



Foto: Katia Regina Pichelli

COMUNICADO  
TÉCNICO

444

Colombo, PR  
Abril, 2020



# Nova formulação de álcool gel (MicroCelol) com celulose microfibrilada (MFC): avaliação em *Escherichia coli*

Washington Luiz Esteves Magalhães  
Juliana Degenhardt

# Nova formulação de álcool gel (MicroCelol) com celulose microfibrilada (MFC): avaliação em *Escherichia coli*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Washington Luiz Esteves Magalhães**, Engenheiro Químico, doutor em Ciências e Engenharia de Materiais, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR. **Juliana Degenhardt**, Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências da Horticultura, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

Durante epidemias ou mais perigosamente nas pandemias, existe uma preocupação da Organização Mundial da Saúde (OMS) e dos profissionais da área de saúde, de uma forma geral, com relação à assepsia de superfícies em geral e das mãos das pessoas, como forma de conter a proliferação dos agentes patogênicos causadores de doenças e, conseqüentemente, a contaminação das pessoas.

Um dos produtos mais usado para a assepsia rápida das mãos e braços é o álcool gel, que é regulamentado no Brasil, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária-Anvisa, a qual tem flexibilizado várias normas e regras para a produção de álcool gel, permitindo o emprego de outros gelificantes (Brasil, 2012, 2020; Anvisa, 2020).

Na atual pandemia do COVID-19 houve um aumento desenfreado da demanda pelo álcool gel, acarretando o seu desabastecimento no mercado nacional. O Brasil possui uma indústria robusta de produção de etanol de primeira

geração, a partir da cana-de-açúcar, e este produto pode ser repostado no mercado com relativa facilidade, dependendo mais da infraestrutura e logística, para algumas regiões do País, do que de sua escassez.

O agente convencional gelificante aprovado pela Anvisa e bem descrito no Formulário da Farmacopeia Brasileira é o carbômero 980. Trata-se de um polímero, conhecido como ácido poliacrílico, também conhecido como carbopol. Devido ao aumento atual de sua procura no mercado brasileiro e mundial, este produto enfrenta escassez, acompanhado pelo aumento abusivo de preço.

Dessa forma, a substituição do agente gelificante carbopol por outros produtos como os ésteres de celulose seriam alternativas. Entretanto, esses também sofreram desabastecimento e conseqüente aumento de preço devido à pandemia e à alta procura por álcool gel. Os ésteres de celulose são produzidos a partir da alfa-celulose (ou celulose com, no máximo, 5% de hemicelulose

(Biermann, 1996). No Brasil, apenas uma empresa produz esta celulose, e com preços superiores aos da polpa branqueada de celulose convencional.

Na busca por agentes gelificantes alternativos, uma das principais dificuldades para a inserção no mercado é decorrente do efeito *rolling out*, que são os resíduos do polímero deixados nas superfícies (e.g., mãos) após a evaporação do álcool. Além disso, muitas vezes os gelificantes alternativos apresentam aderência do espessante à pele, fato que não agrada aos consumidores.

Neste trabalho, propõe-se o uso da celulose microfibrilada (MFC), um outro produto de origem florestal, sustentável acessível e disponível em larga escala. Existem no Brasil, no mínimo duas unidades piloto de grandes empresas florestais que poderiam, caso necessário, suprir o mercado brasileiro com gel de celulose, inclusive com preços competitivos com o carbopol.

Ainda com o atenuante de eventuais problemas com logística, existe a possibilidade de se favorecer pequenas unidades de produção pelo País, com o uso de moinhos coloidais pequenos para a produção de MFC, como pequenas farmácias de manipulação em todo o Brasil, uma vez que a produção desta celulose é muito simples e já descrita em outros trabalhos técnico-científicos (Jordão et al., 2018; Magalhães; Claro, 2018).

