



República Federativa do Brasil
Ministério de Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 10 2013 028225-1 A2

(22) Data de Depósito: 01/11/2013
(43) Data da Publicação: 21/10/2014
(RPI 2285)



(51) Int.Cl.:
G03G 9/13
G03G 9/08

(54) Título: TONER SUSTENTÁVEL

(30) Prioridade Unionista: 15/11/2012 US 13/678,341

(73) Titular(es): XEROX CORPORATION

(72) Inventor(es): Guerino G. Sacripante, John Abate, John Kallo, 1/1
Ke Zhou, Santiago Faucher, Shigang Qiu

(57) Resumo: RESUMO
TONER SUSTENTÁVEL

A presente divulgação descreve toner que é composto substancialmente por materiais biodegradáveis e reciclados.

TONER SUSTENTÁVEL

Toner compreendendo materiais ou reagentes sustentáveis, tais como materiais plásticos reciclados despolimerizados e de base biológica; reveladores compreendendo dito toner; dispositivos compreendendo o toner e reveladores, componentes de dispositivo de imagem compreendendo o toner e reveladores; dispositivos de imagem compreendendo os reveladores, e assim por diante, são descritos.

Toner atual geralmente compreende reagentes à base de petróleo.

Reagentes e materiais renováveis ou biodegradáveis, tais como aqueles à base de plantas/animais ou que são prontamente biodegradáveis, estão sendo investigados como substitutos para os atuais reagentes de toner.

Um outro enfoque é determinar se os materiais reciclados podem ser utilizados em toner.

A presente divulgação descreve uma resina de toner sustentável compreendendo um poliéster que compreende reagentes de poliácido ou poliéster de base biológica e um poliol compreendendo um material plástico reciclado despolimerizado compreendendo polietileno tereftalato (PET) oligomérico, uma cera opcional e um corante opcional. PET oligomérico pode ser obtido por glicólise de plásticos de polietileno tereftalato, tais como garrafas de plástico, que são peletizados e despolimerizados, isto é, digeridos, com um glicol para formar tereftalato de etileno (ET), e oligômeros de PET de baixo peso molecular, que são compostos de poliol. O toner pode ter um conteúdo de sustentabilidade de em cerca de 70%.

Salvo indicação em contrário, todos os números que expressam quantidades e condições, e assim por diante utilizados no relatório descritivo e reivindicações são para serem entendidos como sendo modificados em todos os casos pelo termo "cerca de". "Cerca de" destina-se a indicar uma variação não superior a 20% do valor indicado. Também são usados aqui os termos "equivalente", "semelhante", "essencialmente", "substancialmente", "aproximação" e "harmonização", ou variações gramaticais dos mesmos, os quais possuem definições geralmente aceitáveis, ou pelo menos são entendidos para ter o mesmo significado que "cerca de".

Tal como aqui utilizado, "de base biológica" significa um produto comercial ou industrial (diferente de alimentos ou alimentos para animais), que é composto, no todo ou em parte substancial (por exemplo, pelo menos cerca de 50%, pelo menos cerca de 60%, pelo menos cerca de 70%, pelo menos cerca de 80%, pelo

menos 90%, em peso), de produtos biológicos ou materiais agrícolas renováveis (incluindo materiais vegetais, animais e marinhos), materiais de silvicultura ou outra fonte de ocorrência natural. Um reagente biodegradável é 100% de base biológica. O reagente ou produto é um que seja biodegradável, isto é, o produto
5 pode ser degradado por processos naturais, tais como por um micro-organismo, durante um período de tempo que compreende dias, meses ou possivelmente, um ano ou dois, mas não um número excessivo de anos, tal como não mais do que cerca de 5 anos. Resinas de base biológica, que podem ser utilizáveis em toner estão disponíveis comercialmente, por exemplo, Entropy Resins, Gardena, CA e
10 Chimar Hellas, S.A., Thessaloniki, GR, e reagentes de base biológica, que podem ser utilizáveis numa resina de toner estão disponíveis, por exemplo, de Sigma-Aldrich, St. Louis, MO. Por exemplo, podem ser utilizados ácidos de breu, tais como ácido de breu desproporcionado disponível de Arakawa Chemical Osaka, JP ou aduto de breu-fumarato disponível de Harima Chemicals, Duluth, GA. Toner
15 compreendido, em parte, por materiais de base biológica está disponível a partir de, por exemplo, Ink4Less, Tigard, OR e PrintService GmbH, Eschweiber, DE.

"Oligômeros de PET" (ou formas gramaticais do mesmo), tal como aqui utilizado, compreende um oligômero de tereftalato de etileno, que pode ter um peso molecular de cerca de 400 (o peso aproximado de um dímero de ET) a
20 cerca de 5.000 g/mol. PET oligomérico pode ser derivado por glicólise de materiais de PET (poli(tereftalato de etileno)) existentes, tais como garrafas, tais como aquelas detentoras de bebidas carbonatadas, sucos e águas, e assim por diante. Os materiais de PET de consumo antes da despolimerização geralmente têm um peso molecular médio de cerca de 5.000 a cerca de 500.000 g/mol. Os
25 oligômeros de PET que compreendem dois ou mais resíduos de ET e monômeros são polióis que podem ser utilizados para fazer resinas de poliéster para serem utilizadas em toner. Oligômero de PET também inclui o monômero de ET obtido na reação de despolimerização.

Tal como aqui utilizado, "sustentabilidade", ou formas gramaticais do
30 mesmo, refere-se à quantidade, porcentagem, teor ou outra medida de componentes em um toner que é de base biológica e é reutilizado a partir de um produto anterior e com outro objetivo e reciclado para utilizar no toner. Assim, a divulgação atual, em parte, relaciona-se com a reutilização do poli(tereftalato de etileno) (PET) reciclado já usado, que é comumente encontrado em recipientes de
35 líquidos. Por exemplo, um toner sustentável de interesse pode ser compreendido por pelo menos cerca de 25% de material reciclado, tal como aqui ensinado.

