



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

(21) PI 0719300-9 A2



(22) Data de Depósito: 21/11/2007
(43) Data da Publicação: 15/04/2014
(RPI 2258)

(51) Int.Cl.:
C08H 1/00
C08G 83/00
C08G 75/00
C08L 89/00

(54) Título: MATERIAL PLÁSTICO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 22/11/2006 NZ 551531

(73) Titular(es): Waikatolink Limited

(72) Inventor(es): Carmen Viljoen, Casparus Johannes Reinhard
Verbeek, Kim Pickering, Lisa Eunice Everett

(74) Procurador(es): Di Blasi, Parente, Vaz e Dias & Al.

(86) Pedido Internacional: PCT NZ2007000345 de
21/11/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/063088de
29/05/2008

Relatório Descritivo de Patente de Invenção Para "**MATERIAL PLÁSTICO**".

CAMPO TÉCNICO

Essa invenção se refere aos materiais plásticos e aos
5 métodos para produzi-los.

Mais especificamente, a presente invenção se refere aos materiais plásticos produzidos a partir de uma fonte protéica.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Os plásticos modernos são tipicamente produzidos a partir de fontes petroquímicas.

Os plásticos são geralmente compostos de polímeros, incluindo longas cadeias de unidades moleculares repetidas, ou monômeros. A grande maioria dos plásticos é composta de
15 polímeros somente de carbono, ou carbono combinado com oxigênio, nitrogênio, cloro ou enxofre na estrutura.

As propriedades do polímero podem ser alteradas pela introdução de diferentes grupos funcionais dentro ou na estrutura polimérica.

20 A história dos materiais plásticos originou-se com o desenvolvimento dos materiais naturais, tais como goma de mascar e laca. Esses materiais, entretanto, requerem gastos proibitivos e métodos intensos para isolar e manipular o produto natural.

Desenvolvimentos posteriores incluem o uso de materiais naturais quimicamente modificados, tais como borracha e nitrocelulose, e posterior ao uso de moléculas artificiais, tais como epóxi, cloreto de polivinila e polietileno.

5 O desenvolvimento de moléculas plásticas artificiais levou a um aumento mundial surpreendente no uso dos plásticos, para propósitos os mais variados possíveis, incluindo embalagem, tecnologias, tais como computadores, telefones celulares e muitas aplicações domésticas. Plástico é barato
10 e fácil de ser fabricado.

A principal característica dos polímeros que permite que ele seja tão amplamente usado é que alguns polímeros podem ser termoplásticos (ou plásticos) e outros podem ser termoajustáveis. Materiais termoplásticos são deformáveis,
15 eles se fundem em um líquido quando aquecidos até uma temperatura suficiente e se solidificam em estado sólido quando esfriados.

A maioria dos termoplásticos são polímeros de alto peso molecular cujas cadeias se associam através de fracas
20 forças de Van Der Waals, por exemplo, no polietileno; interações dipolo mais fortes e ligações de hidrogênio, por exemplo, no náilon; ou empilhamento de anéis aromáticos, por exemplo, no poliestireno.

Polímeros termoplásticos diferem dos polímeros

termoajustáveis. Enquanto polímeros termoplásticos podem ser repetidamente fundidos e esfriados, polímeros termoajustáveis, uma vez formados e curados, não irão refundir para permitir a remodelagem ou o reuso do material.

Polímeros termoplásticos ou termoajustáveis podem ser formados em um formato desejado por injeções em moldes, durante os seus estados líquidos ou fluidos, e quando esfriados a forma do molde é retida. Deste modo, eles podem ser facilmente usados para fazer uma ampla variedade de formas complexas.

A produção de termoplásticos a partir de fontes petroquímicas utiliza o seguinte método geral:

1. perfuração e transporte do petróleo para uma refinaria,
2. refinação de óleo bruto e de gás natural em etano, propano e outros produtos petroquímicos,
3. craqueamento de etano e propano em etileno e propileno usando fornos de alta temperatura,
4. adição de catalisador ao etileno ou propileno em um reator, resultando em um polímero em pó,
5. combinação do polímero em pó com aditivos (caso necessário) em um misturador contínuo,
6. alimentação do polímero em um extrusor, onde ele é

fundido,

7. resfriamento do plástico fundido, o qual é então alimentado em um pulverizador que corta o plástico resfriado em pequenos péletes,

5 8. despacho dos péletes para os clientes, e

9. clientes produzem produtos plásticos a partir dos péletes por vários métodos, incluindo extrusão, moldagem por injeção, moldagem por extrusão e sopro e moldagem giratória.

10 Embora o uso de fontes petroquímicas para produzir plásticos está avançando, ele apresenta várias desvantagens significativas, tanto ambientais quanto sociais. Estas incluem as seguintes:

15 Primeiramente, os plásticos se degradam muito lentamente. Isto leva a um grande acúmulo de rejeitos indesejáveis e não-tratáveis.

20 Apesar dos métodos estarem sendo levados a aumentar a taxa de quebra dos plásticos, tal como a incorporação de plásticos biodegradáveis ou materiais naturais, assim como amido está aumentando, isto de forma alguma atende ao consumo mundial, e o subsequente descarte dos itens plásticos.

O grande acúmulo de rejeitos também pode ser contrabalançado por reciclagem. Entretanto, a reciclagem de

plásticos não é fácil, e novamente inclui uma variedade de desvantagens significativas. Por exemplo, é difícil de automatizar a classificação de rejeitos plásticos, por exemplo, em tipo plástico ou cor, o uso de seleção manual é muito trabalhoso. Um fator complicador adicional é que enquanto muitos recipientes plásticos são feitos a partir de um único tipo e cor de plástico, os quais são relativamente fáceis de selecionar, muitos outros produtos, tais como telefones celulares, geralmente incluem muitas pequenas partes de diferentes tipos e cores de plásticos. Nessas situações, o tempo e recursos necessários para separar os plásticos para reciclagem excedem muito o seu valor de reciclagem.

Uma segunda desvantagem significativa dos materiais plásticos padrões são os seus efeitos ambientais. O grande tempo de quebra significa que se eles estiverem no ambiente eles podem atuar prejudicando a vida selvagem, por exemplo, os anéis plásticos os quais retêm 6 embalagens de latas, podem facilmente se enrolar nos pescoços e estrangular os pássaros e outros animais selvagens. O aumento dos rejeitos plásticos nos oceanos também pode levar ao transporte de pequenas espécies entre países, ou entre continentes. Isto pode levar à introdução de pestes invasivas ou indesejáveis em novas áreas.

Semelhantemente, a queima de material plástico pode, em alguns casos, liberar fumaças tóxicas as quais podem ser nocivas para as pessoas que trabalham ou moram na área, a qual novamente pode ser nociva e ser difícil de se livrar.

5 Também a produção de plásticos pode geralmente levar a grandes quantidades de poluentes químicos.

Uma terceira desvantagem significativa de plásticos petroquímicos é que as fontes de petróleo são naturalmente limitadas. Consequentemente, no futuro, é provável que isto
10 leve a um maior custo e a uma menor desejabilidade do uso desses compostos na atual escala.

O problema do uso de precursores à base de petróleo na produção de adesivos foi endereçado ao desenvolvimento de uma variedade de adesivos de proteína ou à base de proteína
15 de soja.

As proteínas são biopolímeros naturais. Os aminoácidos encontrados nas proteínas oferecem muitas interações químicas, devido às diferentes cadeias laterais funcionais. Ligações de hidrogênio, interações iônicas, interações
20 hidrofóbicas e ligações dissulfeto covalentes entre essas cadeias laterais fornecem, à proteína a sua estrutura natural. As proteínas são materiais versáteis; as propriedades dependem do conteúdo de aminoácidos e das modificações que são efetuadas para melhorar as

propriedades específicas. Aminoácidos reativos nas proteínas incluem os seguintes: amida (15 - 40%), ácidos (2 - 10%), neutros (6 - 10%), básicos (13 - 20%), contendo enxofre (0 - 3%) (De Graaf e Kolster, 1998).

5 Na indústria de materiais, essas diferentes cadeias laterais podem ser manipuladas e usadas para adicionar reticulações, proporcionando ao material produzido novas propriedades mecânicas. O processamento de adesivos, filmes, revestimentos ou outros materiais baseados em
10 proteínas requerem a quebra de ligações intermoleculares (covalentes e não-covalentes), dispondo as cadeias protéicas livres na forma desejada, e a seguir deixando a formação das novas ligações e interações intermoleculares estabilizarem a estrutura tridimensional. Cisteína, um
15 aminoácido contendo enxofre, foi descoberto como estando envolvido na reticulação covalente não-dissulfídica irreversível (lisinoalanina e outras) quando as proteínas são colocadas sob altas temperaturas, o que pode se tornar problemático no processamento (Barone e Dangaran et al.,
20 2006; Barone e Schmidt et al, 2006; De Graaf, 2000; Marion Pommet, 2003 e Singh, 1991).

Lisinoalanina é um reticulador covalente artificial que ocorre através da formação de desidroalanina e resíduos lys1 reativos ocorre, em sistemas alcalinos e aquecidos. As

ligações dissulfeto de cisteína formam desidrorresíduos em condições alcalinas, os quais são os precursores reativos para a lisinoalanina. Essas reticulações covalentes não-dissulfídicas, uma vez formadas, não se fundem ou se trocam em altas temperaturas (Mohammed et al., 2000). Ali, a formação em um sistema altamente protéico pode prevenir a formação de um material fundido com capacidade de fluxo.

A principal desvantagem do uso de fontes à base de proteína na produção de adesivos é que falta força adesiva e resistência à água.

Este assunto foi endereçado pelo uso de proteínas modificadas, tais como soja, por exemplo, conforme descrito no documento WO 00/08110, o qual descreve um método de uso de proteína de soja modificada para proporcionar um adesivo mais forte e com maior resistência à água.

Nos adesivos à base de soja descritos no documento WO 00/08110, as moléculas protéicas são dispersas, e deste modo parcialmente não-dobradas na dispersão. As moléculas não-dobradas aumentam a área de contato na adesão das moléculas protéicas em outras superfícies. A natureza não-dobrada das moléculas também as permite se emaranharem durante o processo de cura para proporcionar força de ligação adicional. Adesivos à base de soja contornam alguns dos problemas associados com produtos à base de petróleo;

eles fazem uso de proteínas de soja, as quais são ambientalmente amistosas e são derivadas de sojas, as quais são mais sustentáveis do que os recursos de petróleo.

As proteínas de soja, no documento WO 00/08110, são modificadas com um ou mais modificadores, incluindo por exemplo uréia, cloridrato de guanidina, SDS (dodecilsulfato de sódio) e SDBS (dodecilbenzenossulfonato de sódio) ou uma mistura desses.

O método revelado envolve a mistura dos modificantes, água e proteína de soja para formar uma pasta ou dispersão. Os modificadores atuam para desemaranhar as proteínas. Depois da mistura, a dispersão reagida pode ser imediatamente usada como um adesivo, ou pode ser liofilizada, moída em um pó e armazenada para uso posterior antes de ser reconstituída.

O documento WO 00/08110 revela temperaturas de reação entre 10 a 80 °C sob as quais a mistura é executada, entretanto, preferivelmente o processo de mistura ocorre em condições de temperatura e pressão ambientes.

Sangue bovino foi anteriormente usado como adesivo. O seu principal uso foi na produção de placas de chapas artificiais (Francis, 2000).

Uma desvantagem do uso de polímeros protéicos, a qual diminui a sua capacidade de uso, é que eles não têm as

propriedades mecânicas de polímeros derivados petroquímicos - isto confere a eles características imprevisíveis de processamento.

Outra desvantagem significativa dos polímeros
5 protéicos é o preço. Polímeros protéicos são
significativamente mais caros do que os polímeros derivados
de mercadorias petroquímicas. Este custo aumentado foi
suficiente no passado para proibir o uso da tendência atual
dos polímeros protéicos em adesivos.

