



## Aplicação de Microfibrilas de Celulose em Emulsões Cosméticas: Alternativa Sustentável a Emulsificantes Sintéticos

Erickson Alex de Lima<sup>1</sup>  
Sthemilin da Silva Parzowski<sup>2</sup>

**Resumo:** O presente trabalho aborda a utilização da microfibrila de celulose (MFC) como emulsificante em cremes cosméticos, visando combinar eficácia, estabilidade e apelo natural. Inicialmente, é realizada a formação de uma emulsão água-óleo, com a fase aquosa garantindo hidratação e a fase oleosa atuando como emoliente, protegendo a pele e conferindo suavidade. A MFC é empregada para estabilizar a emulsão, sendo estudadas dosagens, tempo de agitação e tipo de haste para otimizar a textura e a homogeneidade do produto. Após a formulação, aditivos e umectantes são incorporados para melhorar a hidratação, a textura e o sensorial do creme. Realizam-se análises comparativas de estabilidade frente a outros emulsificantes comumente utilizados, bem como avaliações sensoriais e reológicas, observando o comportamento da viscosidade frente a cisalhamento e temperatura. Espera-se obter um creme com propriedades reológicas superiores, estabilidade prolongada, pH compatível com a pele e textura agradável ao toque.

**Palavras-chave:** MFC; Cosméticos; Emulsificantes.

**Abstract:** This study addresses the use of microfibrillated cellulose (MFC) as an emulsifier in cosmetic creams, aiming to combine efficacy, stability, and natural appeal. Initially, a water-oil emulsion is prepared, with the aqueous phase providing hydration and the oil phase acting as an emollient, protecting the skin and providing softness. MFC is employed to stabilize the emulsion, with studies on dosage, agitation time, and type of stirrer to optimize texture and product homogeneity. After formulation, additives and humectants are incorporated to enhance hydration, texture, and sensory experience. Comparative stability analyses are conducted against commonly used emulsifiers, along with sensory and rheological evaluations, observing viscosity behavior under shear and temperature variations. The expected outcome is a cream with superior rheological properties, prolonged stability, skin-compatible pH, and pleasant texture.

**Key-words:** MFC; Cosmetics; Emulsifiers;

---

<sup>1</sup>Professor do curso de Engenharia Química pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <Erickson.lima@unifateb.edu.br>.

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Química pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <silvasthemilin@gmail.com>.



## 1. INTRODUÇÃO

A indústria cosmética vem sendo impulsionada pela busca por produtos eficazes, saudáveis e sustentáveis. Tendências como *Clean Beauty* e *Green Beauty* valorizam ingredientes naturais e práticas transparentes, reforçadas por certificações veganas, *cruelty-free* e orgânicas (PACK FOR YOU, 2025; FARMA JUNIOR, 2025). Nesse contexto, a microfibrila de celulose (MFC), obtida de fibras vegetais, apresenta propriedades tixotrópicas, alta retenção de água e estabilidade frente a variações de pH e temperatura (BORREGAARD, 2022; EM PAPEL, 2021). Tais características a tornam promissora como emulsificante natural em substituição a aditivos sintéticos, contribuindo para formulações mais estáveis e sustentáveis (MAGALHÃES; DEGENHARDT, 2020). Este estudo avalia o uso da MFC em formulações cosméticas e compara seu desempenho a emulsificantes convencionais, considerando aspectos sensoriais, visuais e reológicos.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1.1 Tendência de uso de ingredientes naturais em cosméticos

Nos últimos anos, a indústria cosmética tem vivenciado uma transformação profunda, impulsionada por uma busca crescente por produtos que aliem eficácia, saúde e responsabilidade ambiental. Em vez de fórmulas repletas de insumos sintéticos, o mercado se volta cada vez mais para ingredientes naturais — como extratos de plantas, óleos vegetais, manteigas nutritivas e compostos derivados de fontes botânicas — que oferecem benefícios reais e percepções positivas aos consumidores (PACK FOR YOU, 2025).

