



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(21) BR 102021021263-2 A2

(22) Data do Depósito: 22/10/2021

(43) Data da Publicação Nacional:
09/05/2023

(54) **Título:** COMPÓSITOS DE POLIOLEFINAS E SEMICONDUTORES À BASE DE PRATA COM ALTA ATIVIDADE BIOCIDA

(51) **Int. Cl.:** C08L 51/06; B32B 27/32; C08J 7/00; C08J 5/18; A01N 59/02; (...).

(52) **CPC:** C08L 51/06; B32B 27/32; C08J 7/00; C08J 5/18; A01N 59/02; (...).

(71) **Depositante(es):** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS; UNIVERSITAT JAUME I; UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO.

(72) **Inventor(es):** LARA KELLY RIBEIRO DA SILVA; LAIS RONCALHO LIMA; MARCELO DE ASSIS; MARIANA OTTAIANO GONÇALVES; CRISTINA PAIVA DE SOUSA; DYOVANI COELHO; LUCIA HELENA MASCARO; ELSON LONGO DA SILVA; JUAN MANOEL ANDRÉS BORT; IEDA LUCIA VIANA ROSA; ROBERT DA SILVA PAIVA; SANDRA ANDREA CRUZ; LEONARDO NAZARIO DE MORAES; LAUANA FOGAÇA DE ALMEIDA; REJANE MARIA TOMMASINI GROTTTO.

(57) **Resumo:** COMPÓSITOS DE POLIOLEFINAS E SEMICONDUTORES À BASE DE PRATA COM ALTA ATIVIDADE BIOCIDA. A presente invenção pertence ao campo da química, mais especificamente ao campo de polímeros. O presente invento consiste de compósitos poliméricos de poliolefinas e semicondutores à base de prata (Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4) com atividades biocidas. O produto do presente invento pode ser utilizado para confecção de superfícies biocidas seguras, que podem ser aplicadas em diversos equipamentos e dispositivos economicamente viáveis para lutar contra o aumento de pandemias virais e riscos fatais associados a vírus, bactérias e fungos.

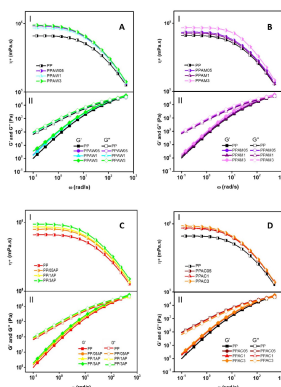


Figura 1

Relatório descritivo para a patente de invenção: "**COMPÓSITOS DE POLIOLEFINAS E SEMICONDUTORES À BASE DE PRATA COM ALTA ATIVIDADE BIOCIDA**".

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] O presente documento pertence ao campo da química, mais especificamente ao campo de polímeros.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

[002] A atual pandemia do SARS-CoV-2 está cada vez mais exigente de materiais avançados e novas tecnologias para proteção preventiva e corretiva. O atual cenário de infecções por SARS-CoV-2 reside no desenvolvimento de sistemas biocidas viáveis economicamente, reutilizáveis e capazes de inativar patógenos oportunistas, reduzindo assim o risco de infecção e transmissão.

[003] O presente invento proposto revela a obtenção de compósitos de polipropileno, um polímero amplamente empregado em diversos segmentos de mercado, com semicondutores (Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4) com uma alta atividade biocida. Para o desenvolvimento deste invento, compósitos poliméricos foram obtidos, via estado fundido, a partir das misturas de uma poliolefina e dos semicondutores nas quantidades que variam de 0,2 a 5%, visando suas aplicações tecnológicas. Os compósitos poliméricos foram avaliados estruturalmente e morfologicamente, obtendo-se correlações entre a sua atividade biocida e sua estrutura. As atividades biocidas dos compósitos poliméricos foram propostos frente a bactérias gram-positivas (*Staphylococcus aureus*) e gram-negativas (*Escherichia coli*), contra fungos

(*Candida albicans*) e contra modelos do vírus SARS-CoV-2. O produto deste invento provê a confecção de compósitos poliméricos para a produção de superfícies biocidas seguras, que podem ser aplicadas em equipamentos de proteção individual (EPI), embalagens para alimentos, tecidos (como máscaras e aventais), indústria automotiva e de eletroeletrônicos, e outros dispositivos economicamente viáveis para lutar contra o aumento de pandemias virais e riscos fatais associados a vírus, bactérias e fungos.