Assim, em uma base de peso ou molar, essa partícula de toner contém cerca de 25% de material reciclado, e tem um conteúdo de sustentabilidade de 25%. Se esse toner também compreendia uma resina que compreende 50% de um reagente de base biológica, tal como um poliol ou um poliácido/poliéster utilizado para fazer a resina é obtida de uma fonte vegetal, esse toner vai ter um teor de sustentabilidade de 75%. Toners de interesse compreendem pelo menos cerca de 70% de conteúdo sustentável, pelo menos cerca de 80% de conteúdo sustentável, pelo menos cerca de 90% de conteúdo sustentável, pelo menos cerca de 95% ou mais. Geralmente, o cálculo do nível de sustentabilidade de um toner é feito relativo à partícula de toner por si só, sem aditivos de superfície e sem transportador. Assim, no contexto de um toner de emulsão/agregação, o cálculo basear-se-ia na partícula do toner seguindo qualquer agregação e coalescência. Uma resina ou polímero sustentável compreende pelo menos cerca de 50% de conteúdo sustentável, pelo menos cerca de 60%, pelo menos cerca de 70%, pelo menos cerca de 80%, pelo menos cerca de 90% ou mais de conteúdo sustentável.

Um ou mais reagentes que compreendem pelo menos três grupos funcionais podem ser incorporados em um polímero ou em uma ramificação para permitir ramificação, mais ramificações e/ou reticulação. Certas resinas, por exemplo, podem ser utilizadas para aplicações que necessitam de baixa temperatura de fusão.

Um, dois ou mais polímeros podem ser utilizados na formação de um toner. Onde são usados dois ou mais polímeros, os polímeros podem ser em qualquer proporção adequada (por exemplo, proporção de peso), tal como, com dois polímeros diferentes, de cerca de 1% (primeiro polímero)/99% (segundo polímero) a cerca de 99% (primeiro polímero)/1% (segundo polímero), de cerca de 10% (primeiro polímero)/90% (segundo polímero) a cerca de 90% (primeiro polímero)/10% (segundo polímero).

O polímero pode estar presente em uma quantidade de cerca de 65 a cerca de 95% em peso, de cerca de 75 a cerca de 85% em peso de partículas de toner sobre uma base de sólidos. Um polímero pode compreender de cerca de 5 a cerca de 70%, de cerca de 7 a cerca de 60%, de cerca de 10 a cerca de 50 % em peso de oligômero de PET.

Fontes de PET incluem, por exemplo, filmes, tais como materiais, tecidos e assim por diante, com uma fonte mais comumente disponível sendo recipientes de líquidos já usados. Por exemplo, as garrafas vazias, tais como garrafas

transparentes ou incolores que não contêm corantes de garrafa, podem ser lavadas, secas e trituradas para uma forma granular ou em *pellet*, por exemplo, *pellets* de um tamanho de cerca de 3 milímetros por cerca de 3 mm por cerca de 1 mm. Os *pellets* podem ser tratados numa reação de despolimerização, tal como

5 glicólise parcial por aquecimento sob nitrogênio com um catalisador em um diol orgânico, tal como um alquilenol glicol, tal como etileno glicol, propileno glicol, butileno glicol, pentileno glicol e assim por diante. Catalisadores adequados são conhecidos, tais como fosfato de titânio, acetato de metal, tal como acetato de zinco, superácidos sólidos, líquidos iônicos e assim por diante. Após a reação, os

10 produtos obtidos são ET, oligômeros de PET e monômeros de alquilenol glicol, em que o peso molecular médio do PET oligomérico pode ser de cerca de 200 (peso aproximado de ET) a cerca de 5000 gramas por mol, de cerca de 400 (peso aproximado de um dímero de ET) a cerca de 3500 g/mol, de cerca de 600 (peso aproximado de um temporizador de ET) a cerca de 2000 g/mol.

15 Os oligômeros de PET podem ser reagidos com monômeros de diéster ou diácido, tais como formas anidrido dos mesmos, tal como é conhecido na técnica e tal como aqui ensinado, com um catalisador opcional, para a produção de polímeros de poliéster que podem ser utilizados para substituir uma porção das resinas comumente encontradas em toner. O diácido ou diéster pode ser de base

20 biológica. O restante das resinas compreende aquelas conhecidas na técnica e que são aqui ensinadas.

Resinas adequadas de poliéster incluem, por exemplo, aquelas que são sulfonadas, não-sulfonadas, cristalinas, amorfas, combinações das mesmas e semelhantes. As resinas de poliéster podem ser lineares, ramificadas, reticuladas,

25 combinações das mesmas e semelhantes.

Reagentes de base biológica podem incluir reagentes derivados de óleos vegetais, polissacarídeos, ácidos de açúcar, ácidos graxos, alcoóis graxos e semelhantes, que estão disponíveis comercialmente ou podem ser obtidos a partir de fontes vegetais, animais ou microbianas praticando métodos conhecidos na

30 técnica.

Exemplos de resinas poliméricas de base biológica que podem ser utilizados incluem poliésteres derivados de monômeros incluindo um ácido ou diol de dímero graxo de óleo de soja, D-isossorbida, aminoácidos, isossorbida, um polihidroxialcanoato, copoliésteres contendo unidades dispostas de maneira

35 aleatória de 3-hidroxi-butirato e 3-hidroxi-valerato, e combinações dos mesmos, ácido cítrico, anidrido de ácido cítrico, um ácido de resina, tal como ácido abiético,

ácido neoabiético, ácido desidroabiético, ou uma mistura dos mesmos, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacônico, ou uma mistura dos mesmos, um diol de breu gerado a partir de um ácido de breu e de um carbonato de glicerina e assim por diante.

5 Quando uma mistura é utilizada, tal como resinas de poliéster amorfas e cristalinas, a proporção de resina de poliéster cristalina para resina de poliéster amorfa pode estar na gama de cerca de 1:99 a cerca de 30:70.

Uma resina de poliéster pode se obtida sinteticamente, por exemplo, numa reação de esterificação que envolve um reagente polifuncional que compreende grupos ácido carboxílico e outro reagente polifuncional que compreende grupos álcool, tal como oligômeros de PET. O reagente álcool (um poliol) compreende dois ou mais grupos hidroxila, três ou mais grupos hidroxila. O ácido (um poliácido ou poliéster) compreende dois ou mais grupos ácido carboxílico, três ou mais grupos ácido carboxílico.

