



**IPI** INSTITUTO  
NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL  
Assinado  
Digitalmente

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

CARTA PATENTE Nº BR 202020025079-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE MODELO DE UTILIDADE, que outorga ao seu titular a propriedade do modelo de utilidade caracterizado neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** BR 202020025079-0

**(22) Data do Depósito:** 08/12/2020

**(43) Data da Publicação Nacional:** 13/09/2022

**(51) Classificação Internacional:** E04D 1/20.

**(52) Classificação CPC:** E04D 1/20.

**(54) Título:** FOTOBIORREATOR DE TELHAS PARA CULTIVO DE MICRO-ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS

**(73) Titular:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA, Instituição de Ensino e Pesquisa. CGC/CPF: 75095679000149. Endereço: RUA JOÃO NEGRÃO, 280 2º ANDAR, CURITIBA, PR, BRASIL(BR), 80010-200, Brasileira

**(72) Inventor:** PAULO CESAR DE SOUZA KIRNEV; LUCIANA PORTO DE SOUZA VANDENBERGHE; SUSAN GRACE KARP; JÚLIO CESAR DE CARVALHO.

**Prazo de Validade:** 15 (quinze) anos contados a partir de 08/12/2020, observadas as condições legais

**Expedida em:** 04/04/2023

Assinado digitalmente por:  
**Alexandre Dantas Rodrigues**

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



## FOTOBIORREATOR DE TELHAS PARA CULTIVO DE MICRO-ORGANISMOS FOTOSSINTÉTICOS

### **Campo da invenção**

[001] O presente modelo de utilidade refere-se a um fotobiorreator modular para cultivo de micro-organismos fotossintéticos no formato de uma telha para cobertura residencial, comercial e/ou industrial que proporciona o aproveitamento destes espaços para produção de biomassa, biocompostos e fixação de dióxido de carbono. O modelo de utilidade proposto contempla ainda a capacidade de produção de energia renovável por meio de uma placa fotovoltaica.

### **Fundamentos da invenção**

[002] Os fotobiorreatores são equipamentos utilizados para a produção de micro-organismos fotossintéticos, convertendo energia solar e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em biocompostos aplicados em todos os setores industriais.

[003] Os fotobiorreatores são câmaras de cultivo construídas com materiais transparentes ou translúcidos que permitem a passagem de luz natural ou artificial; são rígidos ou flexíveis, abertos ou fechados. Estes aparatos ainda possuem sistemas de agitação e de transferência de massa e calor, com a finalidade de melhorar o acesso dos micro-organismos aos nutrientes necessários e reduzir o estresse causado pelas condições impostas.

[004] Esses equipamentos podem ser encontrados nas mais variadas geometrias e configurações, sendo classificados como tubulares, planos, tanques ou híbridos. Embora possam ser encontrados em configurações peculiares como os “por gotejamento”, *bag´s* e os esféricos, ilustrados nos documentos KR 101856678 B1, BR 112012002121 A2 e WO 2019/032725 A1, respectivamente. A geometria do aparato é definida pela iluminação, hidrodinâmica, capacidade volumétrica e transferência de massa.

[005] Os fotobiorreatores planos ou de placas são equipamentos que apresentam maiores áreas de exposição para pequenos volumes, o que possibilita cultivar micro-organismos com alta densidade celular, e assim maximizar a produção por área, como pode ser observado no documento chinês CN208632522U.

[006] Nas coberturas das construções urbanas há grandes áreas ociosas que poderiam ter melhor aproveitamento e é nas cidades que grandes quantidades de dióxido de carbono são produzidas, principalmente pelo uso do combustível fóssil. Dessa forma, o presente modelo de utilidade vem propor o aproveitamento destas áreas subutilizadas para produção de micro-organismos fotossintéticos através da substituição das coberturas tradicionais por um fotobiorreator de telhas. Além do aproveitamento do espaço, o cultivo destes micro-organismos fixa o dióxido de carbono e resulta na formação de bioprodutos, que podem ser convertidos em alimentos, fármacos, energias verdes etc. Essas áreas ociosas ainda apresentam capacidade de produção de energia limpa pelo uso das placas solares que podem ser acopladas aos fotobiorreatores.