10 O uso da proteína de soja para a produção de materiais
plásticos também, devido ao elevado requerimento de volume
para o material precursor, coloca um peso na fonte de
fornecimento. Isto pode reduzir a quantidade de soja para
produtos alimentícios.

15 As proteínas de soja também têm as mesmas desvantagens
mencionadas para os polímeros protéicos acima,
principalmente a falta de propriedades mecânicas e preço
elevado.

O trabalho de extrusão nas proteínas foi anteriormente
20 adotado para zeína e proteínas de soja. Estes foram
plastificados com ácido oléico, glicerol ou água. Pesquisa
exaustiva foi feita na farinha de glúten de milho (mistura
de várias proteínas encontradas no milho). Foi descoberto
que vários aditivos eram necessários para plastificar essas

proteínas, e que o material tinha força inferior em comparação com os equivalentes petroquímicos.

Poderia conseqüentemente, ser desejável fornecer um material plástico e um método de sua produção a partir de
5 uma fonte protéica renovável e sustentável de elevado volume e baixo custo com propriedades mecânicas suficientes.

Todas as referências, incluindo patentes ou pedidos de patente citados neste relatório descritivo são por meio
10 deste incorporados por referência. Não é feita nenhuma admissão de que qualquer referência constitui técnica anterior. A discussão das referências estabelece que seus autores declaram, e que os requerentes reservam o direito de desafiar a precisão e pertinência dos documentos
15 citados. Será claramente entendido que, embora uma variedade de publicações da técnica anterior sejam aqui referidas, essa referência não constitui uma admissão de que qualquer um desses documentos formam parte do conhecimento geral comum conhecido na técnica, na nova
20 Zelândia ou em qualquer outro país.

É entendido que o termo "compreende" pode, sob várias jurisdições, ser atribuído com um sentido tanto exclusivo quanto inclusivo. Para o propósito deste relatório descritivo, e a não ser que seja verificado ao contrário, o

termo "compreende" deve ter um significado inclusivo - isto é, que será tomado para significar uma inclusão não somente dos componentes listados que ele referencia diretamente, mas também outros componentes ou elementos não-especificados. Esta lógica será também usada quando o termo "compreendido" ou "compreendendo" é usada em relação a um ou mais passos em um método ou processo.

É um objeto da invenção endereçar os problemas anteriores ou pelo menos fornecer ao público uma escolha útil.

Outros aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão aparentes a partir da descrição resultante, os quais são dados somente a título de exemplo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com um aspecto da presente invenção, é fornecido um método de produção de um material plástico a partir de uma fonte protéica, o método sendo caracterizado pelas seguintes etapas:

i) tratar a fonte protéica com pelo menos um agente desnaturante para quebrar as interações entre as proteínas ou suas porções, e

ii) tratar a fonte de proteína desnaturada com pressão e temperatura suficiente para consolidar a fonte de proteína desnaturada em um material plástico.

Em uma modalidade preferida, o método de produção de um material plástico a partir de uma fonte protéica inclui a etapa adicional de:

5 iii) tratar ou adicionar à proteína desnaturada pelo menos um aditivo ou agente para controlar ou prevenir a formação de reticulações adicionais.

O termo material plástico deve ser tomado como significando qualquer substância que seja capaz de ser moldada, ou formada em um formato ou configuração desejada.

10 Preferivelmente, os materiais plásticos podem ter propriedades termoplásticas.

Em uma modalidade preferida, os materiais plásticos podem ser estáveis sob o uso normal, e maleáveis sob a temperatura e/ou condições de pressão corretas.

15 Por todo este relatório descritivo, o termo "tipo termoplástico" ou "termoplástico" deve ser tomado como significando que o produto será amaciado e fluir durante a aplicação de calor.

20 Alternativamente, os materiais plásticos podem ter propriedades termoajustáveis, e não ser capazes de replastificar uma vez formados e curados em uma forma.

Por todo este relatório descritivo, o termo "tipo termoajustável" ou "termoajustável" deve ser tomado como significando que o produto não irá amaciar e fluir na

aplicação de calor. Uma pessoa versada na técnica poderia entender que para isso ocorrer as reticulações entre proteínas adjacentes, ou suas porções, poderiam precisar ser quebradas.

5 Em uma modalidade preferida, a fonte protéica poderia ser derivada de animais.

Por exemplo, proteína descartada do processamento de carnes poderia ser usada, uma vez que esta é uma fonte barata e abundante de proteínas. Entretanto, isto não deve
10 ser visto como limitante, uma vez que em alguns casos material de origem vegetal poderia ser utilizado com a presente invenção, tal como soja.

Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína pode ser sangue, e deve ser referida como tal aqui.

15 Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína pode ser sangue total. Entretanto, este não deve ser limitante, uma vez que qualquer proteína contendo fração de sangue pode ser utilizada com a presente invenção.

Proteínas contendo frações de sangue podem incluir
20 hemácias isoladas, soro ou outras frações isoladas do sangue total.

Entretanto, o uso de sangue como fonte de proteína não deve ser visto como limitante. Uma variedade de outras proteínas de origem animal podem também ser utilizadas com

a presente invenção, por exemplo, caseína, ou farinha de pena, para nomear alguns.

Sangue total é uma fonte de proteína bruta preferida da presente invenção, uma vez que é um produto de rejeito
5 de grande volume dos abatedouros.

Somente na Nova Zelândia, 80.000 toneladas de sangue são coletadas anualmente com um subproduto da indústria de carne. Isto é tanto descartado quanto vendido como ração animal barata.

10 AS proteínas são responsáveis por aproximadamente 16 a 18% de sangue bruto, com 80% de conteúdo de água.

Em uma modalidade particularmente preferida, a fonte de proteína utilizada no método da presente invenção é farinha de sangue.

15 "Farinha de sangue" é sangue animal seco, geralmente bovino, o qual contém aproximadamente 80% de proteínas, com hemoglobina respondendo por 75% do conteúdo de proteína e proteínas plasmáticas correspondendo aos outros 25%. As proteínas plasmáticas consistem principalmente de albumina
20 solúvel em água (60%) e globulinas solúveis em sal (35%) e fibrinogênio (4%). A partir da literatura, farinha de sangue tem um alto conteúdo de lisina, e um conteúdo de cisteína de 1,4%, o qual está elevado.

Na maioria dos países do mundo o sangue de abatedouros

de animais e de processamento de carne tem que ser coletado e ser submetido a um tratamento adequado antes do descarte.

Dado o alto número de animais sendo sacrificados diariamente para atender às demandas de carne, o volume de sangue o qual deve ser descartado é considerável.

Ter que tratar e descartar o sangue como produto de rejeito aumenta o custo, trabalho, tempo e equipamentos necessários para o processamento da carne e do animal.

O alto volume de sangue que deve ser descartado proporciona uma fonte de proteína renovável e sustentável, barata, de grande volume e continuamente disponível.

Em uma modalidade preferida, o sangue pode ser sangue bovino, e deve ser referido como tal aqui.

Alternativamente, o sangue pode ser de outras espécies animais, tais como porcos, ovelhas, cabras, cavalos ou qualquer outro animal que tenha uma alta taxa de sacrifício ou de processamento da carne.

Em uma modalidade preferida, o sangue pode ser de um animal o qual conduz ao volume maior de sangue para ser descartado na área geográfica de uso.

O volume total de sangue produzido em um abatedouro ou instalação de processamento de carne é calculado a partir da quantidade de animais sacrificados multiplicado pelo volume de sangue por animal.

Por exemplo, na Nova Zelândia, e em muitos outros países ocidentais, o gado é somente uma das espécies de carne mais comuns. Gado tem um alto volume de sangue por animal, e uma elevada quantidade de gado sendo sacrificado e processado diariamente.

Alternativamente, em países tais como Nova Zelândia, os quais têm altas taxas de processamento e quantidades de ovelhas, o sangue de ovelhas pode ser usado com a presente invenção.

Entretanto, em outras áreas do mundo, onde gado (ou ovelhas) podem não ser as principais espécies de carne, ou que resultam no maior volume de rejeito de sangue, outros sangues de animais podem ser preferidos para uso com a presente invenção. Exemplos de outras espécies animais que podem ser utilizadas incluem porcos, galinhas, camelos, cabras ou cavalos.

Em uma modalidade alternativa, o sangue pode ser de uma combinação de duas ou mais espécies animais. Por exemplo, este pode ser o caso quando uma combinação de espécies animais está sendo processada em um abatedouro particular, ou quantidade do mesmo.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um material termoplástico, incluindo

uma fonte de proteínas, e

pelo menos um agente desnaturante,
caracterizado pelo fato de que a fonte de proteína é
sangue, ou uma fração do mesmo.

Em uma modalidade preferida, o material termoplástico
5 também pode incluir pelo menos um aditivo ou agente para
controlar ou prevenir a formação de reticulações.

Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína bruta
pode sofrer pelo menos uma etapa de tratamento a fim de
formar a fonte de proteína utilizada no método da presente
10 invenção.

Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína bruta
pode ser seca ou concentrada para formar a fonte de
proteína utilizada na presente invenção.

Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína pode
15 ter um alto conteúdo protéico.

Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína pode
ter um conteúdo de proteína de pelo menos 50%.

Em uma modalidade particularmente preferida, a fonte
de proteína pode ter um conteúdo de proteína de pelo menos
20 70%, e ainda mais preferivelmente um conteúdo de proteína
entre 80 e 90%.

Em uma modalidade particularmente preferida, a fonte
de proteína pode ter uma fonte de proteína de até
aproximadamente 90% e proteína. Deve ser observado que o

conteúdo de proteína irá depender da coleta e processamento da fonte de proteína antes do uso com a presente invenção.

Será percebido que os conteúdos protéicos fornecidos acima se referem à fonte protéica conforme utilizada no método da presente invenção. Um técnico do assunto poderia entender que isso poderia ser ou a fonte de proteína bruta (caso o seu conteúdo de proteína seja suficiente) ou fonte de proteína bruta tratada, a qual, por exemplo, tenha sido seca ou concentrada.

10 No caso onde a fonte de proteína é sangue, ou uma fração derivada de sangue, então a fonte de proteína será preferivelmente sangue seco/fração de sangue ou sangue/farinha de fração de sangue.

Em uma modalidade preferida, a fonte de proteína pode ser sangue total seco; isto consiste de quase 90% de proteína.

Será percebido por um técnico versado no assunto que o sangue total, tal como coletado de um animal ou abatedouro, tem um conteúdo protéico de aproximadamente 16%. Quando este é seco, o conteúdo protéico é aumentado para aproximadamente 80 a 90%, pela remoção de água, o que compõe o balanço do sangue total como coletado.

20 Como outro exemplo, farinha de glúten contém aproximadamente 70% de proteína, novamente isto poderia ser

considerado como sendo um alto conteúdo protéico.

Em uma modalidade preferida, a fonte protéica poderia ser predisposta a formar uma quantidade suficientemente alta de número de reticulações ou interações com proteínas adjacentes, ou outras porções na mesma proteína para formar um material forte, porém ainda tipo termoplástico.

Em algumas modalidades, o termo alta quantidade de reticulações pode ser tomado para significar reticulações suficientes para formar pelo menos um produto termoplástico, e se maior, um produto termoajustável.

Os presentes inventores demonstraram indiretamente que pela limitação ou redução da quantidade de reticulações as quais se formam no produto, as suas propriedades podem ser controladas, resultando em um produto com propriedades tipo termoplásticas ou termoajustáveis. Isto é demonstrado pelos dados de absorção de água fornecidos na seção melhores formas.

O termo interações entre proteínas, conforme aqui utilizado, deve ser tomado para incluir qualquer interação proteína-proteína, a qual contribui para a ligação ou estrutura protéica. Interações podem incluir, porém não estão limitadas, a ligações dissulfeto, ligações de hidrogênio, interações eletrostáticas, forças de Van Der Walls, interações iônicas e interações hidrofóbicas.