[004] O documento BR 10 2015 024301 4 revela processos de modificação da superfície de filmes poliméricos, produtos e seus usos. Este documento descreve um material com uma superfície de caráter bactericida, pela presença da sulfadiazina de prata (um fármaco bastante utilizado no mercado pelas propriedades bactericidas). Neste invento proposto, apresentamos um material na forma de compósito polimérico com materiais à base de prata (semicondutores óxidos) com propriedades biocidas. As diferenças com relação ao presente invento é que se comprova uma boa dispersão de partículas nos compósitos, com essas características, e o invento proposto não apresenta somente o caráter bactericida, mas também, caráter fungicida e virucida comprovados. Além disso, a composição descrita no documento, é diferente do presente invento proposto.

[005] O documento BR 11 2020 025235 2 revela um processo de obtenção de compósito polimérico para utilização em dispositivos ortopédicos e produtos obtidos. O documento descreve um compósito constituído de uma blenda de um termoplástico semicristalino e dois termoplásticos elastoméricos, sendo um amorfo e o outro semicristalino.

Nessa patente encontrada os compósitos foram desenvolvidos com nanopartículas de prata, apresentando características bactericidas. Este produto é descrito como um produto altamente viável na utilização de dispositivos ortopédicos. Entretanto, a metodologia de obtenção e composição das nanopartículas de prata é diferente dos semicondutores óxidos utilizados nesse invento proposto, bem como a composição descrita na patente encontrada, que é diferente da apresentada pelo compósito polimérico objeto do invento proposto.

[006] O documento US 20190054214 descreve dispositivos médicos produzidos por um corpo polimérico compreendendo uma formulação polimérica de base com pelo menos um polímero ou copolímero de propileno; e um aditivo compreendendo um copolímero tendo uma estrutura de polipropileno e cadeias ramificadas híbridas com base em silanos organo-funcionais (PP-g-XSiOA) na presença de um co-agente, onde "X" é um grupo orgânico ou um grupo organofuncional, e "A" é um metal, um óxido inorgânico, um hidróxido inorgânico ou qualquer outro material inorgânico. Os materiais inorgânicos citados no documento encontrado são (mas não estão limitados a um ou mais dos seguintes): um metal, um óxido inorgânico, um hidróxido inorgânico ou qualquer outro material inorgânico. Em uma modalidade, A é selecionado a partir do grupo que consiste em: silício, (Si), alumínio (Al), ferro (Fe), titânio (Ti), prata (Ag), zinco (Zn), níquel (Ni), cálcio (Ca), cobre (Cu), estanho (Sn); óxidos destes; hidróxidos destes; e misturas dos anteriores. No processo de obtenção o precursor de "A" reage por hidrólise com um ou mais dos silanos organo-funcionais tendo um grupo etilenicamente

insaturado. "A" pode ser derivado de, por exemplo, Si(OH) ou SiO₂. A composição descrita no processo de obtenção é totalmente diferente da apresentada pelo compósito polimérico objeto do invento proposto. Além disso, o processo de produção do invento proposto é mais simples do descrito na patente encontrada, uma vez que não são necessários agentes de acoplamento para interação polímero-partícula.

[007] O documento WO2011104416 revela materiais compreendendo polímeros, fibras biocidas e inseticidas. O produto é preferencialmente composto por fibras de polímero compreendendo entre 80 e 100% de copolímeros de polipropileno e/ou propileno, e entre 0,02 e 10% de compostos bactericidas, como óxido de zinco, trietanol, óxido de cobre, triazina, piridina e óxido de sódio, íons de prata e de preferência a mistura de 2,2',2(hexa-hidro-1,3,5-triazina-1,3,5-tri-il) trietanol e 2-piridietanol-1-óxido de sódio. As peças pré-fabricadas são preparadas em gesso, gesso e perlita e são aplicadas em placas que são compostas por este material e outros diversos, dentre eles fibras vegetais. A aplicação é muito diferenciada do invento proposto, visto que o documento foca em materiais para "terrazos", fibrocimento, gessos e aglomerados de madeira. O processo produtivo também é completamente distinto, uma vez que a presente invenção é feita via estado fundido.

