



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

(21) PI 0720758-1 A2



(22) Data de Depósito: 13/12/2007
(43) Data da Publicação: 14/01/2014
(RPI 2245)

(51) Int.Cl.:
C12P 1/02
C12N 1/14

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE
MATERIAIS DE CRESCIMENTO E PRODUTOS
CONSTITUÍDOS ATRAVÉS DO MESMO

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 12/12/2007 US 12/001,556,
15/12/2006 US 60/875,243, 03/05/2007 US 60/927,458, 03/05/2007
US 60/927,458, 03/05/2007 US 60/927,458, 12/12/2007 US
12/001,556, 15/12/2006 US 60/875,243

(73) Titular(es): Ecovative Design LLC, Rensselaer Polytechnic
Institute

(72) Inventor(es): Burt L. Swersey, Eben Bayer, GAVIN
MCLNTYRE

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2007025475 de
13/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/073489de
19/06/2008

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE MATERIAIS DE CRESCIMENTO E PRODUTOS CONSTITUÍDOS ATRAVÉS DO MESMO"**.

5 A presente invenção reivindica o benefício do Pedido Provisório de Patente N^o 60/875.243 depositado em 15 de dezembro de 2006 e do Pedido Provisório de Patente N^o 60/927.458 depositado em 03 de maio de 2007, estando os conteúdos dos mesmos aqui incorporados a título de referência.

10 A presente invenção refere-se a um método para produção de materiais de crescimento e a produtos constituídos através do mesmo. Mais particularmente, a presente invenção se refere a métodos para produção de construções orgânicas. Mais particularmente ainda, a presente invenção se refere a métodos para produção de isolamento orgânico, embalagem orgânica, resfriadores orgânicos, vasos orgânicos de plantas e similares.

15 FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Atualmente, os materiais são produzidos utilizando-se uma gama de processos que variam de crescimento e colheita externa com alto consumo de tempo à produção centralizada em fábricas com alto consumo energético. À medida que a demanda por matérias-primas e insumos aumenta, os custos associados a esses materiais aumentam. Isto coloca grande pressão em matérias-primas limitadas, tais como minerais, minérios e combustíveis fósseis, assim como nos materiais de crescimento típicos, tais como árvores, vegetais e animais. Adicionalmente, a produção de muitos materiais e compósitos produz aspectos ambientais negativos significativos sob a forma de poluição, consumo de energia, e uma expectativa de vida de pós-uso longo.

20

25

Os materiais convencionais, tais como espumas à base de petróleo expandido não são biodegradáveis e exigem entradas significativas de energia para produzir, sob a forma de equipamento de produção, calor e energia bruta.

30

De maneira convencional, os materiais de crescimento, tais como árvores, colheitas, e vegetais fibrosos necessitam de luz solar, fertilizan-

tes e grandes extensões de terra cultivável. Finalmente, todos esses processos de produção têm fluxos de resíduos associados, seja de base agricultora seja de base sintética.

Os fungos são alguns dos organismos com crescimento mais rápidos conhecidos. Eles exibem uma excelente bioeficiência, de até 80%, e são adeptos em converter entradas brutas em uma faixa de componentes e composições. Os fungos são compostos primariamente por uma parede celular que está sendo constantemente estendida nas pontas das hifas. Diferente da parede celular de um vegetal, que é composta primariamente por celulose, ou o componente estrutural de uma célula animal, que depende de colágeno, os oligossacarídeos estruturais da parede celular dos fungos dependem primariamente de quitina. A quitina consiste em uma substância forte e rígida também encontrada nos exoesqueletos de artrópodes. A quitina já tem sido usada em várias indústrias como uma substância de purificação. Esses usos incluem: purificação de água, aditivos alimentícios para estabilização, aglutinantes em tecidos e adesivos, fio cirúrgico e aplicações médicas.

Dados os rápidos períodos de crescimento dos fungos, sua parede celular rígida e forte, seu alto nível de bioeficiência, sua capacidade de utilizar múltiplos nutrientes e fontes de recursos, e, nos tipos filamentosos, sua rápida extensão e exploração de um substrato, os materiais e compostos, produzidos através do crescimento dos fungos, podem se tornar mais eficazes, ter uma melhor relação custo benefício, e mais rápidos, do que através de outros processos de crescimento e podem, também, ser mais eficazes e ter uma melhor relação custo benefício em relação a muitos processos sintéticos.

Várias patentes e procedimentos científicos se referem à cultura de fungos destinada à produção de alimentos, e algumas patentes detalham métodos de produção para fungos com a intenção de utilizar sua estrutura celular para algo que não seja produção de alimentos. Por exemplo, a Patente US No. 5.854.056 descreve um processo para produção de "polpa fúngica", uma matéria-prima que pode ser usada na produção de produtos de

papel e produtos têxteis.

Consequentemente, um objetivo da presente invenção consiste em proporcionar um método para cultivo de fungos filamentosos, de forma mais específica, para a produção de materiais e compósitos compostos, em parte ou totalmente, por hifas e sua forma agregativa, micélio e micélios.

Outro objetivo da presente invenção consiste em proporcionar uma estrutura compósita constituída, em parte, por fungos cultivados.

Outro objetivo da presente invenção consiste em proporcionar um invólucro destinado aos compósitos de crescimento.

Outro objetivo da presente invenção consiste em proporcionar uma mistura de partículas para uso no crescimento de fungos filamentosos com a finalidade de produzir um material compósito.

Resumidamente, a invenção proporciona um método para produção de materiais de crescimento e, em particular, proporciona um método de utilização do crescimento de um organismo para produzir materiais e compósitos.

De acordo com a invenção, cultiva-se um fungo para produção de um material que utiliza a fase vegetativa do fungo.

Este método utiliza o crescimento de hifas, coletivamente denominado como micélio ou micélios, com a finalidade de criar materiais compostos pelo tecido celular do fungo. Este método inclui expressamente o crescimento de hifas para criar compósitos, utilizando-se partículas, fibras, malhas, bastonetes, elementos, e outros agentes avolumadores, como um componente interno do compósito, onde as hifas e outro tecido celular e compostos extracelulares agem como um agente aglutinador e componente estrutural.

Em uma modalidade, o método para fabricação de um material compósito compreende as etapas de formar um inóculo que inclui um fungo pré-selecionado; formar uma mistura de um substrato de partículas discretas e um material nutriente que seja capaz de ser digerido pelo fungo; adicionar o inóculo à mistura; e permitir que o fungo digira o material nutriente na mistura durante um período de tempo suficiente para o crescimento das hifas

com a finalidade de formar uma rede de células de micélio interconectadas através e ao redor das partículas discretas, unindo, assim as partículas discretas umas às outras de modo a formar um material compósito auto-sustentável.

5 Quando ao menos um dos inóculos e a mistura incluírem água, o material compósito auto-sustentável é aquecido até uma temperatura suficiente para exterminar o fungo ou, de outro modo, seco de modo a remover qualquer água residual para evitar o crescimento adicional das hifas.

10 O método pode ser realizado por lotes colocando-se a mistura e o inóculo em uma fôrma de tal modo que o material compósito final assuma o formato da fôrma. Alternativamente, o método pode ser realizado em uma maneira contínua com a finalidade de formar um comprimento infinito de material compósito.

15 O método emprega uma etapa para o crescimento do fungo filamentoso a partir de qualquer uma das divisões da disposição Fungi. Os exemplos que são descritos se referem a compósitos criados a partir de basidiomicetos, por exemplo, o "cogumelo" e fungos ectomicorrizais. Porém, os mesmos processos funcionarão em qualquer fungo que utilize uma estrutura de corpo filamentoso. Por exemplo, os fungos inferiores, oomicetos saprofiticos, os fungos superiores, divididos em zigomicetos e fungos endomicorrizais, assim como os ascomicetos e deutoeromicetos consistem em exemplos de fundos que possuem um estágio filamentoso em seu ciclo de vida. Este estágio filamentoso é o que permite que o fungo se estenda através de seu ambiente criando um tecido celular que pode ser usado para adicionar
20 uma resistência estrutural a uma conglomeração livre de particular, fibras, ou elementos.

A invenção proporciona, também, materiais e materiais compósitos, cujo formato final é influenciado pelo invólucro, ou por uma série de invólucros, onde o crescimento ocorre no interior e/ou ao redor.

30 Basicamente, a invenção proporciona um material compósito auto-sustentável composto por um substrato de partículas discretas e uma rede de células de micélio interconectadas que se estende através e ao re-

dor das partículas discretas e unindo as partículas discretas entre si.

De acordo com a invenção, as partículas discretas podem ser de qualquer tipo adequado ao uso para qual o material for pretendido. Por exemplo, as partículas podem ser selecionadas a partir do grupo que consiste em ao menos vermiculita ou perlita onde o material compósito deve ser usado como uma parede resistente a fogo. Da mesma forma, as partículas podem ser selecionadas a partir do grupo que consiste em ao menos palha, feno, cânhamo, lã, algodão, cascas de arroz e serragem reciclada onde o material compósito deve ser usado para isolamento, e a resistência não consiste em um critério necessário. As partículas também podem incluir partículas isolantes, tais como, produtos à base de espuma e polímeros.

A invenção proporciona, também, membros estruturais constituídos pelo material compósito. Por exemplo, em uma modalidade, o membro estrutural consiste em um painel composto pelo material compósito auto-sustentável com um material folheado unido a ao menos uma superfície externa. Tipicamente, o painel tem um formato retangular, porém, pode ter qualquer outro formato adequado.

O material folhado pode ser constituído por qualquer material adequado destinado ao uso pretendido do painel. Por exemplo, o material folhado pode ser constituído por papel, tal como um papel Kraft pesado, ou por uma lasca de madeira orientada, papel corrugado ou papelão onde a resistência for desejada.

Esse e outros objetivos e vantagens se tornarão mais aparentes a partir da descrição detalhada a seguir tomada em conjunto com os desenhos em anexos, onde:

A Figura 1 ilustra um fluxograma simplificado do método empregado para produzir um material unido por fungos de acordo com a invenção;

A Figura 2 ilustra um fluxo de vida esquemático do *Pleurotus ostreatus*;

A Figura 3 ilustra um substrato inoculado antes do crescimento em um invólucro de acordo com a invenção;

A Figura 4 ilustra um substrato inoculado após três dias de cres-

cimento de acordo com a invenção;

A Figura 5 ilustra um substrato inoculado próximo ao fim do crescimento de acordo com a invenção;

5 A Figura 6 ilustra um compósito final de uma modalidade composta por partículas de nutrientes e uma partícula avolumadora de acordo com a invenção;

A Figura 7 ilustra um compósito final de uma modalidade situada entre os painéis de lascas de madeira orientada de acordo com a invenção;

10 A Figura 8 ilustra um compósito com recursos internos de acordo com a invenção;

A Figura 9 ilustra um invólucro contendo um disco de filtro, um sensor de temperatura, um sensor de umidade e um mecanismo de troca de calor de acordo com a invenção;

15 A Figura 10 ilustra uma tampa do invólucro com uma extrusão retangular de acordo com a invenção;

A Figura 11 ilustra uma camada de substrato em camadas de acordo com a invenção;

A Figura 12 ilustra um substrato em camadas com uma camada adicional de acordo com a invenção;

20 A Figura 13 ilustra o crescimento da hifa em um substrato em camadas de acordo com a invenção;

A Figura 14 ilustra uma retícula de plástico que suporta o crescimento do micélio de acordo com a invenção;

25 A Figura 15 ilustra uma embalagem de ovos de acordo com a invenção;

A Figura 16 ilustra uma seção de uma placa de parede constituída de acordo com a invenção;

30 A Figura 17 ilustra uma vista em perspectiva de um invólucro destinado ao crescimento de um corpo de frutificação de acordo com a invenção; e

A Figura 18 ilustra o invólucro da Figura 17 após um período de crescimento do corpo de frutificação.

Reportando-se à Figura 1, o método para produção de um material estrutural auto-sustentável é composto pelas seguintes etapas.

5 0. Obter constituintes de substrato, isto é, inóculo em um estado sexuado ou assexuado, uma partícula avolumadora ou uma variedade de partículas avolumadoras, uma fonte de nutrientes ou uma variedade de fontes de nutrientes, um material fibroso ou uma variedade de materiais fibrosos e água.

10 1. combinar os constituintes de substrato em um meio de crescimento ou pasta fluida misturando-se os materiais de substrato juntos em razões volumétricas, enquanto se aplica o inóculo durante ou seguindo o processo de mistura.

15 2. aplicar o meio de crescimento em um invólucro ou série de invólucros que representam a geometria final ou próxima ao final. O meio é colocado em um invólucro com um volume que denota a forma final do compósito incluindo recursos internos e externos. O invólucro pode conter outras geometrias incrustadas na pasta fluida com a finalidade de se obter uma forma desejada.

20 3. cultivar os micélios, isto é, hifas filamentosas, através do substrato. O invólucro é colocado em uma câmara de incubação ambientalmente controlada à medida que os micélios aglutinam as partículas avolumadoras e consomem o(s) nutriente(s) distribuído(s).

25 3a. repetir as etapas 1 a 3 para aplicações em que os materiais são estendidos em camadas ou incrustados até que o meio compósito final seja produzido.

4. remover o compósito e tornar o compósito biologicamente inerte. O compósito vivo, isto é, as partículas unidas pelos micélios, é extraído do invólucro e o organismo é exterminado e o compósito desidratado.

30 5. completar o compósito. O compósito é pós-processado com a finalidade de se obter a geometria desejada e a superfície finalizada e laminada ou revestida.

O inóculo é produzido utilizando-se qualquer um entre muitos métodos conhecidos para o cultivo e produção de fungos que incluem, mas

não se limitam a, micélios fragmentados suspensos em líquido, esporos suspensos em líquido e micélios cultivados em nutrientes sólidos ou líquidos.

5 O inóculo é combinado com o substrato projetado, que pode ser composto por partículas nutricionais ou não-nutricionais, fibras ou outros elementos. Esta mistura de inóculo e substrato é, então, colocada em um invólucro.

10 Na etapa 3, as hifas são cultivadas através do substrato, com o formato líquido do substrato unido pelas dimensões físicas do invólucro. Este invólucro pode assumir uma ampla variedade de formatos, que incluem retângulos, caixas, esferas, e quaisquer outras combinações de superfícies que produzam um volume. O crescimento pode ocorrer tanto dentro do invólucro como fora do invólucro dependendo do formato final desejado. De maneira semelhante, podem-se combinar e aninhar múltiplos invólucros com a finalidade de produzir vãos no substrato final.

15 Outros elementos incrustados junto à pasta fluida também podem se tornar integrados ao compósito final através do crescimento das hifas.

20 As hifas digerem os nutrientes e formam uma rede de células de micélios interconectadas que crescem através e ao redor de partículas nutricionais e através e ao redor de partículas não-nutricionais, fibras, ou elementos. Este crescimento proporciona uma estrutura às partículas livres, fibras, elementos e nutrientes, unindo-os, de maneira eficaz, em posição enquanto também unem as hifas entre si.

25 Na etapa 4, o substrato, agora mantido firmemente pela rede de micélios, é separado do invólucro, e todos os invólucros internos ou elementos são separados, conforme desejado.

30 O método anterior pode ser realizado com um fungo filamentoso selecionado a partir do grupo que consiste em ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos, oomicetos e zigomicetos. De preferência, o método é realizado com fungos selecionados a partir da classe Holobasidiomycetidae. Com mais preferência, o método é realizado com um fungo selecionado a partir do grupo que consiste em:

- *pleurotus ostreatus*
- *Agrocybe brasiliensis*
- *Flammulina velutipes*
- 5 • *Hypholoma capnoides*
- *Hypholoma sublaterium*
- *Morchella angusticeps*
- *Macrolepiota procera*
- *Coprinus comatus*
- *Agaricus arvensis*
- 10 • *Ganoderma tsugae*
- *Inonotus obliquus*

O método permite a produção de materiais que possam, em várias modalidades, ser caracterizados como estruturais, acústicos, isolantes, absorvedores de choque, protetores contra fogo, biodegradáveis, flexíveis, 15 rígidos, absorvedores de água, e resistentes à água e que possam ter outras propriedades em graus variáveis com base na seleção dos fungos e dos nutrientes. Variando-se o tamanho, formato e tipo do nutriente, a partícula avolumadora unida, objeto, ou tamanho, formato, e tipo da fibra, as condições ambientais, e a cepa fúngica, uma diversa faixa de tipos de material, características e aparência podem ser produzidos utilizando-se o método descrito 20 anteriormente.