15 Exemplos de poliácidos ou poliésteres que podem ser utilizados para a preparação de uma resina de poliéster amorfa incluem ácidos de base biológica, tais como ácidos de breu, ácido tereftálico, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido fumárico, ácido trimelítico, fumarato de dietil, itaconato de dimetil, cis-1,4-diacetoxi-2-buteno, fumarato de dimetil, maleato de dietil, ácido maleico, ácido succínico, ácido itacônico, ácido succínico, ácido ciclohexanoico, anidrido succínico, ácido dodecil succínico, anidrido dodecilsuccínico, ácido glutárico, anidrido glutárico, ácido adípico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido dodecanodioico, naftalenodicarboxilato de dimetil, tereftalato de dimetil, tereftalato de dietil, isoftalato de dimetil, isoftalato de dietil, ftalato de dimetil, 20 anidrido ftálico, ftalato de dietil, succinato de dimetil, ácido naftaleno dicarboxílico, diácido de dímero, fumarato de dimetil, maleato de dimetil, glutarato de dimetil, adipato de dimetil, dodecilsuccinato de dimetil e combinações dos mesmos. O reagente poliácido ou poliéster pode estar presente, por exemplo, em uma quantidade de cerca de 40 a cerca de 60 por cento em mol, de cerca de 42 a 25 cerca de 52 por cento em mol, de cerca de 45 a cerca de 50 por cento em mol da resina e, opcionalmente, um segundo poliácido pode ser utilizado em uma quantidade de cerca de 0,1 a cerca de 10 por cento em mol da resina.

Exemplos de polióis que podem ser utilizados na geração de uma resina de poliéster amorfa incluem oligômeros de PET, 1,2-propanodiol, 1,3-propanodiol, 1,2-butanodiol, 1,3-butanodiol, 1,4-butanodiol, pentanodiol, hexanodiol, 2,2-dimetilpropanodiol, 2,2,3-trimetilhexanodiol, heptanodiol, 1,4-

ciclohexanodimetanol, 1,3-ciclohexanodimetanol, xilenodimetanol, ciclohexanodiol, dietileno glicol, bis (2-hidroxietyl) óxido, dipropileno glicol, dibutileno glicol, e combinações dos mesmos. A quantidade de poliol pode estar em uma quantidade de cerca de 40 a cerca de 60 por cento em mol, de cerca de 5
42 a cerca de 55 por cento em mol, de cerca de 45 a cerca de 53 por cento em mol da resina, e um segundo poliol pode ser usado na quantidade de cerca de 0,1 a cerca de 10 por cento em mol, de cerca de 1 a cerca de 4 por cento em mol da resina.

Catalisadores de policondensação podem ser utilizados na formação da
10 resina de poliéster amorfo (ou cristalino), e incluem titanatos de tetraalquil, óxidos de dialquil estanho, tetraalquilestanhos, hidróxidos de óxidos de dialquilestanho, alcóxidos de alumínio, alquil zinco, dialquil zinco, óxido de zinco, óxido estanhoso, ou combinações dos mesmos. Tais catalisadores podem ser utilizados em quantidades de, por exemplo, de cerca de 0,01 a cerca de 5 por cento em mol
15 com base no(s) reagente(s) poliácido(s) ou poliéster(es) de partida utilizado(s) para gerar a resina de poliéster.

Uma resina de poliéster amorfa insaturada pode ser utilizada como uma resina de látex.

Para a formação de uma resina de poliéster cristalina, polióis adequados
20 incluem oligômeros de PET, polióis alifáticos com cerca de 2 a cerca de 36 átomos de carbono, tais como 1,2-etanodiol, 1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 2,2-dimetilpropano-1,3-diol, 1,6-hexanodiol, 1,7-heptanodiol, 1,8-octanodiol, 1,9-nonanodiol, 1,10-decanodiol, 1,12-dodecanodiol e semelhantes; dióis sulfo-alifáticos alcalinos, tais como 2-sulfo-1,2-etanodiol de sódio, 2-sulfo-1,2-etanodiol de lítio, 2-sulfo-1,2-etanodiol de potássio, 2-sulfo-1,3-propanodiol de sódio, 2-sulfo-1,3-propanodiol de lítio, 2-sulfo-1,3-propanodiol de potássio, misturas dos mesmos e semelhantes, incluindo os isômeros estruturais. O poliol alifático pode ser selecionado em uma quantidade de cerca de 40 a cerca de 60 por cento em mol, de cerca de 42 a cerca de 55 por cento em mol, de cerca de 45
30 a cerca de 53 por cento em mol, e um segundo poliol pode ser usado numa quantidade de cerca de 0,1 a cerca de 10 por cento em mol, de cerca de 1 a cerca de 4 por cento em mol de resina.

Exemplos de reagentes poliácidos ou poliésteres para preparar uma resina cristalina incluem reagentes de base biológica, tais como, ácidos de breu, ácido
35 oxálico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebáico, ácido fumárico, fumarato de dimetil, itaconato de dimetil,

cis-1,4-diacetoxi-2-buteno, fumarato de dietil, maleato de dietil, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tereftálico, ácido naftaleno-2,6-dicarboxílico, ácido naftaleno-2,7-dicarboxílico, ácido ciclohexano dicarboxílico (por vezes aqui referido como o ácido ciclohexanodioico), ácido malônico e ácido mesacônico, um poliéster ou o seu anidrido, e um poliácido sulfo-orgânico alcalino, tal como o sal sódico, lítico ou potássico de dimetil-5-sulfo-isoftalato, anidrido dialquil-5-sulfo-isoftalato-4-sulfo-1,8-naftálico, ácido 4-sulfo-ftálico, dimetil-4-sulfo-ftalato, dialquil-4-sulfo-ftalato, 4-sulfofenil-3,5-dicarbometoxibenzeno, 6-sulfo-2-naftil-3,5-dicarbometoxibenzeno, ácido sulfo-tereftálico, dimetil-sulfo-tereftalato, ácido 5-sulfo-isoftálico, dialquil-sulfo-tereftalato, ácido sulfo-p-hidroxibenzoico, N, N-bis(2-hidroxietil)-2-amino sulfonato de etano ou misturas dos mesmos. O poliácido pode ser selecionado em uma quantidade, por exemplo, de cerca de 40 a cerca de 60 por cento em mol, de cerca de 42 a cerca de 52 por cento em mol, de cerca de 45 a cerca de 50 por cento em mol, e opcionalmente, um segundo poliácido pode ser selecionado em uma quantidade de cerca de 0,1 a cerca de 10 por cento em mol da resina.

Uma resina cristalina adequada pode incluir uma resina formada de etileno glicol e uma mistura de ácido dodecanodioico e co-monômeros de ácido fumárico.

