

# BIOPOLÍMERO COMO BARREIRA A ÓLEO E GORDURA

Luiz Henrique Martins<sup>1</sup>, Caroline Pereira<sup>1</sup>, Leticia da Silva, Jucelino Miranda Marques<sup>1</sup>, Gabriel Reis<sup>1</sup>, Jeferson Fernando Vicentin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Ingredion Incorporated. Brasil*

## RESUMO

A demanda por produtos e matérias-primas mais sustentáveis e com menos impacto ao meio ambiente é uma necessidade presente no mercado tanto pelos impactos ambientais como pelo consumidor. Papéis destinados à proteção de alimentos que contêm alto teor de gordura e óleo possuem, atualmente, uma base de revestimento proveniente de produtos sintéticos, como os compostos perfluorados (PFCs), resinas acrílicas, parafinas, entre outros. Grande parte dos produtos sintéticos, como os PFCs, possuem a característica de repelência a substâncias de propriedades polares e apolares (água e gorduras), protegendo o papel revestido. Apesar dessa classe de produtos ser produzida por mais de 70 anos e utilizada amplamente em vários segmentos industriais (alimentício, têxtil, polímeros), ela não caminha em paralelo com os ideais de sustentabilidade cada vez mais demandados, pois, uma vez no meio ambiente, sujeitos a vários tipos de intempéries (processos físicos e químicos), ocorre degradação de sua estrutura e consequente fragmentação, à qual, dependendo do tamanho da partícula gerada, é denominada como microplástico, um problema ambiental e de alto potencial, tratado de maneira mais séria pela comunidade científica apenas recentemente devido a sua alta toxicidade e persistência no meio ambiente. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ainda não estabeleceu uma proibição específica para o uso de perfluorados no Brasil. Até o momento, as medidas regulatórias relacionadas a esses compostos estão vinculadas à implementação da Convenção de Estocolmo, que trata de substâncias químicas persistentes orgânicas (POPs). A principal fonte de exposição humana aos PFCs se dá pela ingestão de água e alimentos contaminados. Eles podem estar presentes em alimentos embalados, utensílios de cozinha, roupas impermeáveis e outros produtos. Atualmente, existem frentes de estudos para substituição de compostos perfluorados. O biopolímero Kofilm 400 traz consigo uma proposta de valor diferenciada, a de realizar uma barreira a óleo e gordura no revestimento do papel e, ao mesmo tempo, partir de uma fonte sustentável e renovável, sendo completamente biodegradável e, assim, não gera efeitos colaterais ao meio ambiente. Visando antecipar um tema iminente no Brasil, o Kofilm 400 já se apresentou

como uma alternativa sólida em testes de aplicação e simulações reais em produtos de linhas de *fast-food*, se comportando em linha com os principais *claims* de performance e sustentabilidade, mantendo as propriedades físicas do papel, conservando as características naturais dos alimentos, sendo sustentável e biodegradável.

**Palavras-chave:** Barreira a óleo e gordura, biopolímero, sustentabilidade

## INTRODUÇÃO

Apesar do grande crescimento em tecnologias nos diversos segmentos industriais nas últimas décadas, tecnologias para papéis com resistência a óleo e gordura enfrentam grandes desafios. A maioria das aplicações atuais envolve a utilização de compostos chamados perfluorados (PFCs), resinas acrílicas, entre outros. O termo PFC é utilizado para denominar substâncias nas quais todos os hidrogênios de uma cadeia alquílica são substituídos por átomos de flúor, e possuem a característica de repelência a substâncias de propriedades polares e apolares (água e gorduras) [1,2].

Nos dias atuais, com a alta utilização dos compostos perfluorados, abordou-se a questão do ciclo de vida dessa classe de compostos e seus impactos à saúde humana, tendo em vista seu contato direto com produtos alimentícios, no caso de papéis resistentes a óleo e gordura [3]. Apesar dessa classe de produtos ser produzida por mais de 70 anos e utilizada amplamente em vários segmentos industriais (alimentício, têxtil, polímeros) [4], ela não caminha em paralelo com os ideais de sustentabilidade cada vez mais demandados, pois uma vez descartados e em contato com o meio ambiente, ainda não é claro os mecanismos de degradação que envolvem a decomposição dos PFCs [5]. O que se sabe é que devido a sua resistência e permanência no meio ambiente, fragmentações em sua estrutura podem gerar partículas de escala micrométrica, chamadas de microplástico, um problema ambiental e de alto potencial, tratado de maneira mais séria pela comunidade científica apenas recentemente devido a sua alta toxicidade e persistência no meio ambiente [2].