A presente invenção utiliza o ciclo de crescimento vegetativo de fungos filamentosos destinado à produção de materiais compostos total ou parcialmente pelo corpo celular dos ditos fungos coletivamente conhecidos 25 como micélios.

A Figura 2 mostra uma representação do ciclo de vida dos fungos filamentosos *Pleareotus Ostreatus*. A área de interesse da presente invenção consiste no estado vegetativo do ciclo de vida dos fundos, onde um fungo é ativamente cultivado através da extensão de sua hifa tipi tubo.

30 Neste Relatório Descritivo, utilizam-se, de maneira específica, as seguintes definições:

Espero: A célula haplóide, botão assexuado ou unidade de re-

produção sexuada, ou "semente", de um fungo.

Hifa: O tubo celular tipo fio de fungos filamentosos que se revela e cresce a partir da germinação de um esporo fúngico.

5 Micélio: A coleção de tubos de hifa originários a partir de um único esporo e se ramificam no ambiente.

Inóculo: Qualquer veículo, sólido, aerado ou líquido de um organismo, que possa ser usado para transferir o dito organismo a outros meios, meio ou substrato.

10 Nutriente: Qualquer carboidrato complexo, cadeia polissacarídica, ou grupo graxo, que um fungo filamentoso pode utilizar como fonte de energia para o crescimento.

Corpo de Frutificação: Uma estrutura multicelular composta por hifa fúngica que seja formada pelo propósito de produção de esporos, denominada, genericamente, como um cogumelo.

15 **CULTIVAÇÃO DE FUNGOS PARA PRODUÇÃO DE MATERIAL**
Metodologia

Procedimentos para culturação de fungos filamentosos destinados à produção de material.

20 Todos os métodos descritos destinados à produção de materiais de crescimento requerem um estágio de inoculação em que se utiliza um inóculo para transportar um organismo em um substrato projetado. O inóculo, que porta uma cepa fúngica desejada, é produzido em quantidades suficientes para inocular o volume dos substratos projetados; o volume de inoculação pode variar de menor que 1% do volume total dos substratos até
25 maior que 80% do volume dos substratos. O inóculo pode assumir a forma de um veículo líquido, veículo sólido, ou qualquer outro método conhecido para transportar um organismo a partir de um ambiente de sustentação de crescimento até outro.

30 Em geral, o inóculo é composto por água, carboidratos, açúcares, vitaminas, outros nutrientes e pelo fungo. Dependendo da temperatura, das quantidades iniciais de tecido, da umidade, das concentrações do constituinte do inóculo e dos períodos de crescimento, a metodologia de cultivo

pode variar amplamente.

EXEMPLO 1 - Produção de um material de crescimento que utiliza um invólucro.

5 *Pleurotus Ostreatus*, ou qualquer outro fungo filamentoso, é cultivado a partir de uma linhagem tecidual existente de modo a produzir uma massa adequada de inóculo. O inóculo pode assumir a forma de um veículo sólido, veículo líquido, ou qualquer outra variação dos mesmos.

10 Com a finalidade de produzir um material de crescimento utilizando-se uma técnica de fabricação baseada em invólucros, adotam-se as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

15 2. A disposição do substrato no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato desejado final.

3. A inoculação do substrato no interior do invólucro com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

20 5. A remoção do substrato a partir do invólucro ou invólucros.

Alternativamente, o método pode utilizar as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

25 2. A inoculação do substrato projetado com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

3. A disposição do substrato no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

30 4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

5. A remoção do substrato projetado unido a partir do invólucro ou invólucros.

Alternativamente, o método pode utilizar as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

5 2. A inoculação do substrato projetado com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

(O crescimento do fungo através do substrato projetado em um invólucro de tal modo que todo o substrato projetado possa ser considerado um inóculo. O substrato pode ser parcialmente agitado durante este período de tempo, ou separado antes de se proceder a etapa 3.)

10 3. A disposição do inóculo do substrato projetado no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

15 5. A remoção do substrato projetado unido a partir do invólucro ou invólucros.

Em outras modalidades descritas, a união do material de crescimento é derivado primariamente a partir do corpo celular do fungo, micélio, que se forma através e ao redor do substrato projetado. As propriedades gerais do material são ajustas pelo comportamento das múltiplas partículas, fibras, e outros elementos, atuando em conjunto com as características do material, como se estivesse criando outros compósitos. O invólucro ou invólucros ajustam o formato final do material.

20

Reportando-se à Figura 2, o ciclo de vida do *Pleurotus ostreatus* procede a partir da formação de zigoto (1) em asco (2) com multiplicação de ascosporos (3) e, então, à formação de hifas (4) sendo que as hifas são coletivamente denominadas como micélios (5).

25

Material de crescimento no interior de um invólucro, Primeira Modalidade - Figuras 3 a 6

30 A Figura 3 mostra uma vista lateral de uma modalidade, isto é, um compósito isolante, logo depois que a inoculação tiver ocorrido.

Nesta modalidade, um grupo de partículas nutricionais 1 e um

grupo de partículas isolantes 2 foram colocados em um invólucro 5 com a finalidade de formar um substrato projetado 6. O invólucro 5 tem um topo aberto e determina o formato líquido final do compósito de crescimento. Posteriormente, aplicou-se diretamente um inóculo 3 à superfície do substrato projetado 6.

Logo depois da aplicação do inóculo 3 à superfície, as hifas 4 foram visíveis que se estendem afastando-se do inóculo 3 e ao redor das partículas nutricionais 1 e partículas isolantes 2.

A Figura 4 mostra uma vista lateral da mesma modalidade descrita anteriormente, isto é, um compósito isolante, aproximadamente 3 dias depois que o inóculo 3 foi aplicado à superfície do substrato projetado 6. As hifas 3 penetraram no substrato projetado 6 e começaram a unir as partículas isolantes 2 e as partículas nutricionais 1 em um conjunto coerente.

A Figura 5 mostra uma vista lateral da mesma modalidade das Figuras 3 e 4, isto é, um compósito isolante, aproximadamente 7 dias depois que o inóculo 3 foi aplicado à superfície do substrato projetado 6. As hifas 3, coletivamente denominadas como micélios 7, colonizaram completamente a metade superior do substrato projetado 6, unindo as partículas isolantes 2 e as partículas nutricionais 1 em um conjunto coerente.

A Figura 6 mostra uma vista lateral das mesmas modalidades das Figuras 3, 4 e 5, isto é, um compósito isolante, depois que o substrato projetado 6 foi completamente colonizado e unido pelos micélios 7. Uma vista em recorte mostra um detalhe de uma única partícula isolante unida por uma série de hifas 4. Esta modalidade também mostra as fibras 9 unidas no interior dos micélios 8.

EXEMPLO 2 - Moldagem em Camadas

Com a finalidade de produzir um material de crescimento utilizando-se uma técnica de fabricação "baseada em invólucros em camadas", adotam-se as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado parcial ou totalmente composto por partículas nutricionais, fibras, e outros elementos, e composto parcial ou totalmente por partículas não-nutricionais, fibras, e outros elemen-

tos.

2. A disposição de uma fração do substrato projetado em um invólucro ou em uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

5 3. A inoculação do substrato no interior do invólucro com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada ou similar. A inoculação também pode ocorrer durante o estágio de criação do substrato, antes de mover o substrato no invólucro ou em uma série de invólucros.

10 4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

5. A adição, conforme desejado, de camadas adicionais do substrato projetado ou camadas adicionais de um substrato projetado com uma composição diferente.

15 6. O crescimento da cepa fúngica desejada através da camada adicional do substrato projetado.

7. A repetição, conforme a necessidade, com a finalidade de desenvolver uma altura desejada, um tamanho do material, e uma composição do material.

20 8. A remoção do substrato projetado unido a partir do invólucro ou invólucros.

Alternativamente, o método pode utilizar as seguintes etapas:

25 1. A criação de um substrato projetado composto parcial ou totalmente por partículas nutricionais, fibras, e outros elementos, e composto parcial ou totalmente por partículas não-nutricionais, fibras, e outros elementos.

2. A inoculação do substrato projetado no interior do invólucro com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada ou similar.

30 3. A disposição de uma fração do substrato projetado em um invólucro ou em uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

5. A adição, conforme desejado, de camadas adicionais do substrato projetado ou camadas adicionais de um substrato projetado com uma composição diferente.

5 6. O crescimento da cepa fúngica desejada através da camada adicional do substrato projetado.

7. A repetição, conforme a necessidade, com a finalidade de desenvolver uma altura desejada, um tamanho do material, e uma composição do material.

10 8. A remoção do substrato projetado unido a partir do invólucro ou invólucros.

EXEMPLO 3 - Produção Contínua

Com a finalidade de produzir um material de crescimento utilizando-se uma técnica de fabricação "contínua", adotam-se as seguintes etapas:

15 1. A criação de um substrato projetado composto parcial ou totalmente por partículas nutricionais, fibras, e outros elementos, e composto parcial ou totalmente por partículas não-nutricionais, fibras, e outros elementos.

20 2. A disposição do substrato em um invólucro ou em uma série de invólucros com as extremidades abertas dotadas de vãos projetados para produzirem o formato final desejado.

25 3. A inoculação do substrato no interior do invólucro com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada ou similar. A inoculação também pode ocorrer durante o estágio de criação do substrato, antes de mover o substrato no invólucro ou em uma série de invólucros.

4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

30 5. O movimento do substrato através do invólucro com as extremidades abertas, de tal modo que o volume inicial do substrato inoculado alcance a extremidade do invólucro quando o crescimento da hifa tiver alcançado uma densidade máxima.

6. O movimento do substrato projetado unido para fora do invólucro.

lucro com as extremidades abertas.

EXEMPLO 4 - Modalidade Estática - Compósito

A Figura 6 mostra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um compósito unido por micélios composto por partículas nutricionais, partículas avolumadoras, fibras, e partículas isolantes. Nesta modalidade de um compósito unido por micélios, utilizaram-se as seguintes condições de crescimento e materiais: O substrato projetado foi composto pelos seguintes constituintes nas seguintes porcentagens por volume seco:

1. Cascas de arroz, adquiridas junto à Rice World in Arkansas, 50% do substrato.
2. Perlita Horticultural, adquirida junto à World Mineral of Santa Barbara, Califórnia, EUA, 15% do substrato.
3. DGS, grãos secos destilados, fornecidos junto à Troy Grain Traders of Troy NY, EUA, 10% do substrato.
4. Celulose triturada, composta por papel reciclado triturado em um tamanho médio de folha de 1 mm x 1 mm, 10% do substrato.
5. Fibra de coco, fornecida junto à Mycosupply, 10% do substrato.
6. Inóculo composto por centeio e inoculado com *Pleurotus Ostreatus*, 3% do substrato.
7. Serragem de bétula, finamente triturada, 2% do substrato por volume.
8. Adicionou-se água da rede pública, fornecida pela Troy Municipal Water supply, até que a mistura alcançasse a capacidade de campo, adicionaram-se mais 30% do volume total do substrato seco volume sob a forma de água.

Esses materiais foram combinados em um processo de mistura a seco que utiliza um misturador giratório que serve para incorporar completamente as partículas, nutrientes, e as fibras. Adicionou-se água no estágio final de mistura. O tempo total de mistura foi de 5 minutos.

Os invólucros foram incubados durante 14 dias em unidade relativa de 100% e a uma temperatura de 23,88 graus Celsius (75 graus Fahre-

nheit). Os invólucros servem como micro-climas individuais para cada conjunto de substrato em crescimento. Controlando-se a taxa de troca de gás, a umidade pode variar entre 100%, no interior de um invólucro, e a umidade externa, tipicamente 30 a 50%. Cada invólucro retangular continha completamente o substrato e o inóculo que evita a troca gasosa. A abertura das tampas dos invólucros após 5 e 10 dias permitiu a troca gasosa. Em alguns casos, as tampas incluíam os discos de filtro que permitem uma troca de gás contínua.

Após 14 dias de crescimento, os invólucros foram removidos do incubador. As partículas e fibras de preenchimento livres foram unidas em um todo coesivo pelo micélio fúngico que produziu um painel retangular com dimensões quase compatíveis às dimensões do invólucro de crescimento. Este painel foi, então, removido do invólucro removendo-se o Nd, invertendo-se o invólucro de crescimento, e pressionando-se gentilmente o fundo.

O painel unido por micélios foi, então, transferido para um bastidor de secagem no interior de um forno de convecção. Circulou-se o ar ao redor do painel até que estivesse completamente seco, cerca de 4 horas. A temperatura foi mantida em 54,44 graus Celsius (130 graus Fahrenheit).

Após a secagem, o compósito agora finalizado é adequado para aplicação direta em uma parede, ou pode ser pós-processado de modo a incluir outros recursos ou adições que incluem revestimentos resistentes à água, faces de painéis externos rígidos e revestimentos de papel.

Na modalidade anterior, as razões e porcentagens de partículas avolumadoras, partículas isolantes, fibras, nutrientes, inóculo, e água podem variar de modo a produzir compósitos com uma faixa de propriedades. Os materiais de composições de perlita expandida podem variar de 5% a 95% do compósito por volume. Outras partículas, incluindo vermiculita esfoliada, pó diatômico, e plásticos triturados, podem ser combinadas com a perlita ou totalmente substituídas. Os tamanhos de partícula, a partir de perlita de grau horticultural e perlita de grau de filtro são adequados para composição de compósito e muitos tipos diferentes de compósitos podem ser criados variando-se a razão do tamanho de partícula de perlita ou vermiculita ou tama-

nho de partícula do pó diatômico.

As cascas de arroz podem compor de 5% a 95% do material compósito por volume. As fibras podem compor de 1% a 90% do material por volume. O DGS pode compor entre 2% e 30% do substrato por volume.

5 O inóculo, quando estiver sob a forma de grãos, pode compor entre 1% e 70% do substrato por volume. O inóculo, quando estiver sob outras formas, pode compreender até 100% do substrato. A celulose triturada, originada a partir de papel usado, pode compor de 1% a 30% do substrato por volume. Outras modalidades podem utilizar um conjunto totalmente diferente de partículas a partir de fontes agrícolas ou industriais em razões suficientes para suportar o crescimento do fungo filamentososo através de sua massa.

10 Embora não detalhado nesta modalidade preferencial, o substrato projetado também pode conter elementos e recursos que incluem: hastes, cubos, painéis, retículas, e outros elementos com uma dimensão mínima duas vezes maior que o diâmetro médio do maior tamanho médio de partícula.

Nesta modalidade, a cepa fúngica do *Pleurotus ostreatus* foi cultivada através do substrato com a finalidade de produzir um compósito unido. Muitos outros fungos filamentosos podem ser usados para produzir um resultado de união similar com diferente resistência de compósito final, flexibilidade, e características de absorção de água.

20 Nesta modalidade, o substrato foi inoculado utilizando-se o *Pleurotus ostreatus* que cresce no grão de centeio. Outros métodos de inoculação, incluindo inoculação de esporo líquido, e inoculação de tecido líquido, podem ser usados obtendo-se um resultado similar.

25 A incubação do compósito foi realizada em uma umidade relativa de 100% a 23,88 graus Celsius (75 graus Fahrenheit). Pode-se realizar uma incubação bem sucedida em temperaturas menores que 1,66 grau Celsius (35 graus Fahrenheit) e maiores que 54,44 graus Celsius (130 graus Fahrenheit). A umidade relativa também pode variar até menor que 40%.

30 A secagem foi realizada utilizando-se um forno de convecção, porém, outros métodos, incluindo micro-ondas e exposição a um fluxo de ar

seco e frio, consistem em abordagens viáveis para remoção de umidade.

EXEMPLO 5 - Figura 7 - Modalidade Estática - Sistema de painel com núcleo de compósito

Reportando-se à Figura 7, adicionando-se faces externas rígidas ao painel retangular no Exemplo 2 (Figura 6), um sistema em painéis composto por um núcleo unido por micélios e um sistema com faces externas podem ser criados. Este sistema em painéis apresenta características de resistência superiores devido à adição de faces externas rígidas.