Estudos realizados com o MFC mostraram que o produto não apresentou

toxicidade nem causou efeitos inflamatórios quando testado em células macrófagas humanas (Vartiainei et al., 2011). Seu emprego em cosméticos, na formulação de cremes anti rugas, BB creams e protetores solares, apresenta resultados promissores. O BB cream com formulação à base de MFC foi testado em 20 mulheres, sem que tenham sido relatados efeitos de toxicidade ou alergia (Blell et al., 2016).

O objetivo deste comunicado é apresentar uma formulação de álcool gel à base de etanol 92,8 °INPM, mais barato que o etanol anidro e facilmente disponível no mercado, com gel de nanocelulose mecanicamente desfibrilada (MFC) e um emoliente para não ressecar a pele humana. Ainda, foi avaliado o desempenho de assepsia do novo produto comparado a outros álcoois géis do mercado nacional.

## Formulação do MicroCelol

Será apresentada a formulação a partir de 1 litro de álcool 92,8 °INPM, mas uma simples estequiometria pode ser escalonada facilmente.

A formulação é baseada no gel de celulose fornecido pela empresa Klabin. Inicialmente foi medida a sua consistência, encontrando um teor de sólidos de 3,99% (dados em massa de celulose branqueada de eucalipto por volume de água). Também é possível, com relativa facilidade, alterar a formulação para outras consistências de gel de celulose. Para tanto, basta escolher o volume (ou

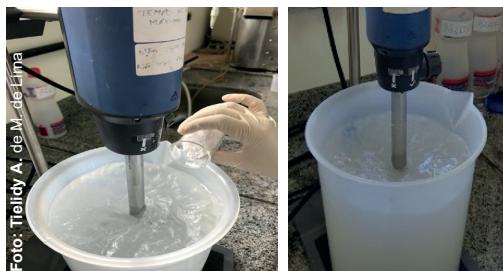
peso) do gel de MFC, de maneira a se manter a mesma massa de celulose na formulação.

**Ingredientes** para aproximadamente 1,3 L do produto final álcool gel

- 1 L de álcool 92,8 °INPM
- 2,5 g de ácido esteárico
- 1,25 g de trietanolamina (TEA)
- 154 g de gel de celulose Klabin @3,99% m/v
- 70 mL de água destilada

### Modo de preparo

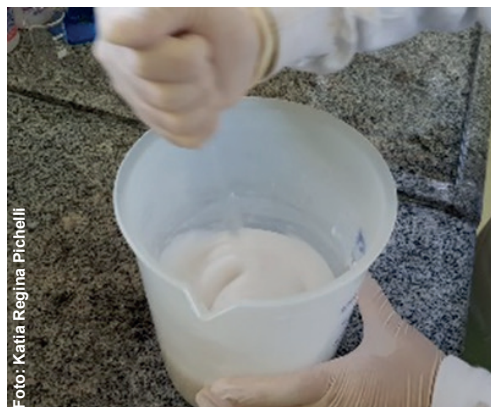
- 1) dissolver 2,5 g de ácido esteárico em 1 Litro de álcool 92,8 °INPM (Figura 1);
- 2) dissolver 1,25 g de TEA (trietanolamina) em 70 mL de água destilada (Figura 2);
- 3) misturar bem a solução aquosa de TEA com 154 g de gel de celulose Klabin @3,99% (Figura 3);
- 4) sob forte agitação, adicione aos poucos o gel de celulose diluído na solução de TEA ao álcool com ácido esteárico (solução do item 1, acima) (Figura 4). A agitação deverá ter duração entre 5 e 10 minutos até completa homogeneização.



**Figura 1.** Adição e dissolução de ácido esteárico em álcool 92,8 °INPM.



**Figura 2.** Dissolução de trietanolamina (TEA) em água.



**Figura 3.** Mistura da solução de trietanolamina (TEA) com o gel de celulose microfibrilada (MFC).



**Figura 4.** Adição de gel de celulose com TEA em álcool hidratado contendo ácido esteárico, sob forte agitação, até completa homogeneização (entre 5 e 10 minutos).