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ainda não estabeleceu uma proibição específica para o uso de perfluorados



**Figura 1.** Reator piloto (direita) e sistema jet cooker (esquerda) utilizados para síntese do produto Kofilm 400

radados no Brasil. Até o momento, as medidas regulatórias relacionadas a esses compostos estão vinculadas à implementação da Convenção de Estocolmo, que trata de substâncias químicas persistentes orgânicas (POPs) [6].

Alternativas mais amigáveis ao meio ambiente estão sendo amplamente buscadas e avaliadas de modo majoritário na indústria atual. No caso de produtos relacionados à alimentação humana, direta e indiretamente, como no caso de papéis e embalagens, a questão dos efeitos de produtos adicionados na produção destes à saúde humana é de aspecto prioritário. No caso de papéis resistentes a óleo e gordura, existem várias opções viáveis disponíveis para possíveis desenvolvimentos comerciais futuros<sup>[2]</sup>. O biopolímero Kofilm 400 traz consigo uma proposta de valor diferenciada, a de realizar uma barreira a óleo e gordura no revestimento do papel e, ao mesmo tempo, partir de uma fonte sustentável e renovável, sendo completamente biodegradável, não gerando efeitos colaterais ao meio ambiente.

## MÉTODOS

O presente trabalho parte, em sua maneira prática e científica, da síntese e caracterização do biopolímero, aplicação do produto e avaliação dos resultados obtidos.

### 1. Síntese e Caracterização

A síntese do Kofilm 400 foi realizada em um reator piloto de fundo redondo (**Figura 1**) e sistema de pressurização em alta temperatura, chamado de jet cooker (**Figura 1**), confeccionados pela própria Ingredion Brasil. Nestes, o reator permite controlar variações de temperatura e pH da mistura de carboidratos de fontes vegetais. O jet cooker, por meio de temperatura e pressões controladas, finaliza a polimerização e síntese do biopolímero.

A caracterização da capacidade de formação de filme do produto foi feita por meio do método de casting, já que é um dos mais empregados em escala laboratorial nas formações de filmes biodegradáveis, mostrando resultados contundentes. A



**Figura 2.** Esquema representativo da produção de filme utilizado na caracterização do Kofilm 400.

técnica é baseada na formação de um filme através do espalhamento da solução da amostra sobre um molde (como uma placa de petri), e após a evaporação do conteúdo volátil, o filme então é formado [7].

Também como forma de caracterização foi realizado análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a aplicação do Kofilm 400. A análise foi contratada pela Ingredion Brasil no Instituto SENAI de Inovação em Engenharia de Polímeros, situado em São Leopoldo-RS.

### 2. Aplicação e Análise de Resistência a Óleo e Gordura (kit oil)

O produto foi aplicado em amostras de papel para testar sua barreira a óleo e gordura, de acordo com metodologias experimentais conhecidas da comunidade científica. A aplicação ocorreu em equipamento estilo "size press", cuja função é realizar um tratamento superficial no papel, no caso, aplicando uma solução em sua superfície. O papel base para aplicação possui gramatura de 25 g/m<sup>2</sup>, comumente utilizado na linha de *fast-food* (papel wrap). O equipamento utilizado pela Ingredion Brasil é um equipamento do fabricante Mathis, modelo SP. Aplicações foram feitas em concentrações de 15, 20 e 25 %.

A análise de barreira a óleo e gordura foi performada de acordo com a metodologia Tappi T559 [8], um método comumente utili-



Figura 3. Equipamento size press utilizado para aplicação superficial do produto Kofilm 400 em amostra de papel, dando destaque para os rolos de aplicação de produto (direita)

Tabela 1. Composição das misturas utilizadas para a análise de repelência a óleo e gordura

Nº da solução (kit)	Óleo de rícino (% vol.)	Tolueno (% vol.)	n-Heptano (% vol.)	Tensão superficial (dinas/cm)
1	100	0	0	33,9
2	90	5	5	31,2
3	80	10	10	28,8
4	70	15	15	27,6
5	60	20	20	26,3
6	50	25	25	25,3
7	40	30	30	24,8
8	30	35	35	24,4
9	20	40	40	24,1
10	10	45	45	24,0
11	0	50	50	23,8
12	0	45	55	23,4

zado para avaliar o grau de repelência do papel. Misturas de óleo de rícino, n-heptano e tolueno são aplicadas no papel, avaliando-se a permeância/aderência destas na superfície aplicada. A Tabela 1 apresenta as proporções das misturas utilizadas na análise.

