



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102020005015-0 A2



(22) Data do Depósito: 12/03/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 21/09/2021

(54) Título: COMPOSTO BIODEGRADÁVEL DE MATRIZES POLIMÉRICAS

(51) Int. Cl.: C08L 3/02; B29C 45/00; B29C 48/00; C08L 3/00; C08L 67/02; (...).

(52) CPC: C08L 3/02; B29C 45/0001; B29C 48/00; C08L 3/00; C08L 67/02; (...).

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA.

(72) Inventor(es): MICHELE RIGON SPIER; LUIS ALBERTO GALLO GARCÍA; FABIO YAMASHITA; CARLOS ITSUO YAMAMOTO.

(57) Resumo: COMPOSTO BIODEGRADÁVEL DE MATRIZES POLIMÉRICAS. A presente invenção pertence ao campo técnico da química e materiais, especificamente materiais poliméricos biodegradáveis. A presente invenção consiste em um composto biodegradável de matrizes poliméricas, e o seu processo de obtenção, que é integralmente biodegradável em reduzido tempo de degradação completa, conforme resultados de testes em solo seguindo as normas NBR e ASTM, além de conter propriedades físicas e mecânicas similares ao plástico convencional (ou petroquímico), tais como maneabilidade, resistência à tração e alongamento à ruptura, barreira ao vapor d'água, resistência ao transporte de materiais até 4,5 Kg, reduzida absorção de água mesmo submetido a ambientes úmidos, reduzido gasto energético no processo de produção dos granulados.

MATERIAL BIODEGRADÁVEL DE MATRIZES POLIMÉRICAS

Campo da invenção

[001]. A presente invenção pertence ao campo técnico da química e materiais, especificamente materiais poliméricos biodegradáveis.

Fundamentos da invenção

[002]. Nas últimas décadas, o aumento na produção de plásticos a base de petróleo resultou em uma grande quantidade de resíduos, causando um impacto ambiental. A indústria de alimentos utiliza grandes quantidades de embalagens plásticas para proteger, armazenar e transportar produtos. De acordo com o último relatório da PlasticsEurope, a produção mundial anual de plásticos em 2017 atingiu 348 milhões de toneladas, 3,8% a mais do que a produção de 2016 (Greenpeace, 2018).

[003]. A indústria de embalagens utiliza quantidades significativas de plásticos para aplicações em alimentos, onde a embalagem representa o maior campo de aplicações de bioplásticos, estimado em 1,6 milhões de toneladas do mercado total de bioplásticos em 2016 (FABRA et al., 2018). Para resolver este problema, tem havido um grande esforço na produção de materiais que não sejam danosos ao meio ambiente. O amido é considerado um dos polímeros renováveis mais promissores para substituir os plásticos derivados do petróleo (TIAN et al., 2017; AUNG et al., 2018; SANYANG et al., 2018), no entanto não confere propriedades para ser substituído por polímeros convencionais utilizados pela indústria petroquímica.

[004]. O amido é o polímero natural biodegradável mais estudado para produção de materiais biodegradáveis (KASSEM et al., 2012) e a mistura de poliésteres biodegradáveis com amido é uma estratégia conhecida para melhorar as propriedades mecânicas e / ou de barreira dos

materiais de embalagens a base de amido (GARCIA et al., 2018a). Assim, as misturas com poli (adipato-co-tereftalato de butileno) (PBAT) (GARCIA et al., 2014; THUNWALL et al, 2008), poli (ácido láctico) (PLA) (SHIRAI et al., 2016) e álcool polivinílico (PVOH) (SHI et al., 2008), entre outros, foram estudados. Esses dois componentes não conferem todas as propriedades técnicas desejáveis. E é por isso que a presente invenção propõe a resolver a combinação de elementos que formando uma mistura (blend) alcança propriedades técnicas ainda não solucionadas até o momento.

