REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102024006233-7

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102024006233-7

(22) Data do Depósito: 28/03/2024

(43) Data da Publicação Nacional: 28/05/2024

(51) Classificação Internacional: A61K 8/72; A61K 8/81; A61K 8/35; A61K 8/40; A61K 8/92; A61Q 17/04.

(52) Classificação CPC: A61K 8/72; A61K 8/8111; A61K 8/35; A61K 8/40; A61K 8/922; A61Q 17/04; A61K 2800/412.

(54) Título: MICRO E NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS BIODEGRADÁVEIS E USO DESTAS

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ, Pessoa Jurídica. CGC/CPF: 33663683000116. Endereço: RUA ALOÍSIO TEIXEIRA, 278, PRÉDIO 2, CIDADE UNIVERSITÁRIA, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL(BR), 21941-850, Brasileira; BIOBEADS SOLUÇÃO EM POLÍMEROS LTDA, Empresa de Pequeno Porte assim definidas em lei. CGC/CPF: 39943123000100. Endereço: RUA HELIO DE ALMEIDA 0 SALA 39 PRÉDIO 3, RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL(BR), 21941-614, Brasileira

(72) Inventor: LETÍCIA DE SOUZA MIRANDA; RAFAEL COELHO DE LIMA; AMON COSTA CERQUEIRA PINTO; MARTINA COSTA CERQUEIRA PINTO; LUCIANA DA SILVA DUTRA; JOSÉ CARLOS COSTA DA SILVA PINTO.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 28/03/2024, observadas as condições legais

Expedida em: 28/01/2025

Assinado digitalmente por:
Alexandre Dantas Rodrigues
Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

MICRO E NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS BIODEGRADÁVEIS E USO DESTAS

CAMPO DE APLICAÇÃO

[0001] A presente invenção está relacionada às áreas da biotecnologia e química, em específico às áreas de formulações cosméticas e materiais poliméricos, e trata de uma classe de micro e nanopartículas, produzidas a partir de polímeros biodegradáveis e podendo conter ativos fotoprotetores, aplicadas como filtros solares ou intensificadores de proteção solar em formulações de protetores solares.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] As formulações de fotoprotetores disponibilizadas ao consumidor são preparadas por meio da associação de dois componentes principais: os veículos e os filtros solares (ativos).

[0003] Os filtros solares são classificados como orgânicos ou inorgânicos.

[0004] Os filtros orgânicos são capazes de absorver a radiação UV e transformá-la em radiações menos danosas por meio das mudanças de conformação de suas moléculas, emitindo radiações com maiores comprimentos de onda na faixa da luz visível ou liberando energia sob forma de calor (FLOR *et al*, 2007; MANAIA *et al*, 2013). Os filtros inorgânicos, por sua vez, atuam principalmente por intermédio do espalhamento, reflexão e/ou absorção dos raios UV que atingem a superfície da pele. Esses materiais são utilizados usualmente na forma particulada, apresentando dimensões similares ao comprimento de onda da radiação incidente, para que o espalhamento máximo seja obtido (Flor *et al*, 2007).

[0005] Diversos especialistas da área da saúde ressaltam a importância da utilização regular de tais ativos com ação protetora contra os raios solares. No entanto, muitos desses compostos exercem ação alergênica e/ou carcinogênica e permeiam a pele, atingindo o organismo após um determinado período de contato.

[0006] Nesse contexto, uma solução que vem sendo estudada para mitigar os efeitos nocivos dessas substâncias e os potenciais riscos à saúde (como irritações, alergias, e a penetração desses componentes nas camadas mais profundas da pele), ao mesmo tempo que preserva a ação protetora contra os raios solares, é o uso de partículas poliméricas com potencial ação sinérgica de reflectância, intensificando o efeito de fotoproteção de determinadas formulações cosméticas. Tais matrizes poliméricas também podem ser utilizadas para o encapsulamento de compostos fotoprotetores. O encapsulamento dos ativos fotoprotetores reduz ou mesmo evita o contato entre esses compostos e o tecido humano, diminuindo, assim, vários efeitos deletérios associados ao uso de protetores solares.

[0007] Apesar dos materiais poliméricos muitas vezes serem utilizados como matrizes para encapsulamento de ativos, a maior parte dos trabalhos emprega materiais poliméricos sintéticos não-biodegradáveis para esse fim. Apesar de mitigar os efeitos deletérios à saúde relacionados ao uso de ativos fotoprotetores livres, o emprego de tais materiais não é vantajoso do ponto de vista ambiental, uma vez que continuam a causar acúmulos de microplásticos na natureza e efeitos de bioacumulação de materiais plásticos ao longo da cadeia alimentar.

[0008] Com base nos problemas supracitados, a presente invenção apresenta micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, contendo ou não ativos fotoprotetores encapsulados, para uso como filtros solares ou intensificadores de proteção solar em formulações de filtros solares.

