



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

(21) PI 1100091-0 A2



(22) Data de Depósito: 14/01/2011

(43) Data da Publicação: 18/08/2015  
(RPI 2328)

(54) Título: CÉLULAS FLUTUANTES

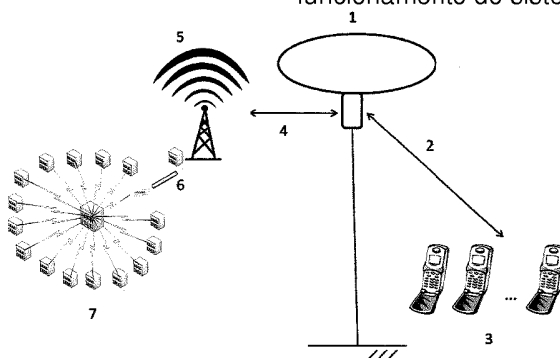
(51) Int.Cl.: H04W88/10; B64B1/58

(52) CPC: H04W88/10; B64B1/58

(73) Titular(es): Bruno Avena de Azevedo

(72) Inventor(es): Bruno Avena de Azevedo

(57) **Resumo:** CÉLULAS FLUTUANTES. Patente de Privilégio de Invenção para um sistema de células de rede celular portáteis, leves e de alta flexibilidade para offload de tráfego celular e ampliação de área de cobertura para eventos pontuais compreendendo um plataforma celular aeronáutica flutuante, denominada CÉLULA FLUTUANTE (1), que se comunica com estações móveis celulares (3) através de sistema celular (2), por exemplo GSM, e com estações de transmissão de dados sem fio (5) através de protocolo sem fio (4), por exemplo Wi-Fi ou WiMAX. Estas estações transportam a comunicação para a rede móvel celular (7). A CÉLULA FLUTUANTE por sua vez é compreendida por um invólucro (8), o dito invólucro podendo conter empenagens (9), a dita plataforma flutuante contendo ainda cabos de sustentação (10), caixa para embarque da carga paga (11), dispositivos irradiantes de comunicação celular (12) e backhaul (13), gimbais (14) para sustentação da dita caixa ou apenas dos ditos dispositivos irradiantes, cabo de atracação (15) e fixação terrestre (16), podendo conter também grade contenção (17). A plataforma flutuante se comunica com uma estação de transmissão de dados (18) responsável por fazer a conexão com a rede. A carga paga compreende baterias responsáveis pelo funcionamento da célula ao longo da duração do evento, que pode variar de algumas horas a alguns dias, e que podem também serem armazenadas em uma caixa no solo responsável por fazer a tele-alimentação, chip de femto-célula (ou eletrônica equivalente responsável pelo processamento dos canais celulares), ponto de acesso wireless (para comunicação Wi-Fi, WiMAX ou semelhante) e demais componentes eletrônicos responsáveis pelo funcionamento do sistema.



## “CÉLULAS FLUTUANTES”

A presente patente de privilégio de invenção tem por objetivo um sistema de cobertura celular leve e de alta flexibilidade, usando uma plataforma flutuante (balão cativo). Em particular visa-se o *offload* do tráfego por ocasião de eventos de alta demanda que recorrentemente acarretam no congestionamento da rede e também a ampliação de cobertura para áreas onde ela não existe ou é precária.

As redes de telecomunicações via rádio (celular) são projetadas baseadas em valores médios de demanda estimados pela área operacional das empresas que prestam este serviço. Uma série de fatores contribui para a variação desta demanda, como horário do dia (existência de horários de pico, em geral durante o horário comercial), fatores sazonais e eventos pontuais com alta concentração de usuários, por exemplo Réveillon, Carnaval, shows, eventos esportivos e paradas militares. Para os primeiros problemas citados o estado da arte mostra soluções baseadas em ações de mercado, como preços promocionais para o uso do celular em horários e dias específicos. Para os eventos pontuais são usadas ações baseadas em ampliação temporária da capacidade da rede. Este último atua diretamente na infraestrutura física da rede, adicionando equipamento nas regiões de alta demanda. Os exemplos mais típicos deste equipamento são as chamadas “células sobre rodas” (ou COW da sigla em inglês para Cells-on-Wheels), ou as “células em uma caixa” (ou CIAB da sigla em inglês para Cell-in-a-Box).