[005]. Os poliésteres são um grupo de polímeros em que as unidades de repetição são ligadas através de ligações éster. Tradicionalmente, o campo de polímeros biodegradáveis é limitado a co-poliésteres-alifáticos, onde os poliésteres biodegradáveis mais utilizados são o poliglicolídeo linear (PGA), PLAs, policaprolactona (PCL) ou PHAs (SHAH et al., 2013). Pelo contrário, co-poliésteres-aromáticos como poli (tereftalato de etileno) (PET), poli (tereftalato de propileno) (PPT) e poli (tereftalato de butileno) (PBT) exibem excelentes propriedades, embora não possam ser biodegradáveis. Pesquisas estão sendo realizadas para o desenho de novos materiais biodegradáveis de co-poliésteres-alifáticos-aromáticos com melhor desempenho físico-mecânico (LARRAÑAGA e LIZUNDIA, 2019) que o ambiente consiga degradar sem causar impactos ambientais.

[006]. Os co-poliésteres-alifáticos-aromáticos exibem propriedades térmicas e mecânicas notáveis conferidas pelas estruturas aromáticas, enquanto as porções de éster alifático garantem uma biodegradabilidade adequada do polímero (NOVOTNÝ et al., 2015). No entanto esses materiais sozinhos ou combinados ainda alcançam custos elevados e que muitas vezes inviabilizam a produção, mesmo em escala industrial.

[007]. Atualmente, classes de aditivos como as algas são consideradas fontes exploráveis de polímeros. Há evidências científicas de sua eficácia

em vários campos, como alimentos, produtos farmacêuticos, combustíveis ou cosméticos. Em relação ao campo dos produtos plásticos, as algas representam uma fonte de matérias-primas benéficas devido à sua riqueza em polímeros (LAVOISIER et al., 2015).

[008]. Estudos relataram que é possível produzir filmes biodegradáveis com propriedades antioxidantes, antimicrobianas, assim como melhorar as propriedades de barreira do vapor de água e outros gases, com a adição de biomassa microalgal (BALTI et al., 2017). Desenvolvimento de materiais biodegradáveis utilizando matérias primas de fonte renovável tem gerado interesse na área de embalagens de alimentos, pois poderia reduzir os impactos ambientais (FRIESEN et al., 2015; COLAK et al., 2015).

[009]. Os polímeros biodegradáveis são aqueles plásticos que são degradados em forma natural no meio ambiente através da ação enzimática de microrganismos. Podem ser encontrados em forma natural ou sintética. Aqueles que são de fonte natural encontra-se agropolímeros como: polissacarídeos, lipídeos e proteínas; de fonte microbiana como polihidroxicanoatos e polihidroxibutiratos; de fonte biotecnológica como ácido polilático ou poliácido láctico (PLA) e fonte petroquímica como: policaprolactona (PCL), poliestereamidas (PEA), Co-poliésteres alifáticos e aromáticos (RYDZ et al, 2018).

[010]. Um produto plástico é um produto obtido a partir de uma composição polimérica, aos quais são adicionados diferentes aditivos, como plastificantes. O plástico convencional é composto de polímeros derivados da indústria do petróleo (LAVOISIER et al., 2018), e não apresentam biodegradabilidade ou então a sua degradação no meio ambiente pode levar muitas décadas ocasionando um impacto ambiental negativo. Também a classe dos produtos oxibiodegradáveis fragmentam com o tempo de degradação, porém liberando microplásticos que também causam dano ao organismo humano e

animal além de continuarem a impactar negativamente no meio ambiente.

[011]. Os produtos plásticos são geralmente fabricados por processo de extrusão. A extrusão é um processo bem conhecido, desenvolvido para produzir produtos poliméricos de forma e densidade uniformes. Sua aplicação industrial remonta à década de 1930 (AGBISIT, 2007). É uma das tecnologias de processamento mais amplamente aplicadas nas indústrias de plásticos, borracha e alimentos e é usada para preparar mais da metade de todos os produtos plásticos, incluindo sacos, filmes, tubos, fibras e espumas. Literalmente, a “extrusão” (da palavra latina *extrudere*) significa a ação de empurrar para fora. Em engenharia, descreve uma operação de forçar um material a sair de um espaço estreito (BERK, 2018).

