

SOLUÇÕES – BARREIRA SUSTENTÁVEIS APLICADAS EM EMBALAGENS PARA FINS ALIMENTÍCIOS

Tilman Oberle¹, Fabiana Martins², Marcos Grosskinsky², Silvia Held-Beller¹

¹ CHT Group, Germany

² CHT Brasil Quimica LTDA, Brazil.

RESUMO

As mudanças no hábito da população e a crescente demanda nos últimos anos, levaram a muitos desenvolvimentos tecnológicos e a um aumento de toda cadeia de bens de consumo, o que gerou um crescimento significativo na produção de embalagens nos mais diversos segmentos do mercado. Dentre estes segmentos, destaca-se a indústria alimentícia, no qual as embalagens contribuem principalmente para proteção e conservação dos alimentos, necessitando de propriedades impermeabilizantes contra líquidos, barreira a vapores e oxigênio. No âmbito do mercado de embalagens para fins alimentícios, observa-se uma preocupação cada vez mais significativa em relação à sustentabilidade, que é uma tendência global, principalmente com relação à substituição de plástico por produtos verdes e recicláveis, e que ao mesmo tempo possam garantir as funcionalidades requeridas. Nesse sentido, o papel vem se mostrando uma excelente alternativa à essa substituição devido ao seu caráter sustentável, sendo produzido com base em fontes renováveis e tendo seus processos produtivos alinhados às mais novas regulamentações e exigências no que tange a sustentabilidade. Porém, mesmo as embalagens de papel representando boa participação no mercado de embalagens no Brasil e tendo excelentes perspectivas no futuro, grande parte dessas embalagens de papel ainda é combinada a outros materiais não sustentáveis, como plástico e compostos fluorados, que possuem como principal objetivo garantir as propriedades de repelência e impermeabilização que são requeridas, reduzindo assim o caráter sustentável da embalagem. Assim, o presente trabalho objetivou-se a apresentar resultados da aplicação de produtos barreira sustentáveis, biodegradáveis, livres de compostos fluorados e produzidos com base em fontes renováveis em papéis de embalagem, como forma de substituir as atuais tecnologias impermeabilizantes, garantindo performance barreira, qualidade e agregando ainda sustentabilidade nos papéis de embalagem para fins alimentícios. Os resultados deste trabalho mostram que atualmente existem alternativas barreira com base em fontes renováveis que desempenham excelente resultados.

Palavras-chave: Embalagens, revestimento barreira, sustentabilidade, funcionalidade, impermeabilização.

INTRODUÇÃO

1. Contexto

Nas últimas décadas, a crescente conscientização ambiental estimulou o desenvolvimento de materiais biodegradáveis com base em recursos renováveis para substituir materiais não biodegradáveis convencionais em muitas Aplicações [1]. Atualmente, é de conhecimento comum que cada dia mais o papel vem se tornando uma importante alternativa em todos os tipos de embalagens, por ser um material ecológico, biodegradável e sustentável.

Ao contrário do plástico e de outros tipos de embalagem, o papel é um material vegetal, oriundo da madeira, um material totalmente orgânico que se decompõe sem afetar o meio ambiente. Embora haja uma crescente participação do papel no mercado de embalagens, grande parte dessas embalagens necessitam uma camada funcional com propriedade impermeabilizante para que atendam alguns mercados específicos.

Hoje, dois caminhos podem ser utilizados neste processo de impermeabilização: um é a aplicação de plástico sobre o papel na forma de extrusão e, outro, um revestimento ou produtos adicionados na formação do papel que levam compostos perfluorados em sua composição (PFAs - poluentes orgânicos persistentes e tóxicos).

Quando falamos em compostos perfluorados (PFASs) estamos falando de substâncias amplamente utilizadas como barreira repelente à água e ao óleo, que são aplicadas em produtos de consumo como embalagens no geral, sendo tais compostos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Segundo um artigo da Environmental Science&Technology Letters [2], os PFAs mais usados, foram detectados globalmente na água, solo, sedimentos, vida selvagem e amostras de sangue humano. Tais compostos foram detectados em uma ampla gama de produtos, incluindo materiais de contato com alimentos, embalagens de *fast food*, sacos de pipoca de micro-ondas e outras embalagens. O artigo também apresenta um estudo epidemiológico que encontra associações entre a exposição destes compostos com doenças como câncer de rim, alterações na tireoide, imunotoxicidade em crianças, entre outros problemas de saúde.