A resina cristalina pode estar presente, por exemplo, numa quantidade de cerca de 1 a cerca de 85%, de cerca de 2 a cerca de 50%, de cerca de 5 a cerca de 15%, em peso dos componentes de toner. A resina cristalina pode possuir diferentes pontos de fusão, por exemplo, de cerca de 30°C a cerca de 120°C, de cerca de 50°C a cerca de 90°C, de cerca de 60°C a cerca de 80°C. A resina cristalina pode ter um peso molecular médio (M_n), tal como medido por cromatografia de permeação em gel (GPC), por exemplo, de cerca de 1.000 a cerca de 50.000 gramas/mol, de cerca de 2.000 a cerca de 25.000 g/mol, e um peso molecular médio ponderado (M_w), por exemplo, de cerca de 2.000 a cerca de 100.000 g/m, de cerca de 3.000 a cerca de 80.000 g/mol, conforme determinado por GPC. A distribuição de peso molecular da resina cristalina (M_w/M_n) pode ser, por exemplo, de cerca de 2 a cerca de 6, de cerca de 3 a cerca de 4.

Para aumentar o brilho do toner resultante (por exemplo, em cerca de 5 gu), a proporção de pelo menos duas resinas amorfas pode ser alterada.

Em geral, como é conhecido na técnica, os reagentes poliácidos/poliésteres e polióis são misturados em conjunto, opcionalmente com um catalisador, e incubados a uma temperatura elevada, tal como, de cerca de

180°C ou mais, de cerca de 190°C ou mais, de cerca de 200°C ou mais, e assim por diante, o que pode ser realizado anaerobicamente, para possibilitar que a esterificação ocorra até o equilíbrio, o que geralmente produz água ou um álcool, tal como metanol, resultantes da formação das ligações éster em reações da esterificação. A reação pode ser realizada sob vácuo, para promover polimerização. O produto é coletado praticando-se métodos conhecidos, e pode ser seco, mais uma vez, praticando-se métodos conhecidos para produzir particulados.

Agentes de ramificação podem ser utilizados, e incluem, por exemplo, um poliácido multivalente numa quantidade de cerca de 0,01 a cerca de 10 por cento em mol de cerca de 0,05 a cerca de 8 por cento em mol, de cerca de 0,1 a cerca de 5 por cento em mol da resina.

Pode ser desejável reticular o polímero. Uma resina adequada conducente à reticulação é uma com um grupo reativo, tal como uma ligação C=C ou com grupos pendentes ou laterais, tais como um grupo ácido carboxílico. A resina pode ser reticulada por meio de polimerização de radicais livres com um iniciador. Iniciadores adequados incluem peróxidos, tais como peróxidos orgânicos ou azo-compostos. A quantidade de iniciador utilizada pode variar de, por exemplo, cerca de 0,01 a cerca de 10 por cento em peso, de cerca de 0,1 a cerca de 5 por cento em peso da resina de poliéster. A reticulação pode ser efetuada a temperatura elevada, e, assim, a reação pode ser, por exemplo, em menos de 10 minutos, tal como, de cerca de 20 segundos a cerca de 2 minutos de tempo de permanência.

Outras resinas ou polímeros adequados que podem ser usados na formação de um toner.

Pigmentos coloridos, tais como ciano, magenta, alaranjado, violeta, castanho, azul ou misturas dos mesmos, podem ser utilizados, em que os pigmentos coloridos apresentam uma reflectância de resposta espectral de $R=0,20$ ou menor ao longo da gama espectral completa, de cerca de 400 a cerca de 700 nm. O pigmento ou pigmentos adicionais podem ser utilizados como dispersões de pigmentos à base de água.

O corante pode ser empregado em uma quantidade superior a 6%, tal como variando de cerca de 7% a cerca de 17% em peso das partículas do toner sobre uma base de sólidos.

Composições de toner, corantes e assim por diante podem ser em dispersões, incluindo surfactantes. Métodos de agregação de emulsão em que os

componentes poliméricos e outros do toner estão em combinação podem empregar um ou mais surfactantes para formar uma emulsão.

Um, dois ou mais surfactantes podem ser usados. Os surfactantes podem ser selecionados a partir de surfactantes iônicos e surfactantes não iônicos, ou
5 combinações dos mesmos. Os surfactantes aniônicos e surfactantes catiônicos são abrangidos pelo termo "surfactantes iônicos".

O surfactante ou a quantidade total de surfactantes pode ser utilizada em uma quantidade de cerca de 0,01% a cerca de 5% em peso da composição formadora de toner.

10 Os toners da divulgação presente, opcionalmente, podem conter uma cera, que pode ser um único tipo de cera ou uma mistura de dois ou mais tipos diferentes de ceras (doravante identificadas como "uma cera"). Alternativamente, uma combinação de ceras pode ser adicionada para prover múltiplas propriedades para um toner ou uma composição reveladora.

15 Quando incluída, a cera pode estar presente em uma quantidade de cerca de 1 a cerca de 25 por cento em peso, de cerca de 5 a cerca de 20 por cento em peso das partículas de toner.

Ceras que podem ser selecionadas incluem ceras que têm um peso molecular médio ponderado de cerca de 500 a cerca de 20.000, cerca de 1.000 a
20 cerca de 10.000.

Um fator de agregação pode ser um coagulante catiônico inorgânico, tal como, por exemplo, cloreto de polialumínio (PAC), sulfossilicato de polialumínio (PASS), sulfato de alumínio, sulfato de zinco, sulfato de magnésio, cloretos de magnésio, cálcio, zinco, berílio, alumínio, sódio, outros haletos de metais,
25 incluindo haletos monovalentes e bivalentes.

O fator de agregação pode estar presente em uma emulsão em uma quantidade de cerca de 0,01 a cerca de 10 por cento em peso, de cerca de 0,05 a cerca de 5 por cento em peso com base nos sólidos totais no toner.

Um agente sequestrante ou agente quelante podem ser introduzidos após
30 a agregação estar completa para sequestrar ou extrair um íon de complexação de metais, tal como alumínio, do processo de agregação. Assim, o agente sequestrante, quelante ou complexante utilizado após a agregação estar completa pode compreender um componente complexante, tal como ácido etilendiaminotetracético (EDTA), gluconal, ácido hidroxil-2,2'iminodissuccínico (SHID), ácido dicarboxilmetil glutâmico (GLDA), ácido metil glicidil diacético (MGDA), ácido hidroxidietiliminodiacético (HIDA), gluconato de sódio, citrato de
35

potássio, citrato de sódio, ácido fúlvico, sais de EDTA, tais como sais de EDTA de metal alcalino, e misturas dos mesmos.

5 As partículas de toner podem ser misturadas com um ou mais de dióxido de silício ou sílica (SiO_2), titânia ou dióxido de titânio (TiO_2) e/ou óxido de cério. A segunda sílica pode ter um tamanho médio maior (diâmetro) do que a primeira sílica. A titânia pode ter um tamanho médio de partícula primária na gama de cerca de 5 nm a cerca de 50 nm, de cerca de 5 nm a cerca de 20 nm, de cerca de 10 nm a cerca de 50 nm. O óxido de cério pode ter um tamanho médio de partícula primária na gama de, por exemplo, cerca de 5 nm a cerca de 50 nm, de 10
10 cerca de 5 nm a cerca de 20 nm, de cerca de 10 nm a cerca de 50 nm.