A Figura 7 mostra uma vista em perspectiva desta modalidade. Utilizando-se um núcleo 10, conforme produzido no Exemplo 2, as duas faces primárias do painel retangular 10 são unidas a duas folhas 11 da lasca de madeira orientada (OSB). Utilizou-se um adesivo curáveis por ar em conjunto com os grampos, com a finalidade de prender as faces de OSB ao núcleo unido por micélios.

O processo descrito acima concebe uma modalidade do compósito isolante unido por micélios com uma face externa. Este painel, composto por um núcleo unido por micélios e duas faces externas rígidas, é adequado para uso em uma faixa de aplicações, que incluem: portas, baias de escritórios, revestimento de painéis em porões, construção de casas SIP, aplicações convencionais de isolamento, isolamento de tetos, tampos de mesas, e outras aplicações em que se utiliza um sistema de painel/núcleo.

Neste exemplo, utilizou-se um adesivo curável por ar, tal como cola Gorilla. No entanto, pode-se utilizar uma gama de adesivos, incluindo resinas termofixas e outros tipos, com a finalidade de produzir uma união entre o núcleo do compósito unido por micélios e as faces externas.

Em outra modalidade, também se produziram amostras em que as faces externas são colocadas *in vitro* durante o processo de incubação. O crescimento dos fungos filamentosos une diretamente as faces externas ao núcleo do compósito unido por micélios, produzindo, assim, um sistema em painéis que pode ser usado imediatamente após a secagem. Acredita-se que no caso de um revestimento externo de celulose (OSB) a união ocorra através da adesão superficial dos micélios e através do crescimento de fun-

gos na celulose do revestimento externo. No caso de um revestimento externo não-digerível, acredita-se que a união ocorra através de adesão mecânica entre as características da superfície, recursos, e a hifa dos micélios.

EXEMPLO 6 - Modalidade Estática - Compósito com formato e recursos internos exclusivos.

A Figura 8 mostra uma vista em perspectiva de uma modalidade de um compósito unido por micélios composto por partículas nutricionais, partículas avolumadoras, fibras, e partículas isolantes. Esta modalidade inclui um vão próximo ao centro que é preservado no compósito final. O uso preferencial para este compósito consiste em um material de embalagem, em que o dispositivo a ser embalado é completa ou parcialmente colocado no interior de um vão ou em uma série de vãos formados pelo compósito em crescimento.

Nesta modalidade de um compósito unido por micélios, utilizaram-se as seguintes condições de crescimento e materiais: O substrato projetado foi composto pelos seguintes constituintes nas seguintes porcentagens por volume seco:

1. Cascas de arroz, adquiridas junto à Rice World in Arkansas, 50% do substrato.

2. Perlita Horticultral, adquirida junto à World Mineral of Santa Barbara, Califórnia, EUA, 15% do substrato.

3. DGS, grãos secos destilados, fornecidos junto à Troy Grain Traders of Troy NY, EUA, 10% do substrato.

4. Celulose triturada, composta por papel reciclado triturado em um tamanho médio de folha de 1 mm x 1 mm, 10% do substrato.

5. Fibra de coco, fornecida junto à Mycosupply, 10% do substrato.

6. Inóculo composto por centeio e inoculado com *Pleurotus Ostreatus*, 3% do substrato.

7. Serragem de bétula, finamente triturada, 2% do substrato por volume.

8. Adicionou-se água da rede pública, fornecida pela Troy Muni-

cipal Water supply, até que a mistura alcançasse a capacidade de campo, adicionaram-se mais 30% do volume total do substrato seco volume sob a forma de água.

5 Esses materiais foram combinados em um processo de mistura a seco que utiliza um misturador giratório que serve para incorporar completamente as partículas, nutrientes, e as fibras. Adicionou-se água no estágio final de mistura. O tempo total de mistura foi de 5 minutos.

10 Após a mistura, o substrato inoculado foi transferido para uma série de invólucros retangulares. As tampas foram colocadas nesses invólucros contendo extrusões em formato de bloco. Essas extrusões produzem vãos com formato líquido correspondentes nas partículas de preenchimento livres conforme indicado na Figura 8.

15 Os invólucros foram incubados durante 14 dias em unidade relativa de 100% e a uma temperatura de 23,88 graus Celsius (75 graus Fahrenheit). Os invólucros servem como micro-climas individuais para cada conjunto de substrato em crescimento. Controlando-se a taxa de troca de gás, a umidade pode variar entre 100%, no interior de um invólucro, e a umidade externa, tipicamente 30 a 50%. Cada invólucro retangular continha completamente o substrato e o inóculo que evita a troca gasosa. A abertura das
20 tampas dos invólucros após 5 e 10 dias permitiu a troca gasosa. Em alguns casos, as tampas incluíam os discos de filtro que permitem uma troca de gás contínua.

25 Após 14 dias de crescimento, os invólucros foram removidos do incubador. As partículas e fibras de preenchimento livres foram unidas em um todo coesivo pelo micélio do fungo, produzindo um objeto retangular com um formato líquido quase compatível ao formato líquido do invólucro de crescimento. Este formato líquido inclui um vão correspondente onde a tampa do invólucro de extrusão cruzou o substrato. Este painel foi, então, removido do invólucro removendo-se a tampa, invertendo-se o recipiente de crescimento e pressionando-se o fundo.
30

O painel unido por micélios foi, então, transferido para um bastidor de secagem no interior de um forno de convecção. Circulou-se o ar ao

redor do painel até que estivesse completamente seco, cerca de 4 horas. A temperatura foi mantida em 54,44 graus Celsius (130 graus Fahrenheit).

Após a secagem, o compósito agora finalizado é adequado para aplicação direta como um material de embalagem, ou pode ser pós-processado de modo a incluir outros recursos ou adições que incluem revestimentos resistentes à água, faces de painéis externos rígidos e revestimentos de papel.

Na modalidade anterior, as razões e porcentagens de partículas avolumadoras, partículas isolantes, fibras, nutrientes, inóculo, e água podem variar de modo a produzir compósitos com uma faixa de propriedades. Os materiais de composições de perlita expandida podem variar de 5% a 95% do compósito por volume. Outras partículas, incluindo vermiculita esfoliada, pó diatômico, e plásticos triturados, podem ser combinadas com a perlita ou totalmente substituídas. Os tamanhos de partícula, a partir de perlita de grau horticultural e perlita de grau de filtro são adequados para composição de compósito e muitos tipos diferentes de compósitos podem ser criados variando-se a razão do tamanho de partícula de perlita ou vermiculita ou tamanho de partícula do pó diatômico.

As cascas de arroz podem compor de 5% a 95% do material compósito por volume. As fibras podem compor de 1% a 90% do material por volume. O DGS pode compor entre 2% e 30% do substrato por volume. O inóculo, quando estiver sob a forma de grãos, pode compor entre 1% e 30% do substrato por volume. A celulose triturada, originada a partir de papel usado, pode compor de 1% a 30% do substrato por volume. Outras modalidades podem utilizar um conjunto totalmente diferente de partículas a partir de fontes agrícolas ou industriais em razões suficientes para suportar o crescimento do fungo filamentososo através de sua massa.

Embora não detalhado nesta modalidade preferencial, o substrato projetado também pode conter elementos e recursos que incluem: hastes, cubos, painéis, retículas, e outros elementos com uma dimensão mínima cinco vezes maior que o diâmetro médio do maior tamanho médio de partícula.

Nesta modalidade, a cepa fúngica do *Pleurotus ostreatus* foi cultivada através do substrato com a finalidade de produzir um compósito unido. Muitos outros fungos filamentosos podem ser usados para produzir um resultado de união similar com diferente resistência de compósito final, flexibilidade, e características de absorção de água.

Nesta modalidade, o substrato foi inoculado utilizando-se o *Pleurotus ostreatus* que cresce no grão de centeio. Outros métodos de inoculação, incluindo inoculação de esporo líquido, e inoculação de tecido líquido, podem ser usados obtendo-se um resultado similar.

A incubação do compósito foi realizada em uma umidade relativa de 100% a 23,88 graus Celsius (75 graus Fahrenheit). Pode-se realizar uma incubação bem sucedida em temperaturas menores que 1,66 grau Celsius (35 graus Fahrenheit) e maiores que 54,44 graus Celsius (130 graus Fahrenheit). A umidade relativa também pode variar até menor que 40%.

Nesta modalidade, mostrou-se apenas um vão de um formato quadrado, porém, esse produto pode incluir múltiplos vãos em muitos formatos de modo a se adaptarem às dimensões do produto confinado nos vãos.

EXEMPLO 7 - Invólucro de Crescimento -Figura 9

Reportando-se à Figura 9, um invólucro de crescimento quadrado é dotado de uma tampa, com a finalidade de produzir painéis compósitos com um formato líquido equivalente. Os painéis são produzidos utilizando-se um processo similar ao processo descrito nos exemplos 1 e 2.

O formato dos invólucros utilizados para produção de compósito determina o formato eventual do produto final. Na Figura 9, os lados ortogonalmente orientados, a parte esquerda 13 e a parte frontal 14, formam um canto com uma parte inferior 15, este recurso de canto, como outros formatos líquidos induzidos de invólucro, será replicado no compósito de crescimento.

Além de produzir o formato líquido equivalente de um compósito de crescimento, o invólucro proporciona uma série de outras funções exclusivas. Essas funções incluem: regulação de troca de gás, regulação de umidade, captação de umidade, captação de temperatura e remoção de calor.

A Figura 9 mostra um disco de filtro 16 que é dimensionado e calibrado ao formato e volume do invólucro de crescimento. Este disco de filtro 16 permite que o organismo em crescimento respire, libere CO₂ e absorva O₂, sem a troca de outras partículas no ambiente. Este disco disk 16 também permite que certa umidade percorra a partir do substrato até o ambiente de incubação, e vice-versa. Tipicamente, um sistema de disco de filtro seria passivamente projetado de modo a permitir uma taxa de respiração correta ao substrato específico, tipo de fungo, e volume do material, que se desenvolve no interior do invólucro. Em alguns casos, quando um controle ativo em um ambiente de incubação individual for desejado, um disco de filtro poderia ter uma abertura que fosse dinamicamente alterada com a finalidade de reduzir ou aumentar a taxa de troca gasosa com o ambiente de incubação.

A Figura 9 também mostra um mecanismo de controle de temperatura 17, composto por uma rede de tubos 20, que pode ser usado para remover ou adicionar calor ao invólucro. O crescimento do fungo depende de uma reação de decomposição. Portanto, na maioria dos casos em que se exigir um controle de calor adicional além do fornecido pelas interações convectivas que ocorrem ao longo da superfície externa dos invólucros, o mesmo estará sob a forma de remoção de calor. Uma rede de tubos ou outro mecanismo de troca de calor permite um controle mais preciso em relação à quantidade de calor removido ou adicionado ao invólucro e permite uma quantidade geral maior de calor a ser removida ou adicionada ao invólucro de crescimento em um período de tempo mais curto.

A Figura 9 também mostra um sensor de temperatura 18 e um sensor de umidade 19. Esses sensores medem a temperatura e a umidade interna do invólucro, respectivamente. Estes dados podem, então, ser transmitidos a uma unidade de coleta para análise, ou podem ser usados para alterar o ambiente do invólucro através de um redimensionamento dinâmico de uma abertura do disco de filtro ou através de alterações na temperatura possíveis através do mecanismo de controle de temperatura.

A Figura 10 mostra uma tampa do invólucro de crescimento do-

tada de uma protuberância 21. Quando esta tampa for usada em conjunto com um invólucro de crescimento inferior compatível, a protuberância 21 realizará o formato líquido geral do volume confinado que produz recursos no compósito de crescimento que se relacionam diretamente aos recursos na tampa, tal como a protuberância 21. Esse processo foi utilizado para produzir o compósito mostrado na Figura 8 onde a tampa, mostrada na Figura 10 tem uma protuberância 20, que modifica o volume líquido confinado de seu invólucro de crescimento, produzindo um recurso exclusivo 12 no interior do compósito 10 (consulte a Figura 8).

10 EXEMPLO 8 - Invólucro de Crescimento - Figuras 11, 12 e 13.

Os invólucros de crescimento podem se tornar parte do produto final parcial ou totalmente. As Figuras 11 a 13 ilustra este caso.

Na Figura 11, o invólucro de crescimento 5 e o micélio em crescimento 4 são unidos apenas por baixo e pelos lados do invólucro de crescimento.

Na Figura 12, adiciona-se uma folha rígida 11 composta por OSB (lasca de madeira orientada) ou por outro folheado adequado, ao invólucro 5, definindo totalmente o volume do invólucro de crescimento. Neste caso, o revestimento do invólucro foi selecionado a partir de um grupo que compreende madeira, e outras estruturas celulósicas. Como tal, o fungo, *Pleurotus ostreatus*, um decompositor celulósico, desenvolvido através do invólucro, foi capaz de se unir à porção superior do painel desenvolvendo-se ao longo da superfície do material.

A Figura 12 ilustra o crescimento do micélio 4 na folha rígida 11. Quando este compósito for removido do invólucro, a folha rígida 11 será incluída no produto final.

A Figura 13 ilustra uma modalidade alternativa desse mesmo conceito em que a folha rígida 11 fica confinada entre as duas camadas opostas do núcleo unido de micélio.

Os invólucros de crescimento compostos total ou parcialmente por folhas rígidas ou flexíveis 11 podem ser permanentemente fixado total ou parcialmente ao produto finalizado através do crescimento do micélio. Isto

inclui bolsas que mantêm uma forma, sendo que as bolsas são flexíveis e podem ser formadas em formatos no interior de um invólucro, e outros meios que sirvam para conter uma pasta fluida.

5 Outro exemplo em que esse processo pode ocorrer utiliza uma bolsa de papel flexível como o invólucro de crescimento. Esta bolsa é preenchida com o substrato projetado e o micélio é desenvolvido através do substrato conforme descrito no Exemplo 1. A união do substrato á bolsa ocorre através do crescimento do micélio e, quando seco, produz-se um produto que compreende um substrato projetado unido e um revestimento de papel
10 externo.

Os métodos anteriores de união supõem que as interações celulares devido à decomposição celulósica do substrato invólucro são o método primário de união, porém, o mesmo não precisa ser o único caso de adesão entre o micélio e o invólucro parcial (neste caso, o invólucro se destina a
15 compreender qualquer material rígido ou flexível em contato com um substrato projetado durante o crescimento).

Outros métodos de união incluem o "encrespamento" da superfície do objeto de modo a unir ou adicionar protuberâncias à superfície do dito objeto. Essas protuberâncias podem ter apenas uma fração de um milímetro de altura (no caso de encrespamento) ou pode ter até 20 cm de altura, estendendo-se no substrato projetado. As protuberâncias podem assumir a
20 forma de: ganchos, pólos circulares, cones, colunas retangulares, pólos ou colunas culminadas, triângulos, ou outros formatos que permitam que o micélio interaja favoravelmente com a superfície de modo a produzir uma força de união
25

EXEMPLO 9 - Estrutura de retícula destinado ao crescimento do micélio -
Figura 14

Os compósitos à base de micélios podem ser desenvolvidos sem o uso explícito de um substrato de partícula de preenchimento livre. De
30 fato, criando-se um substrato de crescimento altamente organizado, podem-se criar formações de compósitos de micélio que não possam surgir normalmente quando se permite que o crescimento se propague naturalmente

através das partículas livres ser criados.

Uma forma de adicionar uma estrutura projetada aos compósitos de micélio consiste em produzir uma armação tridimensional digerível ou não-digerível dentro da qual o micélio se desenvolve. Esta armação pode ser formada a partir do grupo que inclui: amido, plástico, madeira, ou fibras. Esta armação pode ser ortogonalmente orientada ou orientada em outras formas de modo a produzir um crescimento primário de micélio ao longo do eixo geométrico da grade. Adicionalmente, esta grade pode ser flexível ou rígida. O espaçamento entre os membros de grade podem variar de 0,1 mm até 10 cm.

O crescimento ao longo dessas grades ou retículas projetadas resulta em compósitos de micélio com filamentos de hifas altamente organizados que permitem o projeto e produção de compósitos com maior resistência em direções selecionadas devido à natureza organizada da estrutura de sustentação do micélio.

Essa disposição também permite o desenvolvimento de estruturas organizadas de micélio compostas primariamente por hifas ao invés de partículas avolumadoras e partículas nutricionais.