[007] Em relação à cobertura, o documento CA2755419A1 refere-se a um fotobiorreator suspenso flexível, transparente, removível e de formato gótico, características que definem coletivamente uma cobertura de telhado externa para uma estufa. Esse documento diverge do presente modelo de utilidade por ser este um fotobiorreator de cobertura que apresenta formato de telhas usuais na cobertura de residências, comércios e indústrias, sendo constituídas de materiais rígidos. Outra discrepância seria em relação à estrutura em si, não necessariamente o modelo descrito no documento CA2755419A1 necessita de uma estrutura de suporte, o fotobiorreator se mantém por si só. O presente modelo de utilidade necessita do suporte tradicional que constitui as coberturas urbanas, sendo elas horizontais ou verticais.

[008] Pode-se encontrar ainda no estado da técnica os documentos EP2359682A1 e EP2533627B1 que definem a tecnologia neles contida como uma fachada que compreende um fotobiorreator de placas. Os equipamentos estão alocados sobre a superfície da construção através de um suporte, representando uma camada extra ao desenho arquitetônico da construção. Dessa forma, os documentos EP2359682A1 e EP2533627B1 divergem do presente modelo de utilidade devido à distinta finalidade de cobertura. O presente modelo de utilidade é um fotobiorreator modular no formato de

uma cobertura tradicional, não se referindo a uma camada extra ao desenho arquitetônico, mas sim, parte fundamental da estrutura da construção.

[009] No entanto, o uso de um fotobiorreator como cobertura estruturada de modo modular já é apresentado no documento US20140199759A1 que descreve como reivindicação: “parede ou telhados consistindo na pluralidade de painéis intertravados”, porém o modelo de utilidade delimita as placas como INDEPENDENTES, ou seja, cada telha consiste em um fotobiorreator. Quando comparado o modelo do referido documento com o presente modelo de utilidade, o que diverge é que, neste, toda a cobertura é um fotobiorreator DEPENDENTE ENTRE AS UNIDADES MODULARES. Também foram propostas modificações estruturais no fotobiorreator, como design e funcionalidade construtivas.

[0010] No que se refere ao aparato fotovoltaico de telhas, o documento BR 102019001956-5 A2 ilustra uma alternativa, compreendendo a estrutura de materiais utilizados para a elaboração do sistema fotovoltaico, constituindo em si a própria telha.

[0011] Os documentos do estado da técnica identificados como mais próximos ao presente modelo de utilidade foram WO01/36881, DE8212100 e BR102012027389-6. Nos três documentos de patente são apresentadas telhas de encaixe lateral, no entanto há diferenças de funcionalidade. Nos documentos WO01/36881 e DE8212100, as telhas são dotadas de compartimento interno e pontos de entrada e saída, porém no primeiro documento não há referência à continuidade no compartimento interno e no segundo documento o compartimento não é fechado em um único corpo, contendo uma base e uma tampa. Já os documentos DE8212100 e BR102012027389-6, mesmo que apresentem aparatos fotovoltaicos, esses não apresentam câmara interna de cultivo como reivindicando no presente documento.

### **Descrição da abordagem do problema técnico**

[0012] O modelo de utilidade consiste em um fotobiorreator modular no formato de telha com câmara interna de cultivo de micro-organismos fotossintéticos. Os fotobiorreatores podem ser interconectados em série e/ou paralelo, instalados como cobertura para residências, comércio e/ou indústrias, podendo conter um aparato fotovoltaico.

**Breve descrição dos desenhos**

[0013] A Figura 1 apresenta o desenho isométrico do fotobiorreator.

[0014] A Figura 2 ilustra o corte parcial do desenho isométrico do fotobiorreator.

[0015] A Figura 3 apresenta os fotobiorreatores de telhas conectados na disposição para cobertura.

**Descrição detalhada da invenção**

[0016] As Figuras 1 e 2 ilustram um fotobiorreator de telha (1) para cobertura residencial, comercial e/ou industrial modificada para produção de micro-organismos fotossintéticos, sendo cada unidade disposta de modo dependente e interconectado, estando as unidades posicionadas como telhado com angulação que varia de 2 a 80% de inclinação, constituindo um sistema fechado. Cada unidade do fotobiorreator apresenta um encaixe ou conexão de entrada (2), um encaixe ou conexão de saída (5), os quais interconectam de modo dependente o sistema; o compartimento para aparato fotovoltaico (3); e a câmara interna de cultivo (4).

[0017] O fotobiorreator de telhas (1) pode ser construído com plásticos de engenharia que apresentem as seguintes características: a) ser transparente ou translúcido, b) ser resistente a luz ultravioleta, c) apresentar boa resistência mecânica, d) suportar temperaturas entre -40 e 100°C e e) suportar agentes químicos sanitizantes e/ou oxidantes. Como exemplos podem ser destacados o vidro, fibra de vidro, policarbonato (PC), policloreto de vinila (PVC), polimetilmetacrilato (PMMA), polipropileno (PP) e polietileno tereftalato modificado com glicol (PETG).