[008] O documento CN112375254 fornece um aditivo funcional antibacteriano e um material composto de polipropileno para um tanque hidropônico. O aditivo funcional antibacteriano é óxido de grafeno carregado com prata revestido com polimetilmetacrilato; o material composto de polipropileno para o tanque hidropônico compreende uma matriz de

polipropileno e um enchimento do aditivo funcional antibacteriano.; e o material compósito de polipropileno obtido tem as vantagens de ser excelente em propriedades mecânicas e propriedades antibacterianas abrangentes ao mesmo tempo, no entanto se difere em relação ao material inorgânico adicionado, que utiliza grafeno e na aplicação reivindicada.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[009] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores compreendem semicondutores à base de prata com atividade biocida.

[010] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores compreendem meios para se obter uma mistura distributiva e dispersiva.

[011] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores compreendem o polímero polipropileno.

[012] Os semicondutores dos compósitos de poliolefinas apresentam de 0,2 a 5% em massa no polímero.

[013] Os semicondutores são obtidos dentre os métodos de coprecipitação, hidrotérmal, solvotérmal, sonoquímico e hidrotérmal assistido por micro-ondas.

[014] Os semicondutores são compreendidos de Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 , Ag_2CrO_4 .

[015] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores são utilizados como agente biocida.

[016] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores são utilizados para confecção de superfícies biocidas e também podem ser utilizados para a confecção de peças automotivas e eletroeletrônicas, brinquedos, móveis, embalagens,

recipientes, equipamentos de sinalização, equipamentos médico-hospitalares, e/ou ainda em qualquer segmento na qual a atividade biocida seja necessária.

[017] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores são utilizados para proteção contra vírus; SARS-CoV-2; bactérias e fungos.

[018] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores compreendem um ou mais de um termoplástico, que é uma poliolefina em sua forma natural ou reciclada.

[019] Os compósitos de poliolefinas e semicondutores compreendem opcionalmente aditivos e/ou compatibilizantes.

[020] O método de produção dos compósitos e semicondutores é compreendido pelas etapas de:

Etapa I: Preparo dos semicondutores e;

Etapa II: Preparo dos compósitos de poliolefinas e semicondutores.

[021] A etapa "I" consiste das sub-etapas:

- a) Preparo de uma solução separada do formador de rede e uma solução de modificador de rede;
- b) Aquecer as duas soluções preparadas na sub-etapa (a) à temperatura entre 50 e 120 °C,
- c) Adicionar a solução do modificador de rede à solução do formador de rede, sob constante agitação até a formação de precipitado; e
- d) Obtenção dos semicondutores.

[022] A mistura da etapa "c)" é submetida sob constante agitação por um período de 10 a 80 minutos.

[023] A etapa "II" compreende as sub-etapas:

- i. Preparo dos compósitos via estado fundido com

temperatura entre 150 e 250°C; e

ii. Adição dos semicondutores da etapa "I" na faixa de 0,2 a 5,0% em massa no polímero.

[024] Os semicondutores do método de produção dos compósitos de poliolefinas compreendem Ag_2WO_4 ; Ag_2MoO_4 ; Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4 .

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

[025] O objetivo da presente invenção é apresentar compósitos poliméricos de poliolefinas com semicondutores de prata com atividades biocidas. O produto do presente invento é homogeneamente distributivo e dispersivo e pode ser utilizado para confecção de superfícies biocidas seguras, que podem ser aplicadas em diversos equipamentos e dispositivos economicamente viáveis para lutar contra o aumento de pandemias virais e riscos fatais associados a vírus, bactérias e fungos.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[026] Essas e outras características da presente invenção tornar-se-ão evidentes a partir da descrição a seguir de algumas modalidades, dadas como exemplo não restritivo com referência ao desenho anexo, em que:

[027] Figura 1 - (I) Viscosidade complexa em função da frequência; (II) Módulo de armazenamento (G') e módulo de perda (G'') de (A) Ag_2WO_4 , (B) Ag_2MoO_4 , (C) Ag_3PO_4 e (D) Ag_2CrO_4 .

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[028] O presente invento consiste na elaboração de compósitos

de poliolefinas com semicondutores de prata com alta atividade biocida. Para o desenvolvimento do compósito, são necessárias as etapas de obtenção dos semicondutores e obtenção dos compósitos em si.

[029] Todo o conteúdo abaixo representa uma das modalidades do compósito polimérico com semicondutores à base de prata e não deve ser considerado como limitante do invento.