[012]. Graças à biodegradabilidade, biocompatibilidade, boas propriedades mecânicas, baixa permeabilidade ao vapor da água, baixa solubilidade e renovabilidade e sustentabilidade, os polímeros biodegradáveis produzidos nesta invenção combinados ao uso de classes de aditivos orgânicos naturais surgiram como uma alternativa sustentável para diminuir nossa dependência de plásticos à base de petróleo e desempenhar um papel central no desenvolvimento de uma economia mais verde (NAIR e LAURENCIN, 2007).

[013]. Na patente Chinesa de 2009 (CN101508791A), os inventores relatam o método de produção de filme plástico com materiais biodegradáveis. A invenção foi diferente da nossa proposta porque usaram diferentes concentrações do polímero Ecoflex (PBAT) em uma faixa de 50 a 95%, ademais misturam com outros polímeros como poli(3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV). Também as temperaturas do processo de extrusão foram diferentes de nossa pesquisa (135 a 170°C). Essa patente citada se limita ao uso de misturas de polímeros sintéticos.

[014]. Na patente Americana de 2001 (US6235816B1), os inventores produziram uma mistura de polímeros biologicamente degradável contendo pelo menos um biopolímero feito de matérias-primas renováveis e um polímero selecionado dentre os seguintes materiais: um poliéster aromático; um copolímero de poliéster com blocos alifáticos e aromáticos; uma poliesteramida; um poliglicol; um poliéster uretano; e / ou misturas desses componentes. É diferente de nossa invenção em vários aspectos como: combinaram amido e um plastificante com adição de água, ademais a mistura foi feita também com um polímero termoplástico parcialmente biodegradável; na mistura polimérica não tinha presença de microalgas. Em suma, parte da composição não é biodegradável.

[015]. Na patente Americana de (2013) US8524811B2, é descrita uma composição de material termoplástico contendo certos componentes biodegradáveis e renováveis. A composição termoplástica que inclui pelo menos um tipo de alga ou uma mistura de pelo menos um tipo de alga e um polímero vegetal, uma mistura de algas e / ou polímeros à base de plantas, como proteínas e amidos, como matéria-prima de custo relativamente baixo. As algas ou mistura podem ser plastificadas. Foi diferente a mistura de polímeros como a adição de algum tipo de proteína; ademais, as proporções do tipo de algas usadas foram maiores, em uma faixa de 10% até 40%. Ademais, não usaram algum tipo de polímero alifático-aromático, ou células rompidas mediante a aplicação de ultrassom. Difere da presente invenção pois as concentrações de algas utilizadas é elevada. Nossa presente invenção propõe resolver problemas técnicos utilizando % bem inferior e microalgas diferentes.

[016]. Na patente WO2016090511A1 de (2014), os inventores processaram um material bioplástico mediante extrusão reativa com propriedades bioativas, a partir de materiais compostáveis de fontes renováveis e fósseis. Os inventores usaram polímeros e algas diferentes (ácido

poliláctico e *Ulva* sp.), ademais nas formulações não tinha amido. Diferente da presente invenção pois a patente referenciada acima utilizada PLA e *Ulva* que apresentam características técnicas e de composição distintas da presente proposta (outros polímeros e componentes).

[017]. Na patente WO2002016468A1 de (2002), a invenção refere-se a uma mistura de polímero biodegradável compreendendo: pelo menos um polímero biodegradável sintético rígido e pelo menos um polímero biodegradável macio, em que a mistura de polímeros é adequada para formação em pelo menos uma das folhas extrusadas e películas sopradas. Esta invenção é diferente na mistura de poliéster biodegradáveis como tereftalato de polietileno modificado e amidas de poliéster, ademais de usar cargas orgânicas e inorgânicas como areia e algas marinhas respectivamente.