Essa evolução está a serviço de duas tendências que ganham força: a *Clean Beauty*, que prioriza a ausência de substâncias agressivas e promove transparência



na composição dos produtos; e a *Green Beauty*, que complementa essa abordagem com foco ambiental em todas as etapas de produção, desde o cultivo das matérias primas até o descarte das embalagens (PACK FOR YOU, 2025).

A valorização dos ingredientes naturais também reflete um novo comportamento do consumidor, que deseja saber de onde vêm os ativos do produto que aplica na pele — e se preocupa com a sua origem e impacto (PLANETA ECOVIDA.; SO HÉLICES, 2024). Essa demanda por clareza impulsiona o uso de certificações como “vegano”, “*cruelty-free*” e selos orgânicos, estabelecendo um vínculo de confiança entre marca e público (FARMA JUNIOR, 2025; SO HÉLICES, 2024).

Notadamente no Brasil, os cosméticos naturais têm demonstrado excelente desempenho comercial. Segundo projeções, o mercado nacional, que já movimentava cerca de R\$10 bilhões, pode alcançar R\$17 bilhões em breve, com crescimento significativamente maior que o observado nos produtos convencionais (BLOG DA CETRO, 2023). Nas palmas dessa expansão brilham ativos consagrados: manteiga de karité, óleo de coco, extrato de chá verde, babosa, calêndula e óleos de uva — todos valorizados por suas ações hidratantes, antioxidantes e calmantes, além da boa aceitação entre peles sensíveis (PACK FOR YOU, 2025).

Além de ingredientes amplamente conhecidos, destaca-se o papel que a biodiversidade brasileira desempenha na inovação cosmética. A Amazônia, por exemplo, fornece ativos poderosos e autênticos, como o óleo de açaí — rico em resveratrol, benéfico no combate à inflamação e ao envelhecimento celular —, além de modelos de produção que estimulam comunidades locais e contribuem para a preservação ambiental (UM SÓ PLANETA, 2021).

Essa transição rumo à naturalidade, no entanto, não elimina a necessidade de ciência. Mesmo substâncias de origem vegetal muitas vezes requerem formulação cuidadosa para garantir estabilidade, absorção e eficácia reais — não bastando apenas o apelo de “se é natural, então é melhor” (EL PAÍS, 2025). Nesse sentido, tecnologias como extração verde, biotecnologia para produção de ativos bioidênticos e embalagens sustentáveis passam a ser aliados imprescindíveis (PACK FOR YOU, 2025; SO HÉLICES, 2024; EL PAÍS, 2025).



Em síntese, a tendência dos cosméticos naturais resume uma convergência entre bem-estar pessoal, responsabilidade socioambiental e exigência de transparência por parte do consumidor. Marcas que adotam essa perspectiva não apenas valorizam insumos com história e funcionalidade, mas também consolidam relações mais éticas e duradouras com seus públicos — um movimento que reafirma que beleza e sustentabilidade caminham cada vez mais juntas.

### 2.1.2 Celulose e sua origem no processo *Kraft*

A celulose é o principal constituinte da parede celular de plantas e uma das matérias-primas renováveis mais importantes para aplicações industriais, como papel, embalagens, têxteis e formulações cosméticas. Trata-se de um polissacarídeo de elevada massa molar, composto por unidades de glicose unidas por ligações  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-glicosídicas, cuja organização em microfibrilas confere alta resistência mecânica e relativa estabilidade química (SJÖSTRÖM, 1993).

Para a sua obtenção em escala industrial, o processo Kraft é atualmente o método mais empregado, responsável por mais de 80% da produção mundial de celulose destinada à fabricação de papéis e derivados (GULICH; TATSCH; GONÇALVES, 2012). Esse processo consiste em cozinhar a madeira em licor branco — solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S) — a temperaturas entre 150 e 170 °C, sob pressão. Durante essa etapa, ocorre a dissolução seletiva da lignina e parte da hemicelulose, preservando a estrutura da celulose, que apresenta maior resistência à ação alcalina (FOELKEL, 2009).