OBTENÇÃO DOS SEMICONDUCTORES

[030] Os semicondutores são obtidos pelo método de coprecipitação (CP) em meio aquoso. Para isto, são feitas soluções separadas do formador de rede, variando de $0,5 \times 10^{-3}$ mol a 5×10^{-3} mol, ($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ para o Ag_2WO_4 , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ para o Ag_2MoO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ para o Ag_3PO_4 e Na_2CrO_4 para Ag_2CrO_4) e do modificador de rede (AgNO_3), variando de $0,5 \times 10^{-3}$ mol a 5×10^{-3} mol, respeitando a estequiometria reacional de cada semiconductor. As duas soluções são aquecidas à temperatura entre 50 e 120 °C, preferencialmente 70 °C, e então, a solução do deformador de rede é adicionada à solução do formador de rede, sob constante agitação. Após a adição, a suspensão permanece nesta temperatura por 10 a 80 minutos, preferencialmente 20 minutos. Os precipitados são lavados com água deionizada e centrifugados, repetindo o processo até atingir a neutralidade do pH ($\cong 7$). Após a lavagem, os precipitados são secos entre 30 e 100 °C, preferencialmente 65 °C por 6 a 15h, preferencialmente 12h.

OBTENÇÃO DOS COMPÓSITOS

[031] Os compósitos são preparados por processo de fusão utilizando, como forma de exemplo, um misturador interno Thermo Scientific-modelo PolyLab OS com rotor contra-rotativo conectado à câmara de mistura Rheomix 600 OS Lab. As condições empregadas são: temperatura compreendida entre 150 e 250 °C, preferencialmente 200 °C, velocidade do rotor entre 30 e 60 rpm, preferencialmente 50 rpm e tempo entre 3 e 10 minutos, preferencialmente 4 minutos com câmara fechada e travada. A câmara funciona com 10 a 900% da capacidade, preferencialmente 70%. Os semicondutores são adicionados nas proporções que variam de 0,2 a 5,0% em massa no polímero. As condições de processamento, principalmente no que diz respeito aos parâmetros de processamento e às temperaturas, foram delineadas para garantir uma mistura dispersiva e distributiva adequada.

RESULTADOS DA OBTENÇÃO DOS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

[032] A obtenção dos compósitos poliméricos foi avaliada por meio de caracterizações estruturais. Os resultados de DRX e FTIR dos compósitos apontam que a estrutura da poliolefina foi mantida durante o processo de obtenção do compósito com todos os semicondutores. Garantindo que a estrutura do polímero se mantém, bem como a do semicondutor no processo de obtenção dos compósitos.

[033] Os resultados reológicos permitiram uma avaliação do grau de dispersão e interação entre o polímero e os semicondutores, bem como a determinação do comportamento reológico neste regime. As interações entre a matriz polimérica e os óxidos semicondutores (Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4) respectivamente, bem como seus estados de

dispersão, permanecem comparáveis para todos os compósitos, Figura 1.

[034] A poliolefina apresenta comportamento de fluxo pseudoplástico com diminuição da viscosidade em função da frequência. Em geral, com a adição das partículas ao polímero e com o aumento do teor de cada partícula, há um aumento gradual na viscosidade da região do platô newtoniano. O aumento no valor da viscosidade em regiões de baixas frequências indica que há um aumento no grau de dispersão e interação entre o polímero e a partícula. Em todas as composições ocorre um aumento no desses parâmetros, uma vez que se observa valores maiores de viscosidade, mesmo em concentrações mais baixas.

[035] A avaliação da molhabilidade da superfície dos compósitos mostra que o ângulo de contato aumenta de 86 do polímero puro para 90 a 100, conforme a adição dos semicondutores, Tabela 1.

Tabela 1. Ângulo de contato e desvio padrão do polímero e dos compósitos poliméricos contendo Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4 , respectivamente.

Amostras	PP	Ag_2WO_4			Ag_2MoO_4		
Concentrações	0%	0,5%	1%	3%	0,5%	1%	3%
Ângulo de Contato (°)	86,06 ±3,08	95,59 ±5,45	90,28 ±2,16	92,76 ±2,83	94,34 ±4,30	97,54 ±3,16	96,89 ±2,41
Amostras	PP	Ag_3PO_4			Ag_2CrO_4		
Concentrações	0%	0,5%	1%	3%	0,5%	1%	3%
Ângulo de Contato (°)	86,06 ±3,08	97,60 ±2,19	94,56 ±1,78	94,96 ±2,27	99,70 ±3,87	97,34 ±4,97	88,66 ±4,15

[036] A formação de um produto compósito com uma superfície mais hidrofóbica pode inibir e/ou diminuir as atividades do

microrganismo patogênico. Isso se deve à menor interação entre a superfície do composto e o microrganismo. Estes resultados foram favoráveis à criação dos protótipos biocidas.