As soluções existentes no estado da técnica apresentam grande peso e complexidade e uma dificuldade visível para dispor as antenas numa altura adequada para a cobertura desejada. Também é evidente que por seu tamanho (caminhões ou trailers) o acesso a certos eventos se torna difícil, e pelo espaço ocupado, a autorização para o estacionamento do veículo seja mais oneroso.

Do ponto de vista da eletrônica embarcada, as células normalmente presentes nas soluções COW, CIAB ou equivalente, apresentam equipamentos muito semelhantes aos utilizados em estações de rádio base. O avanço da tecnologia e da miniaturização dos componentes levou à última solução em termos de tamanho: as ditas femto-células. Um único chip hoje é capaz de suportar 64 usuários de voz simultâneos e até 400 usuários de *smartphones* em espera. Tudo isto com um consumo de potência menor que 5 W. Inicialmente projetados com o objetivo da melhoria do serviço de telefonia móvel em ambientes internos, como residências ou locais de trabalho, a solução vem se mostrando também uma excelente alternativa para locais públicos, como estações de metrô, shopping centers e também em locais abertos de grande fluxo de pessoas. O estado da arte mostra este uso sendo feito através de antenas posicionadas em pontos estratégicos, tetos, marquises de prédios, dentre outros, sempre tendo um campo de visão limitado. A solução nova inventiva vem no sentido de ampliar o conceito para o *offload* de tráfego em eventos de aumento rápido de demanda, através de uma plataforma leve e altamente flexível, feita com o objetivo de prestar o serviço durante um intervalo de tempo de algumas horas a alguns dias, embarcando toda a energia necessária ao funcionamento da estação por essa duração do evento. Baseados em cada caso de aplicação do produto um estudo avaliará se o melhor é realmente embarcar toda a bateria, ou manter as baterias no solo e fazer uma tele-alimentação. O caso de aplicação determinará a altura da “CÉLULA FLUTUANTE” e a energia necessária para a operação durante o evento, esta última diretamente relacionada ao tempo da missão. Desta forma uma variante do produto consiste em criar uma caixa de solo para armazenamento das baterias, de maneira a fazer a tele-alimentação para o equipamento flutuante.

Pela idéia de portabilidade da plataforma, faz-se necessário também apresentar um sistema de *backhaul* que exclua a necessidade de haver equipamentos pesados acompanhando a célula. O objetivo é transmitir para a rede os dados de comunicação com os equipamentos rádio móveis, por exemplo via sistema

GSM mas que pode ser estendido a qualquer outro sistema de comunicação celular. Em particular o transporte poderia ser realizado via IP (rede ethernet). Para este *backhaul* será feita a transmissão via rede sem fio, por exemplo Wi-Fi ou WiMAX. No casos em que a conexão física direta seja de fácil aplicação, por exemplo através de fibra óptica, o *backhaul* poderá ser feito desta maneira.

Um dos problemas inerentes ao uso de balões cativos é a movimentação do mesmo, e conseqüentemente da eletrônica embarcada, em função da presença de ventos, que por vezes podem ser muito fortes. A inclinação do cabo de atracação pode trazer riscos a estruturas próximas. Além disso, a movimentação da antena pode mudar o diagrama de irradiação, gerando problemas no próprio serviço fim do produto. Neste ponto torna-se muito importante desenvolver sistemas que minimizem estes efeitos.

As relações básicas que devem ser consideradas para estimar o ângulo de inclinação do cabo ( $\alpha$ ) determina que, no equilíbrio, a força de arrasto ( $D$ ) deve ser igual à componente da tração no cabo na direção horizontal ( $T \cdot \cos(\alpha)$ ) e o empuxo líquido (já descontando o peso do equipamento) igual a componente da tração no cabo na direção vertical ( $T \cdot \sin(\alpha)$ ). Estas relações permitem afirmar que quanto maior o empuxo líquido e menor a força de arrasto, menor será o ângulo de deflexão no cabo. O arrasto é dependente diretamente do quadrado da velocidade do vento e do coeficiente de arrasto do invólucro. No primeiro fator seria possível estimá-lo antes dos eventos de interesse, através de análise de relatórios de previsão numérica dos ventos. Em caso dos ventos esperados serem muito fortes seria possível tomar algumas medidas preventivas como o uso de cabos extras e a retirada de parte das baterias (para aumento do empuxo líquido), mesmo que isso acarrete na necessidade de realizar troca de baterias durante o evento. O ponto mais passível de modificações é no coeficiente de arrasto. Este é diretamente relacionado com o formato do balão, quanto mais esbelto (por definição aquele que cria menos interferência nas linhas de corrente do escoamento) menor o coeficiente de arrasto. Como exemplo, a

mudança de um invólucro de formato esférico para um elipsóide pode diminuir o coeficiente de arrasto e conseqüentemente o arrasto em até dez vezes.