A lignina solubilizada reage com os íons hidrossulfeto (HS<sup>-</sup>), formando compostos orgânicos solúveis no meio reacional. Como resultado, as fibras de celulose são liberadas, permitindo a posterior lavagem e branqueamento da polpa (SJÖSTRÖM, 1993). A eficiência do processo Kraft, associada à possibilidade de recuperação energética do licor negro (subproduto rico em lignina), consolidou sua posição como a principal rota tecnológica da indústria de celulose, especialmente em países com ampla disponibilidade de madeira de reflorestamento, como o Brasil (SANTOS *et al.*, 2018).



Dessa forma, a celulose obtida pelo processo Kraft apresenta elevada pureza, propriedades físico-químicas adequadas e potencial de aplicação não apenas na produção de papéis, mas também em segmentos emergentes, como biopolímeros, embalagens biodegradáveis e insumos cosméticos sustentáveis.

### 2.1.3 Microfibrilas de celulose (MFC)

A celulose é um polissacarídeo de origem natural que constitui o principal componente estrutural da parede celular das plantas. Trata-se de uma macromolécula formada por cadeias lineares de glicose, unidas por ligações  $\beta$ -1,4-glicosídicas, que lhe conferem resistência e insolubilidade em água. Por estar amplamente presente em materiais vegetais como eucalipto, pinus, algodão, bambu e até resíduos agrícolas, a celulose é considerada a biomolécula mais abundante do planeta. A indústria obtém a celulose principalmente a partir da madeira, por meio de processos químicos, como o *Kraft*, que removem a lignina e isolam as fibras celulósicas, ou por rotas mecânicas e semiquímicas (SUZANO, 2023).

O uso da celulose é bastante diversificado. Tradicionalmente, é a matéria-prima central para a fabricação de papel e papelão, mas também se faz presente em têxteis (viscose, acetato), em produtos farmacêuticos (revestimento de cápsulas e comprimidos) e na indústria alimentícia, atuando como espessante, estabilizante e emulsificante. Nos últimos anos, novas frentes de inovação têm ampliado o leque de aplicações, incluindo o desenvolvimento de bioplásticos, biocombustíveis e materiais absorventes (SUZANO, 2023).

Dentre essas inovações, destaca-se a celulose microfibrilada (MFC), um material obtido a partir da fibrilação mecânica da celulose convencional. Nesse processo, as fibras passam por intensas etapas de refino, que podem ser combinadas com tratamentos enzimáticos, resultando em uma rede tridimensional de microfibrilas com elevada área superficial e abundância de grupos hidroxila disponíveis para interações químicas e físicas (EM PAPEL, 2021). Essa estrutura diferenciada confere ao material propriedades únicas, como alta capacidade de retenção de água, efeito tixotrópico (comportamento de shear-thinning), além de maior estabilidade frente a



variações de pH, temperatura e forças de cisalhamento (BORREGAARD, 2022).

Essas características permitem que a MFC seja aplicada em diferentes segmentos industriais. Na área de tintas, adesivos e revestimentos, ela atua como modificador reológico, evitando sedimentação de pigmentos, gotejamento e escorrimento, ao mesmo tempo em que melhora a resistência mecânica das películas formadas.

Em cosméticos e alimentos, a MFC funciona como estabilizante e agente de viscosidade, substituindo aditivos sintéticos e contribuindo para formulações mais sustentáveis. Na construção civil, sua utilização em revestimentos e impermeabilizantes melhora a durabilidade, a elasticidade e a resistência à tração. Além disso, por ser derivada de matéria-prima renovável e biodegradável, a MFC se insere no contexto da economia circular, possibilitando reduzir a dependência de polímeros fósseis e diminuindo a pegada de carbono dos produtos finais (EM PAPEL, 2021; BORREGAARD, 2022).

Esse avanço reforça não apenas a versatilidade do biopolímero, mas também seu potencial estratégico para o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis em diferentes cadeias produtivas, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Uso da celulose microfibrilada