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES BACTERICIDAS, FUNGICIDAS E ANTIVIRAL DOS COMPÓSITOS

[037] Amostras de *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 e *Candida albicans* ATCC 10231 de colônias crescidas durante a noite em placas de ágar Mueller-Hinton (MH2) foram suspensas em um tubo de ensaio contendo Caldo Mueller-Hinton. Para a padronização do inóculo, as colônias foram transferidas para solução salina 0,9% até atingir 0,5 na escala de Mc Farland. A turbidez (expressa em densidade óptica; DO) foi obtida em espectrofotômetro ($\lambda = 620 \text{ nm}$), o que representa aproximadamente $1,5 \times 10^8$ UFC. A partir desta solução, uma diluição de 1:10 em solução salina a 0,9% foi realizada de modo que o inóculo de teste inicial seja $1,0 \times 10^7$ UFC/mL. Um cotonete esterilizado imerso em suspensão foi aplicado em toda a superfície das placas de ágar Mueller-Hinton e um disco de 4 mm de diâmetro das amostras, dos compósitos poliméricos, foi aplicado no topo das culturas, garantindo a interação direta com o ágar e a própria cultura. Após a incubação das amostras a 37 °C por 48 h, as zonas de inibição ao redor dos discos foram medidas. Os testes foram realizados em quintuplicata. Em seguida, a atividade antimicrobiana dos compósitos foi realizada de acordo com a metodologia de teste padrão descrita na ISO 21702-Medição da atividade antibacteriana em plásticos e outras superfícies não porosas. Um volume de 100µL da solução microbiana (na

concentração de $1,0 \times 10^7$ UFC/mL) foi inoculado em quintuplicata na superfície das amostras, e coberto com filme plástico estéril para garantir sua distribuição na área testada. As amostras foram incubadas a 37 °C por 24 horas. Após o tempo concluído, o inóculo foi recuperado com 10 mL de caldo SCDLP seguido de diluição em série em tampão PBS. Cada diluição foi semeada em ágar Mueller-Hinton e incubada a 37 °C por 24 h. A quantidade de CFU foi determinada após a incubação.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIVIRAL DOS COMPÓSITOS

[038] As amostras dos compósitos (triplicatas) foram submetidas à imersão e/ou pulverização de fluido contendo SARS-CoV-2 nas concentrações de 26.500 cópias/mL, 2.650 cópias/mL, 265 cópias/mL e 26,5 cópias/mL, buscando mimetizar uma modelo real. Em seguida, as amostras foram incubadas em condições de temperatura e umidade semelhantes às ambientais (25 °C, umidade aproximada de 60 a 80%) por até 8 h em intervalos de 2 h (2 h, 4 h, 6 h e 8 h). Após o período de incubação, cada amostra de cada triplicata foi cuidadosamente dividida em duas novas amostras, uma para a detecção do material genético SARS-CoV-2 por RT-qPCR e a outra parte para realização do ensaio de placa para determinar o número de partículas virais infecciosas. As porções dos espécimes destinadas à detecção do material genético viral foram cuidadosamente transferidas para microtubos de 1,5 mL e, em seguida, o RNA foi extraído com o kit Bio Gene DNA DNA/RNA Extraction (Bioclin, Brasil), seguindo as recomendações do fabricante. As reações de RT-qPCR para SARS-CoV-2 foram realizadas em triplicata e as

médias obtidas foram utilizadas para determinar a quantidade de RNA viral remanescente em cada espécime. RT-qPCR foi realizado para o gene E, conforme descrito no protocolo de detecção SARs-CoV-2 do Institute of Virology da Charite University, Berlin. Para determinar a quantidade de partículas virais infecciosas, foi utilizada a técnica de ensaio de placa pela linha celular VERO, amplamente utilizada para cultivo de vírus. As porções dos espécimes que foram destinadas para este fim, foram submersas e homogeneizadas em solução fisiológica para liberação das partículas virais e mantê-las em suspensão, a seguir foi realizada uma diluição seriada de cada amostra em: 1:10, 1: 100, 1: 1000, 1: 10000; 1: 100000 e 1: 1000000. Cada diluição foi usada para infectar monocamada de células VERO previamente cultivadas em uma placa de cultura. O teste foi realizado em triplicata. Após 1 h de infecção, o sobrenadante foi removido, meio de cultura adequado para o ensaio de placa adicionado e incubado em condições ideais de cultura. Após 7 dias, as placas foram coradas e fixadas para contagem dos halos de morte celular e, com base no fator de diluição, determinar o número de partículas infecciosas do vírus SARS-CoV-2.