Já o plástico, por sua vez, é extremamente poluente. De acordo com o relatório, o Atlas do Plástico [3], mais de 400 milhões de toneladas de plástico são produzidas anualmente em todo o

mundo, e cerca de um terço acaba de uma forma ou de outra no solo ou em águas interiores. Dependendo da situação, isso torna a contaminação do solo entre quatro e 23 vezes maior que a do mar. Os microplásticos alteram a estrutura do solo e o *habitat* de organismos vivos, importantes para manter a fertilidade do solo. Além disso, os microplásticos atuam como um ímã que atrai certos tipos de substâncias tóxicas.

De acordo com esse cenário, o impacto ambiental provocado pelas embalagens plásticas e os PFA's vem estimulando as grandes empresas a desenvolverem e adotar soluções que sejam sustentáveis.

Como já mencionado, o papel vem sendo muito utilizado no mercado de embalagens, sendo ele responsável por garantir a estrutura do material, acondicionamento correto de outros produtos e, principalmente, por ser um material de fonte renovável que garante uma solução sustentável ao mercado. Mas é importante ressaltar que a fibra de celulose por si só tem um poder de absorção muito grande, ou seja, quando a embalagem entra em contato com qualquer umidade, água, líquido, óleo ou alimento, a tendência é que ela perca as suas propriedades estruturais e visuais. E é por essas questões acima que a barreira é tão importante, na verdade, fundamental para que o papel possa atender as necessidades do mercado de embalagem.

2. Embalagens para fins alimentícios e a sustentabilidade

Os derivados de celulose são largamente utilizados como materiais de embalagem para produtos alimentícios. O papel, o principal deles, é empregado na forma de sacos, cartuchos, caixas de papelão etc. Pode-se destacar ainda, como polímero celulósico, o celofane [4].

Recentemente, a crescente preocupação com os aspectos ambientais, a disponibilidade futura de matérias-primas e o aumento das restrições legislativas levaram à necessidade de se considerar a sustentabilidade na produção dos materiais de embalagem. Isso tem levado os pesquisadores a buscarem alternativas de materiais de embalagem e materiais de barreira que promovam a economia circular e o uso de materiais reciclados com base nos materiais de pós-consumo, de base biológica ou biopolímeros [5].

Tal como nos outros materiais, substâncias usadas na fabricação dos papéis e cartões, como aditivos diversos, quer de processo, quer para conferir determinadas características aos papéis, tintas de impressão, colas e adesivos etc., podem migrar para os produtos. Por isso, os papéis e cartões para contato com alimentos devem ser fabricados apenas com substâncias aprovadas para este fim, e não devem ceder, ou deixar migrar, substâncias que provoquem uma alteração organoléptica no produto, ou que sejam prejudiciais para a saúde humana. Existem regulamentação e legislação sobre os papéis e cartões para contato com alimentos, indicando quais as substâncias são autorizadas na fabricação e quais devem ser controladas [6].

No âmbito do mercado de embalagens para fins alimentícios, observa-se uma preocupação cada vez mais significativa com relação à sustentabilidade, que é uma tendência global, principalmente com relação à substituição de plástico por pro-

duto verde e recicláveis, e que ao mesmo tempo possam garantir as funcionalidades requeridas.

Segundo estudo realizado pela Kantar em 2021 [7], 22% do mercado global são compradores que estão muito preocupados com o meio ambiente e tomam medidas para reduzir seus resíduos, os chamados **Eco actives**. E para 2029 se espera um crescimento para 50% do número de pessoas preocupadas com o meio ambiente.

Também na Europa existem novas regulamentações que restringem ou até mesmo proíbem completamente o uso de plástico de uso único, o que tem impulsionado o mercado na busca de soluções que atendam a legislação [8]. O novo Regulamento de Embalagens e Resíduos de Embalagens também estipula taxas de reciclagem específicas para os vários tipos de embalagens. As embalagens à base de fibra devem ser 85% recicláveis até 31 de dezembro de 2030 [9].