Setor	Aplicações	Benefícios
<b>Papel e Embalagens</b>	Reforço em papéis de baixa gramatura; filmes e barreiras biodegradáveis	Maior resistência mecânica; redução de permeabilidade a gases; alternativa a plásticos
<b>Cosméticos</b>	Emulsificante natural em cremes, loções e géis	Estabilidade de emulsões; melhora de viscosidade e textura; substitui aditivos sintéticos
<b>Alimentos</b>	Espessante; estabilizante; substituto de gordura	Melhora cremosidade; aumento de fibras dietéticas; retenção de água
<b>Farmacêutico / Biomédico</b>	Curativos, hidrogéis, scaffolds, liberação de fármacos	Alta absorção; biocompatibilidade; barreira bacteriana; suporte para regeneração celular
<b>Materiais compósitos</b>	Reforço em polímeros biodegradáveis; compósitos leves para embalagens e automotivo	Aumento de rigidez e resistência; redução de peso; maior sustentabilidade
<b>Tintas e Revestimentos</b>	Aditivo reológico e estabilizante em tintas e vernizes	Melhora de dispersão; estabilidade frente a cisalhamento; redução do uso de derivados de petróleo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Assim, a celulose, que já possui papel consolidado como insumo industrial, encontra na MFC uma nova fronteira tecnológica, com aplicações de alto valor agregado.

#### 2.1.4 Processo de obtenção da MFC

A celulose microfibrilada (MFC) é obtida pela desagregação controlada das fibras de celulose até o nível de microfibrilas, formando uma suspensão de alta área superficial, com propriedades gelificantes e grande capacidade de criar redes tridimensionais.

Entre as rotas industriais mais consolidadas, destaca-se o processo que combina etapas enzimáticas e mecânicas de forma sequencial. Inicialmente, aplica-se um tratamento enzimático brando sobre a polpa, geralmente *Kraft* branqueada, seguido de um pré-tratamento mecânico. Em seguida, realiza-se uma segunda etapa enzimática, desta vez mais intensa, e, por fim, um processamento mecânico de maior energia, no qual se atinge a fibrilação efetiva. Esse arranjo permite reduzir significativamente o consumo energético, já que as enzimas — como celulases, xilanases e mananases — facilitam a abertura da estrutura da fibra antes das forças de cisalhamento mais severas (BRASIL, 2019).

A patente BR112012000144B1, por exemplo, descreve atividades enzimáticas mais baixas no primeiro estágio ( $\approx 0,05\text{--}50 \text{ nkat}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e mais elevadas no segundo ( $\approx 50\text{--}300 \text{ nkat}\cdot\text{g}^{-1}$ ), além de recomendar consistências entre 15% e 40% (m/m) e pH acima de 9 durante as etapas mecânicas, fatores que contribuem para a economia de energia e maior eficiência da produção. Em escala industrial, os tratamentos mecânicos podem incluir refino, homogeneização a alta pressão, microfluidização ou moagem coloidal, com múltiplas passagens até que a polpa deixe de apresentar caráter fibroso e passe a se comportar como um gel contínuo de MFC (BRASIL, 2019a).

Outra abordagem, bastante discutida na literatura acadêmica, envolve o uso de pré-tratamentos químicos para auxiliar a fibrilação mecânica. Estudos



demonstram que soluções alcalinas, geralmente de hidróxido de sódio (NaOH), são eficazes para provocar alterações na parede celular da fibra, aumentando a dispersão e reduzindo o diâmetro das fibrilas, o que diminui o consumo energético durante a moagem subsequente. Mendonça *et al.* (2022) relatam que concentrações de 5% de NaOH por 2 horas ou 10% por 1 hora resultam em fibrilas mais homogêneas e estáveis em comparação a polpas não tratadas.

Após essa etapa, a polpa é processada mecanicamente em equipamentos como o SuperMassColloider, no qual a suspensão passa repetidas vezes por discos de moagem, liberando gradualmente micro e nanofibrilas. Em alguns casos, investigam-se pré-tratamentos híbridos com peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), embora estes apresentem resultados menos satisfatórios em termos de qualidade e economia de energia. Além disso, o uso de polpas não branqueadas de eucalipto ou pinus tem se mostrado uma alternativa promissora, pois reduz custos, minimiza impactos ambientais e, pela presença de lignina residual, pode favorecer a fibrilação (MENDONÇA *et al.*, 2022).