RESULTADOS DA ALTA ATIVIDADE BIOCIDA DOS COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

[039] Uma vez que os semicondutores foram incorporados com sucesso na matriz polimérica, os testes de inibição microbica de contato foram realizados para comprovar a alta atividade biocida do compósito, utilizando como patógenos a *E. coli*, *S. aureus* e *C. albicans*. As análises foram realizadas com 24h de exposição, e aplicada a redução

de log10 para obtenção dos valores de inibição (redução de 1log10 - 90%, redução de 2log10 - 99%, redução de 3log10 - 99.9%, redução de 4log10 - 99.99%). O material puro não apresenta eliminação de nenhum dos microrganismos. Observa-se que para a *E. coli* todos os materiais apresentam eliminação superior a 90%. Para o *S. aureus*, as amostras com menor concentração (0,5 e 1,0%) de Ag₃PO₄ não apresentaram eliminação, e todas as outras apresentaram eliminação superior a 99%. No caso do fungo *C. albicans*, resultado parecido com o *S. aureus* foi obtido. Desta maneira, observamos a eliminação efetiva de fungos e bactérias dos materiais compósitos com 24h de exposição.

Tabela 2. Inibição Microbicida de *E. coli*, *S. aureus* e *C. albicans* em 24h.

Amostra	Concentração (%m/m)	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
PP	0	0.00%	0.00%	0.00%
PP/ Ag ₂ WO ₄	0,5	90.00%	99.99%	90.00%
PP/ Ag ₂ WO ₄	1,0	99.99%	99.99%	90.00%
PP/ Ag ₂ WO ₄	3,0	99.99%	99.99%	99.99%
PP/ Ag ₂ MoO ₄	0,5	99.00%	90.00%	90.00%
PP/ Ag ₂ MoO ₄	1,0	99.00%	99.99%	90.00%
PP/ Ag ₂ MoO ₄	3,0	99.99%	99.99%	99.99%
PP/ Ag ₃ PO ₄	0,5	99.99%	0.00%	0.00%
PP/ Ag ₃ PO ₄	1,0	99.99%	0.00%	0.00%
PP/ Ag ₃ PO ₄	3,0	99.99%	99.00%	99.90%
PP/ Ag ₂ CrO ₄	0,5	90.00%	99.99%	90.00%
PP/ Ag ₂ CrO ₄	1,0	99.99%	99.99%	90.00%
PP/ Ag ₂ CrO ₄	3,0	99.99%	99.99%	99.99%

No que diz respeito à eliminação de microrganismos mais complexos, foram realizados testes para verificar a eliminação do vírus SARS-CoV-2, colocando-o na superfície de contato com os materiais compósitos obtidos por 5 min. O resultado da eficácia viricida é negativo quando os efeitos citopáticos são visualizados e positivo quando não há efeito citopático detectado. Para determinar o índice de inibição viral, foi calculada a diferença logarítmica entre o grupo controle e o grupo em contato com as amostras compostas (porcentagem de eliminação viral em relação ao controle viral, solução viral e DMEN). Uma análise dos resultados mostra que as amostras PP e PP/Ag₃PO₄ com menores concentrações não apresentam eliminação viral, ao passo que todos os outros compostos apresentam no mínimo 90% de eliminação viral. Os resultados referentes ao aumento da eliminação em função do aumento da concentração de semicondutor no PP são consistentes com as detecções esperadas, uma vez que a ação microbicida vem do semicondutor. Além disso, a interação semicondutor/polímero prejudica a fixação da superfície de patógenos no composto, de acordo com os resultados do ângulo de contato. A manutenção da atividade biocida foi observada durante 5 dias consecutivos, e resultados similares foram obtidos, constatando a manutenção da atividade biocida dos compósitos obtidos.

Tabela 3. Eliminação do SARS-CoV-2 em 5 min de contato.