**Tabela 1.** Cálculo do teor alcoólico do novo produto MicroCelol

| Formulação usada:                            | Concentração da matéria-prima              | Quantidade | Unidade | Componente       | Massa do componente (g) |
|--|--|------------|---------|------------------|-------------------------|
| Álcool hidratado                             | 94,70% v/v<br>(corresponde ao 92,8 °INPM*) | 1          | L       | etanol           | 747,47                  |
|  |  |            |         | H <sub>2</sub> O | 53,00                   |
| Ácido esteárico                              |  | 2,50       | g       | ácido esteárico  | 2,50                    |
| Gel de MFC da Klabin                         | 3,99% m/v                                  | 0,16       | L       | celulose         | 6,38                    |
|  |  |            |         | H <sub>2</sub> O | 160,00                  |
| Água   |  | 70         | mL      | H <sub>2</sub> O | 70,00                   |
| Trietanolamina (TEA)                         |  | 1,25       | g       | TEA              | 1,25                    |
| <b>Total</b>                                 |  |            |         |                  | <b>1.040,60</b>         |
| <b>Teor alcoólico do MicroCelol (°INPM*)</b> |  |            |         |                  | <b>71,83</b>            |

\* °INPM – é a concentração de etanol no álcool hidratado ou no álcool gel medida em % mássica, conforme normatizado pelo Instituto Nacional de Pesos e Medidas. Para o caso do MicroCelol, a formulação tem 747,47 g de etanol num total de 1040,60 g de álcool gel, o que resulta em 71,83% m/m ou 71,83 °INPM.

## Efeito do álcool gel de nanocelulose (MicroCelol) sobre a bactéria

### *Escherichia coli*

O efeito do álcool gel MicroCelol foi comparado com: 1) álcool gel comercial, 2) assepsia com água e sabonete antisséptico e, ainda, com a embebição das mãos em água e 3) a bactéria *Escherichia coli*.

Para tanto, foi preparada uma solução contendo a estirpe desarmada de *E. coli* DH5alpha em 2 L de água destilada. Foram utilizados 1,5 mL de uma solução contendo a bactéria, na concentração de  $10^6$ , mantida em estoque em ultra-freezer. Como controle positivo foi ainda inoculada 1 mL desta solução em placas de Petri contendo o meio de cultura LB (Bertani, 1951) (10% de extrato de levedura, 10% de triptona, 5% de NaCl e 0,7% de ágar, tudo autoclavado previamente por 20 minutos sob temperatura de 121 °C).

A seguir, em capela de fluxo laminar, camadas duplas de luvas nitrílicas foram calçadas nas mãos, que foram submersas na solução da bactéria por 3 segundos. Em seguida os dedos foram esfregados sobre placas de Petri contendo o meio LB.

Na sequência, as mãos foram novamente submersas na solução bacteriana e, então, uma quantidade de aproximadamente 3 mL de álcool gel comercial foi friccionado nas mãos até que fosse totalmente absorvido. Os dedos foram

novamente esfregados sobre placas de Petri contendo o meio LB. O mesmo processo foi repetido na sequência para o álcool gel MicroCelol.

As placas foram mantidas sob temperatura de 25 °C, no escuro, por 48 horas, quando foi avaliado o crescimento de unidades formadoras de colônias em cada tratamento. Cada tratamento continha oito repetições, sendo cada repetição uma placa de Petri.

Nas placas inoculadas diretamente com a solução bacteriana foi observada a saturação das placas, não sendo possível contar o número de unidades formadoras de colônias. Já nas placas inoculadas com as mãos sem lavar foram observadas mais de 200 unidades formadoras de colônias, em média, por toda a placa.