Estearato de zinco pode também ser utilizado como um aditivo exterior. Estearato de cálcio e estearato de magnésio podem prover funções semelhantes.

Aditivos de superfície podem ser utilizados em uma quantidade de cerca de 0,1 a cerca de 10 por cento em peso, ou de cerca de 0,5 a cerca de 7 por cento em peso do toner.
15

Outros aditivos de superfície incluem lubrificantes, tais como um sal de metal de um ácido graxo (por exemplo, estearato de zinco ou de cálcio) ou alcoóis de cadeia longa.

Sílica, por exemplo, pode aumentar o fluxo de toner, o controle tribo, controle de admistura, desenvolvimento e estabilidade de transferência melhorados e maior temperatura de bloqueio de toner. Estearato de zinco, de cálcio ou de magnésio podem também prover condutividade ao revelador, potencialização de tribo, maior carga de toner e estabilidade de carga. Os aditivos de superfície externos podem ser usados com ou sem um revestimento ou
20 invólucro.

O brilho de um toner pode ser influenciado pela quantidade de íon de metal retido, tal como Al^{3+} , em uma partícula. A quantidade de íon de metal retido pode ser ajustada ainda pela adição de um quelante, tal como EDTA. A quantidade de catalisador retido, por exemplo, Al^{3+} , em partículas de toner da presente divulgação pode ser de cerca de 0,1 pph a cerca de 1 pph, de cerca de 0,25 pph a
30 cerca de 0,8 pph. O nível de brilho de um toner da divulgação presente pode ter um brilho, como medido por unidades de brilho Gardner (gu), de cerca de 20 gu a cerca de 100 gu, de cerca de 50 gu a cerca de 95 gu, de cerca de 60 gu a cerca de 90 gu.

Em modalidades referentes a um processo de emulsificação/agregação, uma pluralidade de resinas, uma ou mais das quais são uma resina sustentável,
35

tal como uma compreendendo um oligômero de PET, um poliéster/poliácido de base biológica ou ambos de interesse, pode ser dissolvida em um solvente, e pode ser misturada em um meio de emulsão, por exemplo, água, tal como, água deionizada, contendo opcionalmente um estabilizante, e opcionalmente um surfactante. Exemplos de estabilizadores apropriados incluem hidróxidos de metal alcalino solúveis em água, ou misturas dos mesmos. Quando é utilizado um estabilizador, o estabilizador pode estar presente em quantidades de cerca de 0,1% a cerca de 5%, de cerca de 0,5% a cerca de 3% em peso da resina.

Opcionalmente, um surfactante pode ser adicionado ao meio de emulsão aquosa.

Após a emulsificação, composições de toner, podem ser preparadas pela agregação de uma mistura de uma resina, o primeiro corante e o segundo corante opcional de interesse, uma cera opcional e quaisquer outros aditivos desejados em uma emulsão, opcionalmente, com surfactantes, como descrito acima, e então opcionalmente coalescendo a mistura de agregados. A mistura pode ser preparada por adição de uma cera opcional ou outros materiais, que podem também ser opcionalmente em uma dispersão, incluindo um surfactante, à emulsão que compreende um material formador de resina e o primeiro e segundo corantes, a qual pode ser uma mistura de duas ou mais emulsões que contêm os reagentes requisitados. O pH da mistura resultante pode ser ajustado com um ácido, tal como, por exemplo, ácido acético, ácido nítrico ou semelhantes.

Após a preparação da mistura acima, geralmente é desejável formar partículas ou agregados maiores, muitas vezes medidos em micrômetros, das partículas menores a partir da reação de polimerização inicial, geralmente medidas em nanômetros. Um fator de agregação pode ser adicionado à mistura.

O fator de agregação pode ser adicionado à mistura a uma temperatura que está abaixo da temperatura de transição vítrea (T_g) da resina ou de um polímero.

O fator de agregação pode ser adicionado aos componentes da mistura para formar um toner em uma quantidade, por exemplo, de cerca de 0,1 parte por centena (pph) a cerca de 1 pph, de cerca de 0,25 pph a cerca de 0,75 pph.

Para controlar a agregação das partículas, o fator de agregação pode ser dosado na mistura ao longo do tempo. Por exemplo, o fator pode ser adicionado gradualmente à mistura ao longo de um período de cerca de 5 a cerca de 240 minutos, de cerca de 30 a cerca de 200 minutos.

O crescimento e formatação das partículas após a adição do fator de agregação podem ser realizados sob qual(is)quer condição(ões) adequada(s).

5 Pode-se permitir que as partículas agreguem até um tamanho de partícula desejado pré-determinado ser obtido. O tamanho das partículas pode ser monitorado durante o processo de crescimento. Por exemplo, amostras podem ser tomadas durante o processo de crescimento e analisadas, por exemplo, com um CONTADOR COULTER, para o tamanho médio de partícula. A agregação, assim, pode prosseguir mantendo a mistura, por exemplo, a temperatura elevada, ou elevando lentamente a temperatura, por exemplo, de 10 cerca de 40°C a cerca de 100°C, e retendo a mistura a essa temperatura durante cerca de 0,5 horas a cerca de 6 horas, enquanto se mantendo em agitação, para prover as partículas agregadas desejadas.

Uma vez que o tamanho final desejado das partículas ou agregados de toner é alcançado, o pH da mistura pode ser ajustado com base para um valor de 15 cerca de 6 a cerca de 10, de cerca de 6,2 a cerca de 7. O ajuste de pH pode ser usado para congelar, isto é, para parar o crescimento das partículas de toner. A base utilizada para parar o crescimento das partículas de toner pode ser, por exemplo, um hidróxido de metal alcalino. EDTA pode ser adicionado para auxiliar a ajustar o pH para o valor desejado.

20 As características das partículas do toner podem ser determinadas por qualquer técnica e aparelho adequados. Diâmetro da partícula médio em volume e desvio padrão geométrico podem ser medidos utilizando um instrumento, tal como um Beckman Coulter MULTISIZER 3, operado de acordo com as instruções do fabricante.