Será percebido por um técnico versado no assunto que proteínas de origem animal, especialmente aqueles do sangue, têm um conteúdo de proteínas muito alto, e são predispostas a formar uma alta quantidade de reticulações.

5 Por esta razão, as proteínas de origem animal têm se mostrado muito difíceis de processar.

É bem conhecido um técnico versado no assunto, e na atual literatura, que sangue e proteínas derivadas do sangue são difíceis de serem processadas.

10 Trabalho anterior empreendido com proteínas sanguíneas, em que a experimentação considerando a extrusão de proteínas sanguíneas sob condições alta temperatura de 180 °C foi tomada, levou à conclusão de que essas proteínas não são capazes de serem termoplasticamente processadas
15 (Areas, 1992).

Uma vantagem significativa do produto e processo da presente invenção é que permite que um produto tipo termoplástico, o qual irá amaciar, fluir e ser re-moldável, seja produzido a partir de uma fonte protéica, tal como
20 proteínas sanguíneas.

A presente invenção permite um material maleável e extrusável, o qual é capaz de ser reformado e consequentemente facilmente reciclado para ser produzido a partir de uma fonte protéica barata e de grande volume, tal

como sangue.

Isto é algo que não foi ainda alcançado com proteínas do sangue, e proporciona um avanço significativo no campo de produção de plásticos naturais.

5 Os requerentes antecipam que outras proteínas de origem animal, tal como caseína, também poderiam ser usadas com a presente invenção. Entretanto, estas não são a fonte de proteínas preferida devido ao custo elevado.

10 É antecipado pelos atuais inventores que quanto maior a capacidade das proteínas de reformar reticulações durante o processo de produção, mais frágeis o material plástico resultante será, e maiores são as propriedades termoajustáveis que o produto terá.

15 Os presentes inventores descobriram que o uso de agentes desnaturantes particulares e aditivos no processamento das proteínas sanguíneas permite que um material plástico mais flexível seja produzido. Isto é devido ao uso potencial de aditivos apropriados para limitar ou proibir a formação de reticulações durante o
20 processo de fabricação, e deste modo formar um produto com mais propriedades tipo termoplásticas.

Consequentemente, na seleção de uma fonte protéica, o produto final, a força e flexibilidade do mesmo devem ser consideradas.

Em uma modalidade preferida, a fonte protéica pode ou não estar na forma de células inteiras.

Se a fonte protéica estiver na forma de células inteiras, uma etapa inicial de lise pode ser necessária; isto é discutido em maiores detalhes posteriormente. A discussão a seguir se refere às proteínas as quais não estão nas células inteiras, ou que já foram tratadas para remover ou lisar a membrana celular (no caso de células animais) e a parede celular e a membrana (no caso de células vegetais).

Será percebido por um técnico versado no assunto que se a fonte de proteína bruta, tal como sangue total, for submetida a uma etapa de tratamento, tal como secagem ou concentração para formar a fonte protéica utilizada no método da presente invenção; esta etapa pode também atuar para/resultar na lise celular. Nesta situação, o tratamento adicional para lisar células poderia não ser necessário.

Em uma modalidade preferida, a fonte protéica pode estar em uma de qualquer quantidade de formas físicas antes do processamento.

Por exemplo, a fonte protéica pode estar em um líquido ou fase aquosa antes de e/ou depois do agente desnaturante ser adicionado.

Entretanto, isto não deve ser visto como limitante,

uma vez que a fonte protéica pode também estar em uma forma tipo seca, pulverizada, sólida, em pasta ou semelhante a gel antes de e/ou após a adição do agente desnaturante.

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante
5 pode ser qualquer agente o qual resulte na desnaturação das proteínas em uma proteína menos estruturada ou dobrada do que a proteína original.

Por todo o relatório descritivo, o termo "desnaturar" deve ser admitido como significando que a proteína tem uma
10 perda de ordem estrutural de pelo menos parte da estrutura protéica secundária, terciária ou quaternária. Isto pode incluir a quebra da reticulação ou interações, tais como pontes dissulfeto, forças eletrostáticas, ligações de hidrogênio e outras interações protéicas, tais como forças
15 de Van Der Waals, ou quaisquer outras interações proteína-proteína entre diferentes porções de uma estrutura protéica ou proteínas adjacentes.

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante pode atuar para romper ou quebrar todas as interações
20 proteína-proteína, de modo que a proteína esteja em uma configuração de estrutura secundária, ou totalmente desdobrada, e deve ser referida aqui como tal.

Entretanto, isto não deve ser visto como limitante, uma vez que em algumas situações pode ser desejável para a

proteína reter parte de sua estrutura secundária, terciária ou quaternária.

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante pode ser uma combinação de dois ou mais agentes
5 desnaturantes, e deve ser referido aqui como tal.

Em uma modalidade preferida, um dos agentes desnaturantes pode ser sulfito de sódio ou um equivalente funcional deste.

Sulfito de sódio é conhecido por romper ligações
10 dissulfeto. Outros agentes redutores podem ser usados. Entretanto, estes são nocivos e tóxicos, o âmbito não sendo adequado para um material satisfatório sob um ponto de vista ambiental.

Sulfito de sódio é adicionado às proteínas para clivar
15 ligações dissulfeto que produzem agregados maiores insolúveis mesmo em uréia (Areas, 1992).

A literatura revela que soluções de sulfito de sódio produziram os melhores resultados na extrusão de proteínas, conforme medido pelo decréscimo na viscosidade do material
20 extrusado, quando usado em 3-4% da concentração protéica (Zhang et al 1998; Mizani et al, 2005; Orliac et al, 2003; Barone e Schmidt et al, 2006).

Uréia, sulfito de sódio, ácido metabissulfitossulfúrico e amônia podem ser todos

considerados como conservantes (portanto, antioxidantes) para o sangue (Francis, 2000).

Em uma modalidade preferida, um dos agentes desnaturantes pode ser uréia ou um equivalente funcional do mesmo.

Uréia é um desnaturante, assim como um conservante no sangue. Consequentemente pode ser possível substituir uréia com qualquer outro composto tendo essas funcionalidades.

Acredita-se que a adição de uréia às proteínas para romper as interações não-covalentes (ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas e eletrostáticas) (Areas, 1992). Geralmente, é eficaz somente em altas concentrações (≥ 8 M) (Lapanje, 1978).

Deve ser percebido que uma vantagem de usar um composto o qual é um conservante é que ele também pode agir como um antioxidante.

Uréia, SDS e ácido sulfúrico também são desnaturantes.

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante pode ser uma combinação de sulfito de sódio, ou um equivalente funcional seu, e uréia, ou um equivalente funcional seu.

Em outra modalidade preferida, um dos agentes desnaturantes pode ser SDS, ou um equivalente funcional do mesmo.

Dodecilsulfato de sódio, também chamado de laurilsulfato de sódio, tem a estrutura de uma longa cadeia acíclica contendo um grupo sulfato carregado (Whitford, 2005). Dodecilsulfato de sódio (SDS) é um detergente iônico. Detergentes, por definição, desdobram proteínas e são agentes solubilizadores de proteínas eficazes. Detergentes em geral podem se ligar assimetricamente às proteínas, causando incertezas nas comparações de peso molecular. Um detergente iônico ligado à proteína poderia alterar a carga aparente, e deste modo o foco isoelétrico (Zewert et al., 1992).

SDS se liga a quase todas as proteínas que destroem a conformação natural (Whitford, 2005). Sabe-se que ele rompe as interações hidrofóbicas (Boye et al., 2004). SDS faz com que as proteínas se desdobrem, se tornem altamente negativamente carregadas e formem micelas protéicas tipo bastão (Whitford, 2005).

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante pode ser qualquer combinação de sulfito de sódio, ou de um equivalente funcional do mesmo, e SDS, ou um equivalente funcional do mesmo.

Em uma modalidade particularmente preferida, o agente desnaturante pode ser uma combinação de sulfito de sódio, ou um equivalente funcional do mesmo, SDS ou um equivalente

funcional do mesmo, e uréia, ou um equivalente funcional da mesma.

É antecipado pelo requerente que enquanto a temperatura e a pressão podem atuar como agentes desnaturantes na presente invenção, estes, caso usados com este propósito, poderiam precisar ser combinados com a desnaturação química, usando substâncias químicas, tais como aquelas descritas acima.

Em uma modalidade preferida, sulfito de sódio é usado com SDS e/ou uréia.

Em uma modalidade preferida, a fonte protéica, por exemplo, proteína de sangue total seca, pode compor pelo menos 20% (em peso) dos componentes na mistura para o processamento.

Em uma modalidade preferida, a fonte protéica pode estar presente em uma faixa substancialmente entre 20 e 90 por cento do peso da mistura para processamento.

Em uma modalidade preferida, a fonte protéica pode estar presente dentro de uma faixa substancialmente entre 45 e 55 por cento em peso da mistura para processamento.

Faixa de peso total %

BM	Uréia	Água	SS	SDS
Min 46,73%	Min 2,51%	Min 12,99%	Min 0,47%	Min 1,45%

Máx 77,52%	Máx 13,89%	Máx 42,33%	Máx 3,03%	Máx 7,35%
------------	------------	------------	-----------	-----------

Em uma modalidade preferida, sulfito de sódio pode estar presente substancialmente entre 1 e 10 por cento do peso da mistura para processamento.

Em uma modalidade preferida, sulfito de sódio pode
5 estar presente substancialmente entre 1 e 4 por cento do peso da mistura para processamento.

Em uma modalidade preferida, uréia pode estar presente substancialmente entre 0 e 30 por cento do peso da mistura para processamento.

10 Em uma modalidade preferida, uréia pode estar presente substancialmente entre 15 e 25 por cento do peso da mistura para processamento.

Em uma modalidade preferida, agente desnaturante suficiente (SDS) pode ser fornecido para impulsionar a
15 reação até o completamente e, na maioria das modalidades, todos os três desnaturantes estão incluídos.

Em uma modalidade preferida, SDS pode estar presente substancialmente entre 0 e 10 por cento do peso da mistura para processamento.

20 Em uma modalidade preferida, SDS pode estar presente substancialmente entre 0,5 e 25 por cento do peso da mistura para processamento.

Em uma modalidade preferida, o restante da mistura

para processamento será composto de água.

Em uma modalidade preferida, água pode estar presente acima de substancialmente 20% (peso/peso de farinha de sangue) e preferivelmente em aproximadamente 60% (peso/peso de farinha de sangue), o que é aproximadamente 30% do peso total.

Em uma modalidade preferida, água pode estar presente substancialmente entre 5 e 50 por cento do peso da mistura para processamento.

10 Deve ser percebido que as concentrações acima somente são exemplos, e podem diferir dependendo da combinação de agentes desnaturantes usada na preparação.

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante pode estar em uma solução aquosa.

15 Acredita-se que uréia seja intercambiável com SDS quando usada em combinação com um agente redutor. Estes podem atuar por um mecanismo semelhante; entretanto, isto não foi confirmado. O requerente acredita que o mesmo produto possa ser obtido quando qualquer um desses aditivos
20 é usado na produção; entretanto, isto pode ter algumas propriedades diferentes, tais como força, fragilidade, plasticidade ou outras propriedades químicas ou físicas.

O requerente antecipa que a combinação de agentes desnaturantes utilizada na presente invenção resulta no

rearranjo das interações entre as moléculas protéicas, o que leva a diferentes estruturas, o que faz com que as proteínas do sangue sejam mais processáveis.

Em uma modalidade preferida, o agente desnaturante
5 pode atuar para quebrar a estrutura secundária e/ou terciária e/ou quaternária de, ou entre as proteínas, entretanto, preferivelmente, eles não atuam para clivar a sequência de aminoácidos da proteína primária (peptídeo).