[0009] O processo de encapsulamento de compostos fotoprotetores em micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis não apenas mitiga a absorção sistêmica e reduz os efeitos deletérios associados ao uso a longo prazo de tais produtos, mas também possibilita o aumento da estabilidade de compostos fotoprotetores, potencializando a ação fotoprotetora, uma vez que combinam a proteção química dos ativos com a ação física de reflectância das partículas. Ademais, apresenta uma vantagem significativa do ponto de vista ambiental, por ser uma matriz biodegradável, oriunda de fonte renovável e de baixo impacto ambiental.

ESTADO DA TÉCNICA

[0010] O documento brasileiro BR112020000940-7 descreve uma formulação de protetor solar, que inclui uma partícula polimérica de múltiplos estágios, projetada para aumentar o Fator de Proteção Solar (FPS). A adição de partícula polimérica busca ampliar a proteção contra os raios UV em protetores solares. A composição da partícula polimérica envolve vários tipos de monômeros, incluindo monômeros que compõem o núcleo, invólucro interno e externo. O tamanho médio das partículas, quando secas, varia de 50 a 1.000 nm, sugerindo o uso de nanopartículas. No documento, é sugerido o uso de poliéster como agente de formação de filme.

[0011] A presente invenção, no entanto, diferencia-se por produzir partículas à base de polímeros de origem renovável e biodegradável, englobando materiais poliméricos à base de amido e de succinatos. O documento acima citado protege uma formulação de protetor solar, contendo partículas à base de ácido acrílico e metacrílico, ou seja, monômeros de origem não renovável e que originam polímeros que não são biodegradáveis. Ademais, a presente invenção envolve também a produção de partículas biodegradáveis contendo ativos fotoprotetores encapsulados.

[0012] O documento PI0517930-0 revela um aditivo para preparação de protetor solar com o objetivo de melhorar a eficácia do protetor solar e mitigar problemas associados à técnica anterior. Um dos problemas mencionados é a irritação ou toxicidade causada por agentes de absorção de radiação UV usados em protetores solares convencionais. O documento revela o uso de partículas poliméricas vazias produzidas por polimerização em emulsão de monômeros insaturados, juntamente com monômeros reativos. Destaca-se que tais partículas poliméricas podem aumentar a absorção de radiação UV, resultando em um aumento do fator de fotoproteção do filtro solar. Além disso, as partículas poliméricas contêm cromóforos covalentemente ligados ao polímero, o que também lhes permite absorver a radiação UV. Discute-se que as partículas podem ser usadas para aumentar a proteção solar, melhorar a textura da pele e atuar como agentes de ajuste de viscosidade.

[0013] A presente invenção, contudo, propõe o uso de micro e nanopartículas compostas por materiais poliméricos biodegradáveis, à base de amido e succinatos, produzidas a

partir do emprego de monômeros de origem renovável. Além disso, tais partículas podem conter ativos fotoprotetores encapsulados, de maneira a intensificar o fator de fotoproteção apresentado pelas partículas, não havendo a necessidade de uso de cromóforos para aumentar a proteção solar.

[0014] O documento americano US5932194 apresenta um protetor solar projetado para fornecer uma proteção duradoura contra os raios ultravioleta (UV), especialmente em condições de exposição à água. Uma característica desta invenção é o uso de polímeros não formadores de filme na forma de partículas em sua formulação. Os polímeros são usados na formulação para manter o protetor solar ativo, mesmo quando a pele entra em contato com a água. Tais polímeros são projetados para aderir à pele e formar uma barreira que resiste à remoção causada pela água. Além disso, a invenção incorpora agentes emulsificantes e espessantes que melhoram a estabilidade da formulação, para que os componentes ativos do protetor solar permaneçam uniformemente distribuídos. O uso de nanopartículas na fórmula ajuda a alcançar uma proteção de amplo espectro contra os raios UVA e UVB.

[0015] A presente invenção, no entanto, diferencia-se do documento anterior por apresentar micro e nanopartículas à base de matrizes poliméricas biodegradáveis, empregando amido e poliésteres da classe dos succinatos, para garantir ou intensificar o fator de protetor solar, mitigando efeitos deletérios associados ao uso de ativos fotoprotetores livres. Além disso, as partículas da presente invenção podem apresentar ativos fotoprotetores encapsulados. É importante

ressaltar que, ao contrário da invenção anteriormente citada, que utiliza matrizes não biodegradáveis geradoras de microplástico, a presente invenção envolve o uso de matrizes poliméricas sustentáveis e de baixo impacto ambiental.