25 Depois da agregação, mas antes da coalescência, um revestimento de resina pode ser aplicado às partículas agregadas para formar um invólucro sobre as mesmas. Qualquer resina descrita aqui ou como é conhecida na técnica pode ser usada como o invólucro. Uma resina látex amorfa de poliéster sustentável, como aqui descrita, tal como uma compreendendo oligômeros de PET, um 30 poliéster/poliácido de base biológica ou ambos, pode ser incluída no invólucro. Em modalidades, uma resina látex amorfa de poliéster aqui descrita, tal como uma compreendendo oligômeros de PET, um poliácido/poliéster de base biológica ou ambos, pode ser combinada com uma resina diferente, e então adicionada às partículas como um revestimento de resina para formar um invólucro.

35 Uma resina de invólucro pode ser aplicada às partículas agregadas por qualquer método dentro do alcance daqueles versados na técnica.

A formação do invólucro sobre as partículas agregadas pode ocorrer durante o aquecimento a uma temperatura de cerca de 30°C a cerca de 80°C, de cerca de 35°C a cerca de 70°C. A formação do invólucro pode acontecer durante um período de tempo de cerca de 5 minutos a cerca de 10 horas, de cerca de 10 minutos a cerca de 5 horas.

O invólucro pode estar presente em uma quantidade de cerca de 1% em peso a cerca de 80% em peso, de cerca de 10% em peso, de cerca de 20% em peso a cerca de 35% em peso dos componentes de toner.

Após a agregação até um tamanho de partícula desejado e aplicação de qualquer invólucro opcional, as partículas podem ser então coalescidas para um formato final desejado, tal como um formato circular, por exemplo, para corrigir irregularidades de formato e tamanho, a coalescência sendo atingida, por exemplo, aquecendo a mistura a uma temperatura de cerca de 45°C a cerca de 100°C, de cerca de 55°C a cerca de 99°C, que pode ser igual ou superior à T_g das resinas usadas para formar as partículas de toner, e/ou reduzindo a agitação, por exemplo a partir de cerca de 1000 rpm a cerca de 100 rpm, de cerca de 800 rpm a cerca de 200 rpm. Coalescência pode ser conduzida durante um período de cerca de 0,01 a cerca de 9 horas, de cerca de 0,1 a cerca de 4 horas.

Opcionalmente, pode ser utilizado um agente de coalescência.

Em modalidades, o agente de coalescência (ou agente coalescente ou agente auxiliar de coalescência) evapora durante fases posteriores do processo de emulsão/agregação, tais como durante uma segunda etapa de aquecimento, isto é, em geral, acima da T_g da resina ou de um polímero.

Após a coalescência, a mistura pode ser esfriada à temperatura ambiente, tal como de cerca de 20°C a cerca de 25°C. O resfriamento pode ser rápido ou lento, como se desejar. Um método de resfriamento adequado pode incluir a introdução de água fria em uma camisa em torno do reator. Após resfriamento, as partículas de toner, opcionalmente, podem ser lavadas com água e então secas. A secagem pode ser realizada por qualquer método adequado para a secagem, incluindo, por exemplo, liofilização.

O toner pode incluir quaisquer aditivos de carga conhecidos em quantidades de cerca de 0,1 a cerca de 10% em peso, de cerca de 0,5 a cerca de 7% em peso do toner. Exemplos de tais aditivos de carga incluem haletos, bissulfatos, aditivos de potencialização de carga negativa, como por exemplo, complexos de alumínio, de alquil-piridínio, e semelhantes.

Moléculas de potencialização de carga podem ser usadas para conferir uma carga positiva ou negativa sobre uma partícula de toner. Exemplos incluem compostos de amônio quaternário, compostos de sulfato e sulfonato orgânicos, tetrafluoroboratos de cetil piridínio, metil sulfato de diestearil dimetilamônio, sais de alumínio e assim por diante.

5 As partículas de toner secas, exclusivas de aditivos de superfície externa, podem ter as seguintes características: (1) diâmetro médio em volume (também referido como "diâmetro de partícula médio em volume ") de cerca de 2,5 a cerca de 20 μm , de cerca de 2,75 a cerca de 10 μm , de cerca de 3 a cerca de 7,5 μm ,
10 (2) desvio padrão geométrico médio (GSDn) e/ou desvio padrão geométrico médio em volume (GSDv) de cerca de 1,18 a cerca de 1,30, de cerca de 1,21 a cerca de 1,24; e (3) circularidade de cerca de 0,9 a cerca de 1,0 (medida com, por exemplo, um analisador Sysmex FPIA 2100), de cerca de 0,95 a cerca de 0,985, de cerca de 0,96 a cerca de 0,98.

15 As partículas de toner assim formadas podem ser formuladas em uma composição reveladora. Por exemplo, as partículas de toner podem ser misturadas com partículas transportadoras para alcançar uma composição reveladora de dois componentes. A concentração de toner no revelador pode ser de cerca de 1% a cerca de 25%, em peso do peso total do revelador, de cerca de
20 2% a cerca de 15% em peso do peso total do revelador, com o restante da composição reveladora sendo o transportador.

Exemplos de partículas transportadoras para mistura com as partículas de toner incluem aquelas partículas que são capazes de triboeletricamente obter uma carga da polaridade oposta àquela das partículas de toner.

25 Em modalidades, as partículas transportadoras podem incluir um núcleo com um revestimento sobre o mesmo, que pode ser formado de um polímero ou uma mistura de polímeros que não estão em estreita proximidade ao mesmo nas séries triboelétricas, tais como aqueles como aqui descritos ou como conhecidos na técnica.

30 As partículas transportadoras podem ser preparadas por mistura do núcleo transportador com polímero em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 10%, em peso, de cerca de 0,01 a cerca de 3% em peso, com base no peso da partícula transportadora revestida, até a adesão do mesmo ao núcleo transportador ser obtida, por exemplo, por impacto mecânico e/ou atração
35 eletrostática.

Os toners ou reveladores podem ser utilizados para processos eletrostatográficos ou eletrofotográficos, qualquer tipo conhecido de sistema de revelação de imagem pode ser usado em um dispositivo de revelação de imagem.

Partes e porcentagens são em peso, salvo indicação em contrário. Tal
5 como aqui utilizado, RT refere-se a uma temperatura de cerca de 20°C a cerca de 30°C.