Entretanto, isto não deve ser visto como limitante,
10 uma vez que em algumas modalidades algumas clivagens da fonte protéica podem ser desejáveis. Isto pode incluir a quebra das ligações dissulfeto entre proteínas adjacentes, ou suas porções.

A clivagem das ligações dissulfeto ou peptídicas de
15 pelo menos uma porção da fonte protéica pode aumentar a força das propriedades desejadas dos materiais plásticos, tal como maleabilidade e facilidade, ou a falta destas. Isto pode resultar ou diretamente da ação de clivagem, ou quando aditivos adicionais, tais como plastificantes, são
20 incluídos na mistura de processamento.

Em uma modalidade preferida, pelo menos parte dos agentes desnaturantes utilizados também podem atuar para controlar ou prevenir a formação de reticulações durante a reconstituição da fonte protéica em materiais plásticos, e

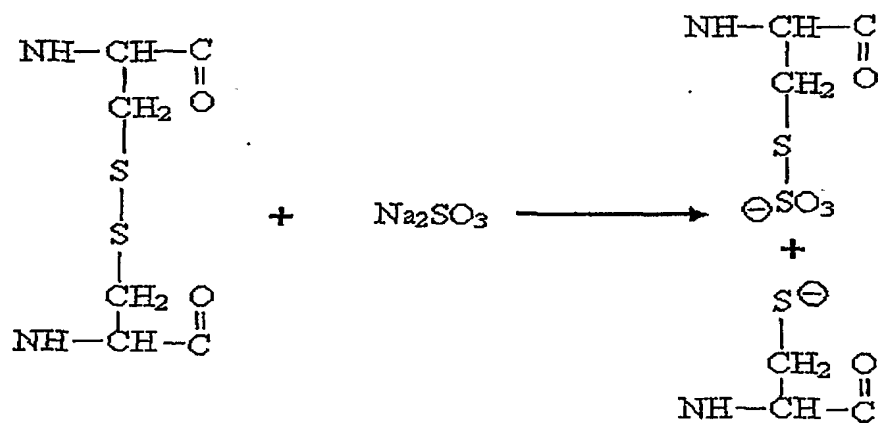
deve ser referido como tal aqui.

Em uma modalidade alternativa, aditivos adicionais podem ser utilizados para controlar ou prevenir a formação de reticulações durante a reconstituição da fonte protéica em materiais plásticos.

Em uma modalidade preferida, sulfito de sódio pode ser o agente desnaturante, o qual atua para controlar ou prevenir a formação de reticulações.

Consequentemente, em modalidades preferidas, a mistura a ser processada pode conter uma quantidade suficiente de sulfito de sódio para prevenir ou controlar a reticulação.

Sulfito de sódio é conhecido por atuar na quebra ou clivagem de ligações dissulfeto entre as proteínas ou suas porções pela seguinte reação:



Sulfito de sódio está ligado nesse processo. Entretanto, o uso de excesso de sulfito de sódio pode atuar para prevenir (ou quebrar uma vez formada) quaisquer novas

ligações dissulfeto sendo formadas.

5 Acredita-se que sulfito de sódio também previna a formação de reticulações entre cisteína e/ou serina com lisina, o que ocorre em condições alcalinas na presença de calor.

 Cisteína, um aminoácido contendo enxofre, é considerado como estando envolvido na reticulação covalente irreversível não-dissulfídica (lisinoalanina e outros) quando as proteínas são colocadas sob altas temperaturas.

10 Lisinoalanina é uma reticulação covalente artificial que ocorre através da formação de desidroalanina e resíduos lys1 reativos ocorrem, em sistemas alcalinos e aquecidos. Ligações dissulfeto de cisteína formam desidrorresíduos em condições alcalinas, os quais são os precursores reativos

15 para lisinoalanina. Essas reticulações não-dissulfídicas covalentes, uma vez formadas, não se fundem ou permutam em altas temperaturas (Mohammed et al., 2000). Neste respeito, a formação em um sistema altamente protéico pode prevenir a formação de um material fundido com capacidade de fluxo.

20 Em uma modalidade preferida, a formação de materiais plásticos pode ser devido à formação de interações secundárias desejáveis entre proteínas adjacentes, ou suas porções. Por exemplo, a literatura atualmente mostra que a reconfiguração de uma estrutura protéica a partir de uma

estrutura em alfa-hélice para a estrutura de folha beta a torna mais processável - isto é, as interações foram quebradas e outras interações foram formadas durante o processamento.

5 As propriedades dos materiais plásticos resultantes são dependentes nos agentes desnaturantes utilizados e das condições sob as quais ocorre a consolidação. Esses fatores irão influenciar se os materiais plásticos são macios e maleáveis, isto é, tipo termoplástico, ou duros e
10 quebradiços, isto é, tipo termoajustáveis.

 Por toda esta descrição, o termo consolidar deve ser tomado como significando que a solução de proteína desnaturada se torna sólida ou firme na forma de um material plástico.

15 Em uma modalidade preferida, a solução de proteínas desnaturada pode ser consolidada pelo tratamento com uma combinação de alta temperatura e alta pressão.

 É antecipado que a temperatura e pressão proporcionam um efeito sinérgico além dos agentes desnaturantes
20 discutidos acima. Isso permite que as fontes protéicas, as quais não foram ainda previamente processadas em materiais plásticos, sejam utilizadas.

 É antecipado que a pressão contribui para a consolidação pelo aumento da proximidade entre as proteínas

desnaturadas. Isto contribui e facilita a reformação de interações proteína-proteína requeridas para consolidar a proteína desnaturada no produto final - um material plástico.

5 Outro resultado da elevada pressão pode ser que ela contribui para a desnaturação de proteínas, deste modo expondo os grupos protéicos apropriados e as cadeias laterais para interação com outras proteínas adjacentes, ou suas porções.

10 É antecipado que temperaturas elevadas também facilitam a reformação de reticulações e interações proteína-proteína.

Altas temperaturas foram anteriormente demonstradas como causadoras ou intensificadoras da reticulação ou
15 interação entre as proteínas do sangue.

Em uma modalidade preferida, a temperatura necessária para a consolidação da fonte de proteína desnaturada pode ser maior do que a temperatura de ativação ou energia requerida para a reação química.

20 Também é antecipado que altas temperaturas podem reduzir a viscosidade do sistema, o que por sua vez faz com que os componentes reajam entre si com mais facilidade.

Em uma modalidade preferida, a temperatura requerida para a consolidação da fonte de proteína desnaturada pode

ser de pelo menos aproximadamente 80 °C.

Em uma modalidade preferida, a temperatura utilizada para a consolidação da fonte de proteína desnaturada usando ou extrusão ou moldagem por injeção pode ser menor do que
5 ou substancialmente 120 °C.

Em uma modalidade preferida, a temperatura pode ser de 115 °C.

Deve ser apreciado que a temperatura usada pode depender do método utilizado para extrusar ou moldar o
10 material plástico. Por exemplo, temperaturas mais baixas poderiam provavelmente ser utilizadas em um extrusor do que em comparação com a moldagem por injeção. Isto é devido à capacidade da água de sair do sistema como vapor, o que não é possível durante a moldagem por injeção.

15 Devido à água sendo utilizada como um plastificante, diferentes propriedades do material plástico poderia também ser obtida para diferentes condições em diferentes métodos.

Em uma modalidade preferida, o material plástico da presente invenção pode ser moldado usando um sistema
20 fechado, tal como moldagem por injeção, ao invés de um sistema aberto, tal como um extrusor.

Por exemplo, usando dos mesmos componentes, a moldagem por injeção resultou em propriedades mais desejáveis. Isto pode ser devido à presença de água "superaquecida" e maior

pressão do que a que pode ser obtida em um extrusor. Em um extrusor, água aquecida pode ser perdida como vapor e a maior parte da pressão é devido à contrapressão.

O molde de injeção não pode tomar material em pó
5 somente material granulado. Consequentemente, a moldagem por injeção ocorre após a extrusão.

Em uma modalidade preferida, a pressão necessária para a consolidação da fonte de proteína desnaturada pode ser de pelo menos aproximadamente 5 MPa.

10 Em uma modalidade preferida, a pressão pode ser de aproximadamente 3 MPa.

Pressão deste nível é desejável, uma vez que ela força os componentes a se aglomerarem uns com os outros, e este é especialmente o caso quando a viscosidade da mistura de
15 processamento é alta. A pressão utilizada pode também afetar a reformação das ligações dissulfeto. Isto pode ser devido à proximidade aumentada das proteínas ou suas porções, ou à presença de água em maior temperatura e pressão.

20 Deve ser observado que em processos, tais como termoformação (tal como, moldagem por compressão), existe uma relação entre a temperatura e a pressão necessárias. Por exemplo, conforme a temperatura é abaixada, uma maior pressão é requerida. Isto é devido à mistura de

processamento com uma maior viscosidade em temperaturas mais baixas, a mistura requerendo conseqüentemente maiores pressões.

Deve ser notado que a consolidação resulta da formação
5 de reticulações ou interações proteína-proteína. Estas podem ser ou incluir qualquer interação proteína-proteína normal entre as moléculas.

Em uma modalidade preferida, a mistura ou pasta de processamento de proteínas desnaturadas pode ter
10 temperatura e pressão aumentada aplicadas em uma prensa aquecida, ou em um aparelho de moldagem, tais como aqueles para extrusão ou moldagem por injeção. Entretanto, isto não deve ser visto como limitante, uma vez que qualquer outro método conhecido por um técnico versado no assunto pode ser
15 utilizado com a presente invenção.

Se a reticulação na mistura pode ser controlada ou impedida durante a consolidação, também é possível usar outros métodos de moldagem plástica, por exemplo, extrusão.

Em uma temperatura e pressão suficientes, a pasta de
20 proteína desnaturada se solidifica em um material plástico.

Até agora, a experimentação do requerente demonstrou que os materiais plásticos resultantes podem ser tanto um produto de material plástico tipo termoplástico, o qual pode ser remodelado e extrusado, quanto um produto de

material plástico tipo termoajustável, o qual não amacia quando é reaquecido.

O requerente acredita que isto pode ser controlado ou alterado pelo controle da quantidade de reticulações, as
5 quais são reformadas durante a consolidação.

Por exemplo, se menos reticulações formam o produto, pode haver mais propriedades termoplásticas. Alternativamente, esta propriedade pode ser devida a uma forma particular de reticulação ou interação sendo mais
10 prevalente.

Por exemplo, uma maior quantidade de ligações dissulfeto pode proporcionar maiores propriedades termoajustáveis do que se uma interação mais fraca fosse mais prevalente, por exemplo, forças de Van Der Waals. Isto
15 é devido à natureza irreversível de ligações dissulfeto, em comparação com outras interações as quais podem ser rompidas pelo aumento da temperatura, ou alternativamente a adição de plastificantes.

Ao controlar a reformação de reticulações, é
20 antecipado que isto pode ser feito controlando as pontes dissulfeto entre as proteínas ou suas porções.

A força do produto final é, em parte, fornecida pela reformação da reticulação, tais como ligações dissulfeto e interações secundárias.

Em uma modalidade preferida, a formação de reticulações e interações protéicas durante a consolidação podem ser controladas pela adição de substâncias químicas, as quais previnem a formação dessas interações.

5 Acredita-se que a formação de reticulações seja controlada e/ou prevenida principalmente pela ação dos agentes químicos desnaturantes, tais como sulfito de sódio. Ligações dissulfeto, as quais são uma das principais formas de reticulações controladas, podem ser quebradas pelo
10 aumento do calor. Entretanto, o calor requerido para quebrar também poderia levar à quebra das ligações peptídicas. Isto é indesejável durante o processo de consolidação.

Entretanto, isto não deve ser visto como limitante,
15 uma vez que o controle e/ou prevenção da reticulação pode ser através de meios físicos, ou uma combinação de meios físicos e químicos. Deve ser notado que as condições precisam ser escolhidas apropriadamente para minimizar as reações secundárias, tais como reticulação através dos
20 aminoácidos de cisteína e serina.