Por este motivo, os fabricantes de papel possuem essa missão e têm focado seus esforços para desenvolver soluções sustentáveis que atendam a todos os requerimentos do mercado e consumidores finais em relação à funcionalidade, e que, ao mesmo tempo, atendam às questões de sustentabilidade.

3. Funcionalidade dos papéis com barreira

Como já mencionado anteriormente, as barreiras funcionais aplicadas em materiais de embalagens de papel desempenham um papel crucial na preservação da qualidade e integridade do produto, minimizando perdas e estendendo a vida útil durante o armazenamento, transporte e distribuição. Do ponto de vista técnico, as funcionalidades das barreiras podem ser categorizadas em:

- Barreira a água;
- Barreira a vapor de água;
- Barreira a óleos e gorduras;
- Barreira a oxigênio.

4. Desafios deste segmento

No que diz respeito ao desenvolvimento de alternativas para barreira em embalagens de papel, existem alguns desafios atuais que são o desenvolvimento de barreiras sustentáveis que atendam propriedades como alta resistência, biodegradabilidade e compostagem pode ser desafiador, a aplicabilidade destes materiais na superfície do papel nos mais diversos tipos de máquina existentes e a desmistificação dos pré-conceitos de funcionalidade existentes no mercado.

5. Alternativas no mercado

Atualmente, é possível encontrar algumas opções de alternativas barreiras no mercado de papel, porém o grande desafio é encontrar alguma solução que seja a partir de fontes renováveis e que possa agregar ainda mais sustentabilidade à economia do papel.

O produto Biolay, tecnologia desenvolvida e patenteada pela empresa CHT, é um produto 100% a partir de fonte natural, o qual vai de encontro a todas as buscas do mercado com relação

a alternativas de fontes naturais, e por isso foi escolhido para o presente trabalho.

Com o objetivo de alcançar performance barreira contra óleo e gordura, o produto testado não tem adição de nenhum componente petroquímico, podendo ser validado através da certificação ASTM D6866, que certifica o produto como 100% de carbono vegetal em sua composição.

O produto da empresa CHT também é biodegradável, compostável e reciclável, apoiando fortemente os objetivos de sustentabilidade de grande parte dos players deste segmento de embalagens de papel.

Outro diferencial desta tecnologia é o fato de ser um produto em pó e podendo ser preparado *in-loco*, agregando sustentabilidade a todo o processo de fabricação da embalagem.

O produto Biolay é também uma resposta às mais novas exigências do mercado com relação às normativas europeias para a utilização de plásticos de uso único.

A solução do produto Biolay deve ser definida de acordo com a viscosidade limite do equipamento de aplicação, podendo variar de 5 a 18% de sólidos. Essa característica permite também uma grande flexibilidade no momento da aplicação, podendo este produto ser aplicado em diferentes tipos de aplicados, *on* e *off machine*.

MÉTODOS

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar a performance do produto Biolay, uma barreira óleo e gordura 100% produzida com base em uma fonte natural.

1. Preparação das amostras

Como já mencionado, o produto Biolay avaliado neste trabalho é em pó, e por isso preparação do mesmo foi realizada com o auxílio de um agitador de laboratório (Figura 1), preparando soluções conforme Tabela 1:



Figura 1. Formulação Biolay 500 em água

Tabela 1. Informações da preparação e aplicação dos produtos

Produto	% em solução	Viscosidade solução (mPa.s)	Gramatura aplicada (g/m ²)
Biolay 100	11	40	2,0
Biolay 500	6	40	1,0

Com o intuito de avaliar a resistência à água além da barreira gordura, foram preparadas as formulações descritas na Tabela 2, adicionando 5% de aditivos hidrofóbicos (CHT Coat Wax):

Tabela 2. Variáveis avaliadas

Variáveis	Formulação
Formulação 1	BIOLAY 100
Formulação 2	BIOLAY 100 + CHT-COAT WAX (5%)
Formulação 3	BIOLAY 500
Formulação 4	BIOLAY 500 + CHT-COAT WAX (5%)



Figura 2. Aplicadora Foulard laboratório

Para o presente trabalho, foi utilizada uma aplicadora Foulard de laboratório (Figura 2) para simular a aplicação *on-machine* do produto avaliado, e foram utilizados três diferentes tipos de papéis de mercado. Para este trabalho, foi avaliado o impacto de três diferentes tipos de papel com a aplicação do produto barreira, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Informações dos papéis base avaliados.