Amostra	Concentração (%m/m)	Eliminação SARS-CoV-2
PP	0	0.00%
PP/ Ag ₂ WO ₄	0,5	99.00%
PP/ Ag ₂ WO ₄	1,0	99.90%
PP/ Ag ₂ WO ₄	3,0	99.99%

PP/ Ag_2MoO_4	0,5	99.00%
PP/ Ag_2MoO_4	1,0	99.90%
PP/ Ag_2MoO_4	3,0	99.99%
PP/ Ag_3PO_4	0,5	0.00%
PP/ Ag_3PO_4	1,0	90.00%
PP/ Ag_3PO_4	3,0	90.00%
PP/ Ag_2CrO_4	0,5	90.00%
PP/ Ag_2CrO_4	1,0	99.00%
PP/ Ag_2CrO_4	3,0	99.90%

REIVINDICAÇÕES

1. Compósitos de poliolefinas e semicondutores **caracterizados por** compreenderem semicondutores à base de prata com atividade biocida.
2. Compósitos de poliolefinas e semicondutores **caracterizados por** compreenderem meios para obter uma mistura distributiva e dispersiva.
3. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com a reivindicação 1 e 2, **caracterizados por** compreenderem o polímero polipropileno.
4. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizados por** os semicondutores apresentarem de 0,2 a 5% em massa no polímero.
5. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizados por** os semicondutores serem obtidos dentre os métodos de coprecipitação; hidrotermal; solvotermal; sonoquímico e hidrotermal assistido por micro-ondas.
6. Compósitos de poliolefinas e semicondutores, de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizados por** os semicondutores compreenderem de Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4 .
7. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizados por** serem utilizados como agente biocida.
8. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo

com quaisquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizados por** serem utilizados para confecção de superfícies biocidas e também serem utilizados para a confecção de peças automotivas e eletroeletrônicas; brinquedos; móveis; embalagens; recipientes; equipamentos de sinalização, equipamentos médico-hospitalares; e/ou ainda em qualquer segmento na qual a atividade biocida seja necessária.

9. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizados por** serem utilizados para proteção contra vírus; SARS-CoV-2; bactérias e fungos.

10. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizada pelo** fato de que compreendem um ou mais de um termoplástico, que é uma poliolefina em sua forma natural ou reciclada.

11. Compósitos de poliolefinas e semicondutores de acordo com a acordo com quaisquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizada pelo** fato de que compreendem opcionalmente aditivos e/ou compatibilizantes.

12. Método de produção dos compósitos de poliolefinas e semicondutores, conforme definidos em qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, **caracterizado pelas** etapas de:

I. Preparo dos semicondutores e;

II. Preparo dos compósitos de poliolefinas e semicondutores.

13. Método de produção dos compósitos de poliolefinas, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado por** o preparo dos semicondutores (etapa "I") compreender as seguintes sub-

etapas:

- a) preparar uma solução separada do formador de rede e uma solução de modificador de rede;
- b) Aquecer as duas soluções preparadas na sub-etapa (a) à temperatura compreendida entre 50 e 120 °C;
- c) Adicionar a solução do modificador de rede à solução do formador de rede, sob constante agitação até a formação de precipitado; e
- d) Obtenção dos semicondutores.

14. Método de produção dos compósitos de poliolefinas, de acordo com as reivindicações 12 e 13, **caracterizado por** a mistura da etapa "c)" ser submetida sob constante agitação por um período de 10 a 80 minutos.

15. Método de produção dos compósitos de poliolefinas, de acordo com as reivindicações 12 a 14, **caracterizado por** o preparo dos compósitos de poliolefinas e semicondutores (etapa "II") compreender as seguintes sub-etapas:

- i. preparar os compósitos via estado fundido em uma temperatura compreendida entre 150 e 250°C; e
- ii. Adição dos semicondutores obtidos na etapa "I" em uma faixa compreendida entre 0,2 a 5,0% em massa no polímero.

16. Método de produção dos compósitos de poliolefinas, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 15, **caracterizado por** os semicondutores compreenderem Ag_2WO_4 ; Ag_2MoO_4 ; Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4 .