Em algumas modalidades, pelo menos outro aditivo pode ser adicionado à pasta protéica para resultar em um produto tipo termoplástico.

Aditivos adicionais podem incluir, porém não estão

limitados, ao glicerol, PEG, ácido oléico ou outros plastificantes comuns.

A adição de plastificantes, tais como esses, pode também resultar em uma menor quantidade de água necessária.

5 Água torna difícil a análise do material, e também água pode evaporar alterando as propriedades mecânicas do material. Menos água, mais duro é o material.

Os inventores, entretanto, demonstraram nos dados fornecidos que plastificantes padrões não são requeridos, 10 proporcionando deste modo uma vantagem significativa ao material plástico da presente invenção.

Os inventores acreditam que os agentes desnaturantes utilizados, tais como uréia e SDS, embora possam ser usados como plastificantes em outros casos, não atuem dessa forma 15 na presente invenção por si só. A presente invenção requer o uso de agentes desnaturantes e água, os quais agem como um plastificante.

Em uma modalidade preferida, os materiais plásticos podem ser biodegradáveis.

20 Deve ser observado por um técnico versado no assunto que se o produto não for particularmente biodegradável devido à alta reticulação ou outras razões, então a biodegradabilidade pode ser induzida pela adição de pelo menos um aditivo químico, o qual pode prevenir a formação

de ligações dissulfeto.

Em uma modalidade preferida, se a fonte protéica contiver células inteiras, o método também pode incluir um grupo inicial de lise celular.

5 Em uma modalidade preferida, qualquer agente de lise adequado pode ser utilizado com este propósito, tal como SDS ou alquilbenzenossulfonato linear (LAS).

Em uma modalidade preferida, as etapas de lise de células inteiras (caso necessário) e as proteínas
10 desnaturantes, incluindo a quebra de ligações dissulfeto, são adotadas quando a proteína está em uma pasta ou estado fluido. Em uma modalidade preferida, água é usada para formar a pasta ou estado fluido.

Em algumas modalidades, os agentes de lise e
15 desnaturantes podem ser adicionados substancialmente simultaneamente. Alternativamente, a lise das células inteiras pode ser tomada como uma etapa inicial.

É antecipado que os agentes de lise e/ou desnaturantes não precisarão ser removidos da mistura reacional antes da
20 consolidação.

Em algumas modalidades, o material plástico pode ser reforçado pela adição das fibras à pasta protéica antes do tratamento com temperatura e pressão.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, é

fornecido um material plástico produzido substancialmente pelo método aqui descrito.

É antecipado que os materiais plásticos podem ser usados para uma ampla variedade de propósitos, por exemplo, máquinas de semeadura, e como um material genérico para construções, paletas, etc.

O material plástico à base de proteína da presente invenção tem uma variedade de vantagens significativas em relação aos materiais plásticos atuais, incluindo as seguintes:

- Ele utiliza uma fonte protéica barata e de grande volume,
- Ele permite a produção de um produto termoplástico, o qual não necessita da adição de plastificantes,
- Ele é ambientalmente amigável,
- Ele reduz o volume de material plástico à base de petróleo necessário,
- Ele é um método, o qual pode ser prontamente industrializado.

20 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Outros aspectos da presente invenção se tornarão aparentes a partir da seguinte descrição, a qual é dada somente a título de exemplo e com referência aos desenhos

associados, nos quais:

Figura 1 mostra um gráfico da "extrusabilidade" de uma mistura de farinha de sangue e de três desnaturantes, sulfito de sódio, SDS e uréia, tanto sozinha quanto em
5 combinação; e

Figura 2 mostra um gráfico da absorção de água de amostras extrusadas e moldadas por injeção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A experimentação inicial empreendida pelos inventores
10 mostrou a produção de um material plástico com propriedades substancialmente termoajustáveis. Isto é mostrado na Seção 1. A experimentação adicional mostrou a possibilidade de produzir um material plástico com propriedades substancialmente termoplásticas. Isto é mostrado na Seção
15 2.

Modelo Experimental

Materiais:

Sangue total seco

Uréia

20 É considerado que a adição de uréia às proteínas quebra as interações não-covalentes (ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas e eletrostáticas) (Areas, 1992). Geralmente, isto é eficaz somente em elevadas concentrações (≥ 8 M) (Lapanje, 1978).

Sulfito de sódio

Sulfito de sódio é adicionado às proteínas para clivar as ligações dissulfeto que produzem maiores agregados insolúveis, mesmo em uréia (Areas, 1992).

5 A literatura localizada revelou que soluções de sulfito de sódio produziram os melhores resultados na extrusão de proteínas, conforme medido pela redução na viscosidade do material extrusado, quando usado em 3-4 p% da concentração protéica (Zhang et al 1998; Mizani et al, 10 2005; Orliac et al, 2003; Barone e Schmidt et al, 2006).

Dodecilsulfato de sódio (SDS)

Dodecilsulfato de sódio, também chamado de laurilsulfato de sódio, tem a estrutura de uma cadeia acil longa contendo um grupo sulfato carregado (Whitford, 2005). 15 Dodecilsulfato de sódio (SDS) é um detergente iônico. Detergentes, por definição, desdobram as proteínas e são agentes solubilizantes de proteína eficazes. Detergentes em geral podem se ligar assimetricamente às proteínas, proporcionando incertezas nas comparações de peso 20 molecular. Qualquer detergente iônico ligado à proteína poderia alterar a carga aparente e, deste modo a mobilidade de foco isoelétrico (Zewert et al, 1992).

SDS se liga a quase todas as proteínas destruindo a conformação natural (Whitford, 2005). E conhecido por

romper as interações hidrofóbicas (Boye et al., 2004). SDS faz com que as proteínas se desdobrem, se tornem altamente carregadas negativamente e formem micelas de proteína tipo bastão (Whitford, 2005).

5 Água

Água é adicionada como solvente desnaturante para desnaturante e aditivos.

Seção 1:

Equipamentos e métodos

10 Misturador com lâmina em Z

Desnaturantes e aditivos foram dissolvidos em água; onde SDS foi usado a solução foi aquecida entre 50 - 60 °C. Sangue seco foi adicionado a essa solução. Essa mistura foi, a seguir, misturada em um misturador com lâmina em Z a 80 °C por pelo menos 15 min. A seguinte combinação de constituintes, dada em termos percentuais em peso, foi usada conforme mostrado na Tabela.

	Porcentagem em peso de cada componente				
Teste	Sangue	SDS	Uréia	Sulfito de sódio	Água
1	100				
2	96			4	
3	70,7			2,8	26,5

4	70		10		20
5	75	1,25			23,75
6	24	2,5	24,5		49

Quando SDS foi usado juntamente com uréia, o sangue em pó se expandiu e aparentou absorver a solução. A mistura tinha uma textura e aparência tipo barro, porém não foi consolidada com sucesso.

5 Nenhum dos experimentos efetuados no misturador com lâmina em Z conduz a resultar na formação de um material plástico a partir do sangue em pó. Isto foi atribuído à falta de força mecânica, tal como pressão e cisalhamento, sendo exercido no material pelas lâminas do misturador com
10 lâmina em Z.

A temperatura de desnaturação das proteínas está na média de 75 °C. A reticulação das proteínas poderia ocorrer em temperaturas acima da temperatura de desnaturação, o que poderia resultar na formação no material de agregados
15 insolúveis que poderiam resistir ao amaciamento.

Extrusor de dupla hélice

Desnaturantes e aditivos foram dissolvidos em água; onde SDS foi usado, a solução foi aquecida entre 50 - 60 °C. Sangue seco foi adicionado a essa solução. Esta mistura
20 foi, a seguir, extrusada em um extrusor de dupla hélice a 100 rpm. Os perfis de temperatura do extrusor e a

combinação de constituintes, dada em termos de porcentagem em peso, foram usados conforme mostrado na tabela.

Teste	Porcentagem em peso de cada componente					Perfil de temperatura (°C)
	Sangue	SDS	Uréia	Sulfito de sódio	Água	
1	24	2,5	24,5		49	130-130- 115-100-80
	Um material plástico contínuo foi extrusado. O material perdeu elasticidade na secagem. O material não pode ser processado depois do processamento inicial.					
2	24	2,5	24,5		49	110-110- 115-100-80
	Comentários: nenhum material plástico contínuo foi obtido.					
3	24	2,5	24,5		49	110-110- 105-95-80
	Comentários: um material plástico contínuo foi extrusado. O material perdeu elasticidade na secagem.					
4	57	2			41	115-115- 105-95-80

	Comentários: não houve inchaço na solução de SDS. Não foi obtido material plástico contínuo.					
5	57		14,3		28,6	115-115- 105-95-80
	Comentários: não houve inchaço na solução de uréia. Não foi obtido material plástico contínuo.					
6	52	2		1,5	44,5	115-115- 105-95-80
	Comentários: material endurecido e ajustado no molde do extrusor. Um material plástico contínuo foi obtido.					

Um material plástico foi produzido com sucesso usando proteínas do sangue, embora a extrusão não fosse possível devido às suas propriedades termoajustáveis.

Compressão aquecida

5 A combinação de desnaturantes e aditivos usada nos experimentos de extrusão bem sucedidos foi usada nos testes de compressão aquecida subsequentes. A seguinte combinação de constituintes, dada em termos de porcentagem em peso, foi usada como mostrado na tabela.

10 Os desnaturantes e aditivos foram dissolvidos em água, onde SDS foi usado a solução foi aquecida entre 50 - 60 °C. Sangue seco foi adicionado a essa solução. O material foi processado no compressor aquecido por um tempo médio de 3

min.

	Porcentagem em peso de cada componente						
Teste	Sangue	SDS	Uréia	Sulfito de sódio	Água	Temperatura (°C)	Pressão (MPa)
1	50,8	1,6	15,9		31,7	130	30
2	50,8	1,6	15,9		31,7	130	10
3	50,8	1,6	15,9		31,7	130	< 1
4	50,8	1,5	15,9		31,7	118	< 1
5	50,8	1,6	15,9		31,7	105	< 1
6	50,8	1,6	15,9		31,7	100	25
7	50,8	1,6	15,9		31,7	120	10
8	51,9	2,2		1,5	44,4	120	10
9	51,9	2,2		1,5	44,4	120	< 1
10	51,9	2,2		1,5	44,4	110	5
11	51,9	2,2		1,5	44,4	100	5
12	51,9	2,2		1,5	44,4	110	< 1

Quando uréia foi usada como SDS, o material formado tinha uma aparência mais granular em pressão e temperatura menores. Em tais casos, somente o centro da amostra comprimida tinha uma aparência macia contínua, com a borda externa permanecendo na forma granular. Resultados satisfatórios foram alcançados usando as condições de 120

°C e 10 MPa.

Quando sulfito de sódio foi usado com SDS, os resultados foram obtidos como para misturas contendo uréia. Resultados satisfatórios foram obtidos usando as condições
5 de 110 °C e 10 MPa.

Foi observado que a temperatura e pressão apresentam um efeito interativo no processamento, deste modo uma combinação apropriada de temperatura e processamento é necessária para o processamento. Limites inferiores são de
10 aproximadamente 100 °C e 5 MPa de pressão.

Seção 2:

Preparação da mistura

Nota: A quantidade de desnaturante e água usada é baseada no peso total da farinha de sangue seco usada, não
15 na fração de peso total.

Os desnaturantes foram adicionados à água, agitados e aquecidos a 50 - 60 °C. 2,5 g de dióxido de titânio (pigmento) foram adicionados a cada solução antes da adição à farinha de sangue peneirado (BM). A solução
20 desnaturante/pigmento foi adicionada a 150 g de BM peneirado e misturado em um processador por 1 minuto. Qualquer material acumulado foi removido dos lados do processador e a mistura continuou por mais 5 - 10 minutos.