Descrição da abordagem do problema técnico

[018]. Foi identificado na busca de anterioridade composições biodegradáveis, contudo que não possuem propriedades para substituição do plástico convencional, como as propriedades de resistência mecânica, alongação, baixa permeabilidade, solubilidade e maleabilidade, rápida biodegradabilidade. A presente invenção consiste em um composto biodegradável de matrizes poliméricas, e o seu processo de obtenção, que é integralmente biodegradável no menor tempo de degradação referenciado até o momento – segundo testes em solo seguindo as normas NBR e ASTM, além de conter propriedades físicas e mecânicas similares ao plástico convencional ou petroquímico, e portanto capaz de substituí-lo.

Descrição da invenção

Composição

[019]. Na presente invenção, foram misturadas fontes de amido (amido de batata, arroz, mandioca, milho, amidos modificados tais como amido catiônico e amido aniônico, entre outros, ou mistura deles), com outros co-poliésteres-alifáticos-aromáticos (ácido polilático (PLA), policaprolactona (PCL), poli butileno 2,5-tiofeno dicarboxilato - PBTF, poli butilenosuccinato-co-butilenoadipato - PBSA, poli butilenosuccinato – PBS, poli adipato-co-estereftalato de butileno - PBAT entre outros, ou mistura deles), podendo conter agente de corpo/massa de natureza orgânica (pectinas, celulose, farelo, fibras, farelos, cascas de grãos e sementes, cascas de frutas, proteínas de sorgo ou triticale, entre outros, ou mistura deles), gerando um material biodegradável de matrizes poliméricas.

[020]. A faixa de concentração do componente amido é de 40 a 60 g/100 g mistura, a faixa de concentração do componente co-poliéster é de 20 a 40g/100 g mistura, podendo conter agente de corpo/massa de natureza orgânica na faixa de concentração de 0 a 40g/100 g mistura.

[021]. As fontes de amido apresentam as seguintes propriedades devido aos seus teores de amilose em sua composição. Esse constituinte influencia no aumento de propriedades de barreira ao oxigênio, menor solubilidade, menor temperatura de retrogradação e melhores e mais estáveis propriedades mecânicas.

[022]. Os componentes co-poliésteres-alifáticos-aromáticos apresentam propriedades de melhora nas propriedades mecânicas (resistência à tração, alongação à ruptura), redução da permeabilidade ao vapor de água, redução na solubilidade em água, e também melhora resultados de biodegradabilidade quando comparado aos polímeros convencionais da indústria petroquímica.

[023]. Ao composto biodegradável de matrizes poliméricas, apresentado acima, poderão ser acrescentados aditivos, capazes de conferir propriedades adicionais, tais como: a) extrato ou biomassa microalgal, b) plastificantes, c) antiumectantes, d) compatibilizantes, e) antibacterianos, f) antifúngicos, g) corantes, h) estabilizantes, i) antioxidantes, j) repelentes, k) impermeabilizantes, l) outros possíveis.

[024]. No caso dos aditivos extratos de biomassa microalgal ou constituintes de biomassa algal/microalgal (das espécies *Nannochloropsis*, *Spirulina*, *Chlorella*, *Dunaliella salina*), são obtidas as propriedades: pigmentação ou coloração, aceleração da biodegradabilidade, funções antimicrobianas, funções antioxidantes, pelos componentes clorofila e/ou biopigmentos fotossintetizantes presentes. O extrato microalgal pode ser obtido pelo rompimento celular das microalgas utilizando algum método mecânico. Quantidade: faixa de 0,01 a 10 % m/m.

[025]. No caso dos aditivos plastificantes são obtidas propriedades: maneabilidade/maleabilidade, alongação, elasticidade, suavização e flexibilidade da matriz polimérica. Foi observado melhora nas propriedades redução na solubilidade do produto com o uso do glicerol, contribuindo na melhoria desta propriedade. Também tais propriedades citadas são obtidas pela presença desses plastificantes, tais como: glicerol, sorbitol, manitol, adipatos, citratos, fosfatos, ou outros polióis ou glicóis, ou ésteres de ácidos, alcano-dicarboxílico, ou ainda mistura desses. Alguns açúcares (glicose, manose, frutose) podem estar presentes em misturas com os demais componentes citados dentro da faixa indicada. Também podem ser utilizados para essa função uréia, acetato de xilano, água, propilenoglicol, óleo de soja, óleo de soja epoxidado, ftalato de dibutil e citrato de trietil. Quantidade: faixa de 10 a 25 % m/m (isolados ou mistura).