Outro aspecto é a orientação da antena e a mudança do seu perfil de radiação. Caso a antena esteja rigidamente presa ao cabo ou invólucro é de se esperar que pequenas mudanças no ângulo tenham um impacto considerável no perfil de radiação no solo, tão maior quanto maior a altitude no solo. Uma forma de mantê-la sempre na mesma orientação, independente dos ventos, é utilizar os chamados *gimbals*. Estes se tratam de dispositivos mecânicos que, através da livre rotação de eixos, mantém o equipamento preso aos ditos *gimbals* sempre na mesma orientação. Este artifício pode ser usado para manter a antena sempre na mesma posição.

Tendo em vista estes problemas e no propósito de superá-los foi desenvolvido um sistema de ampliação rápida da capacidade de uma rede celular, objeto da presente patente, composto por uma plataforma flutuante (balão cativo), equipamento eletrônico responsável pela transmissão de dados e voz baseado em tecnologia de células miniaturizadas (por exemplo *femtocells*) e incluindo a comunicação de *backhaul* (para conexão com a rede móvel, a ser feita via Wi-Fi, WiMAX ou tecnologia semelhante sem fio). A plataforma inclui ainda baterias que dispensam a tele-alimentação de energia elétrica e as antenas responsáveis pela comunicação. Para o *backhaul*, aparelhos de transmissão sem fio (Wi-Fi, WiMAX ou semelhante) podem ser instalados próximos à infra-estrutura já existente, como estações radio base localizadas em topos de edifícios.

Esta plataforma soluciona o problema de rápido aumento de demanda em eventos pontuais, possibilitando que pontos de acesso portáteis sejam adicionados à rede celular existente (por exemplo GSM) em locais públicos. A presente plataforma é de fácil instalação, exige pouco espaço e não exige conexão física

com nenhum outro equipamento ou rede elétrica (com exceção do fio terra). Estas características tornam o produto altamente flexível quanto ao ponto de instalação.

No campo do uso dos balões para sustentação de antenas e transmissores, sua existência é de longa data. Balões foram usados durante a II Guerra Mundial e em diversas outras ocasiões para o estabelecimento de comunicações via rádio e vigilância do inimigo. O uso de balões cativos é previsto desde 1994 pelo regulamento brasileiro de homologação aeronáutica (RBHA 101) possibilitando o suporte de aparelhos de até 4,5 kg (4,5 m<sup>3</sup> de gás, no caso hidrogênio ou hélio) sem que haja regras específicas a serem cumpridas, ou maior do que este limite desde que sejam tomados os devidos cuidados previstos por esse regulamento. No Brasil uma patente de privilégio de invenção reivindica um produto consistindo em uma das possíveis maneiras de fazer a disposição e sustentação dos ditos aparelhos. No exterior o uso de balões cativos para sustentação de aparelhos de transmissão também possui precedente, mas não com o objetivo de realizar *offload* de uma rede celular, nem tampouco de substituir toda a eletrônica externa (geralmente localizada em trailers) por um sistema muito mais transportável e flexível com eletrônica interna.

Os desenhos anexos mostram o sistema e suas particularidades.

A fig. 1 mostra a arquitetura do sistema.

A fig. 2 mostra a plataforma celular aeronáutica flutuante, doravante denominada “CÉLULA FLUTUANTE”.

O sistema compreende uma plataforma celular aeronáutica flutuante (1), doravante denominada “CÉLULA FLUTUANTE”, uma pluralidade de estações móveis celulares (3) e uma estação de transmissão de dados sem fio (5) para o *backhaul*. A dita plataforma celular aeronáutica flutuante (1) atua como célula, realizando a comunicação com as ditas estações móveis celulares (3) através de

um protocolo de comunicação celular (2), por exemplo GSM, mas não restrito a este. A dita plataforma aeronáutica flutuante (1) é responsável por fazer o transporte dos dados para a dita estação de transmissão de dados sem fio (5), através de protocolo sem fio (4), este podendo ser comunicação Wi-Fi, WiMAX ou semelhante. No caso particular em

5 que a distância entre a dita plataforma celular aeronáutica flutuante (1) e a dita estação de transmissão de dados sem fio (5) for pequena, pode-se substituir o protocolo de comunicação sem fio (5) por uma conexão direta via cabo, por exemplo uma rede ethernet. A dita estação de transmissão de dados sem fio (5) é responsável por transportar os dados para uma rede IP (6), por sua vez a dita rede IP transporta os dados

10 em direção à rede móvel celular (7).