A permeância do líquido aplicado na superfície do papel é regida pela tensão superficial do líquido e da energia da superfície do papel. O líquido permeia (molha) a superfície do sólido se a tensão superficial do líquido ( $\gamma_L$ ) for menor que a energia de superfície do sólido ( $\gamma_S$ ):

$$\gamma_L < \gamma_S \quad (1)$$

A avaliação é feita visualmente, aplicando-se uma gota na folha de papel, aguardando 15 segundo e, posteriormente, limpando suavemente com algodão. A solução com o maior número que não deixar residual no papel é o resultado do teste.

### 3. Avaliação e Teste Sensorial em Papel Wrap para Lanches

Foi realizada uma avaliação da capacidade do papel com aplicação do Kofilm 400 repelir o óleo e a gordura de lanches de *fast-food*, simulando uma entrega via motoboy, transportando o lanche por cerca de 1,5 horas.

A partir disso, utilizando toda a *capability* da Ingredion Brasil, foi possível realizar um estudo prático da performance do Kofilm

400, aplicado como barreira a óleo e gordura em papel destinado ao *food service*. O teste contou com a participação de 15 consumidores que costumam comprar e consumir *fast-food* regularmente. Houve uma pré-seleção feita de acordo com os formulários preenchidos pelos candidatos que atendiam aos critérios de consumo (ao menos uma vez por semana). O setor de culinologia da Ingredion Brasil produziu lanches similares aos de linha de *fast-food* e a área sensorial elaborou um teste chamado Focus Group para validar com os consumidores a efetividade da barreira natural Ingredion. Os participantes consumiram ao menos 1/3 do lanche para depois trocarem informações de performance e observações com relação ao papel utilizado para embalagem. As principais funcionalidades solicitadas pelos consumidores para este tipo de embalagem foram: não deixar as mãos sujas ou oleosas, manter o produto aquecido até o momento do consumo e manter a maleabilidade do papel. Em todos os testes os lanches foram compostos por: dois hambúrgueres bovinos, queijo, alface, cebola, molho e pão com gergelim.

#### Quatro tipos de amostras foram utilizadas:

- Papel base 1 sem barreira (#385).
- Papel base 1 com barreira natural Kofilm 400 (#168).
- Papel base 2 com barreira natural Kofilm 400 (#971).
- Papel base 1 com barreira base PFC (#462).

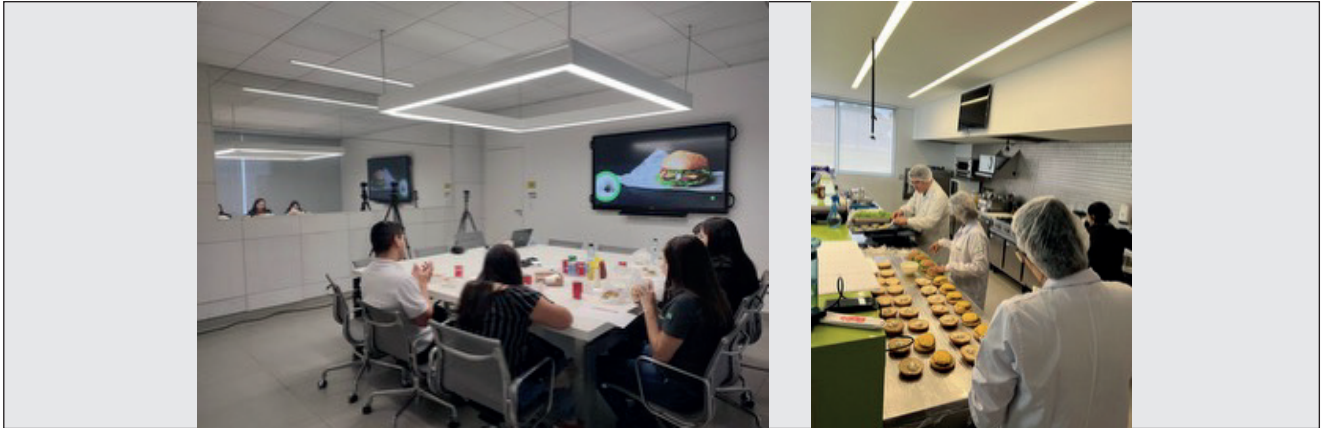


Figura 4. Focus Group – Teste sensorial com consumidores de fast-food realizado pela Ingredion Brasil