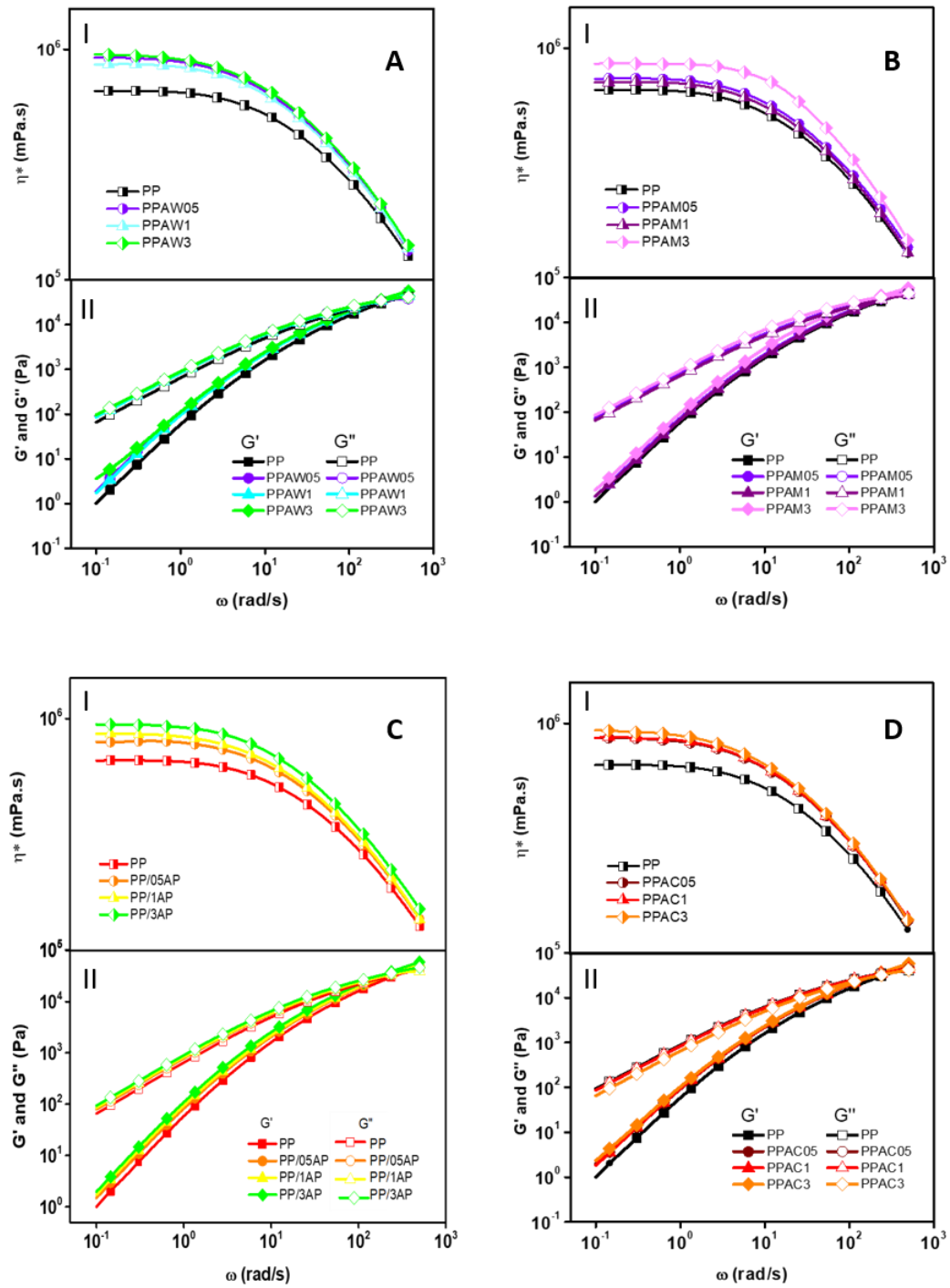


Figura 1

RESUMO

"Compósitos de poliolefinas e semicondutores à base de prata com alta atividade biocida"

A presente invenção pertence ao campo da química, mais especificamente ao campo de polímeros. O presente invento consiste de compósitos poliméricos de poliolefinas e semicondutores à base de prata (Ag_2WO_4 , Ag_2MoO_4 , Ag_3PO_4 e Ag_2CrO_4) com atividades biocidas. O produto do presente invento pode ser utilizado para confecção de superfícies biocidas seguras, que podem ser aplicadas em diversos equipamentos e dispositivos economicamente viáveis para lutar contra o aumento de pandemias virais e riscos fatais associados a vírus, bactérias e fungos.