Papel	Refinação	Porosidade Bendtsen (mL/min)
Papel 1	Refinação Padrão	90,0
Papel 2	Refinação Intermediária	20,0
Papel 3	Refinação Alta	0,30

Após a aplicação dos revestimentos na superfície dos papéis, as amostras foram submetidas a secagem em estufa de laboratório por 5 minutos a uma temperatura de 100 °C.

2. Avaliação de performance

Por se tratar de um produto natural, observou-se a necessidade de substituir o método conhecido globalmente KIT oil por testes mais práticos para apresentação dos resultados da tecnologia, uma vez que o teste KIT oil foi desenvolvido para avaliar performance barreira de revestimentos com compostos fluorados.

O teste de migração apresentado a seguir, foi desenvolvido pela empresa CHT com o objetivo de avaliar a performance contra óleo e gordura do produto.

Método de avaliação:

- Uma amostra de 7x7 cm é cortada da amostra de papel revestido;
- De cada lado do quadrado, uma faixa de 1 cm de largura é cuidadosamente dobrada para dentro (90 °C) para formar um “Schiffchen” = “Barco”;
- Posteriormente, 9 mL de óleo de girassol são despejados neste recipiente de papel;
- A penetração do óleo no papel e através dele é indicada por um papel cartão absorvente;
- A penetração do óleo é avaliada após 15 min, 1h e 24h;

f) A avaliação [%] é realizada através de um software = (área de papel manchado)/(área de papel não manchado).

Adicionalmente aos testes de migração para barreira óleo, também foi avaliada a performance de resistência à água por meio da metodologia COBB 60s.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à barreira óleo, as análises de migração foram realizadas após períodos 10 minutos, 60 minutos e 24 horas através de imagens e posterior avaliação da área de migração por meio de um software. As **figuras de 3 a 7** apresentam os resultados de migração obtidos no papel e a análise no software.