[026]. No caso dos aditivos antiulectantes são obtidas propriedades de redução da higroscopicidade; redução de umidificação do material; prolonga integridade da matriz. Tais propriedades podem ser obtidas pela presença desses plastificantes: carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, dióxido de silício, fosfato tricálcico, hidróxido de magnésio, óxido de magnésio, sais de magnésio dos ácidos mirístico, palmístico e esteárico, silicato de sódio ou de alumínio Quantidade: 0,01 a 4% m/m (ideal é a quantidade mínima para obter o efeito desejado).

[027]. No caso dos aditivos compatibilizantes são obtidas propriedades de aumento da aderência entre as cadeias dos polímeros da formulação da presente invenção; permitem interação e a homogeneização da mistura. Ademais, também permite mistura do(s) amido(s) e outros componentes por reação por extrusão reativa. Exemplos de aditivos que podem ser adicionados que conferem essas propriedades (ácido tartárico, anidrido maleico, anidro maleico, ácido cítrico, ácido adípico, fosfato de trifênil e outros, ou a mistura desses). Quantidade: 0,01 a 4 % m/m.

[028]. No caso dos aditivos antibacterianos que podem ter ação antimicrobiana geral. São obtidas propriedades de inibição do crescimento de bactérias e de outros microrganismos contaminantes. Podem ser utilizados óxido de zinco, nanopartículas de Ag, Cu, CuO e TiO₂. Quantidade: 0,01 a 5% m/m.

[029]. No caso dos aditivos antifúngicos são obtidas propriedades de inibição do crescimento de fungos na matriz polimérica biodegradável ou nos produtos gerados a partir dessa matriz. Podem ser utilizados óleos essenciais de tomilho, óxido de zinco, piritona de zinco, 4,5-dicloro-2-n-octil-3-isotiazolona (DCOIT), butil isotiazolona, benzil isotiazolona (BBIT), piritona de zinco e iodopropinil butil carbamato (IPBC), *masterbatch*

(aditivo da Johnson & Johnson). Também podem ser utilizados óxido de zinco, nanopartículas de Ag, Cu, CuO e TiO₂. Quantidade: 0,01 a 3%.

[030]. No caso dos aditivos corantes (ou pigmentos) são obtidas propriedades de cor, pigmentação da matriz polimérica biodegradável. Podem ser utilizados pigmentos naturais extraídos de origem vegetal ou mesmo extratos vegetais ou do grupo de aditivo (a) (extrato ou biomassa microalgal).

[031]. No caso dos aditivos estabilizantes são obtidas propriedades de manutenção da estrutura da matriz polimérica, aumentando assim a vida útil da matrix polimérica; e antidegradante contra inclusive efeito dos raios UV. Também atuam como sequestradores de radicais livres para manter a aparência bem como propriedades químicas e físicas da matrix polimérico biodegradável. Podem ser utilizados estabilizadores para plásticos: HALS (estabilizadores de luz de amina) de alta e baixa massa molar, Tinuvin NOR 356, estabilizador fenólico de vitamina E (α-tocoferol T3251). Quantidade: 0,01% a 3%.

[032]. No caso dos aditivos antioxidantes são obtidas propriedades de inibição da oxidação de outras moléculas. Podem ser utilizadas curcumina, catequina, gengibre, canela, alho, tomilho, orégano. Quantidade: 0,01 a 4%.

[033]. No caso de aditivos repelentes são obtidas propriedades de repelência e antiatrativo de vetores tais como de insetos e roedores. Podem ser utilizadas citronela, cravo da Índia, andiroba, alho ou seus extratos. Quantidade: 0,01 a 4%.