[0018] Os sistemas de entrada (2) na parte superior e saída (5) na parte inferior são encaixes que possibilitam o escoamento de um fotobiorreator para outro, além de auxiliarem os sistemas de fixação das telhas para a composição da cobertura. São projetados para suportarem dilatação, sendo necessário para as conexões um sistema de vedação de borracha ou silicone.

[0019] A câmara interna de cultivo do fotobiorreator (4) acompanha a geometria da telha, sendo preferencialmente localizada na região mais plana da geometria. As arestas

internas devem ser arredondadas para evitar acúmulo de biomassa ou regiões de estagnação térmica ou de massa. A câmara interna de cultivo (4), que varia de 10 a 90% do volume da peça, se apresenta com geometria circular e/ou elíptica e/ou retangular e/ou quadrática, triangular e/ou acompanhando a geometria da peça de modo casca.

[0020] A Figura 3 ilustra a montagem do fotobiorreator de telha para a composição do telhado. Os encaixes laterais (6) auxiliam no processo de fixação da telha entre as unidades como cobertura ecológica. O posicionamento do aparato fotovoltaico (3) é realizado na superfície da placa, acima das regiões de encaixe (6) para o melhor aproveitamento da área da placa nas regiões não indicadas para comportarem as câmaras internas de cultivo (4).

### **Exemplos de concretizações da invenção**

[0021] O fotobiorreator de telhas pode apresentar largura na faixa de 10 a 1000 mm, comprimento na faixa de 10 a 1000 mm e altura na faixa de 10 a 500 mm. A câmara interna de cultivo pode ocupar de 10 a 90% do volume do fotobiorreator de telha. As entradas e saídas podem ser retangulares ou cilíndricas para encaixe rápido, macho-fêmea ou por tubulações, sendo conectadas em série ou paralelo. A construção pode ser realizada por moldes em duas partes e posteriormente soldadas e/ou coladas e/ou parafusadas e/ou rebitadas, ou por peça unida através de sopro.

[0022] Os fotobiorreatores podem ser alocados em coberturas residenciais, comerciais ou industriais que apresentem inclinação entre 2 e 45%, cada fotobiorreator apresentando sistema de fixação por encaixe nas estruturas de suporte. Para inclinações acima de 45% se faz necessário uso de supercolas à base de poliuretano ou perfurações para a passagem de pregos e/ou parafusos e/ou rebites para fixação extra. A inclinação máxima é de até 80%. No caso de inclinações acima de 45%, as perfurações devem ser realizadas nas regiões maciças da peça para evitar danos estruturais e/ou perda de resistência mecânica do fotobiorreator de telhas.

## REIVINDICAÇÃO

1. **FOTOBIORREATOR DE TELHAS PARA CULTIVO DE MICRO-ORGANISMOS FOTOSSINTÉTICOS** constituído por telha (1) dotada de conexões de entrada (2) e saída (5) de encaixe, e regiões laterais de encaixe (6) **caracterizado por** ser dotado de câmara interna de cultivo (4) que varia de 10 a 90% do volume da peça, e de aparato fotovoltaico (3) suportado nas regiões onde a câmara interna de cultivo (4) não está compreendida, preferencialmente nas regiões de encaixe laterais, sendo a referida telha transparente ou translúcida construída com vidro e/ou fibra de vidro e/ou policarbonato (PC) e/ou policloreto de vinila (PVC) e/ou polimetilmetacrilato (PMMA) e/ou polipropileno (PP) e/ou polietileno tereftalato modificado com glicol (PETG).