A testagem preliminar (maior parte do molde por

					60%	15	90,	94,				
						0	00	76				

TESTAGEM PRELIMINAR

Molde por compressão

As misturas foram comprimidas em temperaturas entre 95 e 140 °C, e as pressões entre 0 e 100 Kg/cm² por 10 minutos. O seguinte foi observado:

Um material consolidado não foi produzido sem o uso de pressão constante.

Somente temperaturas de 115 a 140 °C produziram um material homogêneo/consolidado.

10 Sem sulfito de sódio o material ficou granuloso, e não homogêneo.

Temperaturas acima de 120 °C poderiam "extrusar" do molde, e foi demonstrado como sendo muito difíceis.

15 A partir de experimentos prévios, somente as combinações de SDS/SS e SDS/uréia foram usadas. A combinação de todos os três desnaturantes também foi testada, SDS/uréia/SS.

Os melhores resultados, para flexibilidade e "consolidação", foram obtidos com a solução contendo os 20 três desnaturantes; conseqüentemente foi decidido continuar com essa combinação.

Depois da testagem, uma série de temperaturas e

pressões, 115 °C e 3 MPa proporcionaram resultados satisfatórios.

Os extrudatos fora reprocessáveis tanto no molde de compressão quanto no molde por injeção. A pressão extra e a temperatura direta do extrusor que pode ser aplicada são uma vantagem; com o uso do cisalhamento extra do molde de injeção e pressão contínua as amostras são capazes de serem produzidas.

A extrusão é uma técnica muito mais fácil, porém até agora os resultados preliminares mostram um produto reprodutível, com a amostra injetada.

Extrusão é a tendência na indústria plástica no momento, e o fato de que os presentes inventores demonstraram que BM pode ser extrusado é um avanço significativo nesse campo.

Limites de temperatura

O material foi extrusado a 150 rpm usando as temperaturas mostradas na tabela a seguir. A fila destacada foi preferida.

As temperaturas do tonel acima de 100 °C causaram o acúmulo de pressão/vapor no tonel, e também o material se tornou sólido e não poderia extrusar bem.

As temperaturas do molde acima de 120 °C formaram vapor e, deste modo, o material produzido foi muito

irregular, duro e não-reutilizável.

Temperatura ajustada, °C			Temperatura efetiva, °C			
Alimentação	Tonel	Molde	Tonel			Molde
70	80	80	83	89	92	92
		100	83	85	96	105
		120	82	88	106	118
		140	83	99	115	141
70	100	80	103	104	106	90
		100	104	104	105	101
		120	104	104	11	126
		140	104	104	120	145
70	120	80	133	136	133	84
		100	125	125	128	112
		120	125	125	127	121
		140	125	125	130	140

Extrusão

A temperatura de alimentação de 70 °C, com temperatura do tonel constante a 100 °, e temperaturas do molde não maiores do que 120 °C foram utilizadas. Todos os experimentos foram executados a 150 rpm.

Água e BM sozinhos também foram extrusados, isso produziu áreas de material sólido (pó comprimido), porém a

maior parte da amostra foi pó. Este foi coletado e o material saiu do extrusor com um grande recipiente.

Nem SDS e nem uréia sozinhos (com BM e água) formaram um material homogêneo, o material formado usando isso foi
5 frequentemente friável na superfície externa.

O uso de sulfito de sódio sozinho (com BM e água) produziu um material homogêneo.

Entretanto, este foi muito duro e o processamento foi difícil. O molde ficou bloqueado pelo material sólido,
10 somente quando a alimentação não foi constante.

O uso de sulfito de sódio e uréia ou SDS produziu um material homogêneo.

SDS e sulfito de sódio produziram um material duro. Este foi moldado por injeção com sucesso, porém necessita
15 de uma maior pressão de injeção.

Uréia tanto age como um desnaturante quanto como um plastificante, com um material flexível e maleável produzido.

A mistura de SDS, SS e uréia também foi extrusada.
20 Essa mistura foi usada para a maioria dos testes, e as amostras produzidas foram contínuas, com uma boa consistência.

Moldagem por injeção

Todas as extrusões foram moldadas por injeção na

temperatura do tonel (100 ,120, 140) (exceto a combinação contendo somente SDS).

Usando a compressão a quente, uma fração do material contendo SS somente foi comprimida a 130 °C e 10 ton.

5 Isto fundiu e formou um material fino e quebradiço.

As amostras de SS e SS/SDS foram então moldadas por injeção, e isso foi bem sucedido.

Quando liberadas para fora do molde, as amostras precisaram ser colocadas sob uma superfície plana para
10 prevenir que as amostras se enrolassem.

Para prevenir o enrolamento na câmara de condicionamento, bandas de borracha foram colocadas ao redor das amostras. Isto causou um recorte nas amostras; consequentemente, foi decidido usar uma tala
15 posteriormente.

As amostras contendo uréia eram muito flexíveis, e não se enrolaram.

Os testes de solubilidade mostraram que da extrusão até a moldagem por injeção as amostras aumentaram tanto a
20 absorção quanto a solubilidade. Até agora, as amostras de uréia e sulfito de sódio absorveram a maior parte da água e foram as mais solúveis.

Teste da elasticidade

As amostras foram testadas usando uma velocidade de

cruzeta de 5 mm/min, com os resultados apresentados na tabela a seguir.

	Estresse máximo (MPa)	Disp. de quebra (mm)	Módulo (MPa)
Uréia/SS	0,6 - 1	40 - 50 mm	1,3 - 2,5
Uréia/SS cond*	5,5 - 6	20 - 23 mm	300 - 400
SS	3,3 - 6	10 - 20 mm	150 - 600
SS Cond*	20 - 21	0,2 - 0,5 mm	1400 - 2300
Uréia Cond*	6 - 8	17 - 20 mm	600 - 1000
SDS/Uréia cond*	6,2 - 7,1	18 - 21 mm	400 - 1000
SDS SS cond*	21 - 23	0,5 - 3 mm	600 - 900

* Amostras condicionadas

As amostras condicionadas tinham um teor de umidade de 5 10%, enquanto que a não-condicionada tinha um teor de mistura de cerca de 30%.

Foi descoberto que a porcentagem de água presente afetou significativamente as propriedades mecânicas do material plástico final.

Teor de Umidade

Média dos teores de umidade para as amostras são fornecidos abaixo.

BM	Extrusado	Injeção	Condicionado
4,18%	26,36%	24,12%	9,05%

Fontes de proteínas diferentes

5 Diferentes fontes de proteínas foram testadas para verificar se elas poderiam também ser usadas para formar um material plástico utilizando o método da presente invenção.

Farinha de peixe (60 - 70% de proteína), farinha de pena (~ 90% de proteína) e farinha de sangue (Wallace
10 Corperation) foram testadas usando a mesma formulação.

Farinha de sangue da Wallace Corperation funcionou da mesma forma que a farinha de sangue dos subprodutos de Taranaki (usados na experimentação discutida acima). Entretanto a Wallace BM foi mais fina na composição
15 produzindo um material mais homogêneo.

Farinha de pena empregou 4% de sulfito de sódio, juntamente com outros desnaturantes. Entretanto, um material plástico não pôde ser formado com farinha de pena tanto com 2% SS ou 6% SS.

20 Os inventores não obtiveram até o momento sucesso na produção de um material plástico a partir de farinha de peixe utilizando qualquer uma das combinações desnaturantes

discutidas acima.

O sucesso de outras fontes protéicas pode depender de como as fontes protéicas são produzidas (por exemplo, secando usando aquecimento e substâncias químicas).

5 Condições particulares podem resultar na fonte protéica já sendo desnaturada, e na possível reticulação.

O baixo teor de proteínas da farinha de peixe poderia também ser um fator que impeça a consolidação usando o método da presente invenção.

10 **EXPERIMENTAÇÃO:**

As soluções foram processadas como nos experimentos anteriores, usando as concentrações mostradas na tabela a seguir. Estas incluem: SDS como o único agente desnaturante; SS como o único agente desnaturante; uréia
15 como o único agente desnaturante, juntamente com combinações de dois ou três desses.

NB: Todas as % estão baseadas no peso de farinha de sangue total usado.

SDS	BM	SDS	Água		Uréia	BM	Uréia	Água		SS	BM	SS	Água
	(g)	(g)	(mL)			(g)	(g)	(mL)			(g)	(g)	(mL)
0	150	0,00	94,7 6		0%	150	0,00	94,7 6		0	150	0,0 0	94,76
3%	150	4,74	94,7 6		10%	150	15,0 0	94,7 6		1%	150	1,5 0	94,76

5%	150	7,50	94,7		20%	150	30,0	94,7		2%	150	3,0	94,76
			6				0	6				0	
10%	150	15,0	94,7		32%	150	47,3	94,7		4%	150	6,0	94,76
		0	6				9	6				0	
15%	150	22,5	94,7		40%	150	60,0	94,7		6%	150	9,0	94,76
		0	6				0	6				0	
					60%	150	90,0	94,7					
							0	6					

As combinações marcadas com "X" na tabela a seguir são as combinações que foram testada até o momento:

Água 60%		Sulfito de sódio		Uréia																												
				0%					5%					10%					20%					30%					40%		60%	
														SDS					SDS					SDS					SDS		SDS	
				0%	3%	5%	10%	15%	0%	3%	5%	10%	15%	0%	3%	5%	10%	15%	0%	3%	5%	10%	15%	0%	3%	5%	10%	15%	0%	0%		
				0	1	2	4	6	0	1	2	4	6	0	1	2	4	6	0	1	2	4	6	0	1	2	4	6	0	1	2	4
						X																										

As misturas foram extrusadas usando as temperaturas de 70 °C (alimentação), 100 °C (tonel) e 120 °C (molde).

5 O material extrusado foi granulado, e moldado por injeção a (100 °C, 115 °C e 120 °C).

As amostras foram condicionadas e os testes de elasticidade foram efetuados a uma velocidade de cruzeta de 5 mm/min.

10 Nem todas as misturas produziram extrudatos perfeitos.

Uma vez moldado por injeção, o material resultante foi consolidado e homogêneo.

Por exemplo, os extrudatos que não continham sulfito de sódio não foram geralmente homogêneos, ou contínuos com uma superfície friável áspera. Estes foram granulados, peneirados para remover as partículas pequenas (caso presentes) e a seguir moldados por injeção.

Onde somente com sulfito de sódio, foi muito duro e causou dificuldades pelo ajuste no molde do extrusor.

Todos os três desnaturantes juntos fluíram melhor no extrusor. Sem SDS, o material ainda é extrusado. Com SDS 5% e SS 4% em uréia 10% o produto flui bem, porém apresenta bolhas de ar. Isto pode ser devido a um alto nível de desnaturação. Esses resultados estão mostrados na Figura 1.

A tabela abaixo fornece detalhes das concentrações preferidas de cada componente:

	Mínimo (% em peso de farinha de sangue)	Máximo (% em peso de farinha de sangue)	
Água	20%	80%	60% foi usado para todas as misturas
Uréia	0%	30%	Acima de 30% se

			forma um resíduo de uréia na superfície
SDS	0%	10%	A 10% o material não é mais extrusável
Sulfito de sódio	1%	4%	Essencial. Sem ele o material não é consolidado, isso também previne reticulações tais como lisinoalanina.

SDS e sulfito de sódio ainda necessitam ser testados em combinação, junto com concentrações mais altas de SDS com todos os três desnaturantes. Também ainda necessita de mais experimentação o efeito de diferentes conteúdos de água para a "extrudabilidade".

Propriedades mecânicas:

A tabela abaixo mostra as propriedades mecânicas dos materiais condicionados (10% de teor de umidade), e isso indica que:

Quando sulfito de sódio é o único desnaturante usado, conforme a concentração aumenta o módulo de Young diminui,

e o estresse na carga máxima fica similar. Isto significa que o material se torna mais duro com concentrações crescentes de sulfito de sódio.