[0016] A tese de doutorado intitulada “DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO FOTOPROTETORA CONTENDO NANOPARTÍCULAS POLIMÉRICAS COM FILTRO SOLAR” visa a criar formulações cosméticas de proteção solar contendo nanopartículas de filtros solares (benzofenona-3 (BZ3), avobenzona (AVO) e metilbenzilideno cânfora (MBC)) para aumentar a eficiência, segurança e qualidade desses produtos. As nanopartículas são obtidas usando a técnica de polimerização em miniemulsão, com os filtros solares encapsulados *in-situ*, ou seja, durante o processo de polimerização. O processo resulta em nanopartículas com dimensões superiores a 100 nm, em que os ativos incorporados não interagem com o sistema reacional e permanecem dispersos na matriz polimérica. O objetivo é empregar tais partículas como matéria-prima na fabricação de formulações fotoprotetoras de alta qualidade. Os objetivos específicos incluem o encapsulamento dos filtros solares por resinas poliméricas, a caracterização das nanopartículas resultantes e o desenvolvimento de formulações fotoprotetoras contendo essas nanopartículas. A pesquisa também inclui ensaios *in vitro* e *in vivo* para avaliar a segurança e eficácia dos produtos finais.

[0017] A presente invenção, no entanto, diferencia-se do documento anterior por produzir micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, de origem renovável. Tais partículas são compostas por amido ou polisuccinatos, e não à base de polímeros do tipo metacrilatos, que são polímeros

não biodegradáveis e de origem fóssil, que resultam em microplásticos com alto potencial de bioacumulação. Os materiais à base de amido e succinatos são biodegradáveis, cujos produtos de degradação são atóxicos e que não apresentam potencial de bioacumulação em ambiente marinho, sendo considerados de baixo impacto ambiental.

[0018] O documento coreano KR 20180024903 aborda a dispersão e estabilização de agentes orgânicos de proteção solar contra raios ultravioleta (UV) por meio de partículas de nanocompósitos poliméricos e apresenta um método de produção de tais partículas. O processo envolve encapsular agentes orgânicos de proteção solar em nanopartículas amorfas com o auxílio de um copolímero anfifílico. As partículas resultantes, segundo a invenção, melhoram a dispersão, minimizam a irritação da pele, aprimoram a aplicabilidade em produtos cosméticos e oferecem proteção contra os raios UV. As nanopartículas consistem no agente orgânico de proteção solar, no copolímero anfifílico e em um polímero formador de núcleo hidrofóbico, encontrando-se o diâmetro médio na faixa entre 10 e 10.000 nanômetros. Tais partículas podem ser incorporadas como ingredientes ativos em composições cosméticas para proteção contra os raios UV. A invenção também menciona o uso de poliésteres como parte dos componentes usados na produção dos compósitos poliméricos, contribuindo para a estabilidade e eficácia das partículas na retenção do agente de proteção solar em estado amorfo.

[0019] A presente invenção, contudo, diferencia-se do documento anterior por produzir micro e nanopartículas à bases de amido e succinatos, como ácido succínico e dietil

succinato, compostos não mencionados no documento anterior. O documento anterior envolve a produção de nanopartículas à base de metoxi poli(etilenoglicol)-b-poli(caprolactona)e materiais como poli(vinil imidazol), poliolefinas de clorossulfato, óxido de polietileno e seus copolímeros. Dessa maneira, os materiais poliméricos citados na invenção anterior e apresentados nos exemplos apresentam caráter não-biodegradável e de origem fóssil, distintos dos apresentados na presente invenção.

[0020] Embora parte dos documentos mencionados anteriormente destaque as vantagens intrínsecas de encapsular ativos (como a melhoria na dispersão da formulação, a mitigação da absorção do ativo pela pele e o aumento da estabilidade), é importante notar que todos os documentos mencionados apresentam nanopartículas compostas por materiais poliméricos diferentes dos utilizados na presente invenção. Em todos os casos apresentados, as matrizes empregadas não são biodegradáveis. Ao contrário, a presente invenção é caracterizada pela produção de micro e nanopartículas produzidas com matrizes biodegradáveis, contendo ou não ativos encapsulados, aplicadas em formulações de filtros solares. Dessa forma, a presente invenção engloba, portanto, materiais mais naturais e de baixo impacto ambiental, garantindo a conservação do meio ambiente.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0021] A utilização regular de protetores solares é incentivada por diversos especialistas da área da saúde. Contudo, muitos desses compostos fotoprotetores exercem ação alergênica e/ou carcinogênica e permeiam a pele, atingindo

as camadas mais profundas da pele após um determinado período de contato.

[0022] Nesse contexto, a presente invenção propõe a produção de nanopartículas e micropartículas poliméricas biodegradáveis, podendo conter ou não ativos encapsulados, e o uso de tais partículas como filtros solares ou intensificadores de proteção solar em formulações de protetores solares.

[0023] Dessa forma, associa-se o efeito de reflectância das partículas ao efeito químico de compostos fotoprotetores químicos, além de aumentar a estabilidade dos ativos e reduzir a concentração necessária de ativos fotoprotetores para obter fatores de fotoproteção determinados em formulações, garantindo também a preservação do meio ambiente. É importante ressaltar que a presente invenção se baseia no emprego de polímeros sustentáveis biodegradáveis e de baixo impacto ambiental, que não resultam em efeitos de bioacumulação e em geração de microplásticos.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0024] A presente invenção pode ser mais bem compreendida por meio da breve descrição das figuras apresentadas a seguir.