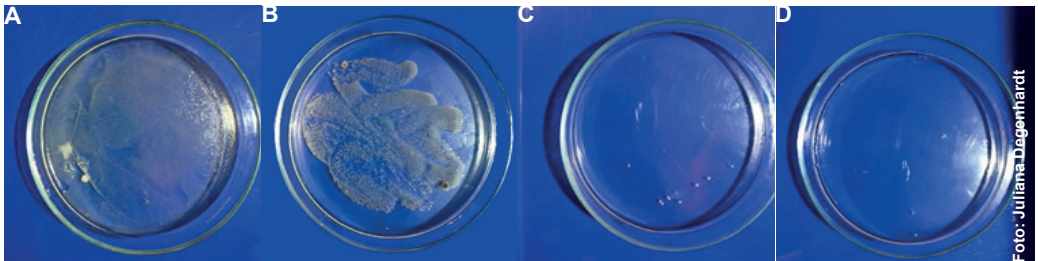
Nas placas inoculadas após a assepsia das mãos com o álcool gel comercial, foram observadas, em média, 14 unidades formadoras de colônias. O mesmo padrão foi observado para as placas de Petri inoculadas com a fricção dos dedos após assepsia com o álcool gel MicroCelol.

Quando a solução concentrada da bactéria foi inoculada no meio de cultura específico para o crescimento de bactérias, ocorreu um super crescimento de *E. coli*, não sendo possível a contagem de colônias individuais (Figura 5A). Quando o meio foi inoculado com as luvas mergulhadas nesta solução, e sem assepsia posterior, também foi observado um crescimento excessivo,



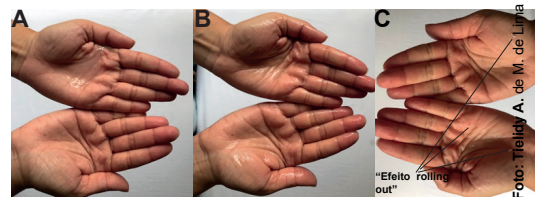
embora tenha sido possível observar a formação de colônias (Figura 5B). Quando as mãos passaram pela assepsia com álcool gel, observou-se uma redução drástica no número de unidades formadoras de colônias (Figura 5C), comprovando-se a eficiência do método,

e mais especificamente do MicroCelol. Quando a placa de Petri com meio de cultura foi inoculada após a assepsia das mãos com água e sabão, não foram observadas colônias, demonstrando-se que este método matou completamente *E. Coli* (Figura 5D).



**Figura 5.** (A). Placa de Petri saturada após 48 horas de crescimento da bactéria *Escherichia coli*; (B). Placa de Petri inoculada sem assepsia das mãos; (C). Placa de Petri inoculada após assepsia das mãos com o álcool gel microCelol; (D). Placa de Petri inoculada após assepsia das mãos com água e sabonete antisséptico.

O álcool gel MicroCelol apresentou também consistência similar àquele do álcool gel comercial, espalhando nas mãos de forma semelhante. Foi observada uma leve formação de grumos ao se friccionar as mãos que, no entanto, caem ao se realizar este movimento.



**Figura 6.** A. Gel colocado na palma de uma das mãos. B. Logo após o espalhamento com o uso de ambas as mãos. C. Após esfregado mais intenso formam-se pequenos grumos (efeito *rolling out*).

## Aplicação nas mãos e formação de grumos (efeito *rolling out*)

O novo produto MicroCelol é de fácil aplicação (Figura 6A) e tem fácil espalhamento sobre as mãos (Figura 6B). Mas, se o produto após o espalhamento for esfregado com maior intensidade para que o álcool evapore, pode ocorrer a formação de pequenos grumos (Figura 6C), conhecido como efeito *rolling out*.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Assistente de Laboratório da Embrapa Florestas, Tielidy Angelina de Moraes de Lima, pela dedicação e empenho no preparo das formulações e realização dos ensaios em tempos de quarentenas e distanciamento social pelo COVID-19.