Exemplo 1: Despolimerização de garrafas de polietileno tereftalato usando propileno glicol

10 Garrafas PET vazias foram lavadas, secas e trituradas até um material granular de aproximadamente 3 mm por 3 mm por 1 mm de tamanho. O PET granular (500 g) foi carregado para um reator Hoppes 2L e propileno glicol (750 g) e um catalisador de acetato de zinco (2,5 g) foram adicionados ao reator. O reator foi fechado e a temperatura da camisa foi fixada em 213°C. O reator foi então pressurizado com nitrogênio a 200 kPaA e o agitador fixado em 50 rpm. Uma
15 válvula de agulha foi usada para manter um pequeno fluxo de nitrogênio para dentro do reator que transportou vapor de propileno glicol para o condensador de refluxo fixado em uma temperatura de camisa de 130°C. Propileno glicol condensado pôde, então, ser devolvido a partir do condensador de refluxo para o reator. A reação prosseguiu nestas condições durante 8 horas para produzir um
20 líquido límpido. A temperatura da camisa do reator foi reduzida à RT e o conteúdo foi deixado no reator durante a noite.

Exemplo 2: Produção de oligômeros de polietileno tereftalato reciclado ou de pré-polímero.

O conteúdo do reator foi reaquecido com uma temperatura da camisa
25 fixada em 213°C para destilar o propileno glicol durante 7 horas utilizando tanto purga de nitrogênio quanto, depois, vácuo. O impulsor de reator foi fixo para agitar a 3 rpm. O destilado de propileno glicol foi recuperado para reutilização na reação de despolimerização seguinte. Um pré-polímero que consiste agora essencialmente de PET oligomérico permaneceu no reator com um ponto de
30 amolecimento de 101°C, como medido por um aparelho de ponto de amolecimento Mettler Toledo. Análise por GPC mostrou um Mw de 3454 g/m, um Mn de 2058 g/m, um PDI de 1,67 e um Mz de 5162 g/m.

Exemplo 3: Produção de uma resina de toner

Oligômero de PET (365,85 g), anidrido trimelítico (25,9 g), anidrido
35 tetrapropenil succínico (72,2 g), e Fascat 4100 (butil(hidroxi)stannanona, 2,8 g) foram carregados num reator de Parr de 1L. A temperatura do reator foi fixada em

210 °C e uma purga de argônio foi aplicada que transportava água do processo de condensação para um condensador. A reação foi realizada durante 7 horas para produzir um polímero com um ponto de amolecimento de 121 °C. O conteúdo do reator foi descarregado e o reator foi resfriado.

- 5 A resina foi analisada e verificou-se ter uma Tg (no ou no começo) de 59,5 °C, um Mw de 20.800 daltons, um Mn de 3000 daltons, um Mz de 584.000 daltons, e um PDI de 6,9, valores similares àqueles de toner comercialmente disponível.

Exemplo 4: Resina Sustentável

- 10 Um reator de hoppers de 2 litros equipado com um agitador mecânico, um aparelho de destilação e válvula de drenagem de fundo foi carregado com 336 gramas de PETE reciclado (disponível de Reichhold, Mw=840), 64 gramas de 1,2-propileno glicol e 2 gramas de FASCAT 4100 (Arkema, Filadélfia, PA). A mistura foi aquecida durante um período de 3 horas a 185 °C e mantida durante uma hora
- 15 adicional. A essa mistura foram então adicionados 41 gramas de ácido succínico, 623 gramas de Resinal 830 (aduto de fumarato de breu), 16 gramas de glicerol e 53 gramas de 1,2-propileno glicol. A mistura foi então aquecida a 205 °C e a 30 kPa de pressão utilizando nitrogênio ao longo de um período de 2 horas e mantida durante um período adicional de 3 horas. A pressão foi então reduzida
- 20 para a atmosférica e a temperatura foi aumentada até 225 °C. A pressão foi então reduzida para -70 kPa durante um período de 1 hora e mantida até que o ponto de amolecimento da resina fosse 138 °C. A resina foi a descarregada em uma tina de metal e deixou-se resfriar até a temperatura ambiente. A resina teve uma Tg de 64 °C e um conteúdo biorrenovável ou de sustentabilidade de 67%, como
- 25 medido por análise de C¹⁴. O conteúdo de PET reciclado na resina foi de 32%, em peso, dando um total de conteúdo de sustentabilidade >90%.

- Uma emulsão da resina de poliéster amorfa sustentável de base biológica foi então preparada por dissolução de 100 gramas da resina em 100 gramas de metil etil cetona e 3 gramas de isopropanol. A mistura resultante foi então
- 30 aquecida a 40 °C com agitação, e à mistura foram adicionados, gota a gota, 5,5 gramas de hidróxido de amônio (solução aquosa a 10%), após o qual 200 gramas de água foram adicionados gota a gota durante um período de 30 minutos. A dispersão resultante foi então aquecida a 80 °C e a metil etil cetona foi destilada para resultar em uma dispersão sólida de 41,5 milímetros por cento do poliéster
- 35 sustentável em água. As partículas de emulsão de poliéster sustentável foram medidas para ter um diâmetro de 185 nm e 16,8% em peso em água.

Exemplo 5: Emulsão de resina sustentável

Um reator de hoppers de 2 Litros equipado com um agitador mecânico, aparelho de destilação e válvula de drenagem de fundo foi carregado com 604,8 gramas de ácido de breu desproporcionado (Arakawa, KR-614), 254,9 gramas de carbonato de glicerina e 1,14 gramas de 2-metilimidazol. A mistura foi aquecida a 175°C durante 6 horas, após as quais foram adicionados 168 gramas de PET reciclado (Reichhold, Mw=840), 56,8 gramas de 1,6-hexanodiol, 504 gramas de ácido isoftálico, 159,6 gramas de ácido dodecilsuccínico e 2 gramas de FASCAT 4100. A mistura foi aquecida durante um período de 3 horas a 205°C e mantida durante um período adicional de 3 horas. A mistura foi então aquecida a 225°C e a -70 kPa de pressão reduzida e mantida durante um período adicional de 3 horas, até que o ponto de amolecimento da resina fosse de 112°C. A resina foi descarregada para uma tina de metal e deixou-se resfriar à temperatura ambiente. A resina teve uma Tg de 57°C e um valor ácido de 12,1.

Uma emulsão de resina de poliéster sustentável foi então preparada por dissolução de 100 gramas da resina em 100 gramas de metil etil cetona e 3 gramas de isopropanol. A mistura resultante foi então aquecida a 40°C com agitação e à mistura foram adicionados, gota a gota, 5,5 gramas de hidróxido de amônio (solução aquosa a 10%), após o qual 200 gramas de água foram adicionados gota a gota durante um período de 30 minutos. A dispersão resultante foi então aquecida a 80°C e a metil etil cetona foi destilada para resultar em uma dispersão sólida de 41,5 milímetros por cento do poliéster sustentável de base biológica em água. As partículas de emulsão de poliéster sustentável foram medidas para ter 180 nm de diâmetro e 16,08% em peso em água.