Com a finalidade de produzir uma modalidade dessa estrutura, adotam-se as seguintes etapas:

Reportando-se à Figura 14, uma retícula tridimensional, formada por conjuntos de grades plásticas com 1mm x 1mm 14 ortogonalmente orientadas, é revestida em uma mistura de amido e água. Esta mistura é composta por 50% de amido, e 50% de água da rede pública por volume. Esses materiais foram obtidos através da farinha de arroz marrom orgânico, e a água da rede pública, a partir do suprimento municipal de água de Troy NY, EUA, respectivamente.

Coloca-se essa retícula em um leito de *Pleurotus ostreatus* contendo inóculo em um portador de nutrientes adequado. A retícula e o leito de inóculo são, então, colocados em um ambiente mantido em temperatura correta, entre 12,77 e 35 graus Celsius (55 e 95 graus Fahrenheit), e umidade entre 75% e 100%, com a finalidade de estimular o crescimento de micélios.

A Figura 14 mostra um recorte de um compósito de micélio baseado em grade. Apenas duas grades de interseção são mostradas, porém, o compósito seria realmente composto por uma série de grades que se estendem axialmente espaçadas em 1 mm. Os quadrados de grade tem um comprimento de 1 mm. No presente documento, o micélio é mostrado desenvolvendo-se através das grades 14. Esta esteira de micélio espessamente formada forma a maior parte do volume do compósito.

O micélio é desenvolvido sobre e através da grade que produz uma rede densa de hifas orientadas. No decorrer do passar do tempo, as hifas se entrelaçam produzindo uma esteira tridimensional densa. Após de 1 a 2 semanas de crescimento, remove-se a grade do incubador e a mesma é seca, utilizando-se um forno de convecção, ou outros meios para remover a água da massa de micélio. Uma vez seco, o compósito de micélio pode ser diretamente usado, ou pós-processado para outras aplicações.

Nesta modalidade, a grade pode proporcionar ou não uma fonte de nutrientes ao micélio, porém, se os nutrientes não forem proporcionados na armação de grade, a grade deve ser colocada próxima a um inóculo contendo uma fonte de nutrientes, de modo a permitir que o fungo transporte os nutrientes ao micélio baseado em grade para outra expansão celular.

EXEMPLO 10 - Vaso de plantas biodegradável

Utilizando-se um dos métodos de produção descritos nos Exemplos 1 e 2, pode-se desenvolver um composto de micélio semelhante a um vaso de plantas convencional. Este compósito poderia ter uma composição e processos de produção semelhantes aos descritos no Exemplo 4, ou poderiam ter nutrientes e partículas avolumadoras diferentes, assim como fibras diferentes. Os recursos principais desse compósito seriam:

- Um formato similar ao formato de vasos de plantas existentes com um vão para o solo.

- Um formato composto por particular e fibras unidas por micélio, de tal modo que as raízes de uma planta possam crescer facilmente através do formato.

- Um formato similar ao formato de vasos de plantas existentes

sem um vão para o solo, sendo que as sementes ou mudas são diretamente colocadas no material compósito.

• Um formato composto por partículas e fibras unidas por micélio, de tal modo que as raízes de uma planta possam crescer facilmente através do dito formato.

• Um formato composto por partículas e fibras e nutrientes suficientes para suportar o crescimento contínuo da planta.

EXEMPLO 11 - PAINEL DE AMORTECIMENTO ACÚSTICO

De acordo com o procedimento descrito nos Exemplos 1 e 2 e de acordo com as partículas e condições de crescimento descritas no Exemplo 4, pode-se produzir um painel de amortecimento acústico para uso em domicílios, automóveis, ou em outras situações em que se desejar uma atenuação sonora. Este produto utilizaria uma variedade de fibras e partículas unidas de modo a produzir painéis com diferentes taxas de atenuação sonora para uma faixa de ajuste de frequências.

EXEMPLO 12 - PAREDE CORTA-FOGO RÍGIDA

De acordo com o procedimento descrito nos Exemplos 1 e 2 e de acordo com as partículas e condições de crescimento descritas no Exemplo 4, pode-se produzir uma parede corta-fogo para uso em domicílios, automóveis, ou em outras situações em que se desejar uma proteção contra incêndio. Neste painel, as partículas unidas seriam parcialmente compostas por Perlita, Cascas de Arroz ou Vermiculita.

EXEMPLO 13 - PRODUÇÃO QUE UTILIZA UM RECURSO DE MOLDAGEM

A produção de um material de crescimento utilizando-se um invólucro e um recurso de moldagem, isto é, uma ferramenta ou outro objeto que sirva para criar um relevo em um formato de crescimento do substrato.

O *Pleurotus Ostreatus*, ou qualquer outro fungo filamentoso, é cultivado a partir de uma linhagem tecidual existente de modo a produzir uma massa adequada de inóculo. O inóculo pode assumir a forma de um veículo sólido, veículo líquido, ou qualquer outra variação dos mesmos.

Com a finalidade de produzir um material de crescimento utilizando-se uma técnica de fabricação baseada em moldagem, adotam-se as

seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

5 2. A disposição do substrato no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

3. A inoculação do substrato no interior do invólucro com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

10 4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

5. A moldagem forçada de recursos adicionais no substrato projetado comprimindo-se uma peça ferramental com os recursos extrudados em uma das faces do substrato projetado.

6. Permitir que o substrato vivo se recupere.

15 7. A remoção do substrato a partir do invólucro ou invólucros.

Alternativamente, o método pode utilizar as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

20 2. A inoculação do substrato projetado com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

3. A disposição do substrato no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

25 4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros.

5. A moldagem forçada de recursos adicionais no substrato projetado comprimindo-se uma peça ferramental com recursos extrudados em uma das faces do substrato projetado.

6. Permitir que o substrato vivo se recupere.

30 7. A remoção do substrato projetado unido a partir do invólucro ou invólucros.

EXEMPLO 14 - Embalagem de ovos - Figura 15

Utilizando-se o processo de fabricação descrito nos Exemplos 1 e 2, pode-se criar um material de embalagem exclusivamente distinto que faça uso da capacidade de união dos micélios em formar um material contínuo. Colocando-se um objeto tridimensional em um invólucro e, então, cercado-o com um substrato projetado, unido por micélio, pode-se criar um material de embalagem que se encaixe exatamente a qualquer superfície do objeto embalado. Este material de embalagem é contínuo ao redor do objeto embalado, e devido a esse encaixe protegerá o objeto melhor do que o estado da técnica que utiliza divisores de embalagem com "formato líquido semelhante" para manter os objetos em posição.

Esse produto é detalhado na Figura 15 onde se formou um material de embalagem contínuo ao redor de um objeto 23 de modo a formar uma embalagem.

O material de embalagem é caracterizado por ser rompível em seções discretas ao longo de uma superfície de ruptura 25, conforme mostrado na Figura 15, com a finalidade de permitir a remoção das seções a partir do objeto 23. Alternativamente, pode-se enrolar uma fita 24 ao redor do objeto 23 de modo a se estender através do material de embalagem até uma superfície externa do material de embalagem, com a finalidade de romper o material de embalagem em seções discretas para remoção a partir do objeto 23.

Mediante o recebimento da embalagem de ovos, o usuário final abre a embalagem de ovos rompendo-se o material ao longo de seu eixo geométrico, ou puxando-se uma fita incluída 24, conforme mostrado, ou um barbante ou aba. Uma vez aberta, o usuário pode, então, remover o objeto protegido 23.

Uma embalagem de ovos pode ser constituída utilizando-se o mesmo substrato e processos descritos no Exemplo 4 e nos Exemplos 1 e 2 respectivamente. A escolha da partícula e fibra do substrato será administrada pelas características gerais do material das embalagens de ovos. Um material de embalagem mais denso necessitará de partículas avolumadoras mais densas, enquanto uma embalagem de ovos compressível mais leve

dependeria de partículas mais leves, como cascas de arroz.

Resumidamente, podem-se adotar as etapas a seguir com a finalidade de produzir uma embalagem de ovos:

5 Com a finalidade de produzir uma embalagem de ovos utilizando-se uma técnica de fabricação baseada em invólucros, adotam-se as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

10 2. A disposição do substrato no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

3. A disposição do produto a ser embalado no interior do substrato livre.

15 4. A inoculação do substrato no interior do invólucro com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

5. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros e ao redor do material a ser embalado.

6. A remoção do substrato a partir do invólucro ou invólucros.

20 Alternativamente, o método pode utilizar as seguintes etapas:

1. A criação de um substrato projetado composto por partículas nutricionais, fibras, partículas não-nutricionais, e outros elementos.

2. A inoculação do substrato projetado com o inóculo contendo a cepa fúngica desejada.

25 3. A disposição do substrato no interior de um invólucro ou de uma série de invólucros dotados de vãos projetados para produzir o formato final desejado.

4. A disposição do produto a ser embalado no interior do substrato livre.

30 4. O crescimento da cepa fúngica desejada através do substrato projetado no interior do invólucro ou invólucros e ao redor do material embalado supramencionado.

5. A remoção do substrato projetado unido a partir do invólucro ou invólucros.

Alternativamente, o produto a ser embalado pode ser colocado no invólucro antes da adição do substrato, durante a adição do substrato, ou após a adição do substrato.

O crescimento, o tipo de substrato, a cepa fúngica, e os detalhes de inoculação são semelhantes aos descritos no EXEMPLO 4, muito embora todas essas variáveis possam ser modificadas de modo a produzir uma embalagem de ovos com diferentes propriedades de material e comportamento.

Resumidamente, uma embalagem de ovos é composta por um elemento parcial ou totalmente interno cercado por um revestimento contínuo ou parede de material. De preferência, esta parede é composta por partículas, fibras, e outros elementos unidos por micélio que cresceram através dos elementos.

A embalagem de ovos, conforme descrito, apresenta uma série de vantagens exclusivas. Primeiro, o material é biodegradável, logo, o usuário pode se desfazer do material em seu jardim, ou em outro espaço natural, após o uso, reduzindo a carga de aterros sanitários. Segundo, a natureza contínua do material de embalagem de crescimento proporciona uma melhor proteção durante o transporte e age como um lacre inviolável, evitando o acesso não-autorizado ao elemento da embalagem. Terceiro, a embalagem de ovos pode ser produzida com custos ferramentais mínimos, já que o substrato moldável assumirá o formato líquido tanto do invólucro como do elemento embalado.

EXEMPLO 15 - Painel de parede com recursos moldados - Figura 16

A Figura 16 mostra um painel compósito, produzido de acordo com os processos de produção descritos nos Exemplos 1, 2 e 3, com uma modalidade estática e composição similar àquela descrita no Exemplo 4.

O painel inclui, também, uma série de elementos de parede, tal como um conduto 26, uma saída elétrica 27 e fios 28, que ficam embutidos no material compósito do painel, e tem uma comunicação final com a superfície externa do material compósito. Esses elementos são incluídos no painel

durante os processos de crescimento de tal modo que os mesmos se tornem parte da composição monolítica final. Esses elementos podem ser selecionados a partir dos grupos que compreendem: conduto genérico, fiação elétrica, saídas elétricas, interruptores de luz, sensores, controles de temperatura, armações de janelas, batentes, conduto de aquecimento, ou tubulações.

Adicionalmente, esses elementos podem ser posicionados no interior do painel de tal modo que quando os painéis estiverem posicionados borda a borda, os elementos internos fazem interface ao longo da borda compatível.

Esse painel poderia ser produzido e comercializado como se encontra, sem a necessidade por um processamento adicional, ou poderia ser combinado com as faces externas rígidas, conforme descrito no Exemplo 5, de modo a produzir uma seção completa destinada ao uso na montagem de uma casa. Essa seção de parede poderia ter todos os elementos relevantes incluído durante o crescimento, de tal modo que a montagem final constitua apenas os painéis compatíveis de conexão e os elementos internos.

EXEMPLO 16 - Fabricação do corpo de frutificação - Figura 17 e Figura 18

Todas as modalidades descritas anteriormente utilizaram o micélio, ou "estrutura de raiz", de um fungo em crescimento para unir as partículas, fibras, e objetos, em corpos de compósito. Alternativamente, a porção de frutificação de um fungo pode ser moldada durante seu crescimento para uso como material aglutinante.

A Figura 17 detalha tal processo. No presente documento, um elemento de iluminação 29 é utilizado para induzir a frutificação em uma espécie que mostra uma resposta sensitiva à luz. Outros métodos conhecidos de indução de frutificação também são válidos, incluindo condições atmosféricas variáveis, tempo, temperatura, ou umidade.

Uma vez iniciada a frutificação, um ou mais corpos de frutificação 31 começam a crescer a partir de um substrato 32 conforme descrito anteriormente. Esses corpos de frutificação terão seu tamanho rapidamente aumentado no decorrer dos próximos dias. Confinando-se os corpos de frutificação no interior de um invólucro 33, o formato final do corpo de frutificação

pode ser controlado. Isto permite a produção de compósitos com "formato líquido" totalmente compostos por hifas de fungos. Esses compósitos podem ser moldados em qualquer formato no domínio do tamanho do corpo de frutificação, que incluem: tijolos, cilindros, esferas, e qualquer outra combinação de superfícies que produzam um volume.

Adicionalmente, os corpos de frutificação podem crescer ao redor de elementos ou objetos, para adicionar as características adicionais do material, tais como resistência à tensão, ao compósito final, ou como um método para confinar um elemento para o transporte. A Figura 17 detalha tal disposição onde um elemento cilíndrico 30 é posicionado no interior do invólucro 33 e acima dos corpos de frutificação 31.

A Figura 18 detalha a mesma disposição da Figura 17 após 4 dias de crescimento. Os novos corpos de frutificação 31 tiveram seu tamanho aumentado assumindo o formato líquido geral do invólucro 33. Os mesmos também foram forçados a crescer ao redor do elemento cilíndrico 30 envolvendo parcialmente o elemento cilíndrico 30 com tecido composto por hifas.

Após um período adicional de 4 dias, os corpos de frutificação 31 terão preenchido completamente o invólucro 33, enquanto também circundam o elemento cilíndrico 30. A massa das hifas, agora no formato líquido do invólucro 33, e contendo o elemento cilíndrico 30, pode ser removida do invólucro e seca. Agora, este produto é adequado para aplicação como um material aglutinante, sob a forma de bloco, ou como um material de embalagem em que o elemento cilindro 30 é o elemento desejado a ser protegido durante o transporte.

Quando os elementos estiverem incluídos no interior do corpo de frutificação moldado, pode-se considerar que o produto final é semelhante à Embalagem de Ovos descrita no Exemplo 14 apresentando muitas das mesmas vantagens, que incluem:

Primeiro, o material é biodegradável, logo, o usuário pode se desfazer do material em seu jardim, ou em outro espaço natural, após o uso, reduzindo a carga de aterros sanitários. Segundo, a natureza contínua do

material de embalagem de crescimento proporciona uma melhor proteção durante o transporte e age, também, como um lacre inviolável, evitando o acesso não-autorizado ao elemento da embalagem. Terceiro, o produto pode ser produzido com custos ferramentais mínimos, já que o substrato moldável assumirá o formato líquido tanto do invólucro como do elemento emba-

5 lado.

Com a finalidade de produzir uma modalidade de um produto moldado do corpo de frutificação, adotam-se as seguintes etapas:

Cria-se um substrato 32 adequado para suportar o crescimento do fungo da espécie preferencial. As diferentes espécies de fungos criam uma imensa gama de corpos de frutificação, alguns tão fortes quanto madeira com resistência à decomposição significativa, e alguns com uma biodegradação bastante rápida após a exposição à umidade. Na faixa de corpos de frutificação, cada crescimento tem diferentes áreas de aplicação de materiais de construção a materiais de embalagem.

10

15

Em uma modalidade, o substrato 32 é composto por grão de centeio obtido a partir da Troy Grain Traders in Troy NY, EUA. O grão é saturado com água e, então, esterilizado aquecendo-se em um autoclave em 15 psi durante 45 minutos. Após o resfriamento, o grão é inoculado com *Pleurotus ostreatus*. Permite-se que esse fungo colonize o grão em uma jarra de grãos mantida a uma temperatura entre 12,77 e 29,44 graus Celsius (55 e 85 graus Fahrenheit) durante de 1 a 3 semanas, ou até que os grãos estejam completamente colonizados.