O invólucro (8) é feito num formato aerodinâmico, se assemelhando a um dirigível ou fuselagem de avião, ou em formato lenticular (se assemelhando a um disco voador). Isto é feito com o objetivo de minimizar a força de arrasto gerada pelos ventos, o que impacta diretamente no ângulo de inclinação

15 assumido pelo cabo de atracação. Não se exclui a possibilidade, porém, que o invólucro, por questões de simplicidade e economia, possa ser em formato convencional (cilíndrico ou em formato natural de balão), notando-se contudo que isto acarretaria numa penalidade quanto à estabilização do mesmo, mais susceptível a ventos. O invólucro pode conter ainda superfícies de estabilização, ditas empenagens (9), responsáveis por

20 manter o balão orientado na direção do vento, mantendo a força de arrasto mínima independente de mudanças na direção e intensidade dos ventos durante a operação. Cabos de sustentação (10) suportam uma caixa (11) que contém toda a carga paga da plataforma. A dita caixa (11) também pode ser conectada diretamente ao dito invólucro (8). Externamente à caixa (11) encontram-se dispositivos irradiantes de comunicação

25 celular (12) e de backhaul (13) conectados à mesma. Estes dispositivos podem estar presos a um *gimbal* (14) responsável por manter o dispositivo irradiante ou a própria dita caixa sempre na mesma orientação vertical, possibilitando uma cobertura de sinal constante e independente de variações de direção e intensidade dos ventos. Os ditos

dispositivos irradiantes (12 e 13) podem consistir numa única antena que integra as funções. Os ditos cabos de sustentação (10), que podem estar ligados diretamente ao dito invólucro, são ligados a um cabo de atracação (15), que consiste em um cabo de aço resistente ou outro material capaz de resistir com margem de segurança adequada às tensões esperadas, ligado por sua vez a uma fixação terrestre (16). Esta fixação pode ser um ponto fixo direto no solo, envolvido por uma grade de contenção (17) que sirva de apoio para o dito cabo de atracação para ângulos de deflexão maiores do que um ângulo previamente especificado, provendo proteção ao cabo e principalmente às pessoas próximas ao ponto de fixação. Esta fixação pode ser também um simples revestimento sólido (por exemplo um cano de material resistente) corretamente fixado ao solo. Junto ao cabo é transmitido também um fio condutor para aterramento em caso de descarga elétrica. A dita carga paga compreende baterias responsáveis pelo funcionamento da célula ao longo da duração do evento, que pode variar de algumas horas a alguns dias, chip de femto-célula (ou eletrônica equivalente responsável pelo processamento dos canais celulares), ponto de acesso wireless (para comunicação Wi-Fi, WiMAX ou semelhante) e demais componentes eletrônicos responsáveis pelo funcionamento do sistema. Adicionalmente pode-se encontrar uma caixa de solo (18), onde as condições do evento considerado tornam a tele-alimentação de energia mais eficiente que o embarque das baterias, caso em que o peso extra de cabo compensa a retirada das baterias. Nesta situação as baterias se encontram na dita caixa de solo (18), que pode também conter uma entrada para alimentação externa, para o caso de eventos de alta duração.

Também é interessante que o invólucro (8) seja de material com baixo grau de opacidade, permitindo que ele também seja usado, com auxílio de uma lâmpada interna de baixo consumo, para fins de propaganda.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Sistema de “CÉLULAS FLUTUANTES” caracterizado por:
  - a) Uma pluralidade de estações móveis celulares.
  - 5 b) Uma rede móvel celular.
  - c) Uma pluralidade de estações de transmissão de dados sem fio.
  - d) Uma pluralidade de plataformas celulares aeronáuticas flutuantes, “CÉLULAS FLUTUANTES”, onde as ditas plataformas celulares aeronáuticas flutuantes se comunicam com as ditas estações móveis celulares através de sistema de comunicação celular, por exemplo GSM e  
10 onde as ditas plataformas celulares aeronáuticas flutuantes se comunicam com as ditas estações de transmissão de dados sem fio através de protocolo sem fio, por exemplo Wi-Fi ou WiMAX.
  