FIGURAS

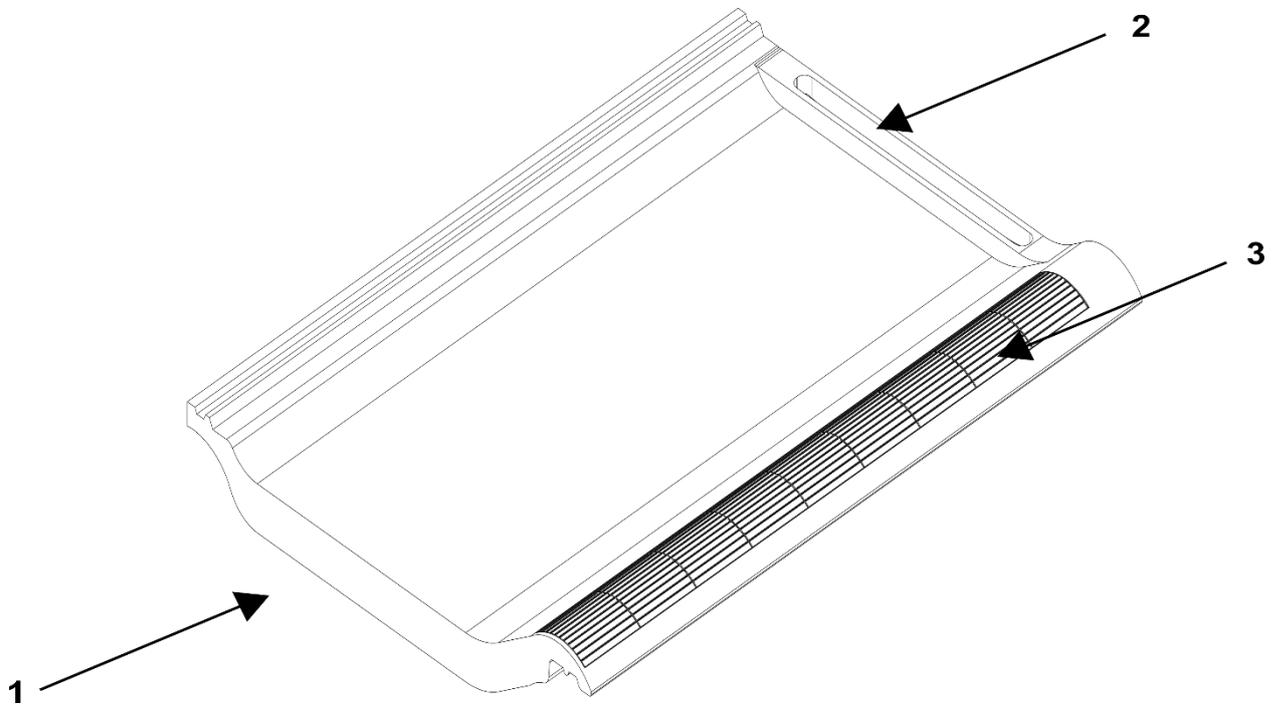


Figura 1

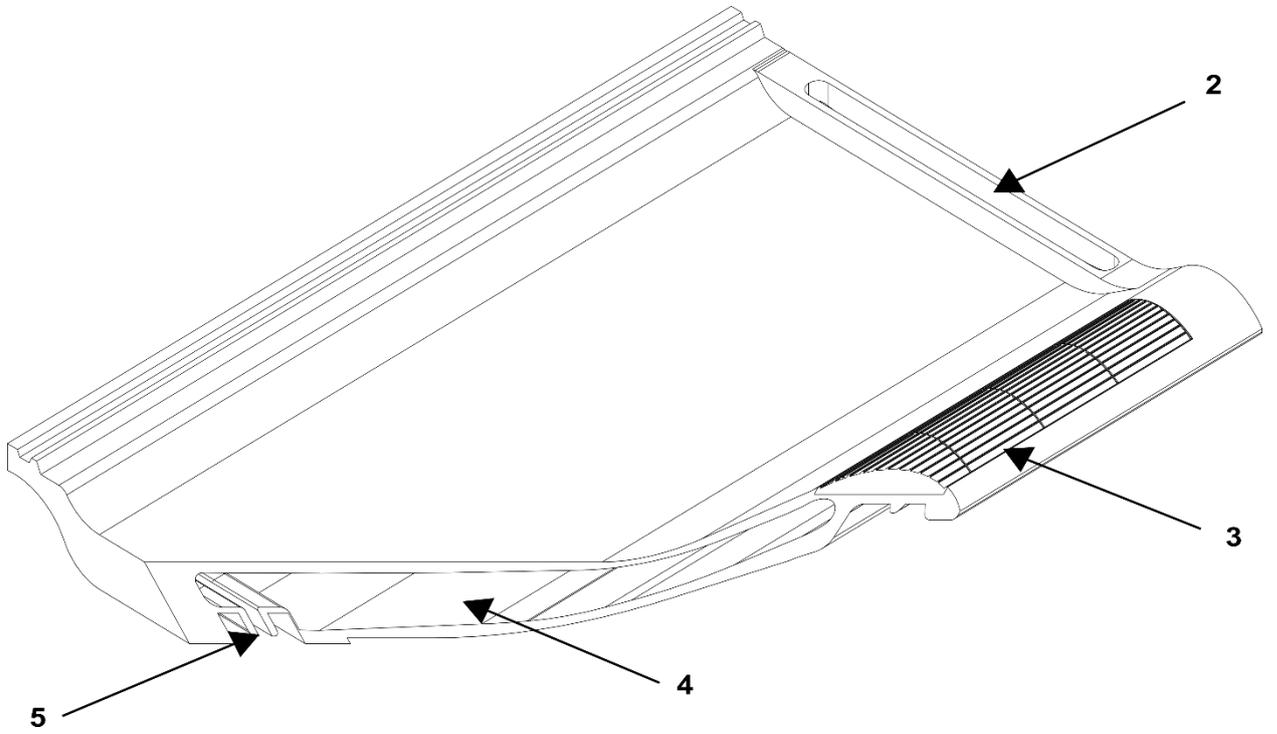