Exemplo 6: Produção de toner

Em um béquer de vidro de 2 litros com uma barra de agitação magnética adicionaram-se 146 g de emulsão de resina sustentável do Exemplo 4 (16,08 por cento em peso), 9,27 g de uma emulsão de resina cristalina comercialmente disponível (35,17 por cento em peso), 14,49 g de dispersão de cera IGI (29,93 por cento em peso) e 16,37 g de pigmento ciano PB15:3 (17,21 por cento em peso). Separadamente, 0,84 g de $Al_2(SO_4)_3$ (27,85 por cento em peso) foram adicionados como flocculantes sob homogeneização. A mistura foi aquecida até 40,7°C para agregar as partículas enquanto se agitava a 700 rpm. O tamanho das partículas foi monitorado com um CONTADOR COULTER até que as partículas de núcleo atingissem um tamanho de partícula médio em volume de 4,49 μm com um GSDv de 1,29. Em seguida, 81,0 g da emulsão de resina sustentável do

Exemplo 4 foram adicionados como material de invólucro, resultando em partículas estruturadas em núcleo-invólucro com um tamanho médio de partícula de 6,28 μm , GSDv de 1,31. Depois disso, o pH da lama de reação foi aumentado para 7,59 utilizando solução de NaOH a 4 por cento em peso , seguida por 3,62 g de EDTA (39 por cento em peso) para congelar o crescimento de toner. Após a congelamento, a mistura da reação foi aquecida a 79,4°C para coalescência. O toner sofreu têmpera, resultando em um tamanho final de partícula de 7,27 μm , GSDv de 1,39. A lama do toner foi resfriada à temperatura ambiente, separada por peneiração (25 μM), filtração, seguida por lavagem e liofilizada.

10 Exemplo 7: Produção de toner

Em um béquer de vidro de 2 litros com uma barra de agitação magnética adicionaram-se 152,64 g da emulsão de resina sustentável do Exemplo 5 (16,08 por cento em peso), 9,27 g de uma emulsão de resina cristalina comercialmente disponível (35,17 por cento em peso), 14,49 g de dispersão de cera IGI (29,93 por cento em peso) e 16,37g de pigmento ciano PB 15:3 (17,21 por cento em peso). Separadamente, 0,84 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (27,85 por cento em peso) foram adicionados como floculante sob homogeneização. A mistura foi aquecida a 40,7°C para agregar as partículas enquanto se agitava-se a 700 rpm. O tamanho das partículas foi monitorado com um CONTADOR COULTER até que as partículas de núcleo atingissem um tamanho de partícula médio em volume de 4,51 μm com um GSDv de 1,28. Em seguida, 84,30 g da emulsão de resina sustentável do Exemplo 5 foram adicionados como material de invólucro, resultando em partículas estruturadas em núcleo-invólucro com um tamanho médio de partícula de 6,28 μm , GSDv de 1,31. Depois disso, o pH da lama de reação foi aumentado para 7,59 com solução de NaOH a 4 por cento em peso , seguida por 3,62 g de EDTA (39 por cento em peso) para congelar o crescimento de toner. Após a congelamento, a mistura da reação foi aquecida a 79,4°C para coalescência. O toner sofreu têmpera, resultando em um tamanho final de partícula de 6,87 μm , GSDv de 1,32. A lama do toner foi, então, resfriada à temperatura ambiente, separada por peneiração (25 μM), filtração, seguida por lavagem e liofilizada.

REIVINDICAÇÕES

1. Resina de toner de poliéster **caracterizada por** compreender um poliol de polietileno tereftalato (PET) despolimerizado, um diácido e um diol opcional, em que dito diácido compreende um diácido biodegradável, um diácido não biodegradável, ou ambos; dito diol opcional compreende um diol biodegradável, um diol não biodegradável ou ambos; dita resina de toner compreende ainda um poliol opcional, um poliácido opcional ou ambos, em que dito poliol opcional e dito poliácido opcional compreendem pelo menos três grupos funcionais; e dita resina de toner compreende um conteúdo de sustentabilidade de pelo menos cerca de 70%.

2. Resina de toner, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender um conteúdo de sustentabilidade de pelo menos cerca de 80%.

3. Resina de toner, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de dito poliol de PET compreender um peso molecular de cerca de 200 a cerca de 5000 g/mol.

4. Resina de toner, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de dito poliol de PET compreender um peso molecular de cerca de 600 a cerca de 2000 g/mol.

5. Partícula de toner, **caracterizada** por compreender a resina de toner de poliéster conforme a reivindicação 1, uma segunda resina amorfa opcional e uma resina cristalina opcional.

6. Partícula de toner, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada** pelo fato de dita segunda resina amorfa compreender um poliol de PET reciclado despolimerizado e um poliéster de base biológica ou reagente poliácido, compreendendo um conteúdo de sustentabilidade de pelo menos cerca de 70%.

7. Partícula de toner, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de dito poliol de PET compreender um peso molecular de cerca de 200 a cerca de 5000 g/mol ou de cerca de 600 a cerca de 2000 g/mol.

8. Partícula de toner, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada** pelo fato de dita resina cristalina compreender um poliol de PET reciclado despolimerizado, um diácido e um diol opcional, em que dito diácido compreende um diácido biodegradável, um diácido não biodegradável, ou ambos; dito diol opcional compreende um diol biodegradável, um diol não biodegradável ou ambos; e dita resina de toner compreende ainda um poliol opcional, um poliácido opcional ou ambos, em que dito poliol opcional e dito poliácido opcional compreendem pelo menos três grupos funcionais.

9. Partícula de toner, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada** por compreender um invólucro que compreende um poliol de polietileno tereftalato (PET) despolimerizado reciclado, um diácido e um diol opcional, em que dito diácido biodegradável compreende um diácido, um diácido não biodegradável, ou ambos; dito diol opcional compreende um diol biodegradável, um diol não biodegradável, ou ambos, e dita resina de toner compreende ainda um poliol opcional, um poliácido opcional ou ambos, em que dito poliol opcional e dito poliácido opcional compreendem pelo menos três grupos funcionais.
- 5
10. Partícula de toner, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada** pelo fato de dito poliol de PET compreender um peso molecular de cerca de 200 a cerca de 5000 g/mol, ou de cerca de 600 a cerca de 2000 g/mol.
- 10

RESUMO
TONER SUSTENTÁVEL

A presente divulgação descreve toner que é composto substancialmente por materiais biodegradáveis e reciclados.