#### 2.1.4 MFC como emulsificante

As emulsões cosméticas são sistemas heterogêneos amplamente utilizados na formulação de cremes, loções e sérums, permitindo a combinação de ingredientes hidrossolúveis e lipossolúveis em um mesmo produto. A sua estrutura básica envolve duas fases imiscíveis — água e óleo — estabilizadas pelo uso de emulsificantes, que reduzem a tensão interfacial e possibilitam a formação de gotículas microscópicas. Dependendo da proporção entre as fases, podem ser classificadas em óleo em água (O/A), que resultam em texturas mais leves e de rápida absorção, ou em água em óleo (A/O), geralmente mais densas e indicadas para produtos nutritivos e de maior efeito barreira. Essa versatilidade faz das emulsões a base da maioria dos cosméticos modernos, permitindo desde formulações suaves para peles sensíveis até produtos de alta performance, como protetores solares e maquiagens de longa duração (COSMETOGUIA, 2020).

Nos últimos anos, a busca por emulsões mais estáveis e com maior apelo



natural tem impulsionado pesquisas e inovações na área. A tendência é incorporar agentes emulsificantes e estabilizantes de origem vegetal, aliados a técnicas que prolonguem a vida útil do produto e garantam segurança microbiológica sem recorrer a aditivos agressivos.

Além da estabilidade física, também é valorizado o sensorial: consumidores demandam texturas agradáveis, fácil espalhabilidade e absorção sem resíduos oleosos. Esse avanço combina ciência e sustentabilidade, uma vez que a indústria cosmética procura equilibrar eficiência, bem-estar do usuário e menor impacto ambiental, reforçando o papel central das emulsões como pilar tecnológico e mercadológico no setor (3V SIGMA EUA, 2024).

### **2.1.5 Uso de MFC no mercado nacional**

A MFC vem ganhando espaço na indústria cosmética brasileira como uma alternativa promissora aos espessantes sintéticos, destacando-se em produtos como géis, hidratantes e sérums. Um exemplo pioneiro no país é a marca *Kind Beauty and Care*, que se tornou a primeira a empregar MFC em suas formulações.

A trajetória teve início em 2019, quando a fundadora participou de um *pitch day* promovido pela Klabin, apresentando a proposta de usar MFC em cosméticos — algo jamais realizado no Brasil até então. A primeira aplicação prática ocorreu em álcool em gel, durante a pandemia, servindo como espessante substituto diante da escassez de ingredientes convencionais. Após fases de testes que duraram cerca de dois anos, a marca lançou produtos como polpas de limpeza facial e sérums que incorporam MFC, usufruindo dos benefícios de textura cremosa, melhor hidratação e formulações mais limpas e naturais (MARTINS, 2023).

Além dessa aplicação pioneira, estudos técnicos da Embrapa têm explorado o emprego da MFC como agente gelificante em formulações como o álcool em gel, em substituição ao tradicional carbopol, cujo desabastecimento e alta valorização de preço durante a pandemia tornaram-se problema. A MFC mostrou-se uma alternativa viável: sendo derivada de origem florestal renovável, demonstrou compatibilidade fisiológica, sem deixar resíduos incômodos na pele após a evaporação, e trouxe



estabilidade ao gel. A pesquisa aponta que essa solução não só alivia a pressão sobre cadeias de suprimentos sintéticos, mas também converge com tendências de sustentabilidade e inovação em formulações cosméticas (MAGALHÃES; DEGENHARDT, 2020).

### 3 METODOLOGIA

O processo inicial na produção de cremes cosméticos consiste na criação de uma emulsão entre as fases aquosa e oleosa, etapa essencial para assegurar tanto a estabilidade quanto a eficácia do produto final. A fase aquosa, formada principalmente por água, desempenha papel crucial na hidratação da pele, sendo fundamental para manter a função de barreira cutânea e a elasticidade da epiderme. Por sua vez, a fase oleosa, composta por óleos e lipídios, age como emoliente, formando uma camada protetora que reduz a perda de água e confere maciez à pele. A união dessas duas fases é viabilizada pelos emulsificantes, que diminuem a tensão superficial entre elas, promovendo uma mistura uniforme e uma emulsão estável. Dessa forma, o produto final não só hidrata e protege, como também apresenta textura e sensorialidade aprimoradas (SILVA, 2019).