[0025] A Figura 1 apresenta as distribuições de tamanhos características das partículas dos materiais poliméricos produzidos a partir da presente invenção.

[0026] A Figura 2 apresenta micrografias de partículas produzidas de acordo com a metodologia apresentada no exemplo 1: (A) Poliéster 1; (B) Poliéster 2.

[0027] A Figura 3 apresenta micrografias de partículas produzidas de acordo com a metodologia apresentada no exemplo 2: (A) Poliéster 1; (B) Poliéster 2.

[0028] A Figura 4 apresenta micrografias de partículas produzidas de acordo com a metodologia apresentada no exemplo 4: (A) Poliéster 1; (B) Poliéster 2.

[0029] A Figura 5 ilustra o aspecto visual dos látexes de partículas produzidas à base de poli(succinato de butileno) na ausência e presença de ativos fotoprotetores quando submetidos à luz UV. O látex com aparência branca mostra o efeito físico das partículas na ausência de ativos e o de aparência preta confirma o encapsulamento dos ativos fotoprotetores por meio da absorção da radiação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0030] A invenção pode ser mais bem compreendida por meio da descrição detalhada apresentada a seguir, em consonância com as figuras já apresentadas.

[0031] A presente invenção descreve um produto sustentável, de baixo impacto ambiental, na forma de micro ou nanopartículas poliméricas biodegradáveis, podendo conter ou não ativos fotoprotetores e o uso de tais partículas como filtros solares ou intensificadores de proteção solar em formulações de protetores solares.

[0032] As micro ou nanopartículas propostas são constituídas por pelo menos um polímero ou copolímero, que podem ser reticulados ou não. Tais partículas podem ser produzidas em meios heterogêneos, dispersas em meio aquoso ou oleoso, e podem ser secas ou não após a produção, sendo possível o uso da suspensão original para composição da formulação fotoprotetora. Opcionalmente, as micro ou

nanopartículas podem compreender pelo menos um ativo fotoprotetor encapsulado.

[0033] O polímero ou copolímero apresenta a função de promover a reflectância dos raios solares e proteger o ativo, incrementando o fator de proteção solar, e apresenta concentração na faixa de 20 a 80% m/m, sendo preferencialmente na faixa de 40 a 75% m/m para evitar aglomeração e para aumentar a produtividade e eficiência do armazenamento e transporte.

[0034] Os polímeros ou copolímeros, carregados ou não com ativos, apresentam comprimento de onda crítico acima de 350 nm, sendo preferencialmente na faixa de 375 a 395 nm, para garantir a absorção das radiações ultravioleta mais danosas para a saúde.

[0035] Os polímeros ou copolímeros, carregados ou não com ativos, apresentam-se na forma particulada, preferencialmente com diâmetros característicos nas faixas de 100 nm a 100 µm, para potencializar as interações com as radiações eletromagnéticas que compõem as regiões do ultravioleta e do visível.

[0036] O polímero ou copolímero é selecionado preferencialmente do grupo que compreende: amido, carragena, gelatina, quitosana, reticulados ou não com glutaraldeído, glicerol, glicose, ou a combinação dos mesmos, e poliéster, sendo poli(succinato de etileno)(PES), poli(succinato de propileno) (PPS), poli(succinato de butileno) (PBS), poli(succinato-co-adipato de butileno) (PBSA), poli(succinato-co-tartarato de butileno) (PBSTar) e poli(succinato-co-glutamato de butileno) (PBSGlu), copolímeros contendo ácido succínico, ácido adípico, ácido

lático e ácido glutâmico, como ácidos reagentes, e etilenoglicol, propilenoglicol e/ou butanodiol, como álcoois reagentes, ou a combinação dos mesmos, sendo preferencialmente o poli(succinato de etileno), poli(succinato-co-adipato de butileno) e poli(succinato de butileno). Vale ressaltar que a escolha do polímero ou copolímero não se limita ao grupo mencionado.

[0037] Os polímeros não-reticulados devem ser solúveis em solventes tais como água, etanol, dimetilsulfóxido ou líquidos iônicos, para que o processo de encapsulamento possa ser realizado. Isso também permite o uso dos compostos citados para reticular as cadeias poliméricas e torná-las insolúveis, formando partículas.

[0038] O ativo protetor tem a função de absorver os raios ultravioletas e a luz azul e deve estar presente em concentrações de 1 a 50% m/m, sendo preferencialmente de 1 a 30% m/m, para maximizar a eficiência do uso do ativo, sem comprometer a integridade das partículas, e prevenir a liberação indesejada no meio. O ativo protetor é selecionado preferencialmente do grupo que compreende: óleo de andiroba, óleo de copaíba, óleo de maracujá, óleo de cumaru, óleo de buriti, óleo de jojoba, 1-(4-metoxifenol)-3-(4-tercbutilfenil)propano-1,3-diona (INCI: avobenzona), octil metoxicinamato, 2-etilhexil-2-ciano-3, 3-difenil-2-propenoato (INCI: octocrileno), triazinas, octil salicilato, homosalato, benzoato, benzofenonas ou a combinação dos mesmos. Vale ressaltar que a escolha do ativo não se limita ao grupo mencionado.