Figura 2

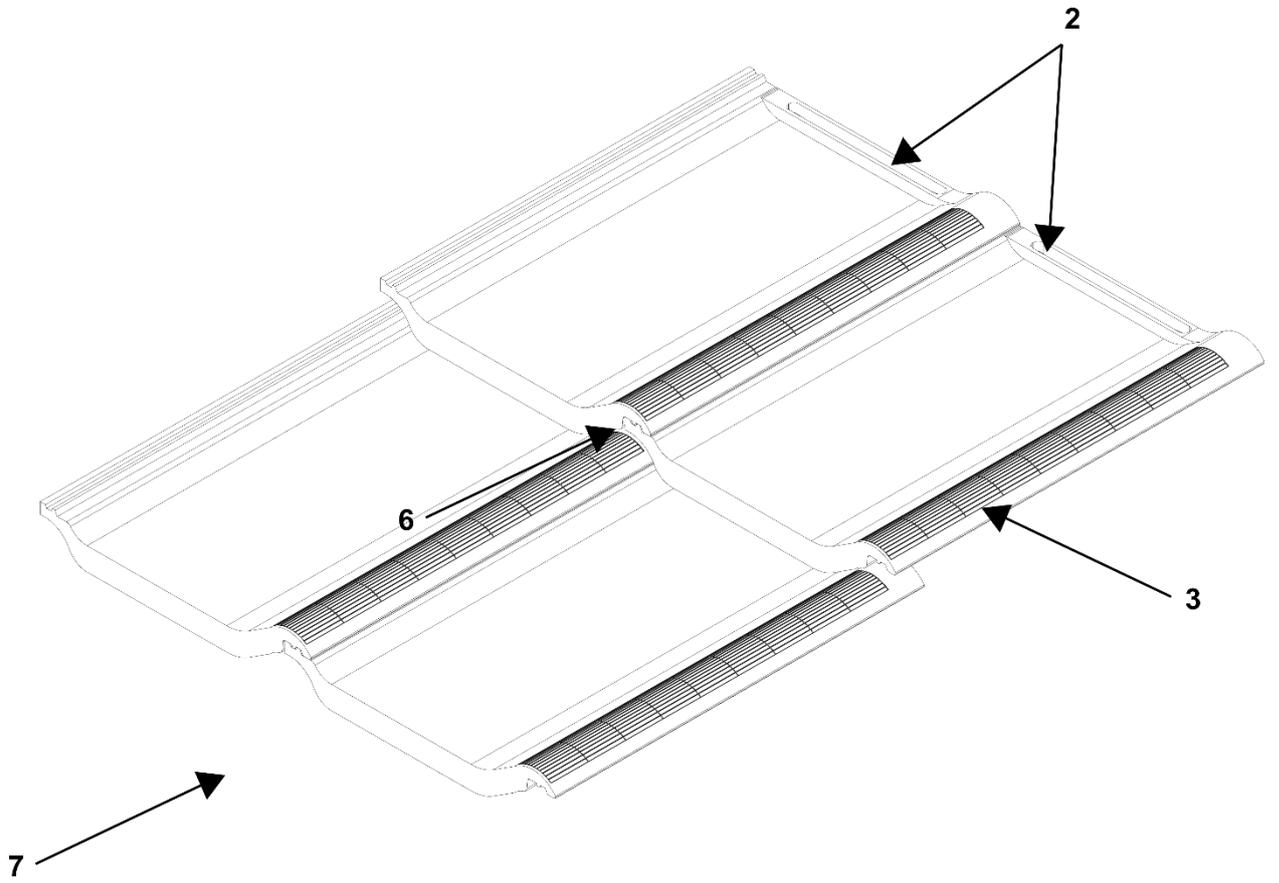


Figura 3