Quando SDS é o único desnaturante usado, o módulo de Young diminui levemente até 10% de SDS. A diferença entre 10% e 15% de SDS poderia ser causada pelo (quase total desnaturação) prolongamento adicional das cadeias, abrindo a proteína na exposição dos dissulfetos escondidos. Permitindo dessa forma a ocorrência de novas interações intermoleculares, aumentando a força e dureza.

O aumento da concentração de uréia reduz tanto o módulo de Young quanto o estresse, mas aumenta o alongamento. Consequentemente, atuando como um desnaturante e plastificante. Entretanto, em combinação, uma % menor poderia ser necessária, uma vez que os desnaturantes irão atuar sinergisticamente.

Uréia (% em peso/BM)	SS (% em peso/BM)	SDS (% em peso/BM)	Estresse máximo (MPa)	Esticamento máximo %	Módulo de Young (MPa)
	1		0,00		645,95
	2		681,16	3,07	681,16
	4		0,00		711,53

	6				
		3,16	542,23	2,25	542,23
		5	518,64	2,52	518,64
		10	504,84	2,94	504,84
		15	770,76	3,37	770,76
10			0,02		471,83
20			0,05		239,66
30			0,32		98,74
40			0,52		17,41
60			0,40		1,84
5	2	3,16	621,24	4,09	621,24
10	1		711,68	4,84	711,68
10	1	3,16	285,60	6,19	285,60
10	1	5	267,72	4,60	267,72
10	2		373,92	4,61	373,92
10	2	3,16	311,92	2,78	311,92
10	2	5	246,58	4,36	246,58

10	4		323,38	5,34	323,38
10	4	3,16	297,45	7,69	297,45
10	4	5	276,44	4,96	276,44
20	2	3,16	185,28	17,22	185,28

Absorção de água

40 mm de comprimento de amostra foram colocados em 150 mL de água destilada por 24 horas. Antes de pesar a amostra, papéis toalha foram usados para remover o excesso de água. A amostra foi colocada no forno a 100 °C por 12+ horas, a seguir represada.

Existe uma clara diferença entre a absorção de água das amostras extrusadas em comparação com a moldada por injeção, conforme mostrado na Figura 2.

10 **Discussão**

As interações de hidrogênio, hidrofóbicas e iônicas em uma proteína governam a estrutura final de uma proteína, com ligações dissulfeto adicionando estabilidade. A adição de desnaturantes rompe tais interações, permitindo o prolongamento das cadeias polipeptídicas. Permitindo a ocorrência de novas interações intermoleculares, a formação de redes tridimensionais, semelhantemente aos polímeros sintéticos.

Consequentemente, o processamento de filmes,

revestimentos ou outros materiais baseados na origem agrícola requerem três etapas principais:

1. Quebra das ligações intermoleculares (não-covalentes e covalentes, caso necessário) que estabilizam os polímeros nas suas formas naturais pelo uso de agentes de rompimento químicos ou físicos.

2. Disposição e orientação das cadeias poliméricas móveis no formato desejado.

3. E finalmente a permissão da formação de novas ligações intermoleculares e interações para estabilizar a rede tridimensional.

Os seguintes desnaturantes, uréia, dodecilsulfato de sódio e sulfito de sódio são amplamente utilizados em estudos bioquímicos sobre desnaturação protéica e em plásticos à base de proteína em menor escala Barone e Schmidt, 2006; Rhim et al, 2002; Vanessa Schmidt, 2005; Zhong et al, 2002, Mo et al, 2000; Khan et al, 1987; Das et al, 2004; Gonzales-Jimenez et al, 2002; Li et al, 1996; Bennion et al, 2003; Gallstedt et al, 2004; Shweitzer et al, 2004; Parker et al, 1992; Ding et al, 2007; Orliac et al, 2003 e Morel et al, 2000).

Eles são geralmente usados em proteínas vegetais para a produção de filmes fundidos. E são comumente um pré-tratamento das proteínas ou usados para a extração de

proteínas puras.

Para o material da presente invenção, os desnaturantes permanecem na mistura enquanto são processados, e consequentemente estão no produto final. Atuando
5 sinergisticamente, na desnaturação, extrusão e em processos de moldagem por injeção.

A partir dos experimentos realizados até o momento, a solução precisa conter sulfito de sódio. Isto foi demonstrado tanto pelos materiais SDS e uréia
10 individualmente, produzindo um material em pó que não foi consolidado. Porém uma vez que eles foram moldados por injeção o material não mais se apresentou pulverulento. Embora alta pressão e temperatura possam atuar como sulfito de sódio, entretanto o sulfito de sódio é sempre
15 necessário. Isto pode ser explicado pela temperatura aumentada e alta pressão no interior do molde de injeção, o que irá aumentar o rearranjo das ligações dissulfeto, atuando como o sulfito de sódio. Isto irá produzir um material que apresenta cadeias prolongadas com uma
20 densidade mais baixa de reticulações (essas ligações serão adicionalmente espalhadas no material).

Esse fenômeno pode ser demonstrado na diferença de absorção de água. Onde o material extrusado tem uma absorção de água mais baixa é porque o material é mais

denso.

A moldagem por injeção permite o prolongamento adicional das cadeias e, conseqüentemente, os resíduos de cisteína irão se separar mais, fornecendo mais área para a
5 água se ligar. Uréia é muito hidrofílica e pode afetar esta propriedade.

A partir dos dados de moldagem por compressão, nós descobrimos que pressão foi necessária para formar um material viável. Porém o material produzido foi muitas
10 vezes não-homogêneo. O cisalhamento mecânico adicionado no extrusor permitiu que um material homogêneo e consolidado fosse produzido.

Uréia e SDS atuam como desnaturantes e plastificantes. Os materiais produzidos de todos os três ou de uma
15 combinação de sulfito de sódio e SDS ou uréia são mais fáceis de serem processados no extrusor e no moldador por injeção. Um material mais homogêneo é produzido do que SS sozinho a partir da extrusão.

Água também atua como um plastificante. Isto foi
20 demonstrado pelos testes de tensão das amostras condicionadas (10% de umidade) e não-condicionadas (30% de umidade). As amostras não-condicionadas tinham uma maior extensão, porém o módulo de Young foi de uma ordem de magnitude menor. A força (estresse máximo) também foi menor

do que nas amostras condicionadas.

As reticulações em uma proteína natural proporcionam estabilidade ao calor, porém com os aquecimentos durante o processamento a energia cinética produzida irá clivar essas
5 ligações. Consequentemente, em teoria, todos os materiais produzidos a partir de fontes protéicas são termoplásticos, a não ser que sejam quimicamente reticulados, por exemplo, usando formaldeído para produzir um material termoajustável. Tanto as ligações de hidrogênio quando as
10 ligações dissulfeto e lisinoalanina artificial ajudam a formar uma rede "reticulada", porém elas são análogas às reticulações sintéticas, porque elas proporcionam força ao material, porém podem ser fundidas e reformadas.

A adição de tióis e de íons sulfito podem aprisionar
15 competitivamente o intermediário desidroalanina nas proteínas tratadas com álcali, prevenindo dessa forma a formação de LAL. Friedman e colaboradores também efetuaram estudos usando sulfito de sódio para prevenir a formação de LAL. A presença de sulfito de sódio resultou em decréscimos
20 significativos na formação de LAL, sugerindo que isto foi eficaz na inibição de formação de LAL (29). Consequentemente, o uso de sulfito de sódio quebra ligações dissulfeto, prevenindo a formação de lisinoalanina, e então uma vez esfriado as ligações dissulfeto devem ser refeitas.

O uso de temperaturas acima de 120 °C irá rearranjar os dissulfetos, porém devido ao fato das ligações peptídicas e ligações dissulfeto serem covalentes, isso poderia também degradar uma cadeia protéica. A partir dos
5 experimentos, o uso de temperaturas acima de 120 °C remove o conteúdo de água, resultando em um material que é muito irregular e quebradiço. Estudos bioquímicos nas proteínas demonstram que a degradação das proteínas, a quebra de ligações peptídicas ocorre em temperaturas de 130 °C. Isso
10 também poderia explicar a irregularidade do extrudato.

Conclusões

- O material plástico é tipo termoplástico, e extrusável quando é usada uma combinação de sulfito de sódio e SDS ou uréia (ou todos os três).
- 15 • Sulfito de sódio é essencial para um material homogêneo e consolidado, e isso também previne a ocorrência de reticulações covalentes termoestáveis potenciais indesejáveis (lisinoalanina).
- Uréia e SDS atuam como desnaturantes e plastificantes.
20 Água é um plastificante.
- A temperatura mínima que pode ser usada é de 80°C e a máxima é de 120 °C.
- Moldagem por injeção após extrusão, com sua pressão

adicional, pode produzir um material homogêneo a partir somente de SDS ou uréia, sem sulfito de sódio adicionado.

Aspectos da invenção foram descritos somente a título de exemplo e deve ser percebido que modificações e adições podem ser feitas a esses sem sair do escopo das reivindicações associadas.

Referências

Areas, JAG. (1992) 'Extrusion of Food Proteins'.
10 Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 32(4), 365-392.

Barone, J. R., Dangaran, K., e Schmidt, W. F. (2006) Blends of cysteine- containing proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54, 5393-5399.

15 Barone, J. R., Schmidt, W. F., e Gregoire, N. T. (2006) Extrusion of feather keratin. Journal of Applied Polymer Science 100, 1432-1442.

Bennion, B. J., e Daggett, V. (2003) The molecular basis for the chemical denaturation of proteins by urea.
20 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 100, 5142-5147.

Boye, J.I., Ma, CY. & Ismail, A. (2004) 'Thermal stability of β -lactoglobulins A and B: effect of SDS, urea, cysteine and N-ethylmaleimide'. Journal of Dairy Research,

71, 207-215.

Das, A., Chitra, R., Choudhury, R. R., e Ramanadham, M. (2004) Structural changes during the unfolding of Bovine serum albumin in the presence of urea: A small-angle
5 neutron scattering study. *Pramana- Journal of Physics* 63, 363-368.

De Graaf, L. A. (2000) Denaturation of proteins from a non-food perspective. *Journal of Biotechnology* 79, 299-306.

De Graaf, L. A., e Kolster, P. (1998) Industrial
10 proteins as a green alternative for 'petro' polymers: Potentials and limitations. *Macromolecular Symposia* 127, 51-58.

Ding, Y., Shu, Y., Ge, L, and Guo, R. (2007) The effect of sodium dodecyl sulfate on the conformation of
15 bovine serum albumin. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 298, 163-169.
Francis F. J., Wiley encyclopedia of food science and technology. 2ª edição. 2000.

Gallstedt, M., Mattozzi, A., Johansson, E., e
20 Hedenqvist, M. S. (2004) Transport and tensile properties of compression-molded wheat gluten films. *Biomacromolecules* 5, 2020-2028.

Gonzalez-Jimenez, J., e Cortijo, M. (2002) Urea-induced denaturation of human serum albumin labeled with acrylodan.

Journal of Protein Chemistry 21 , 75-79.

Khan, M. Y., Agarwal, S. K., e Hangloo, S. (1987)
Urea-Induced Structural Transformations in Bovine Serum
Albumin. The Journal of Biochemistry 102, 313- 317.

5 Lapanje, S. (1978) Physical aspects of protein
denaturation, Wiley-Interscience Publication, Nova Iorque.

Li, M., e Lee, T. C. (1996) Effect of Extrusion
Temperature on Solubility and Molecular Weight Distribution
of Wheat Flour Proteins. J. Agric. Food Chem. 44, 763-768.

10 Marion Pommet, A. R. M.-H. M. S. D. S. G. (2003)
Thermoplastic processing of protein-based bioplastics:
chemical engineering aspects of mixing, extrusion and hot
molding. Macromolecular Symposia 197, 207-218.

Mizani, M., Aminlari, M. & Khodabandeh, M. (2005) 'An
15 effective method for producing a nutritive protein extract
powder from shrimp-head waste'. Food Science and Technology
International, 11, 49-54.