[0039] As micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis podem ser produzidas por diferentes técnicas

de produção de partícula que utilizam o polímero pré-sintetizado, como técnicas de pulverização, evaporação por solvente, micro fluidodinâmica, dispersão em CO_2 supercrítico. Em todo os casos, é utilizada uma solução polimérica para a produção das partículas, que podem ser separadas, ou não, do meio disperso por diferentes métodos, como por exemplo: filtração, secagem ou centrifugação. De modo geral, as micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis são produzidas de acordo com um dos processos a seguir:

(a) Micro ou nanoprecipitação; e

(b) Encapsulamento *in situ*.

[0040] No processo (a) a produção das micro ou nanopartículas poliméricas é realizada com auxílio da técnica de micro ou nanoprecipitação, respectivamente. Para isto, uma solução polimérica é preparada por meio da diluição do polímero ou copolímero em um solvente. No caso de polímeros como amido, carragena, gelatina e quitosana, utiliza-se água, líquido iônico, dentre outros compostos polares similares como solvente. Já para os polímeros derivados de ácido succínico, utilizam-se solventes como clorofórmio, diclorometano ou dimetilsulfóxido. A mistura é aquecida a temperaturas entre 25-80 °C por 1 hora sob agitação contínua até a completa diluição do polímero. Posteriormente, a solução polimérica é lentamente adicionada a um não-solvente, contendo ou não surfactante dissolvido, em temperatura ambiente. No caso de polímeros como amido, carragena, gelatina e quitosana, utilizam-se não-solventes como óleo vegetal, óleo mineral ou óleo de silicone. Já para os polímeros derivados de ácido succínico, utiliza-se água

como não-solvente. A mistura contendo o não-solvente é submetida a um processo de alto cisalhamento utilizando-se equipamentos como sonicador, dispersor de alta velocidade ou homogeneizador. Em seguida, a emulsão formada é submetida a uma agitação controlada na faixa de 100 a 900 rpm, a depender das características do sistema, para produzir partículas com o tamanho desejado. Por fim, as partículas obtidas são separadas por filtração ou mantidas em suspensão para uso posterior.

[0041] Para realizar o encapsulamento *in situ* do ativo fotoprotetor segundo o processo (b), solubiliza-se o ativo com ação de filtro solar na solução polimérica. Em seguida, a solução polimérica, contendo o ativo, é lentamente adicionada a um não-solvente a temperaturas entre 25-80 °C. No caso de polímeros como amido, carragena, gelatina e quitosana, utilizam-se não-solventes como óleo vegetal, óleo mineral ou óleo de silicone. Já para os polímeros derivados de ácido succínico, utiliza-se água como não-solvente. A mistura é submetida a uma agitação controlada na faixa de 100 a 900 rpm, a depender das características do sistema, para produzir partículas com o tamanho desejado. Por fim, as partículas obtidas são separadas por filtração ou mantidas em suspensão para uso posterior.

[0042] As micro ou nanopartículas podem ser utilizadas como filtros solares ou intensificadores de proteção solar para a produção de protetores solares ou produtos multifuncionais, que apresentam outras funções com benefícios de proteção contra a radiação UV. Entende-se como produtos multifuncionais qualquer formulação cosmética cuja proteção contra a radiação UV é um benefício adicional e não

primordial para o produto, como batons e cremes para pentear, mas não se restringindo a tais produtos.

[0043] A invenção será elucidada com os exemplos mostrados a seguir, sem ser limitada aos mesmos ou pelos mesmos.

Exemplos

Exemplo 1: Produção de partículas de PBS e PBSA com ação fotoprotetora

[0044] As partículas poliméricas biodegradáveis à base de poli(succinato de butileno) (PBS) e copolímero poli(succinato-co-adipato de butileno) (PBSA) foram produzidas pela metodologia de precipitação em não-solvente. Assim, o material polimérico foi previamente solubilizado em clorofórmio a uma concentração 10% m/m e vertido em uma solução aquosa contendo álcool polivinílico (PVA) a uma concentração 2% m/m. Ambas as fases foram submetidas a altas tensões de cisalhamento, sob sonicação com amplitude de 30% por 5 minutos. Em seguida, tal emulsão foi vertida novamente em uma solução aquosa com concentração de PVA de 0,5% m/m. O sistema descrito ficou sob agitação constante de 900 rpm por 24 horas, resultando em partículas com diâmetro médio de aproximadamente 400 nm. As partículas produzidas apresentaram comprimento de onda crítico de 387 nm e fator de proteção solar in vitro de 5.