[034]. No caso de aditivos impermeabilizantes (hidrofóbicos) são obtidas propriedades de barreira a umidade e líquidos. Podem ser utilizadas resinas fenoxi, ecotextil biodegradável, óleos vegetais, óleos essenciais. Quantidade: 0,01 a 3%.

[035]. No caso de outros aditivos como promotores de termoencolhimento, são obtidas propriedades para embalagem exterior para garrafas, latas e outros tipos de recipientes. Esses filmes são usados para rotular, proteger, parcelar ou aumentar o valor do produto. Serão aplicados, dentro da faixa de % indicada para obter o efeito desejado. A propriedade de termoencolhimento pode ser obtida com o uso de policaprolactona e borracha natural epoxidada. Quantidade: 0,1 a 20%.

Processo

[036]. Os componentes da formulação da matriz polimérica biodegradável são adicionados a um alimentador ou a um misturador, e em seguida aquecidos, gradativamente ou não, de 25 °C a 50 °C até a completa homogeneização dos componentes. Em seguida a mistura é alimentada em um equipamento, por exemplo, extrusora, que fará a fundição gradativa do material desde 90 °C até 170 °C nas zonas de aquecimento, uma velocidade de rosca de 40 a 100 RPM. Esta etapa pode ser realizada tanto em extrusora quanto em equipamentos similares, desde que observados os ajustes de processo como temperatura e rotação, resultando em material plastificado.

[037]. Os aditivos serão adicionados ao processo durante as etapas de mistura, ou de fundição ou peletização, conforme a sua termoestabilidade e a sua solubilidade, ou de acordo com o resultado pretendido.

[038]. O material plastificado é bombeado através de um molde e assim o sistema de extrusão, ou similar, mantém uma tensão constante sobre o material extrudado ou fundido. Este material é em seguida peletizado ou fragmentado para a produção dos pellets, ou granulados.

[039]. É importante salientar que por ser um material de origem orgânica natural, é necessário utilizar os componentes em uma faixa de temperatura que não promova a termodegradação. O processo

apresentado identificou faixas de temperaturas capazes de manter as características desejáveis de um polímero convencional sem alterações que prejudiquem a biodegradabilidade.

Exemplo de aplicação

[040]. Os pellets/granulados foram extrudados e colocados em uma cabeça tubular que produz um tubo de filme fino, onde é soprado devido ao aumento da pressão do interior do tubo com ajuda do ar comprimido; sendo resfriada e compactada com a ajuda dos rolos de suporte, até obter o material bobinado. Para produzir os filmes foram utilizadas velocidades de rosca de 60 a 120 rpm, usando um perfil de temperatura na faixa de 90 a 180 °C para as zonas de aquecimento.

[041]. Os pellets ou granulados da matriz polimérica biodegradável pode ser submetida a diferentes processos para obtenção de produtos por injeção, laminação, calandragem, termomoldagem ou termoformagem, rotomoldagem entre outros.

Resultados alcançados

[42] Apresentam completa biodegradabilidade em solo simulado em até 5 meses (seguindo as normas NBR 15448-2, ASTM D6400 e ASTM D5338), ou seja, todos os componentes da formulação foram convertidos em biomassa, água, minerais e gás carbônico;

[43] O produto apresenta maleabilidade;

[44] Apresenta barreira ao vapor d'água (baixa permeabilidade ao vapor d'água);

[45] O produto apresenta resistência à tração;

- [46] O produto apresenta alongamento à ruptura;
- [47] Gasto energético reduzido do equipamento para a produção dos pellets/granulados;
- [48] Absorve baixo teor de água mesmo em ambientes úmidos;
- [49] Apresenta termosoldagem de suas extremidades, capaz de resistir transporte de até 4,5 Kg de materiais;
- [50] Não fragmenta e não polui o meio ambiente com microplásticos;
- [51] Não gera microplásticos como produtos de degradação;
- [52] Viabilidade maior comparado aos produtos feitos somente com os biopolímeros PLA e PHB;
- [53] Produzido por fonte renovável que não apresenta resíduo de degradação na natureza;
- [54] Impacto zero ao meio ambiente;
- [55] Totalmente compostável;
- [56] Pode ser utilizado para incremento nutricional de solo.
- [57] Apresenta tenacidade;
- [58] Apresenta aderência de informações impressas.