- 15 2. Plataforma celular aeronáutica flutuante, ou “CÉLULA FLUTUANTE” , caracterizada por possuir:
  - a) Um invólucro que armazena o gás responsável por gerar empuxo, podendo ser construído em formato aerodinâmico e conter empenagens para aumentar a estabilidade.
  - 20 b) Um cabo de atracação para tornar o dito invólucro cativo a objetos fixos ao solo compreendendo também possíveis cabos de transmissão de dados e/ou alimentação.
  - c) Um transmissor celular (pico-célula, femto-célula ou tecnologia semelhante).
  - d) Uma pluralidade de antenas.
  - 25 e) Um transmissor para *backhaul* sem-fio.
  - f) Uma caixa contendo eletrônica responsável pela geração de energia durante o tempo de missão e os ditos transmissores.

3. Uma “CÉLULA FLUTUANTE” como em (2) caracterizada pelo transmissor para *backhaul* ser um transmissor de Wi-MAX, Wi-Fi ou tecnologia semelhante de transmissão de voz e dados.

5

4. Uma “CÉLULA FLUTUANTE” como em (2) caracterizada pelo transmissor para *backhaul* ser substituído por um ponto de conexão de cabo para ligação direta com a dita estação de transmissão de dados sem fio.

10

5. Um sistema de “CÉLULAS FLUTUANTES” como em (1) caracterizada pela comunicação para *backhaul* ser realizada através de cabo, por exemplo fibra óptica.

15

6. Uma “CÉLULA FLUTUANTE” como em (2) onde a dita eletrônica responsável pela geração de energia é fixada ao solo dentro de uma caixa de solo e a transmissão de potência é feita através de cabo ligado da dita caixa de solo à dita caixa como em (2) responsável pelos outros equipamentos eletrônicos.

20

7. Uma “CÉLULA FLUTUANTE” como em (2) caracterizada pelo dito invólucro ser feito com o objetivo extra de prover propaganda, incluindo:

- a) Logotipo da empresa
- b) Luz interna

25

8. Uma “CÉLULA FLUTUANTE” como em (2) caracterizada pelos ditos equipamentos irradiantes ou pela dita caixa serem mantidos em posição através de *gimbals* feitos com material leve, por exemplo fibra de carbono.