[0045] As partículas apresentaram distribuições de tamanhos largas, com diâmetros na faixa de 100 nm a 10 µm, como mostrado na Figura 1.

[0046] As partículas de PBS e PBSA na ausência dos ativos apresentaram morfologia esférica com superfície lisa, como é possível observar na Figura 2.

Exemplo 2: Produção de partículas de PBS e PBSA contendo ativo fotoprotetor encapsulado

[0047] As partículas poliméricas biodegradáveis à base de poli(succinato de butileno) (PBS) e copolímero poli(succinato-co-adipato de butileno) (PBSA) foram produzidas pela metodologia de precipitação em não-solvente. O material polimérico (10% m/m), ativos fotoprotetores como avobenzona (2% m/m), octocrileno (2% m/m) e octil metoxicinamato (1% m/m) foram previamente solubilizados em clorofórmio e vertidos em uma solução aquosa contendo PVA (2% m/m). As duas fases foram submetidas a altas tensões de cisalhamento, sob sonicação com amplitude de 30% por 5 minutos. Em seguida, a emulsão resultante foi vertida em uma solução aquosa com concentração de PVA de 0,5% m/m. Assim como no Exemplo 1, o sistema descrito foi submetido à agitação constante de 900 rpm por 24 horas, resultando em partículas com diâmetro médio de aproximadamente 800 nm. As partículas produzidas apresentam comprimento de onda crítico de 384 nm e fator de proteção solar in vitro entre 20 e 130, a depender da concentração de partícula utilizada.

[0048] As partículas apresentaram distribuições de tamanhos largas, com diâmetros na faixa de 100 nm a 10 µm, conforme mostrado na Figura 1.

[0049] As partículas de PBS e PBSA contendo os ativos fotoprotetores apresentaram morfologia majoritariamente esféricas com a presença de alguns aglomerados, como é possível observar na Figura 3.

[0050] Os látexes das partículas à base de poli(succinato de butileno) contendo os ativos fotoprotetores foram submetidos à luz UV, como mostrado na Figura 4. O látex com

aparência branca mostra o efeito físico das partículas na ausência de ativos e o de aparência preta confirma o encapsulamento dos ativos fotoprotetores por meio da absorção da radiação.

Exemplo 3: Produção de partículas de PES contendo ativo fotoprotetor encapsulado

[0051] As partículas poliméricas biodegradáveis à base de poli(succinato de etileno) (PES) foram produzidas pela metodologia de precipitação em não-solvente. O material polimérico (10% m/m) e ativos fotoprotetores como avobenzona (2% m/m), octocrileno (2% m/m) e octil metoxicinamato (1% m/m) foram previamente solubilizados em clorofórmio e vertidos em uma solução aquosa de PVA (2% m/m). As duas fases foram submetidas a altas tensões de cisalhamento, sob sonicação com amplitude de 30% por 5 minutos. Em seguida, a emulsão resultante foi vertida em uma solução aquosa com concentração de PVA de 0,5% m/m. Assim como no Exemplo 2, o sistema descrito foi submetido à agitação constante de 900 rpm por 24 horas, resultando em partículas com diâmetro médio de aproximadamente 800 nm. As partículas produzidas apresentam comprimento de onda crítico de 386 nm e fator de proteção solar *in vitro* acima de 80, a depender da concentração de partícula utilizada.

Exemplo 4: Produção de partículas de amido contendo ativo fotoprotetor encapsulado

[0049] As micropartículas poliméricas naturais e biodegradáveis à base de amido foram produzidas pela metodologia de encapsulamento *in situ*. O amido (2,4% m/m), a solução dos ativos fotoprotetores ensulizol e benzofenona-4 (21,1% m/m) e o glicerol (0,9% m/m) foram previamente

solubilizados em água (0,6% m/m) e vertidos em uma solução oleosa contendo monooleato de sorbitano (3,8% m/m). As duas fases foram submetidas a altas tensões de cisalhamento, com sonicação de 20% de amplitude por 5 minutos. Em seguida, a emulsão (A/O) resultante foi vertida em um reator mantido sob agitação constante e aquecido à 80°C por 5h, para a evaporação do solvente e reticulação das cadeias. As partículas produzidas foram lavadas com acetona e separadas do meio oleoso por filtração, resultando em partículas com diâmetro médio de aproximadamente 70 µm. As partículas produzidas apresentaram comprimento de onda crítico de 370 nm e fator de proteção solar in vitro de aproximadamente 5, a depender da concentração de partícula utilizada.

Exemplo 5: Formulação cosmética contendo as partículas de PBS

[0052] As partículas poliméricas biodegradáveis à base de poli(succinato de butileno) contendo os ativos fotoprotetores como avobenzona, octocrileno e octilmetoxicinamato, foram adicionadas a uma formulação base na concentração de 18%, sendo avaliado o fator de foto proteção (FPS) desta formulação. Foi obtido um FPS in vitro de 23 ± 5, enquanto para uma formulação contendo a mesma concentração de filtros, mas na forma livre, foi obtido um FPS de 5 ± 0,5. Dessa forma, comprova-se a eficácia de um dos produtos originários dessa invenção.