## Referências

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Nota Técnica nº 3/2020/SEI/DIRE3/ANVISA**. Orientações gerais sobre a doação de álcool 70%. Processo nº 25351.908991/2020-73, atualizado em 24 mar. 2020. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/2857848/5680794/NT+FINAL.pdf/361b79b3-9277-452a-835a-3b9ef9be1bb9>>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- BERTANI, G. Studies on lysogenesis I. The mode of phage liberation by lisogenic *Escherichia coli*. **Journal of Bacteriology**, n. 62, v. 3, p. 293-300, 1951.
- BIERMANN, C. **Handbook of pulping and papermaking**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1996.
- BLELL, R.; VOLD, I. M. V.; M.; GONERA, A. **Skin care compositions comprising microfibrillated cellulose**. Titular: Borregaard AS. Procurador: Mathias Ricker. EP no 3081209A1. Depósito: 13 abr. 2015. Concessão: 19 out. 2016. Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/EP3081209A1/en>>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira**. 2. ed. Brasília, DF, 2012. 224 p .
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 350, de 19 de março de 2020. Define os critérios e os procedimentos extraordinários e temporários para a fabricação e comercialização de preparações antissépticas ou sanitizantes oficinais sem prévia autorização da Anvisa e dá outras providências, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS-CoV-2. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 55, 20 mar. 2020. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5809525/RDC\\_350\\_2020\\_.pdf/2929b492-81cd-4089-8ab5-7f3aab5df61](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5809525/RDC_350_2020_.pdf/2929b492-81cd-4089-8ab5-7f3aab5df61)>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- JORDÃO, C.; CLARO, F. C.; MAGALHAES, W. L. E. Análise econômica da produção de celulose microfibrilada pelo método Grinding. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL, 51.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PESQUISA EM CELULOSE E PAPEL, 10., 2018, São Paulo. **Trabalhos completos para download**. [S.l.]: ABTCP: RIADICYP, 2018. 6 p.
- MAGALHÃES, W. L. E.; CLARO, F. C.; MATOS, M. de; LENGOWSKI, E. C. **Produção de nanofibrilas de celulose por desfibrilação mecânica em moinho coloidal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 404). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1077010>>.



MAGALHÃES, W. L. E.; CLARO, F.  
**C. Produção de filmes de celulose nanofibrilada.** Colombo: Embrapa Florestas, 2018. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 413). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1087348>>.

VARTIAINEM, J.; PÖHLER, T.; SIROLA, K.; PYLKKÄNEM, L.; ALENIUS, H.; HOKKINEM, J.; TAPPER, U.; LAHTINEM, P.; KAPANEN, A.; PUTKISTO, K.; HIEKKATAIPALE, P.; ERONEN, P.; RUOKOLAINEN, J. Health and environmental safety aspects of friction grinding and spray drying of microfibrillated cellulose. **Cellulose**, v. 18, n. 3, p. 775-786, 2011.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**  
 Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,  
 Caixa Postal 319  
 83411-000, Colombo, PR, Brasil  
 Fone: (41) 3675-5600  
[www.embrapa.br/florestas](http://www.embrapa.br/florestas)  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**1ª edição**  
 Versão digital (2020)



MINISTÉRIO DA  
 AGRICULTURA, PECUÁRIA  
 E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações da Embrapa Florestas

Presidente  
*Patrícia Póvoa de Mattos*  
 Vice-Presidente  
*José Elidney Pinto Júnior*  
 Secretário-Executivo  
*Neide Makiko Furukawa*

Membros  
*Cristiane Aparecida Fioravante Reis, Krisle da Silva, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderés Aparecida de Sousa, Annete Bonnet, Álvaro Figueredo dos Santos, Guilherme Schnell e Schühli, Marcelo Francia Arco-Verde*

Supervisão editorial  
*José Elidney Pinto Júnior*

Revisão de texto  
*José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica  
*Francisca Rasche*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Elisabete Marques Oaida.*