20

Depois que os fungos estiverem completamente estabelecidos nos grãos, o substrato inoculado 32 é, então, transferido para um invólucro de frutificação adequado, conforme descrito nas Figuras 17 e 18. A frutificação do *Pleurotus ostreatus* é realizada reduzindo-se a concentração de CO₂ na atmosfera ambiente, reduzir ligeiramente a temperatura, e expor o substrato à luz. Essas etapas ajudam a iniciar a pinagem, um processo de pré-frutificação. Uma vez iniciada a pinagem, um invólucro adequado, neste caso uma caixa retangular com 7,62 centímetros (3 polegadas) de altura e 5,08 centímetros (2 polegadas) de cada lado, é colocado sobre o substrato de

25

30

pinagem.

Os corpos de frutificação dos fungos, cogumelos ostra nesse caso, são ,então, desenvolvidos no invólucro assumindo o formato líquido da caixa. Durante esse período de tempo, o substrato 32 e o invólucro 33 são mantidos a uma temperatura de 23,88 graus Celsius (75 graus Fahrenheit) e uma umidade relativa de 90% a 100%.

Depois que o crescimento dos corpos de frutificação alcançar o topo do invólucro 33, todos os elementos compostos pelo corpo de frutificação e pelo invólucro são separados do substrato 32. Este corpo de frutificação, que agora assumiu o formato líquido do invólucro, é removido e seco e pode, agora, ser usado como um material de construção, ou outro produto, ou pode ser pós-processado em outros produtos, incluindo ser cortado em folhas ou formado. O substrato 32 pode ser frutificado várias vezes em vários locais de modo a produzir uma série de corpos de frutificação formados.

15 Substratos Alternativos

Os materiais orgânicos podem ser implementados no processo de crescimento por isolamento de micélio como partículas isolantes e o carboidrato complexo. Atualmente, as partículas isolantes, tais como vermiculita ou perlita são unidas no interior da matriz celular do micélio, porém, outros materiais naturais apresentam características de isolamento idênticas, se não superiores, tais como:

25 *Palha/Feno/Cânhamo:* o material é tecido em uma malha ou depositado na mistura de pasta fluida, à medida que o micélio cresce, o material é unido formando um painel de isolamento com espessura de camada variável.

30 *Lã/Algodão:* o material é tecido em uma malha fibrosa ou fragmentado formato pequenas partículas isolantes que se unem ao micélio à medida que o mesmo cresce. A pasta fluida pode ser diretamente aplicada à malha ou as partículas podem ser misturadas durante a produção da pasta fluida. O material de partícula pode ser desenvolvido ou obtido a partir de peças de vestuário reutilizadas que contem uma grande porcentagem de lã/algodão.

A *Serragem reciclada* pode substituir o polissacarídeo atual, que consiste em uma forma de amido ou grão, como a fonte de alimento do micélio durante os primeiros estágios de crescimento. A serragem pode ser coletada a partir de indústrias que criam a serragem como um subproduto ou a partir de métodos de coletas naturais.

As partículas isolantes podem consistir em partículas sintéticas novas, recicladas ou reutilizadas, que já sejam conhecidas por apresentarem propriedades isolantes ou deixarem uma área afetada ambiental prejudicial. Os materiais atualmente considerados incluem:

Produtos à Base de Espuma: isoladores ou lixo de espuma reciclados e reutilizados, tais como copos e embalagens de isopor (Styrofoam), que são separados em pequenas partículas de tamanhos variáveis e congruentes e aplicados à pasta fluida. O material de espuma pode ser obtido a partir do descarte existente de material ou produtos recentemente fabricados.

Borracha/Polímeros: esses materiais podem ser encontrados em muitos produtos, que podem ser reutilizados depois que o ciclo de vida desejado do produto supramencionado tiver sido alcançado. O material pode ser aplicado na pasta fluida como uma partícula triturada ou implementado como um membro estrutural no crescimento em várias configurações.

Portanto, a presente invenção proporciona um novo método de produzir materiais de crescimento. Esses materiais podem ser flexíveis, rígidos, estruturais, biodegradáveis, isolantes, absorvedores de choque, hidrofóbicos, hidrofílicos, não-inflamáveis, uma barreira de ar, respiráveis, acusticamente absorventes e similares. Todas as modalidades da presente invenção tem suas características de material modificadas variando-se a cepa do organismo, fonte de nutriente, e outras partículas, fibras, elementos, ou outros itens, incluídos no processo de crescimento.

Além disso, a invenção proporciona um material compósito que pode ser utilizado para vários propósitos, tais como, painéis de construção, placas de parede, e similares onde se exigem características resistentes ao fogo. Da mesma forma, a invenção proporciona um material compósito que

seja biodegradável.

O método preferencial descrito anteriormente é destinado a exterminar o organismo de crescimento, isto é, um fungo, com a finalidade de interromper o crescimento consiste em aquecer até acima de 43,33 graus Celsius (110 graus Fahrenheit), existe uma série de outras formas desta mesma tarefa ser executada. Estas incluem: (a) desidratar - colocando-se o substrato unido de micélio em um ambiente com baixa umidade; (b) irradiar - utilizando-se uma técnica similar àquela encontrada na preservação de alimentos; (c) congelar - onde o substrato unido de micélio tem sua temperatura reduzida até abaixo de 0 grau Celsius (32 graus Fahrenheit); e (d) quimicamente - onde o substrato unido de micélio é exposto a um produto químico conhecido por causar a morte celular de fungos que inclui, mas não se limita a, soluções branqueadoras, altas concentrações de produtos químicos derivados de petróleo, e altas concentrações de ácidos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de um material compósito que compreende as etapas de:

formar um inóculo que inclui um fungo pré-selecionado;

5 formar uma mistura de um substrato de partículas discretas e um material nutriente, sendo que o dito material nutriente é capaz de ser digerido pelo dito fungo;

adicionar o dito inóculo na dita mistura; e

10 permitir que o dito fungo digira o dito material nutriente na dita mistura durante um período suficiente para que as hifas cresçam, e permitir que as ditas hifas formem uma rede de células de micélio interconectadas através e ao redor das ditas partículas discretas, unindo, assim, as ditas partículas discretas com a finalidade de formar um material compósito auto-sustentável.

15 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, sendo que pelo menos o dito inóculo ou a dita mistura inclui água e compreende, ainda, a etapa de remover água do material compósito auto-sustentável com a finalidade de inibir um crescimento adicional das hifas.

20 3. Método, de acordo com a reivindicação 1, sendo que pelo menos o dito inóculo ou a dita mistura inclui água e compreende, ainda, a etapa de aquecer o material compósito auto-sustentável formado a uma temperatura suficiente para exterminar o dito fungo.

25 4. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende, ainda, a etapa de tratar o material compósito auto-sustentável formado pelo menos através de aquecimento, irradiação, congelamento, desidratação ou quimicamente para exterminar o dito fungo.

30 5. Método, de acordo com a reivindicação 1, sendo que o dito fungo é selecionado a partir do grupo que consiste ao menos em *Pleurotus ostreatus*, *Agrocybe brasiliensi*, *Flammulina velutipes*, *Hypholoma capnoides*, *Hypholoma sublaterium*, *Morchella angusticeps*, *Macrolepiota procera* ou *Coprinus comatus*.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, que compreende,

ainda, a etapa de colocar a dita mistura em uma cavidade com formato pre-determinado em uma forma e adicionar o dito inóculo à dita mistura na dita cavidade através da qual o material compósito auto-sustentável resultante adota o formato da dita cavidade.

5 7. Método, de acordo com a reivindicação 6, que compreende, ainda, a etapa de revestir a forma após adicionar o dito inóculo com a finalidade de evitar a exposição do inóculo à luz solar.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, sendo que as ditas etapas são realizadas em uma base contínua com a finalidade de formar um material compósito auto-sustentável alongado.

10 9. Método, de acordo com a reivindicação 1, sendo que o material nutriente consiste pelo menos em um carboidrato complexo, cadeia polissacarídica ou um grupo graxo capaz de ser usado por um fungo filamentosso como uma fonte de energia para o crescimento.

15 10. Método de produção de um material compósito que compreende as etapas de:

 formar um inóculo que inclui um fungo pré-selecionado;

 formar uma mistura de um substrato de partículas discretas e um material nutriente, sendo que o dito material nutriente é capaz de ser digerido pelo dito fungo;

20

 colocar a dita mistura em um invólucro;

 adicionar o dito inóculo na dita mistura no interior do dito invólucro;

25

 permitir que o dito fungo digira o dito material nutriente na dita mistura durante um período suficiente para que as hifas cresçam em um corpo de frutificação que se estende para fora do dito substrato e preenche o dito invólucro; e

 remover o dito corpo do dito invólucro.

30 11. Método, de acordo com a reivindicação 10, que compreende, ainda, as etapas de colocar um objeto no interior do dito invólucro em uma relação espaçada em relação ao dito substrato, com a finalidade de permitir que o dito corpo de frutificação cresça ao redor do dito objeto antes da re-

moção do dito corpo a partir do dito invólucro.

12. Material compósito auto-sustentável que compreende:

um substrato de partículas discretas; e

5 uma rede de células de micélios interconectadas que se estendem através e ao redor das ditas partículas discretas e unem as ditas partículas discretas entre si.

13. Material compósito auto-sustentável, de acordo com a reivindicação 11, sendo que as ditas partículas são selecionadas a partir do grupo que consiste pelo menos em vermiculita ou perlita.

10 14. Material compósito auto-sustentável, de acordo com a reivindicação 11, sendo que as ditas partículas são selecionadas a partir do grupo que consiste pelo menos em palha, feno, cânhamo, lã, algodão ou serragem reciclada.

15 14. Material compósito auto-sustentável, de acordo com a reivindicação 11, sendo que as ditas partículas incluem partículas isolantes sintéticas.

15 15. Material compósito auto-sustentável, de acordo com a reivindicação 14, sendo que as ditas partículas isolantes sintéticas incluem produtos e polímeros à base de espuma.

20 16. Painel, que compreende:

um material compósito auto-sustentável formado por um substrato de partículas discretas e uma rede de células de micélio interconectadas que se estendem através e ao redor das ditas partículas discretas e unem as ditas partículas discretas entre si, sendo que o dito material compósito tem
25 pelo menos uma superfície externa com um comprimento predeterminado e uma espessura menor que o dito comprimento; e

um material folheado unido á dita superfície externa.

30 17. Painel, de acordo com a reivindicação 16, sendo que o dito material compósito tem um formato retangular e o dito material folheado é constituído por papel.

18. Painel, de acordo com a reivindicação 16, sendo que o dito material compósito tem um formato retangular e o dito material folheado é

constituído por lascas de madeira orientada.

5 19. Painel, de acordo com a reivindicação 16, sendo que o dito material compósito tem um formato retangular dotado de um par de ditas de superfícies externas e com um material folheado unido a cada dita superfície externa.

20. Painel, que compreende:

10 um material compósito auto-sustentável formado por um substrato de partículas discretas e uma rede de células de micélio interconectadas que se estendem através e ao redor das ditas partículas discretas e unem as ditas partículas discretas entre si, sendo que o dito material compósito tem ao menos uma superfície externa; e

pele menos um elemento de parede embutido no dito material compósito e tendo uma comunicação de extremidade com a dita superfície externa do dito material compósito.

15 21. Embalagem, que compreende:

um objeto com formato tridimensional; e

20 um material de embalagem auto-sustentável que envolve o dito objeto em uma relação de encaixe justo, sendo que o dito material de embalagem inclui uma pluralidade de partículas discretas e uma rede de células de micélio interconectadas que se estendem através e ao redor das ditas partículas discretas e unem as ditas partículas discretas entre si.

25 22. Embalagem, de acordo com a reivindicação 21, sendo que o dito material de embalagem é caracterizado por ser rompível em seções discretas, de modo a permitir a remoção das ditas seções a partir do dito objeto.

30 23. Embalagem, de acordo com a reivindicação 21, que compreende, ainda, uma fita enrolada ao redor do dito objeto e que se estende através do dito material de embalagem até uma superfície externa do dito material de embalagem, com a finalidade de romper o material de embalagem em seções discretas para remoção a partir do dito objeto.

24. Invólucro de crescimento, que compreende:

uma forma de moldagem que define uma cavidade com uma

abertura superior que serve para receber um substrato de partículas discretas e um material nutriente e um inóculo que inclui um fungo pré-selecionado para o crescimento no interior do dito substrato;

5 uma tampa para montagem na dita forma de moldagem que serve para fechar a dita abertura superior da mesma; e

10 um disco de filtro dimensionado e calibrado ao formato e volume da dita cavidade montada na dita tampa, de modo a permitir a passagem de dióxido de carbono a partir da dita cavidade para fora da dita tampa, e de modo a permitir a passagem de oxigênio a partir da dita tampa e na dita cavidade.

25. Invólucro de crescimento, de acordo com a reivindicação 24, que compreende, ainda, um mecanismo de controle de temperatura que inclui uma rede de tubos ao redor da dita forma de moldagem que serve para regular a temperatura no interior da dita cavidade.