Mo, X., e Sun, X. (2000) Thermal and Mechanical
Properties of Plastics Molded from Sodium Dodecyl Sulfate-
20 Modified Soy Protein Isolates. Journal of Polymers and the
Environment 8, 161-166.

Mohammed, Z. H., Hill, S. E., e Mitchell, J. R. (2000)
Covalent Crosslinking in Heated Protein Systems. Journal of
Food Science 65, 221-226.

Morel, M. H., Bonicel, J., Micard, V., e Guilbert, S.
 (2000) Protein solubilization and thiol oxidation in
 sulfite-treated wheat gluten films during aging at various
 temperatures and relative humidities. Journal of
 5 Agricultural and Food Chemistry 48, 186-192.

Orliac, O., S'ilvestre, F., Rouilly, A. & Rigal, L.
 (2003) 'Rheological studies, production, and
 characterization of injection-molded plastics from
 sunflower protein isolate'. Ind. Eng. Chem. Res., 42.

10 Parker, W., e Song, P.-S. (1992) Protein structures in
 SDS micelle-protein complexes. Biophysical Journal 61 ,
 1435-1439.

Rhim, J. W., Gennadios, A., Weller, C. L., e Hanna, M.
 A. (2002) Sodium dodecyl sulfate treatment improves
 15 properties of cast films from soy protein isolate.
 Industrial Crops and Products 15, 199-205.

Shweitzer, B., Zanette, D., e Itri, R. (2004) Bovine
 serum albumin (BSA) plays a role in the size of SDS
 micelle-like aggregates at the saturatuon binding: the
 20 ionic strength effect. Journal of Colloid and Interface
 Science 277, 285-291.

Singh, H. (1991) Modification of food proteins by
 covalent crosslinking. Trends in Food Science & Technology
 2, 196-200.

Vanessa Schmidt, C. G. M. S. S. V. S. (2005) Soy Protein Isolate Based Films: Influence of Sodium Dodecyl Sulfate and Polycaprolactone-triol on Their Properties. Macromolecular Symposia 229, 127-137.

5 Whitford, D. (2005) Proteins structure and function, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester.

Zewert, T. & Harrington, M. (1992) 'Polyethyleneglycol methacrylate 200 as an electrophoresis matrix in hydroorganic solvents'. Electrophoresis, 13, 824-831.

10 Zhang, Y., Ghasemzadeh, S., Kotliar, A.M., Kumar, S., Presnell, S. & Williams, L.D. (1998) 'Fibers from soybean protein and polyvinyl alcohol'. Journal of Applied Polymer Science, 71 , 11-19.

15 Zhong, Z.. K., e Sun, X. S. (2001) Thermal and mechanical properties and water absorption of sodium dodecyl sulfate-modified soy protein (11S). Journal of Applied Polymer Science 81, 166-175.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de material plástico a partir de farinha de sangue, **caracterizado pelo** fato de compreender as seguintes etapas:

5 i) tratar a farinha de sangue com pelo menos três agentes desnaturantes, incluindo dodecilsulfato de sódio (SDS) ou um equivalente do mesmo, uréia ou um equivalente da mesma e sulfito de sódio ou um equivalente do mesmo, para quebrar as interações entre as proteínas ou porções da
10 mesma para formar uma mistura de farinha de sangue desnaturada, e

 ii) tratar a mistura de farinha de sangue desnaturada com pressão e temperatura suficiente para consolidar a mistura de farinha de sangue desnaturada em um material
15 plástico.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de incluir a etapa adicional de:

 iii) tratar ou adicionar à mistura de farinha de sangue desnaturada pelo menos um aditivo para controlar ou
20 prevenir a formação de reticulações adicionais durante a consolidação.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizado pelo** fato de que sulfito de sódio está presente em uma faixa entre 1% e 10% do peso da

mistura de farinha de sangue desnaturada.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo** fato de que sulfito de sódio está presente em uma faixa entre 2% e 6% do peso da mistura de
5 farinha de sangue desnaturada.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que o SDS está presente em uma faixa entre 0% e 10% do peso da mistura de farinha de sangue desnaturada.

10 6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo** fato de que o SDS está presente em uma faixa entre 0,5% e 2,5% do peso da mistura de farinha de sangue desnaturada.

15 7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo** fato de que uréia está presente em uma faixa entre 2% e 30% do peso da mistura de farinha de sangue desnaturada.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo** fato de que uréia está presente
20 em uma faixa entre 15% e 25% do peso da mistura de farinha de sangue desnaturada.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de que a farinha de sangue compõe pelo menos 20% (em peso) dos componentes na mistura

de farinha de sangue desnaturada.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo** fato de que a farinha de sangue está presente em uma faixa entre 44% e 55% do peso da
5 mistura de farinha de sangue desnaturada.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo** fato de que água está presente em uma faixa entre 5% e 50% do peso da mistura de farinha de sangue desnaturada.

10 12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo** fato de que a temperatura para consolidação é substancialmente entre 80 °C e 120 °C.

13. Método, de acordo com qualquer uma das Reivindicações 1 a 12, **caracterizado pelo** fato de que a pressão para
15 consolidação é substancialmente entre 1 e 5 MPa.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado pelo** fato de que o material plástico é termoplástico ou termoadjustável.

15. Material termoplástico, **caracterizado pelo** fato de
20 incluir:

a) farinha de sangue, e

b) pelo menos três agentes desnaturantes,

incluindo SDS ou um equivalente do mesmo, uréia ou um equivalente da mesma e sulfito de sódio ou um equivalente

da mesma.

"Extrudabilidade" de uréia a 10%

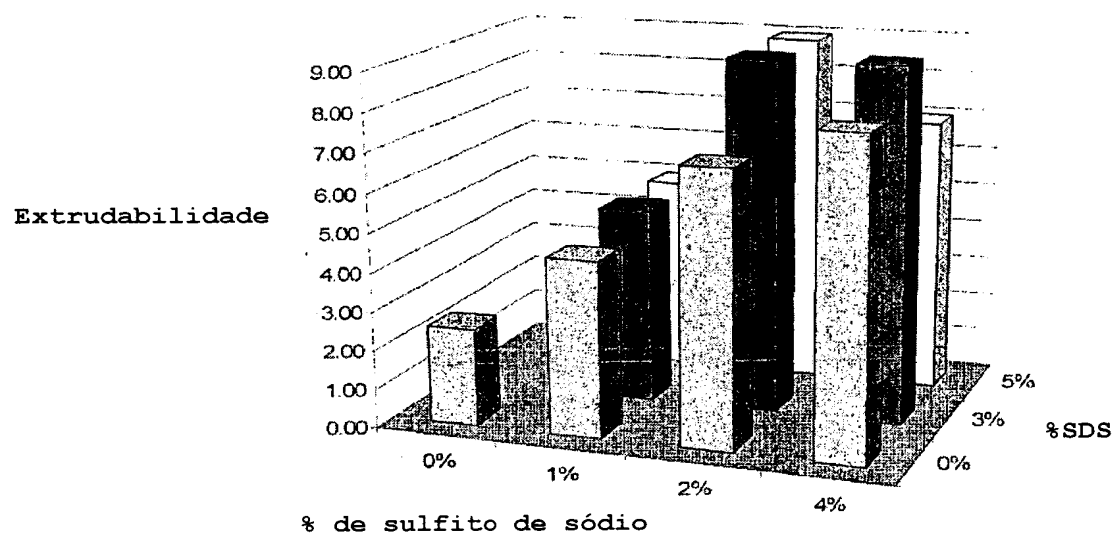


FIGURA 1

Água absorvida

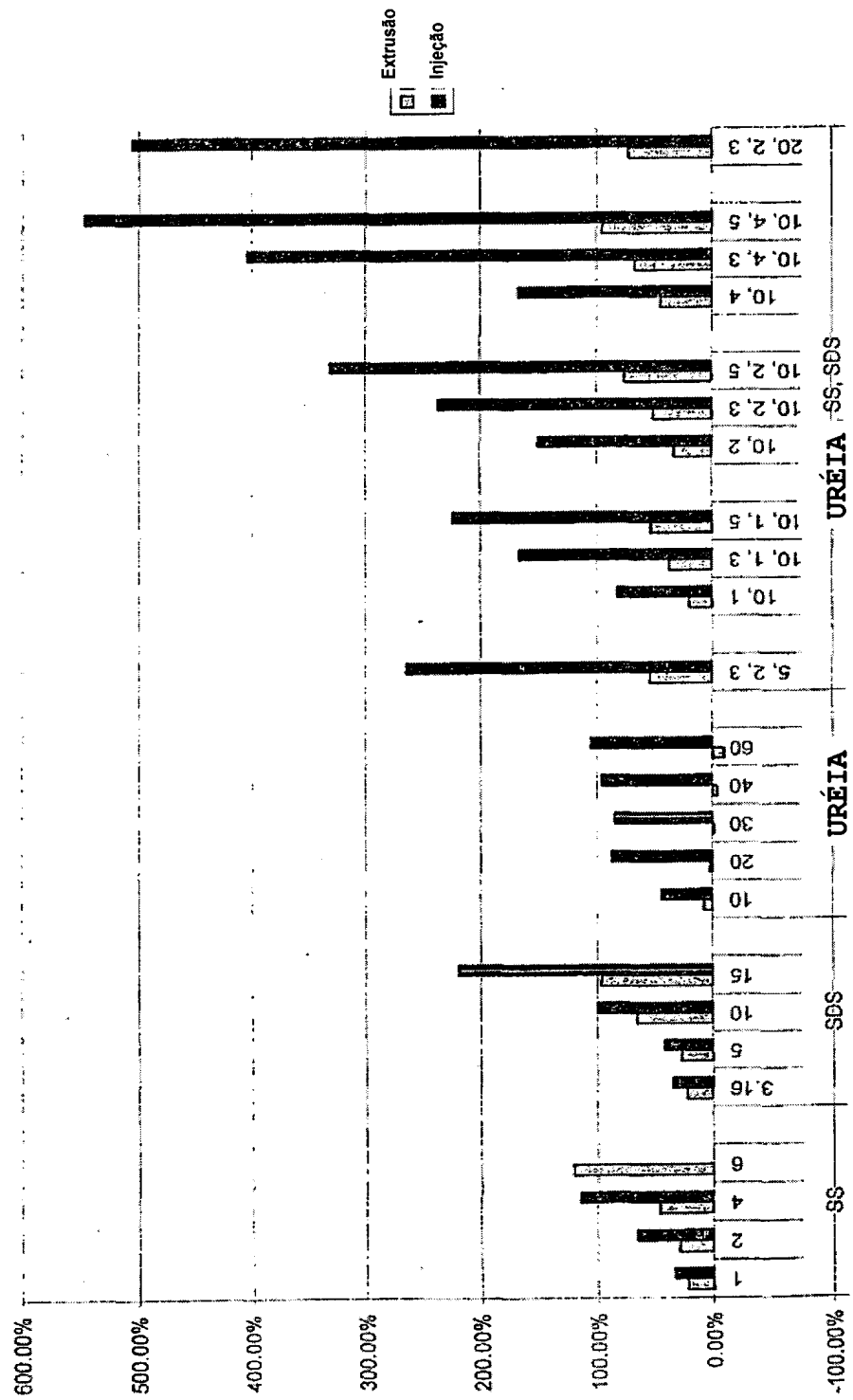


FIGURA 2

Resumo da Patente de Invenção Para "**MATERIAL PLÁSTICO**".

A presente invenção se refere a um método de produção de um material plástico a partir de uma fonte protéica, o método sendo caracterizado pelas seguintes etapas: i) 5 tratar a fonte protéica com pelo menos um agente desnaturante para quebrar as interações entre as proteínas ou porções da mesma, e ii) tratar a fonte de proteína desnaturada com pressão e temperatura suficientes para consolidar a fonte de proteína desnaturada em um material 10 plástico.