Para a emulsificação, será utilizada a microfibrila de celulose (MFC), reconhecida por sua capacidade de estabilizar emulsões naturais e conferir a textura desejada aos cremes cosméticos. Será realizado um estudo detalhado para definir a dosagem ideal de MFC, o tempo de agitação necessário e o tipo de haste mais adequado para a mistura, assegurando dispersão homogênea e evitando a separação das fases. Essa abordagem permitirá otimizar o processo e identificar as condições ideais de emulsificação, resultando em melhor desempenho e experiência sensorial do produto final.

Após a formulação da receita final, incluindo a incorporação de aditivos e umectantes que contribuem para hidratação, textura e desempenho do creme, será conduzida uma análise comparativa de estabilidade. Nessa etapa, a emulsão com MFC será comparada a formulações que utilizam outros emulsificantes amplamente



empregados na indústria cosmética, como polissorbato 80, PEG-100 estearato e lecitina de soja, cada qual com características específicas.

O polissorbato 80 é um emulsificante sintético não iônico, comumente utilizado em loções e protetores solares devido à sua capacidade de gerar emulsões estáveis entre água e óleo (ENTRE A PELE, 2018). O PEG-100 estearato, derivado do petróleo, combina ácido esteárico com polietilenoglicol e é aplicado para estabilizar emulsões e melhorar a textura de cremes corporais e loções (PCC PRODUCTS, 2023). Já a lecitina de soja, de origem natural, é apreciada por suas propriedades hidratantes e estabilizantes, sendo incorporada em diversos produtos cosméticos (DIPLOMATA COMERCIAL, 2023).

Por fim, serão realizadas análises sensoriais e visuais para monitorar a estabilidade das emulsões ao longo do tempo, identificando alterações de cor, textura ou separação de fases, garantindo a qualidade percebida pelo consumidor. Paralelamente, serão efetuadas análises reológicas para observar a variação da viscosidade da emulsão em função do cisalhamento e da temperatura, permitindo compreender o comportamento do produto durante aplicação e armazenamento, bem como otimizar a formulação para maior estabilidade e desempenho.

#### **4. RESULTADOS ESPERADOS**

A previsão para a formulação final é a obtenção de um creme com propriedades reológicas superiores, exibindo viscosidade adequada e comportamento estável diante de variações de cisalhamento e temperatura. Espera-se que a emulsão mantenha estabilidade prolongada, sem apresentar separação das fases, e que apresente um pH compatível com a pele, garantindo segurança durante o uso.

Além disso, o produto deve apresentar textura uniforme e agradável ao toque, promovendo boa espalhabilidade e uma sensação sensorial positiva, características fundamentais para aceitação pelo consumidor e eficácia do creme.

#### **REFERÊNCIAS**



BORREGAARD. **Cellulose fibrils.** Disponível em:  
<https://www.borregaard.com/product-areas/cellulose-fibrils>. Acesso em: 6 set. 2025.

BRASIL. BR112012000144B1. **Processo para produzir celulose microfibrilada.** Stora Enso Oyj. Dep. 02 jul. 2010; publ. 06 ago. 2019. Disponível em:  
<https://patents.google.com/patent/BR112012000144B1/pt>. Acesso em: 7 set. 2025.

COSMETOGUIA. **Emulsões cosméticas: tipos, componentes e processos de preparação.** São Paulo, 07 maio 2020. Disponível em:  
<https://cosmetoguia.com.br/article/read/id/1031/preview/1>. Acesso em: 6 set. 2025.

DIPLOMATA COMERCIAL. **Lecitina de soja para cosméticos.** 2023. Disponível em:  
<https://diplomatacomercial.com/lecitina-de-soja-cosmetica/>. Acesso em: 8 set. 2025.

**EL PAÍS.** *Cosmética para hincar el diente: cuando los ingredientes comestibles buscan inspirar confianza.* Publicado em 5 set. 2025. Acesso em: 6 set. 2025.

EM PAPEL. **MFC: uma nova frente inovadora, renovável e de múltiplas utilidades.** 2021. Disponível em: <https://empapel.org.br/mfc-uma-nova-frente-inovadora-renovavel-e-de-multiplas-utilidades/>. Acesso em: 6 set. 2025.