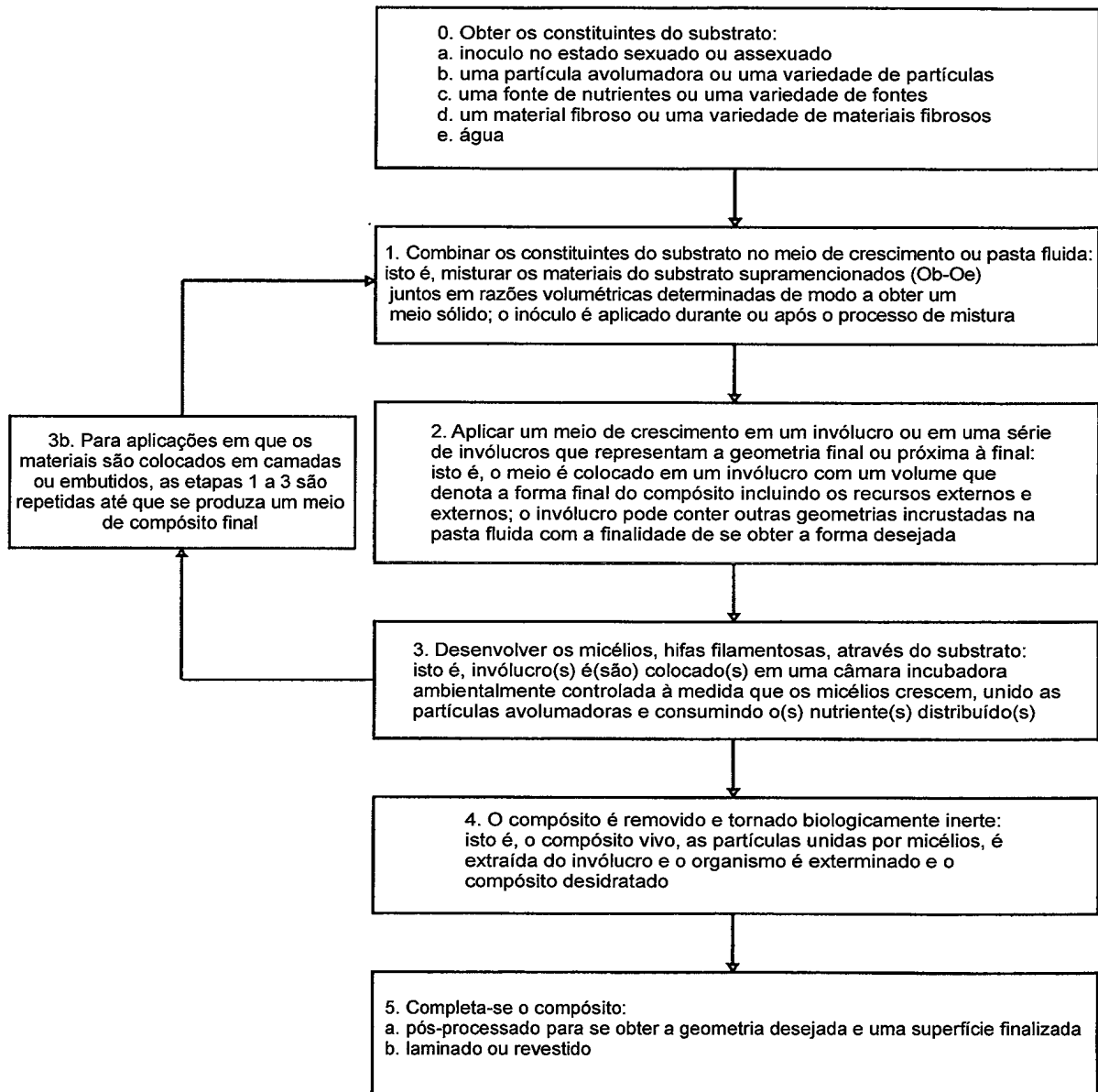
Fig. 1

Fig. 2

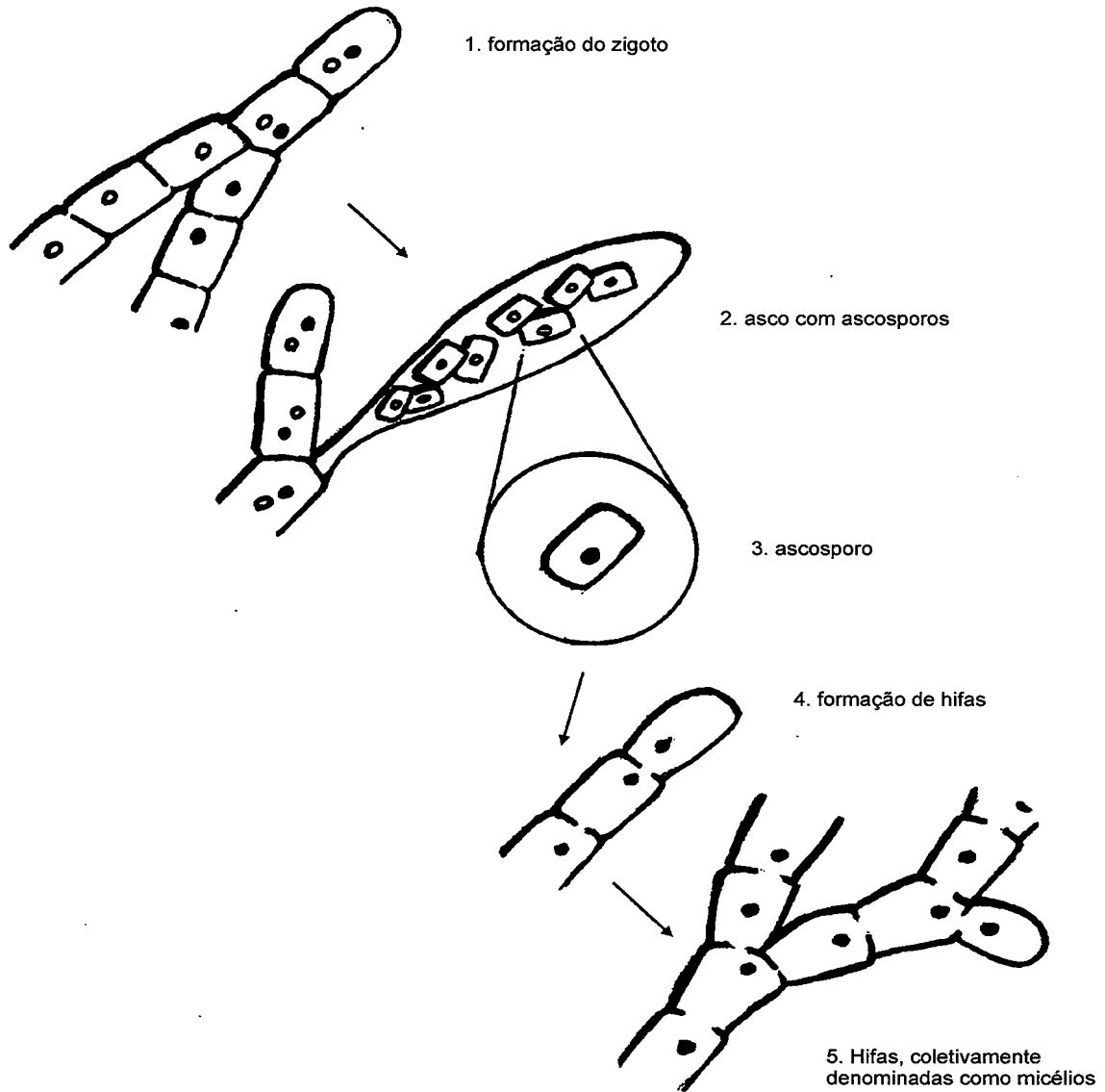


Fig. 3

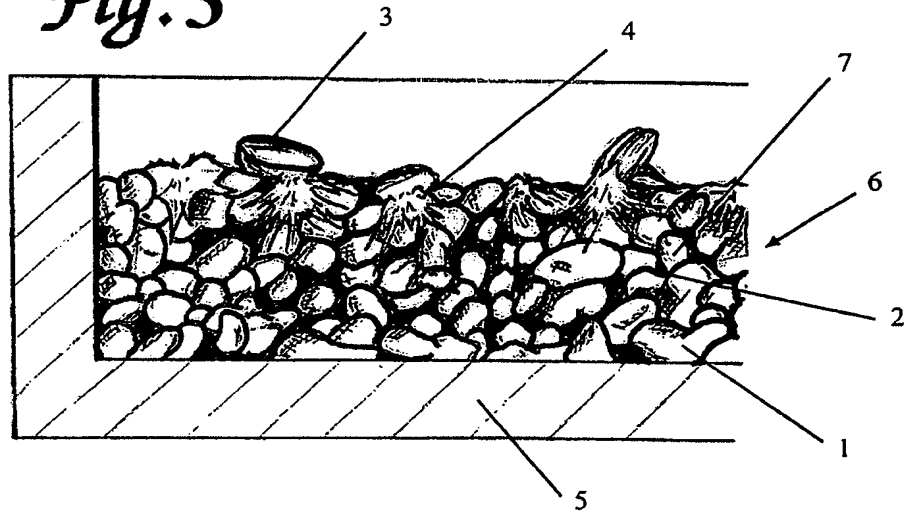


Fig. 4

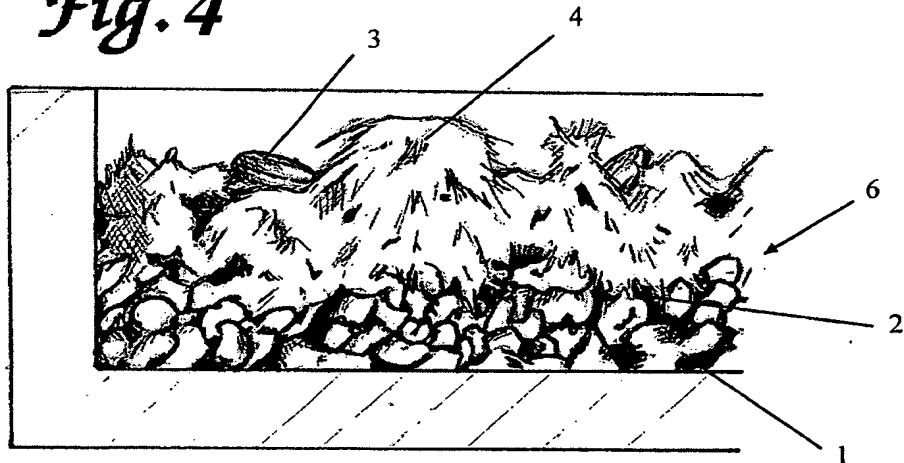


Fig. 5

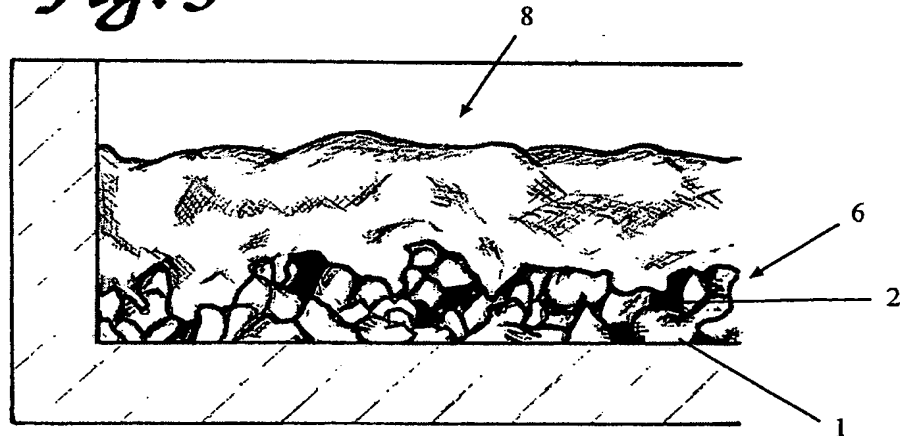


Fig. 6

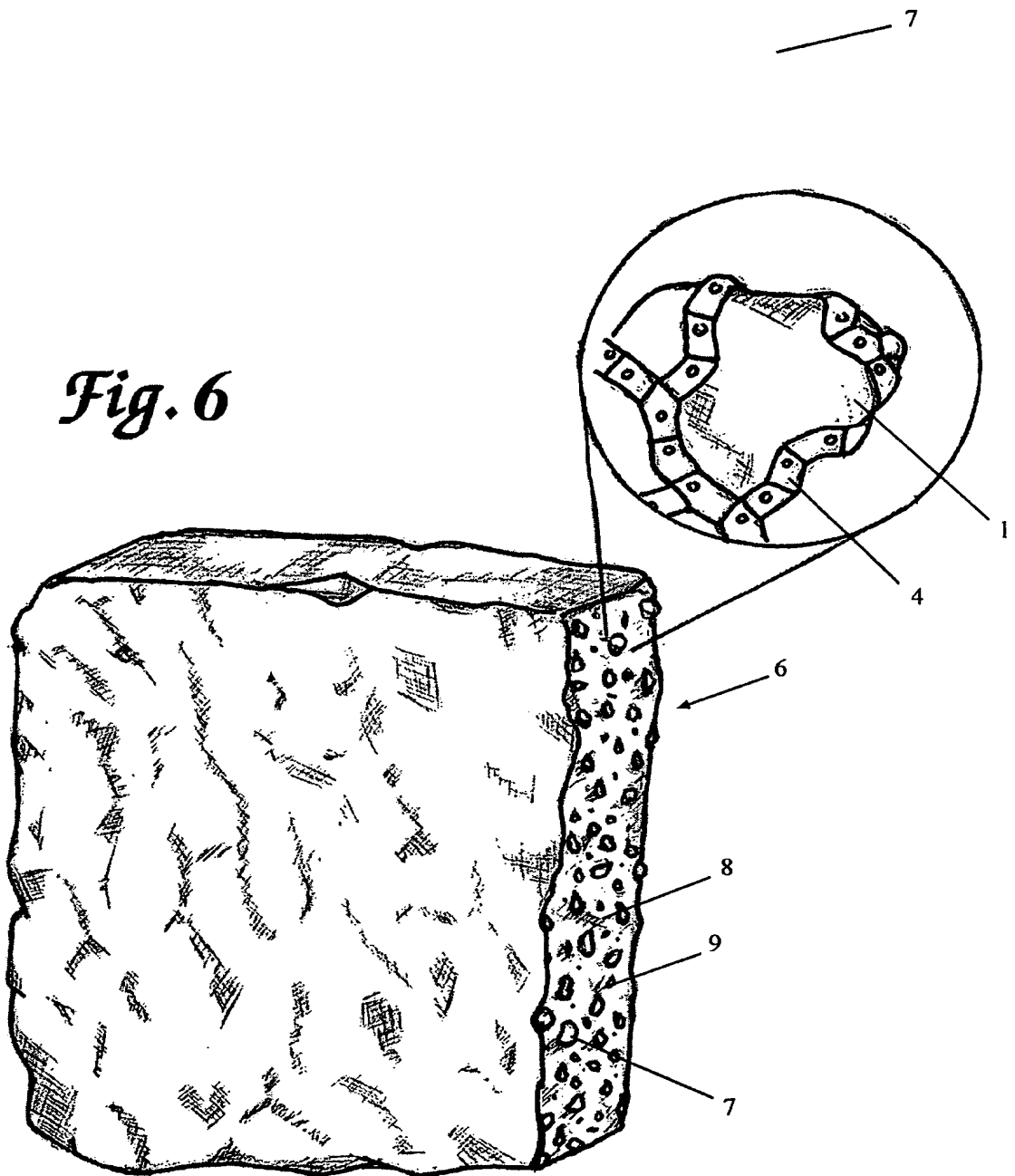


Fig. 7

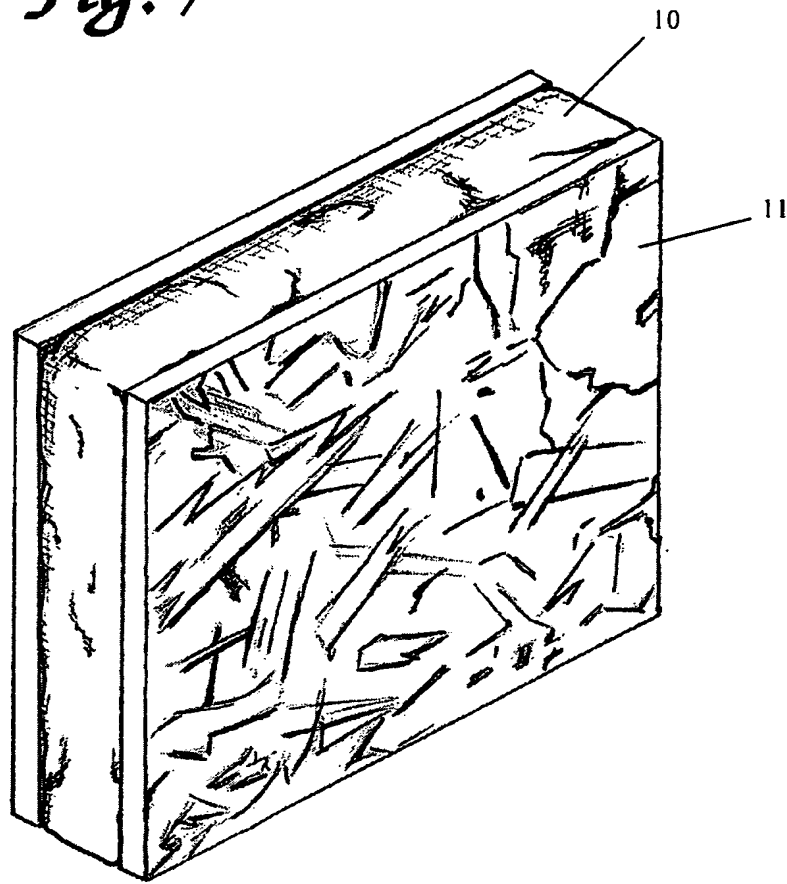


Fig. 8

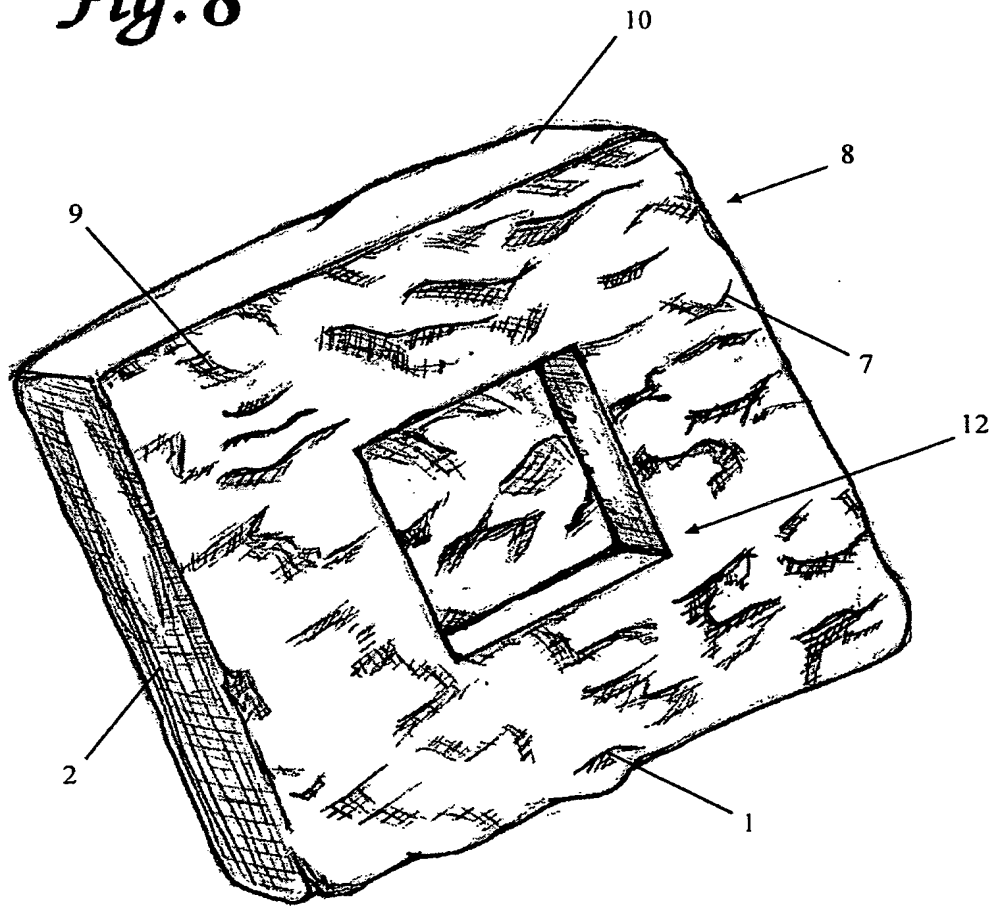


Fig. 9

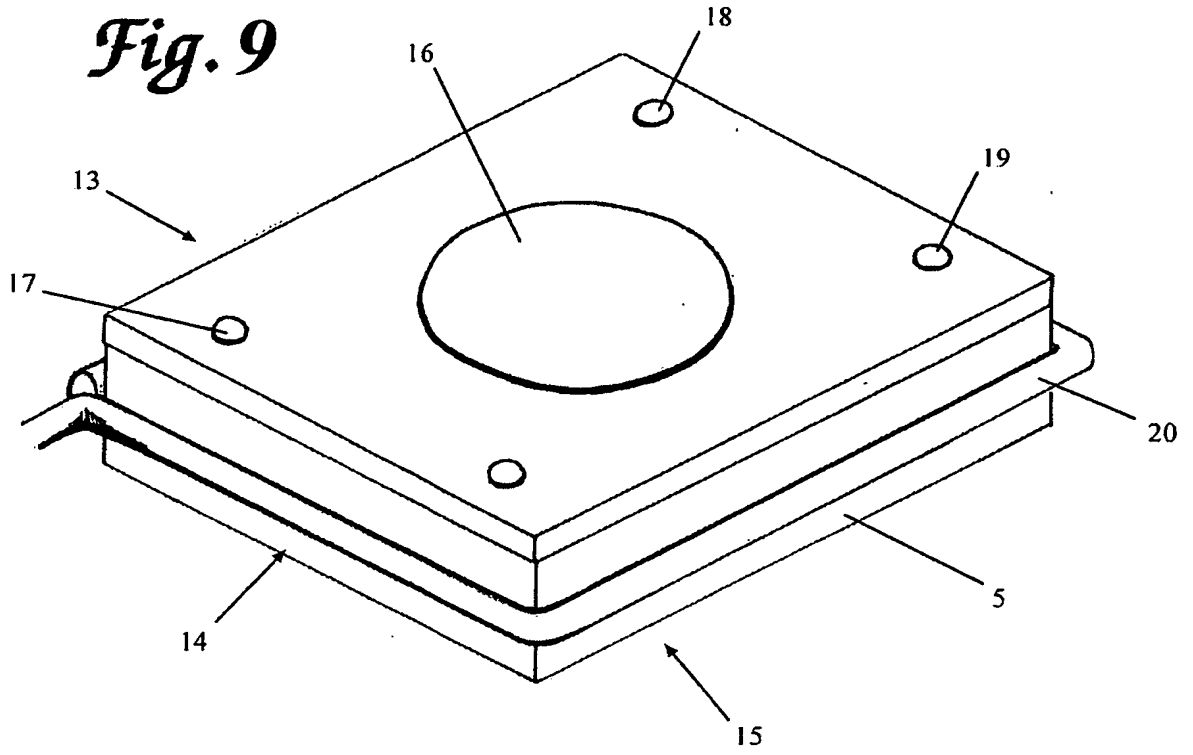


Fig. 10

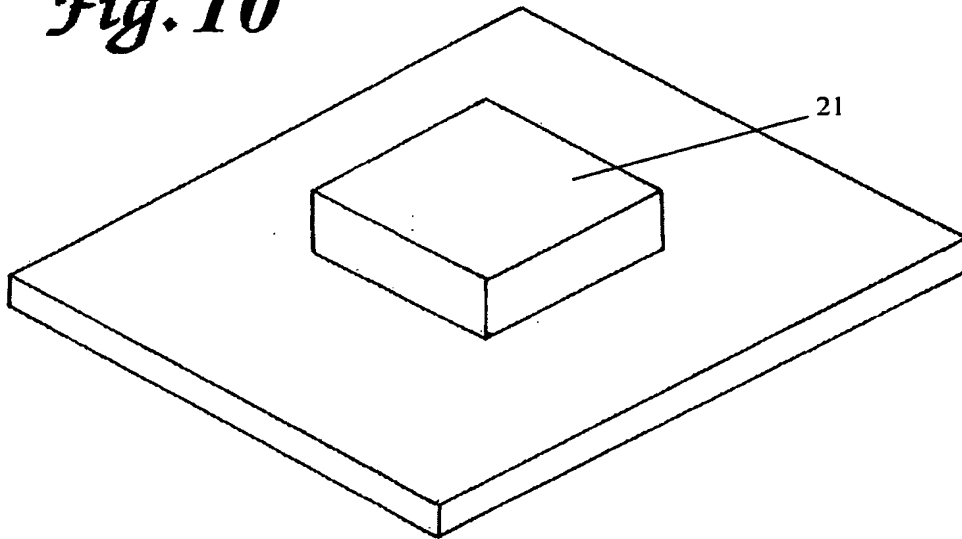


Fig. 11

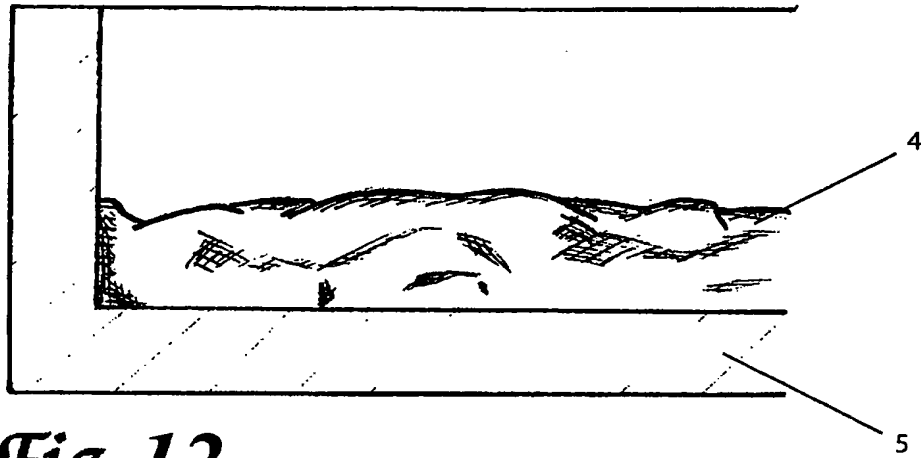


Fig. 12

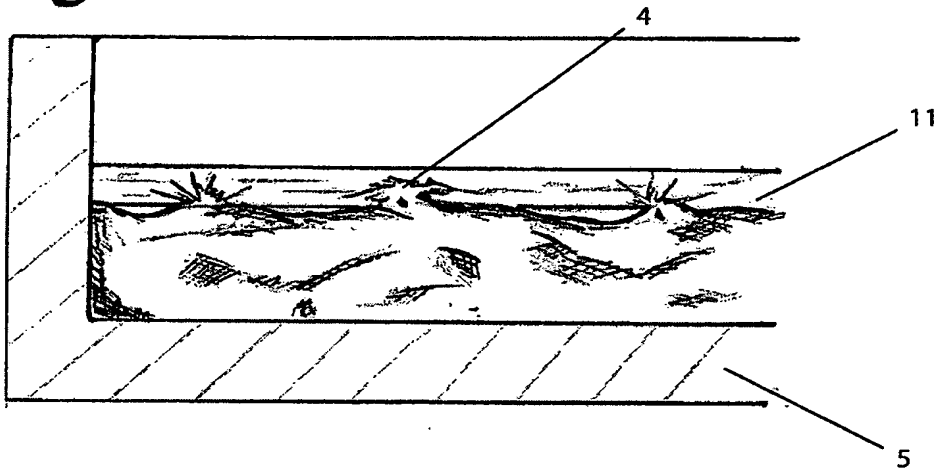


Fig. 13

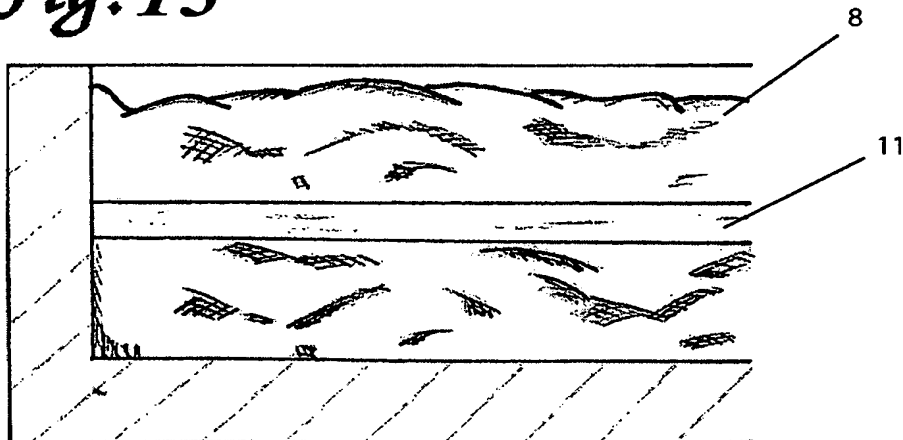


Fig. 14

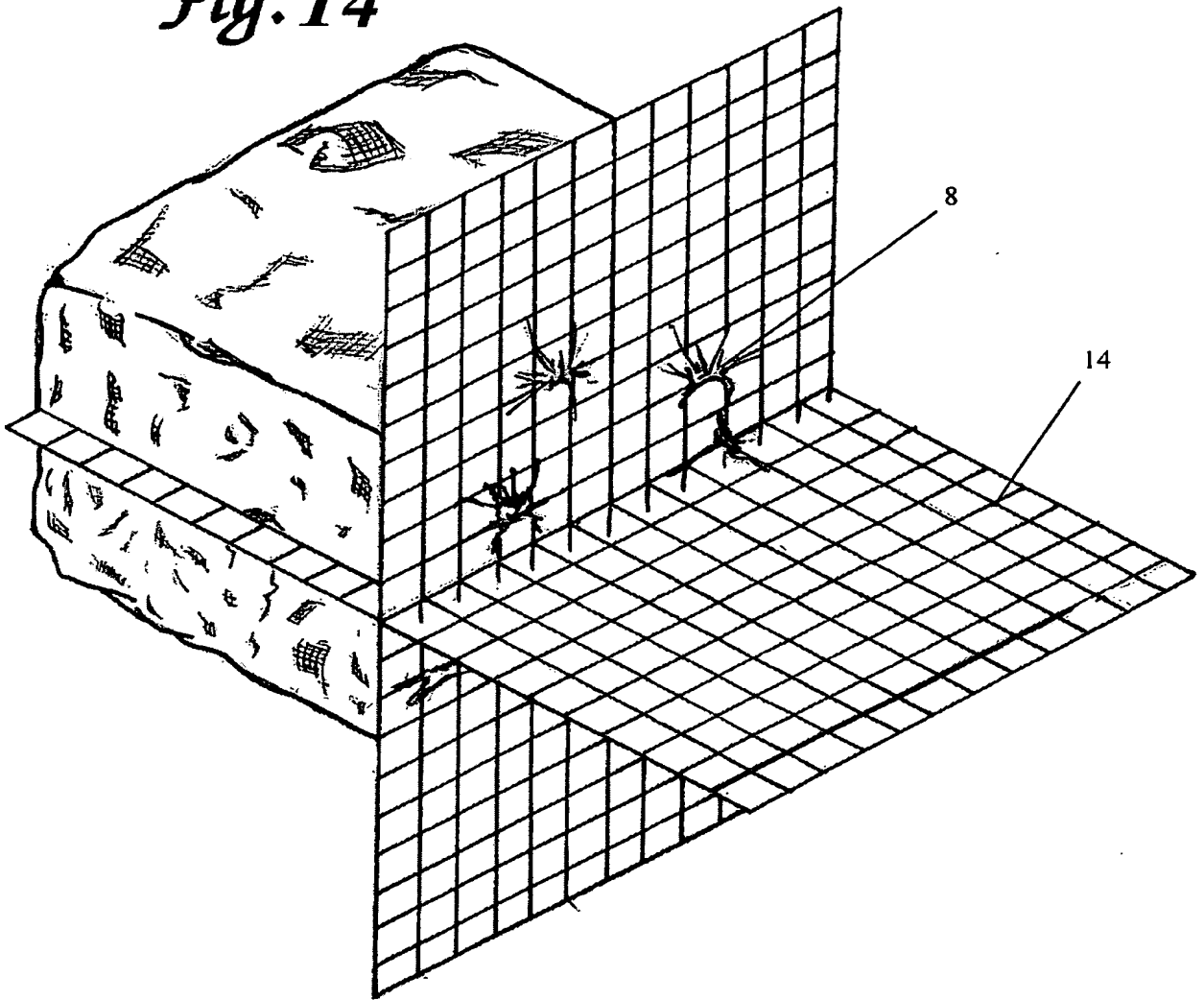