Tabela 2. Valores de gramatura, pickup e kit oil obtidos nos testes de aplicação do Kofilm 400 em papel

Amostra	Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	Pickup (g/m <sup>2</sup> )	Kit oil
Sem aplicação	23,84	-	>4
Kofilm 400 15%	26,00	2,16	6
Kofilm 400 20%	28,01	4,17	7
Kofilm 400 25%	30,85	7,01	8

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O primeiro resultado obtido do desenvolvimento do produto foi o de formação de filme por meio do método de *casting*. O filme obtido atendeu às expectativas de transparência e flexibilidade para segmento das demais etapas.

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos para a aplicação do Kofilm 400 em papel wrap utilizados em linhas de *fast-food*.

Os resultados obtidos por meio das análises de *kit oil* foram promissores, uma vez que um valor igual ou maior a seis é um resultado satisfatório, pois atende os pré-requisitos demandados por clientes do segmento de papel barreira.

A análise de microscopia eletrônica de varredura mostrou que a aplicação do produto preencheu e recobriu o papel de maneira significativa comparando com o papel sem aplicação, observado na Figura 5.

Os testes práticos realizados em conjunto com a área de culinologia e sensorial da Ingredion Brasil mostraram resultados interessantes. O teste de montagem e transporte do lanche mostrou que o papel que o envolvia resistiu à passagem de óleo e gordura durante todo o transporte, sendo possível seu consumo posteriormente, pois o papel não se desfez e não rasgou, apesar das manchas e mudança de coloração, isso não afetou o desempenho do papel.



Figura 5. Filme obtido por meio do método de casting para o Kofilm 400

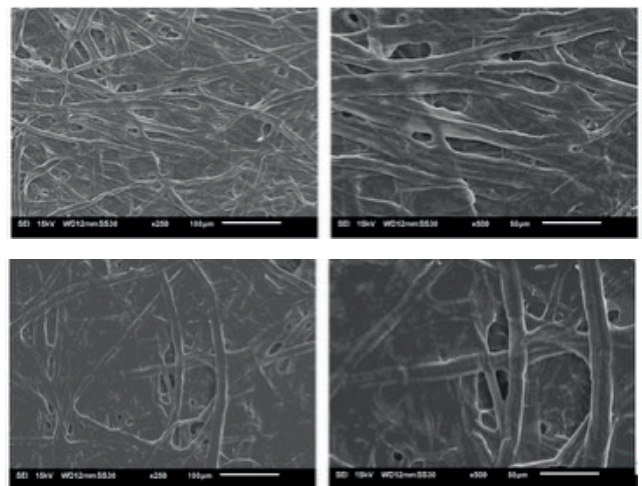
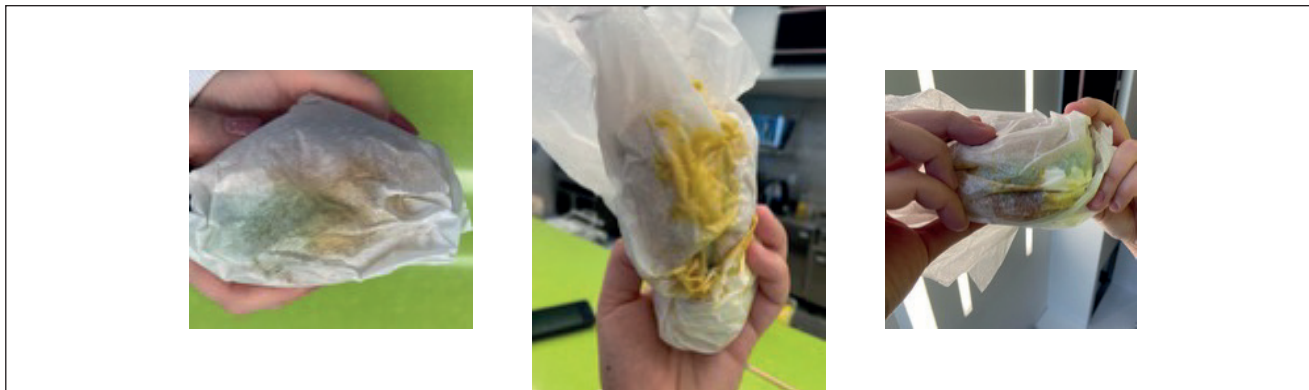