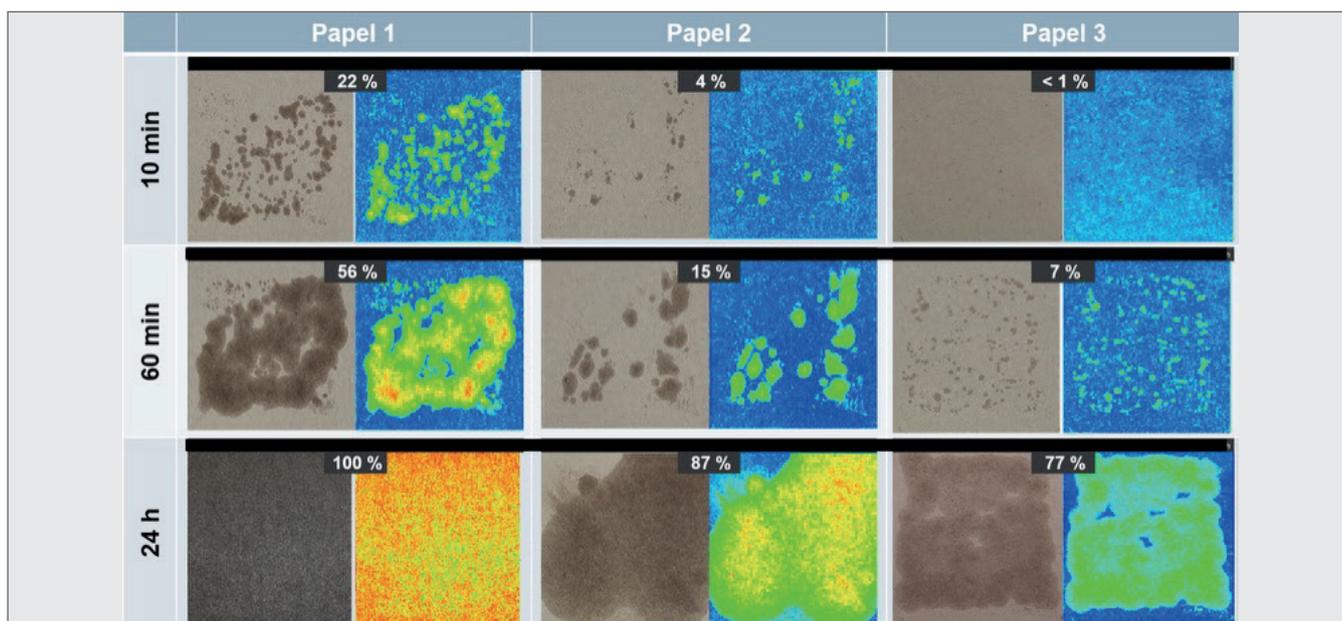


Figura 3. Resultados de migração papel base não revestido

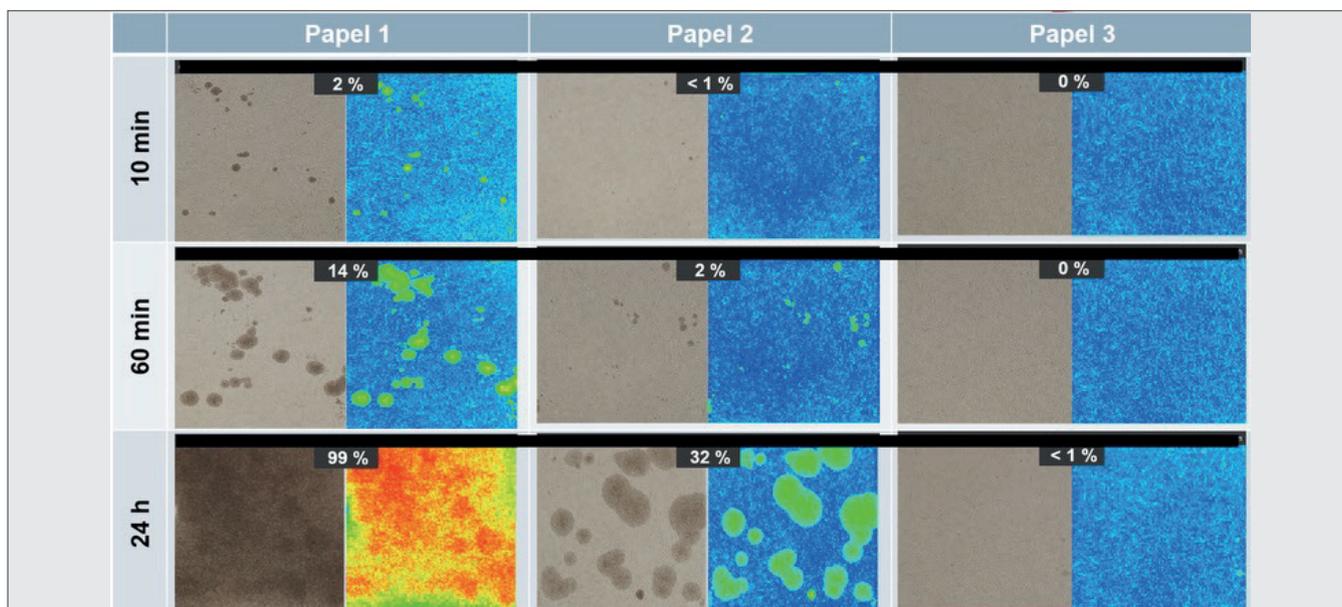


Figura 4. Resultado de migração 2g/m2 Biolay 100

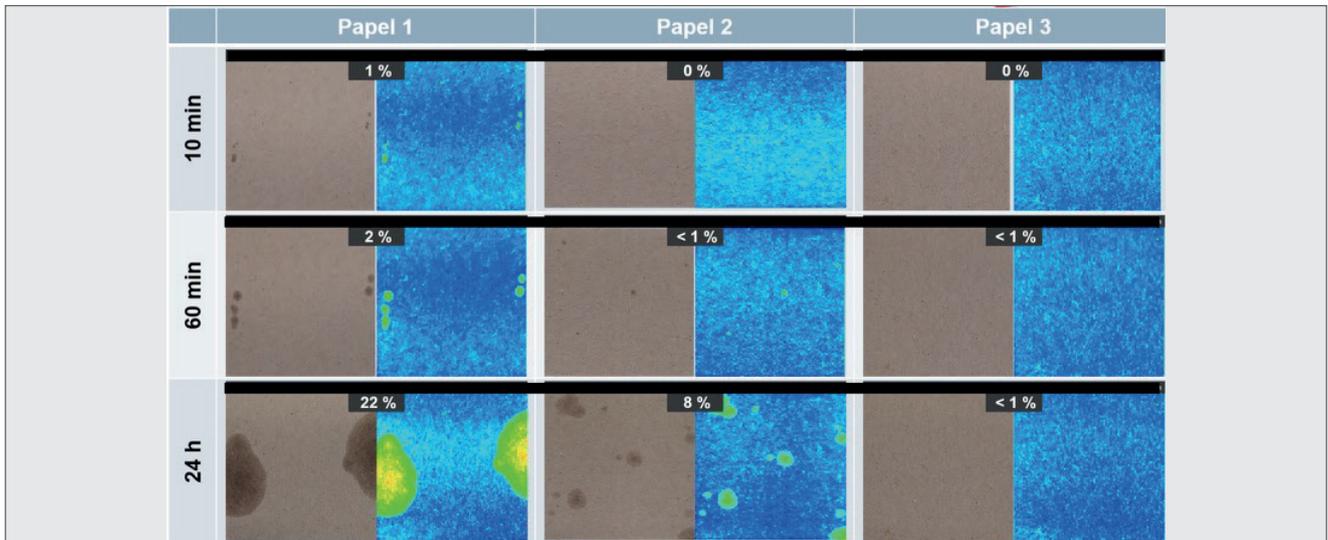


Figura 5. Resultados de migração 2g/m² Biolay 100 + CHT Coat Wax

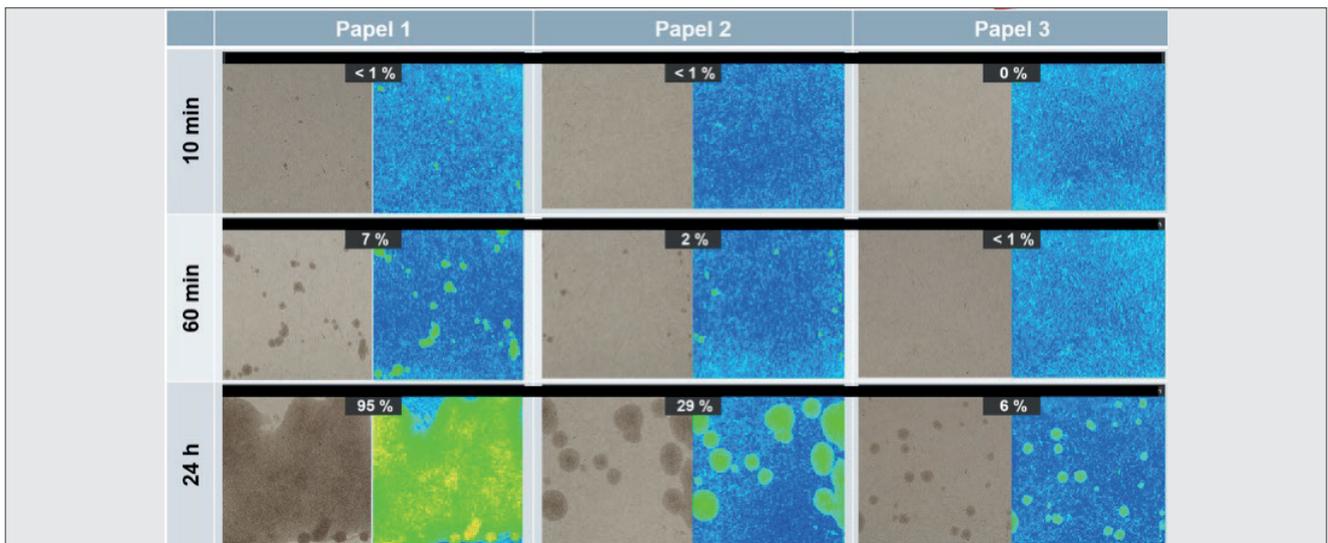


Figura 6. Resultados de migração 1g/m² Biolay 500

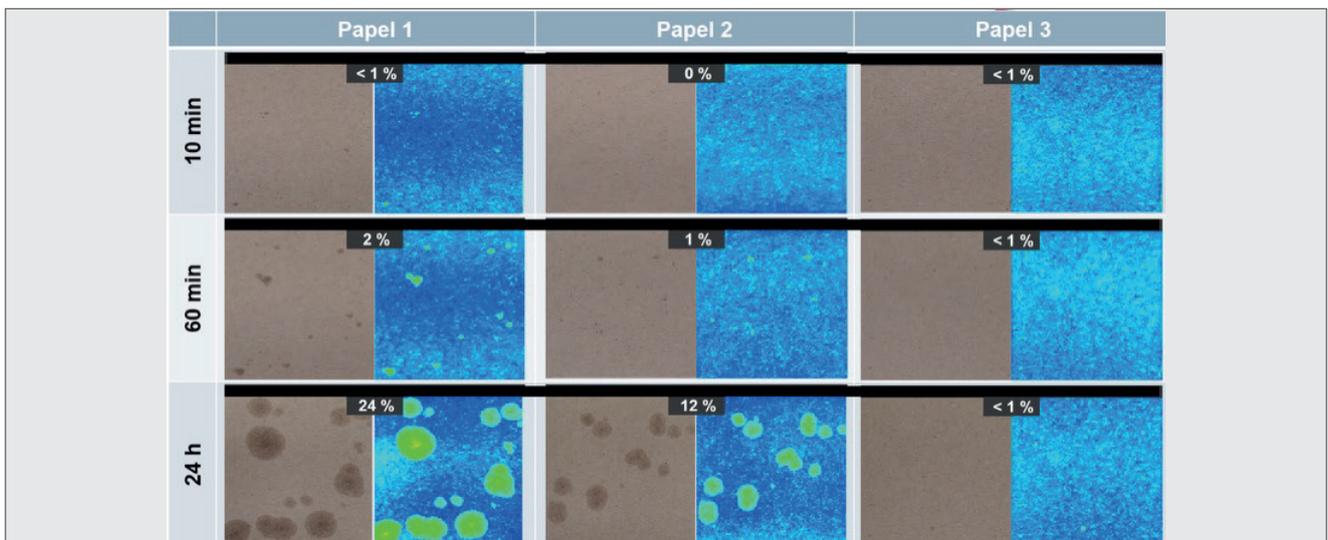


Figura 7. Resultados de migração 1g/m² Biolay + CHT Coat Wax

As **tabelas 4, 5, 6 e 7** apresentam os resultados de % de área de migração para cada teste realizado nos diferentes tipos de papel.

Por intermédio dos resultados de área de migração, em diferentes tempos de exposição, é possível evidenciar que baixas aplicações dos produtos Biolay 100 e Biolay 500 apresentam excelente performance, quantidade aplicada bastante menor quando comparado a outras tecnologias existentes no mercado.

Também é possível comprovar que papéis com melhor refinação apresentam melhor performance da tecnologia barreira, uma vez que o Papel 3 apresentou melhor performance nas diferentes condições de aplicação e migração. Uma superfície de papel mais fechada faz com que o produto barreira permaneça na superfície e forme um filme mais homogêneo.

A **Tabela 7** apresenta os valores de COBB 60s para os filmes formados.