REIVINDICAÇÕES

1. Material biodegradável de matrizes poliméricas caracterizado por ser uma mistura compreendendo:

- a) Amido ou amido modificado, na proporção de 40 a 60 g/100 g mistura;
- b) Co-poliésteres-alifáticos-aromáticos (ácido poliláctico - PLA, policaprolactona - PCL, poli butileno 2,5-tiofeno dicarboxilato - PBTF, poli butilenosuccinato-co-butileno adipato - PBSA, poli butilenosuccinato - PBS, poli adipato-co-estereftalato de butileno - PBAT, ou mistura deles), na proporção de 20 a 40g/100 g mistura;
- c) Agente de corpo/massa de natureza orgânica (pectinas, celulose, farelo, fibras, farelos, cascas de grãos e sementes, cascas de frutas, proteínas de sorgo ou triticales, entre outros, ou mistura deles) na proporção de 0 a 40g/100 g mistura.

2. Material biodegradável de matrizes poliméricas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela mistura compreender adicionalmente um ou mais dos seguintes aditivos:

- a) extrato ou biomassa microalgal, na quantidade de 0,01 a 10 % m/m;
- b) plastificantes, na quantidade de 10 a 25 % m/m;
- c) antiumectantes, na quantidade de 0,01 a 4 % m/m;
- d) compatibilizantes, na quantidade de 0,01 a 4 % m/m;
- e) antibacterianos, na quantidade de 0,01 a 5 % m/m;
- f) antifúngicos, na quantidade de 0,01 a 3 % m/m;
- g) corantes, na quantidade de 0,01 a 10 % m/m;
- h) estabilizantes, na quantidade de 0,01 a 3 % m/m;
- i) antioxidantes, na quantidade de 0,01 a 4 % m/m;
- j) repelentes, na quantidade de 0,01 a 4 % m/m;
- k) impermeabilizantes, na quantidade de 0,01 a 3 % m/m.

3. Material biodegradável de matrizes poliméricas, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** aditivo de extrato de biomassa microalgal das espécies *Nannochloropsis*, *Spirulina*, *Chlorella*, *Dunaliella* salina;

4. Processo de obtenção do material biodegradável de matrizes poliméricas, de acordo com a reivindicação 1,2 e 3, **caracterizado pelas** seguintes etapas:

a) Mistura e aquecimento do amido ou amido modificado, dos copoliésteres-alifáticos-aromáticos e do agente de corpo/massa, de 25 °C a 50 °C, até a completa homogeneização dos componentes;

b) Adição da mistura homogeneizada em equipamento para fundição gradativa desde 90 °C até 170 °C, sob agitação, em velocidade de rosca de 40 a 100 RPM, formando material plastificado;

c) Adição dos aditivos conforme a sua termoestabilidade e a sua solubilidade;

d) Bombeamento do material plastificado através de molde para a formação de pellets e/ou granulados.

RESUMO**MATERIAL BIODEGRADÁVEL DE MATRIZES POLIMÉRICAS**

A presente invenção pertence ao campo técnico da química e materiais, especificamente materiais poliméricos biodegradáveis. A presente invenção consiste em um material biodegradável de matrizes poliméricas, e o seu processo de obtenção, que é integralmente biodegradável em reduzido tempo de degradação completa, conforme resultados de testes em solo seguindo as normas NBR e ASTM, além de conter propriedades físicas e mecânicas similares ao plástico convencional (ou petroquímico), tais como maneabilidade, resistência à tração e alongamento à ruptura, barreira ao vapor d'água, resistência ao transporte de materiais até 4,5 Kg, reduzida absorção de água mesmo submetido a ambientes úmidos, reduzido gasto energético no processo de produção dos granulados.