[0053] A presente invenção foi revelada neste relatório descritivo em termos de sua modalidade preferida. Entretanto, outras modificações e variações são possíveis a partir da presente descrição, estando ainda inseridas no escopo da invenção aqui revelada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[0054] FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Sunscreens. Química Nova, v. 30, p. 153–158, fev. 2007.

[0055] HUBER, U.; SCHEHLMANN, V.; HOTZ, J.; SPRENGER, D. ADITIVO PARA PREPARAÇÕES DE PROTETOR SOLAR CONTRA UV. Depositante: DSM IP Assets B.V. PI 0517930-0 A. Depósito: 26 out. 2005. Concessão: 21 out. 2008

[0056] LEE, S. H.; SHIM, W. S.; BONG, H. J.; HWAN, Y. M.; KANG, N. G. Stably-suspended polymer composite nanoparticles containing organic sunscreen agents and preparing method thereof. KR20180024903A. Depósito: 31 ago. 2016. Concessão: 8 mar. 2018

[0057] LORCA, B. S. E. S. Desenvolvimento de Formulação Fotoprotetora Contendo Nanopartículas Poliméricas Com Filtro Solar. Doutorado—Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

[0058] MANAIA, E. B.; KAMINSKI, R. C. K.; CORRÊA, M. A.; CHIAVACCI, L. A. Inorganic UV filters. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 49, p. 201–209, jun. 2013.

[0059] PLESSIX, H.; MONDET, J.; DE, R. J. UV-Photoprotective cosmetic compositions comprising polymer particulates/fatty phases having unique refractive indices. Depositante: L’Oreal SA. US5932194A. Depósito: 4 mar. 1998. Concessão: 3 ago. 1999

[0060] XU, W.; ZENG, F.; YEZER, B.; CHEN, L.; SCHMIDT, D. C.; SHULMAN, I. FORMULAÇÃO DE PROTETOR SOLAR. Depositante: DOW GLOBAL TECHNOLOGIES e ROHM AND HAAS COMPANY. BR 112020000940-7 A2. Depósito: 28 jun. 2018. Concessão: 21 jul. 2020

REIVINDICAÇÕES

1. Micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, **CARACTERIZADAS** pelo fato de compreender um polímero ou um copolímero reticulados ou não reticulados, podendo conter ou não um ou mais ativos fotoprotetores encapsulados;

em que o polímero ou copolímero apresenta concentração na faixa de 20 a 80% m/m e é produzido a partir de monômeros selecionados do grupo que compreende: ácido succínico, ácido adípico, ácido glutâmico ou a combinação dos mesmos; e

em que o ativo protetor apresenta concentração na faixa de 1 a 50% m/m.

2. Micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que o polímero ou copolímero compreende ainda: amido, carragena, gelatina, quitosana, reticulados ou não com glutaraldeído, glicerol, glicose, ou a combinação dos mesmos, e poliéster, sendo poli(succinato de etileno)(PES), poli(succinato de propileno) (PPS), poli(succinato de butileno) (PBS), poli(succinato-co-adipato de butileno) (PBSA), poli(succinato-co-tartarato de butileno) (PBSTar) e poli(succinato-co-glutamato de butileno) (PBSGlu), copolímeros contendo ácido lático, como ácido reagente, e etilenoglicol, propilenoglicol e/ou butanodiol, como álcoois reagentes, ou a combinação dos mesmos, sendo preferencialmente o poli(succinato de etileno), poli(succinato-co-adipato de butileno) e poli(succinato de butileno).

3. Micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2,

CARACTERIZADAS pelo fato de que o polímero ou copolímero apresenta concentração na faixa de 40 a 75% m/m.

4. Micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que o ativo fotoprotetor é selecionado preferencialmente do grupo que compreende: óleo de andiroba, óleo de copaíba, óleo de maracujá, óleo de cumaru, óleo de buriti, óleo de jojoba, 1-(4-metoxifenol)-3-(4-tercbutilfenil)propano-1,3-diona (INCI: avobenzona), octil metoxicinamato, 2-etilhexil-2-ciano-3, 3-difenil-2-propenoato (INCI: octocrileno), triazinas, octil salicilato, homosalato, benzoato, benzofenonas ou a combinação dos mesmos.

5. Micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, de acordo com a reivindicação 1 ou 4, **CARACTERIZADAS** pelo fato de que o ativo protetor apresenta concentração na faixa de 1 a 30% m/m.

6. Uso de micro e nanopartículas poliméricas biodegradáveis, conforme definidas nas reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** por ser para a aplicação como filtros solares ou intensificadores de proteção solar em formulações de protetores solares ou de produtos cosméticos multifuncionais.

