a um  
5 método para fabricação de papéis e papelões revestidos de  
multicamadas, mas excluindo papéis fotográficos e papéis  
copiativos sensíveis à pressão, que são especialmente  
adequados para propósitos de impressão, embalagem e  
rotulagem, nos quais pelo menos duas camadas de cortina  
10 selecionadas de emulsões ou suspensões aquosas são  
formadas em uma cortina de queda livre, composta, e uma  
folha contínua de papel-base e papelão-base é revestida  
com a cortina composta, sendo assim obtido um papel ou  
papelão, sendo que a velocidade da folha é de pelo menos  
15 400 metros por minuto, a viscosidade de pelo menos uma  
camada é de pelo menos 20 cps, o papel ou papelão  
revestido tem um lustro menor que 45 e uma densidade  
média de crateras de não mais que 10 crateras/cm<sup>2</sup>.