Fig. 15

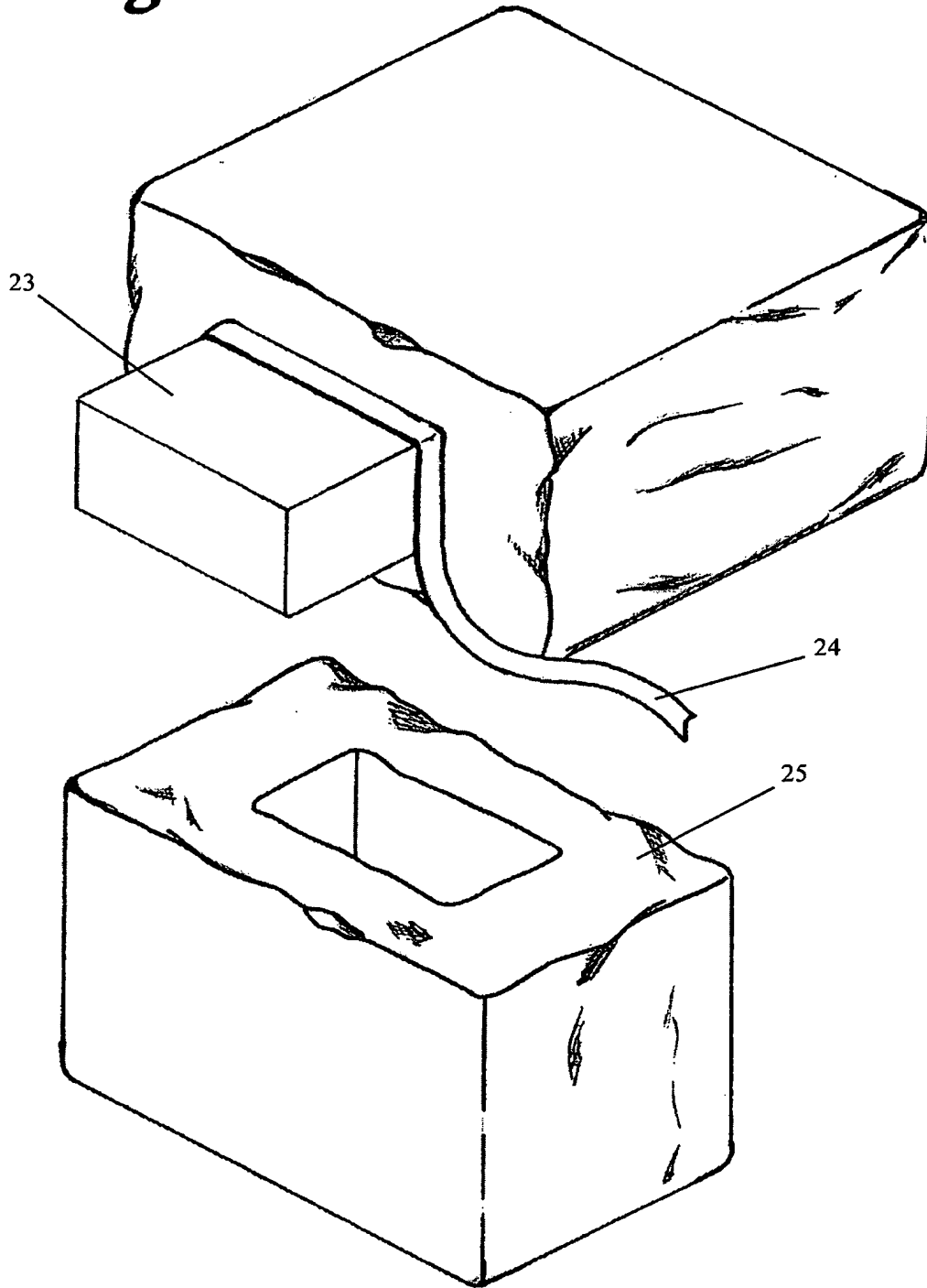
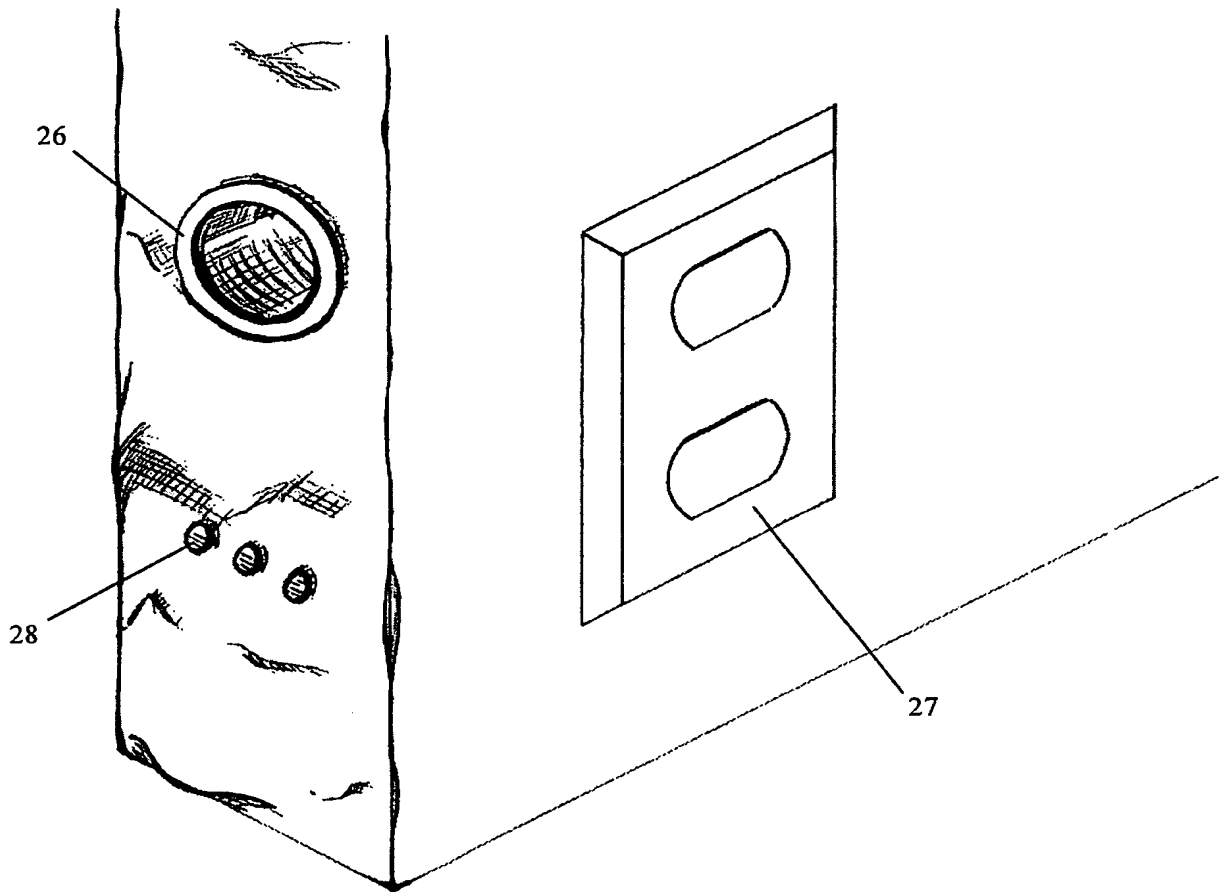
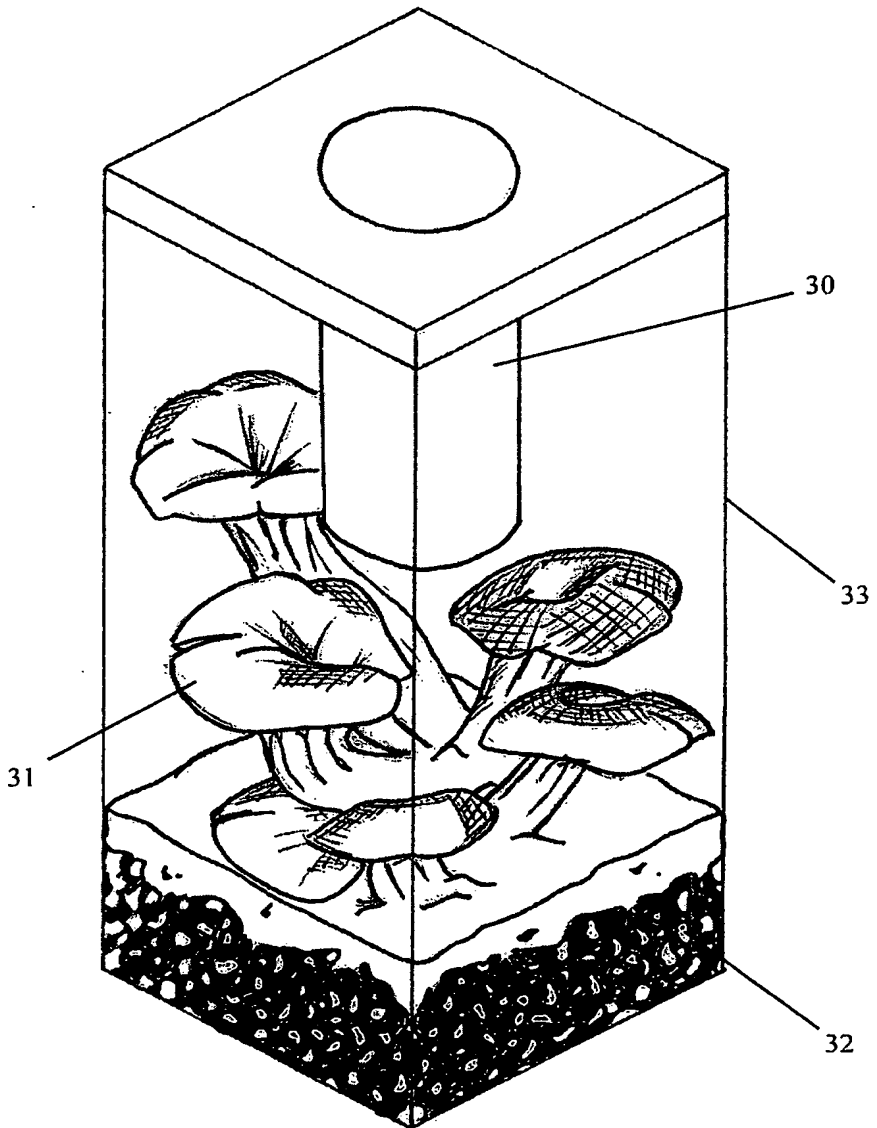
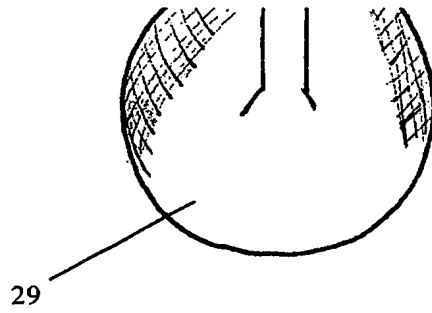


Fig. 16



12/14

Fig. 17



13/14

Fig. 18

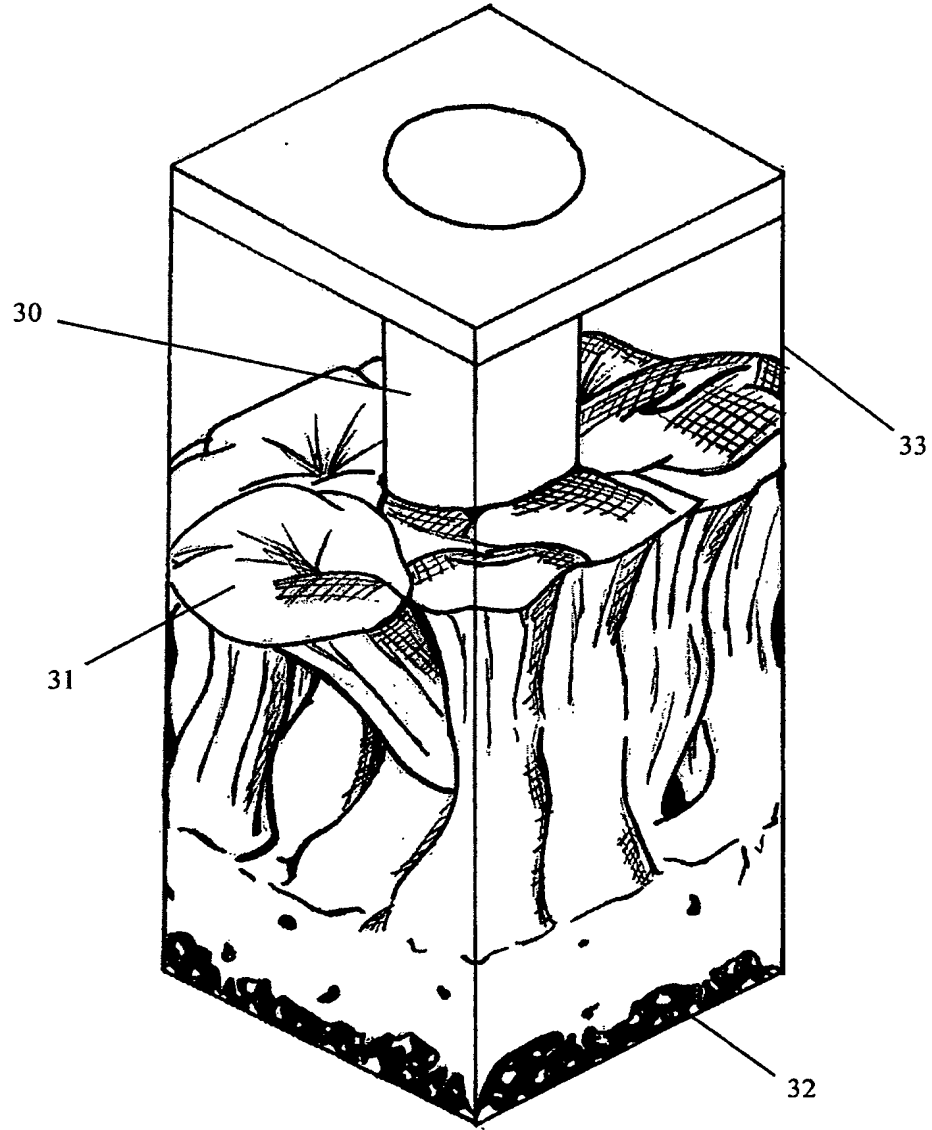
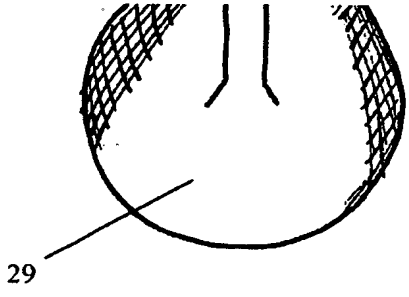
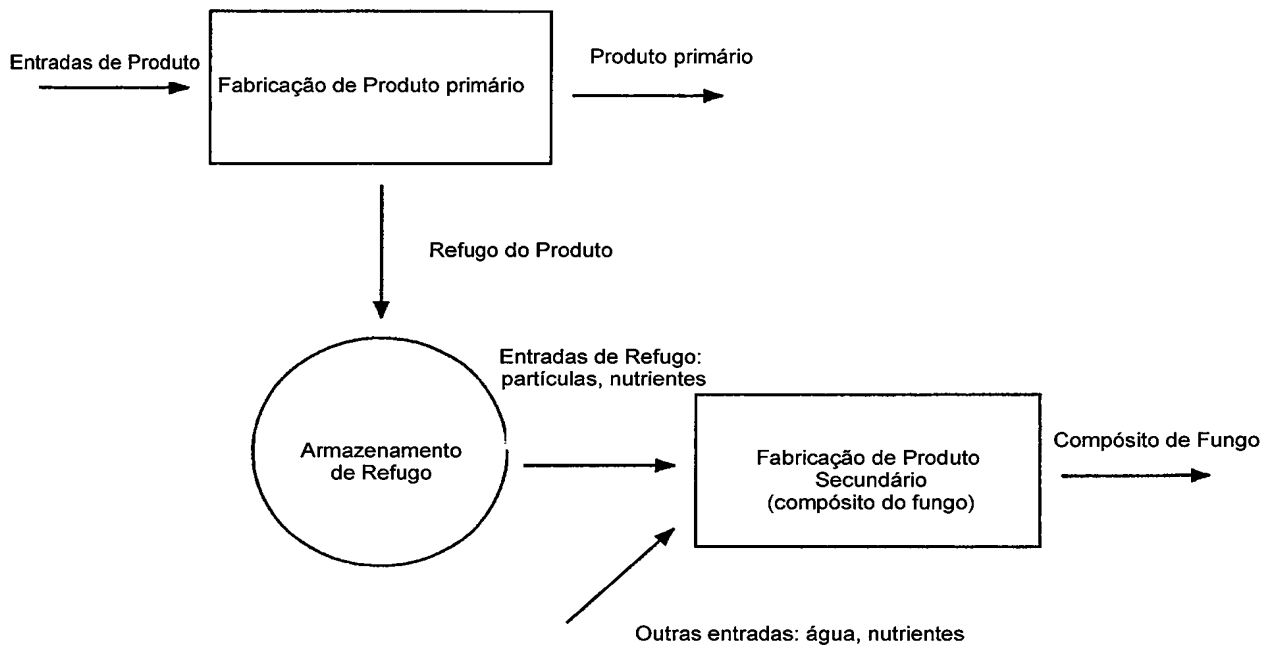


Fig. 19

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE MATERIAIS DE CRESCIMENTO E PRODUTOS CONSTITUÍDOS ATRAVÉS DO MESMO"**.

A presente invenção refere-se a um material compósito composto por um substrato de partículas discretas e uma rede de células de micélio interconectadas que une as partículas discretas entre si. O material compósito é constituído inoculando-se um substrato de partículas discretas e um material nutriente com um fungo pré-selecionado. O fungo digere o material nutriente durante um período de tempo suficiente para que as hifas cresçam com a finalidade de formar uma rede de células de micélio interconectadas através e ao redor das partículas discretas, unindo, assim, as partículas discretas entre si de modo a formar um material compósito auto-sustentável. Em outra modalidade, permite-se que o fungo cresça como um corpo de frutificação para fora do substrato e no interior de um invólucro com a finalidade de preencher completamente o invólucro de modo a formar uma estrutura auto-sustentável.