Figura 6. Comparativo de amostra de papel sem aplicação (acima) e com aplicação (abaixo) do Kofilm 400 na concentração de 15% por meio de análise de microscopia eletrônica de varredura.



**Figura 7.** Verificação e consumo do lanche após teste de transporte simulando entrega via motoboy



**Figura 8.** Consumo das amostras realizadas no teste Focus Group

O teste Focus Group trouxe os seguintes resultados:

- No geral, a amostra #385 não atendeu às expectativas dos participantes, pois essa embalagem transferia o óleo do sanduíche para as mãos durante a experiência de consumo.
- Os consumidores concluíram que ambas as amostras #462 e #168 não transferiram óleo para as mãos, entretanto, a textura (manuseio ao dobrar) da amostra #168 foi preferida pela maioria para manuseio ao dobrar para segurar o sanduíche, pois era mais maleável.
- A textura da amostra #971 é semelhante à #168, mas #971 transferiu um pouco de óleo.
- Não foi detectado nenhuma alteração de sabor e odor dos lanches consumidos entre as diferentes embalagens utilizadas.

ressantes na substituição de barreiras químicas aplicadas na repelência a óleo e gordura. Com uma boa formação de filme, ele atendeu aos princípios de aplicação para tratamento superficial em papel e atendeu às expectativas de repelência a óleo e gordura, tendo em vista que a base do papel também contribuiu com a performance da barreira aplicada. A Ingre-dion está sempre buscando desenvolver soluções que atendem às expectativas de performance e esteja alinhada com as propostas sustentáveis do mercado. O Kofilm 400 se comportou em linha com os principais *claims* de performance e sustentabilidade, mantendo as propriedades físicas do papel, conservando as características naturais dos alimentos, sendo sustentável e biodegradável.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o biopolímero Kofilm 400 apresentou características inte-

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a todos os meus companheiros de equipe, que para mim são como uma segunda família. ■

## REFERÊNCIAS

- AAAS – American Association for the Advancement of Science Center for Scientific Evidence in Public Issues 2021. Addressing Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Drinking Water: Risk Communications for Local and State Leaders. Washington, D.C. AAAS Center for Scientific Evidence in Public Issues. [aaas.org/programs/epi-center/pfas-riskcommunications](https://www.aaas.org/programs/epi-center/pfas-riskcommunications).
- Hubbe, M. A. and Pruszynski, P. Greaseproof paper products: A review emphasizing ecofriendly approaches. *BioRes*, v. 15, n. 1, p. 1978-2004, 2020.
- Birnbaum, L. S., and Grandjean, P. Alternatives to PFASs: Perspectives on the science. *Environ. Health Perspectives*, v. 123, n. 5, p. A104-A105, (2015). DOI: 10.1289/ehp.1509944.
- Leonel, J., Miranda, D. A. e Nascimento, R. A. Compostos perfluorados: uma ameaça ao oceano limpo. *Química Nova*, v. 46, n. 6, p. 627-635, 2023.
- Lee, H., D'èon, J., and Mabury, S. A. Biodegradation of polyfluoroalkyl phosphates as a source of perfluorinated acids to the environment. *Environ. Sci. Technol.*, v. 44, n. 9, p. 3305-3310, 2010. DOI: 10.1021/es9028183.
- Guida, Y., Torres, M. F. B., Nepomuceno, R. C. G., Silva, C. E. A., Carvalho, G. A. Lino, A. S., Parente, C. E. T., Meire, R. O., Torres, J. P. M. Plano Nacional de Implementação do Brasil para a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, 2023. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes-mma>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- Viégas, L. P. *Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido com quitosana para aplicação em embalagens de alimentos*. Tese de Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais. Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, p. 75, 2016.
- TAPPI T 559 CM:2012(R2022): Grease resistance test for paper and paperboard. *Technical Association of the Pulp & Paper Industry*.