Tabela 4. Resultados de área de migração para Papel 1

Papel 1 % área de migração	10 min	60 min	24 h
Uncoated	22%	56%	100%
2 g/m ² BIOLAY 100	2%	14%	99%
2 g/m ² BIOLAY 100 + CHT-COAT WAX (5%)	1%	2%	22%
1 g/m ² BIOLAY 500	<1%	7%	95%
1 g/m ² BIOLAY 500 + CHT-COAT WAX (5%)	<1%	2%	24%

Tabela 5. Resultados de área de migração para Papel 2

Papel 2 % área de migração	10 min	60 min	24 h
Uncoated	4%	15%	87%
2 g/m ² BIOLAY 100	<1%	2%	32%
2 g/m ² BIOLAY 100 + CHT-COAT WAX (5%)	0%	<1%	8%
1 g/m ² BIOLAY 500	<1%	2%	29%
1 g/m ² BIOLAY 500 + CHT-COAT WAX (5%)	0%	1%	12%

Tabela 6. Resultados de área de migração para Papel 6

Papel 3 % área de migração	10 min	60 min	24 h
Uncoated	<1%	7%	77%
2 g/m ² BIOLAY 100	0%	0%	<1%
2 g/m ² BIOLAY 100 + CHT-COAT WAX (5%)	0%	<1%	<1%
1 g/m ² BIOLAY 500	0%	<1%	6%
1 g/m ² BIOLAY 500 + CHT-COAT WAX (5%)	<1%	<1%	<1%

Tabela 7. Valores de COBB

Cob ^{b(a)}	Papel 1	Papel 2	Papel 3
Uncoated	46	37	32
2 g/m ² BIOLAY 100	39	28	25
2 g/m ² BIOLAY 100 + CHT-COAT WAX (5%)	28	25	26
2 g/m ² BIOLAY 100 + AKD (5%)	24	26	22
1 g/m ² BIOLAY 500	39	29	24
1 g/m ² BIOLAY 500 + CHT-COAT WAX (5%)	26	29	24
1 g/m ² BIOLAY 500 + AKD (5%)	21	24	17

(a) – Valores de cobb 60s

Com base nos resultados da análise de COBB 60s, é possível verificar que a adição de aditivos hidrofóbicos na solução do produto Biolay 100 e 500 apresenta melhora significativa com relação à resistência, à absorção de água na superfície do papel, e impulsiona ainda mais os resultados de barreira óleo.

CONCLUSÕES

É possível concluir por este trabalho que a tecnologia Biolay, desenvolvida e patenteada pela CHT, é uma excelente alterna-

tiva para substituir os produtos sintéticos, com base em fontes não renováveis encontrados no mercado.

Pelo fato de o produto ser em pó, é possível agregar mais sustentabilidade à circularidade do mercado por não transportar água, e traz maior flexibilidade, pois o produto pode ser preparado e aplicado de acordo com as especificações de cada processo de aplicação.

A tecnologia Biolay é compatível com AKD e outras emulsões de ceras, tendo uma opção para potencializar seus resultados. ■

REFERÊNCIAS

1. Mendes, J. F. *et al.* Biodegradable polymer blends based on corn starch and thermoplastic chitosan processed by extrusion. *Carbohydrate Polymers*, v. 137, p. 452-458, 2016.
2. Evich, G. M. *et al.* Per- and polyfluoroalkyl substances in the environment, AB Lindstrom, *Science*, 2022
3. Stiftung, H. B. *Atlas do Plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos*. Rio de Janeiro, 2020. História, p. 12.
4. Jorge, N. *Embalagens para alimentos*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. Embalagens celulósicas, p. 131.
5. Koivula, H. M. *et al.* Machine-coated starch-based dispersion coatings prevent mineral oil migration from paperboard. *Progress in Organic Coatings*, v. 99, p.173-181, 2016.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 177, de 4 de março de 1999. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, de 8 de março de 1999. Aprova o Regulamento técnico sobre disposições gerais para embalagens e equipamentos celulósicos em contato com alimentos e seus anexos. Brasília, 1999.
7. Kantar, Who Care, Who Does. 2021, p. 1-7. Disponível em: <https://kantar.turtl.co/story/whocares-who-does-2021-p/page/3/7>. Acesso em: 2 jun. 2025.
8. EU 2019/904 DIRECTIVE (EU) 2019/904 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019L0904>. Acesso em: 1 jun. 2025.
9. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0677>. Acesso em: 1 jun. 2025.