ENTRE A PELE. **Polysorbate (Polissorbatos).** 2018. Disponível em:  
<https://www.entreapele.com.br/post/2018/10/17/polysorbate-polissorbatos>. Acesso em: 8 set. 2025.

FOELKEL, C. *Processo Kraft de produção de celulose: fundamentos e aplicações.* São Carlos: Eucalyptus Online Book, 2009.

GULICH, A.; TATSCH, A. L.; GONÇALVES, M. R. **O processo de polpação Kraft e a indústria de celulose.** Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 14, n. 2, p. 181-196, 2012.

FARMA JUNIOR. **Cosméticos sustentáveis: uma tendência que veio para ficar.** 28 jun. 2025. Acesso em: 6 set. 2025.



KIM, H. **Microfibrillated cellulose as a natural emulsifier in cosmetic formulations: optimization of mixing parameters.** *Journal of Cosmetic Science*, 2020. Disponível em: <https://www.jcs.org/mfc-emulsions>. Acesso em: 8 set. 2025.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; DEGENHARDT, Juliana. **Nova formulação de álcool gel (MicroCelol) com celulose microfibrilada (MFC): avaliação em Escherichia coli.** Comunicado Técnico n. 444, Embrapa Florestas, Colombo, PR, abr. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121779/1/CT-444-1798-final-corrigido-1.pdf>. Acesso em: 7 set. 2025.

MARTINS, Renata. **Kind é pioneira no uso de celulose microfibrilada em cosméticos no Brasil.** *Brazil Beauty News*, 10 out. 2023. Disponível em: <https://www.brazilbeautynews.com/kind-e-pioneira-no-uso-de-celulose-microfibrilada,4843>. Acesso em: 7 set. 2025.

MENDONÇA, Maressa; DIAS, Matheus Cordazzo; MARTINS, Caio Cesar Nemer; DURÃES, Alisson Farley Soares; DAMÁSIO, Renato Augusto Pereira; TONOLI, Gustavo Henrique Denzin. **Alkaline pretreatment facilitate mechanical fibrillation of unbleached cellulose pulps for obtaining of cellulose micro/nanofibrils (MFC).** *Journal of Natural Fibers*, [S. l.], 2022.

PCC PRODUCTS. **PEGs em cosméticos: aplicações e propriedades.** 2023. Disponível em: <https://www.products.pcc.eu/pt/blog/pegs-em-cosmeticos/>. Acesso em: 8 set. 2025.

**PACK FOR YOU.** O poder dos ativos naturais na indústria de cosméticos. Acesso em: 6 set. 2025.

**PLANETA ECOVIDA.** A evolução dos cosméticos naturais: tendências e inovações. Acesso em: 6 set. 2025.



SANTOS, V. F. dos; MARTINS, L. D.; COSTA, C. B. Indústria de celulose e papel no Brasil: panorama atual e perspectivas. *Revista Árvore*, v. 42, n. 5, p. 1-12, 2018.

SJÖSTRÖM, E. **Wood Chemistry: Fundamentals and Applications**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1993.

SILVA, J. L. **Estudo da formulação e estabilidade de uma emulsão óleo/água**. 2019. Disponível em: SIP. Acesso em: 8 set. 2025.

**SO HÉLICES**. Tendências sustentáveis no mercado de produção de cosméticos. 23 dez. 2024. Acesso em: 6 set. 2025.

SUZANO. **Celulose: o que é, para que serve e onde está no seu dia a dia**. 2023. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/blog-posts/celulose-o-que-e-para-que-serve-e-onde-esta-no-seu-dia-a-dia>. Acesso em: 6 set. 2025.

**UM SÓ PLANETA**. Ativos da Amazônia turbinam cosméticos de alta performance. 2 out. 2021. Acesso em: 6 set. 2025.

3V SIGMA EUA. **Desvendando os ingredientes secretos: emulsificantes em formulações cosméticas**. Blog 3V Sigma EUA, 5 mar. 2024. Disponível em: [https://3vsigmausa.com/pt/emulsifiers\\_skincare/](https://3vsigmausa.com/pt/emulsifiers_skincare/). Acesso em: 6 set. 2025.