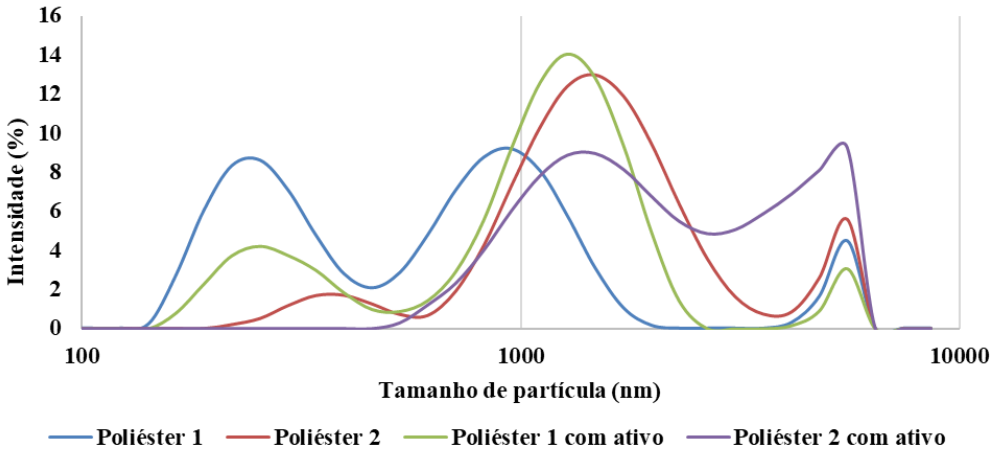
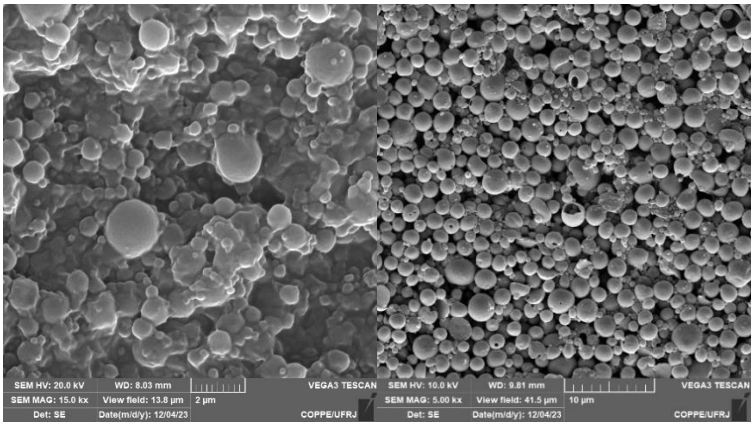
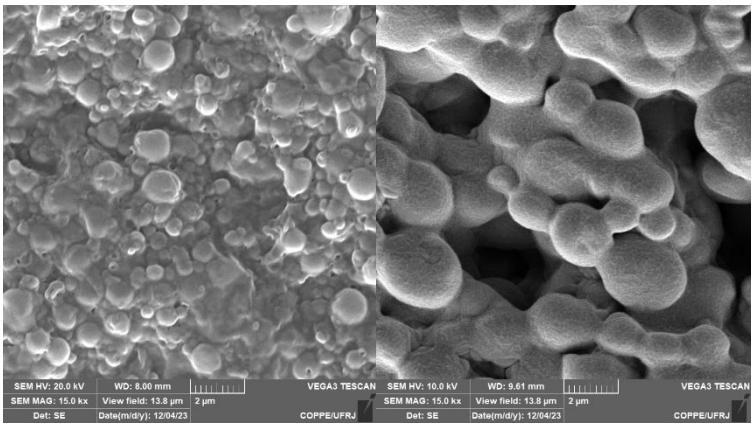


FIGURA 1



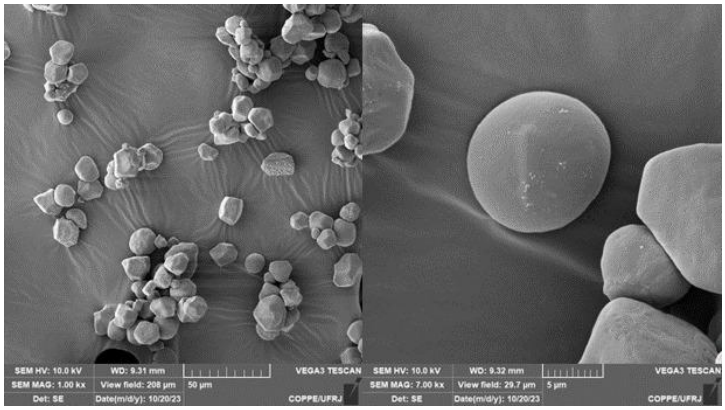
(A) **(B)**

FIGURA 2



(A) **(B)**

FIGURA 3



(A) **(B)**

FIGURA 4



FIGURA 5