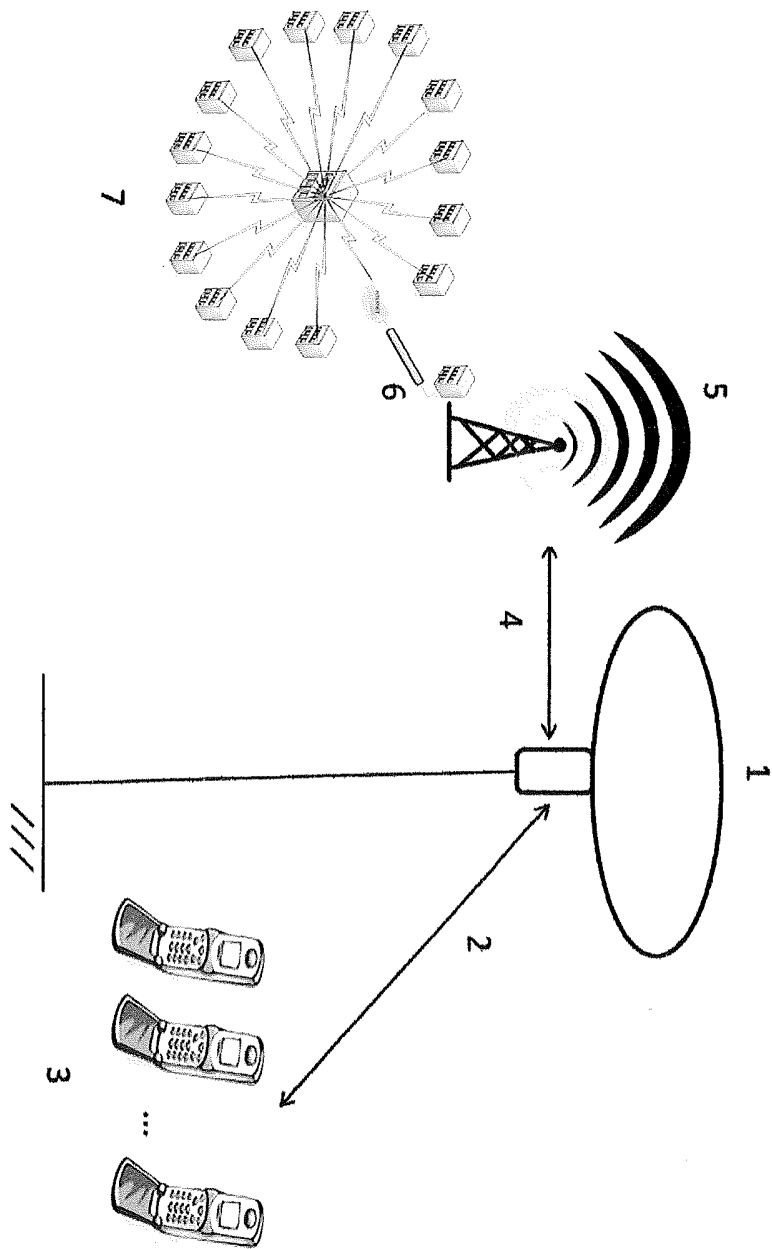


Fig. 1

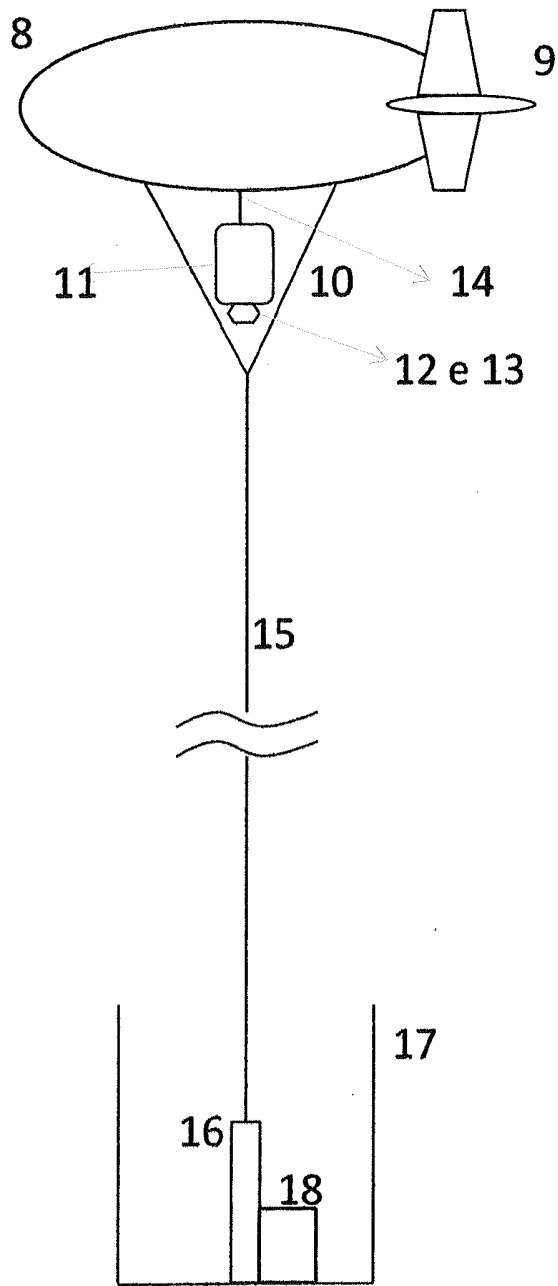


Fig. 2

**RESUMO**

“CÉLULAS FLUTUANTES” Patente de Privilégio de Invenção para um sistema de células de rede celular portáteis, leves e de alta flexibilidade para *offload* de tráfego celular e ampliação de área de cobertura para eventos pontuais compreendendo um

5 plataforma celular aeronáutica flutuante, denominada “CÉLULA FLUTUANTE” (1), que se comunica com estações móveis celulares (3) através de sistema celular (2), por exemplo GSM, e com estações de transmissão de dados sem fio (5) através de protocolo sem fio (4), por exemplo Wi-Fi ou WiMAX. Estas estações transportam a comunicação para a rede móvel celular (7). A “CÉLULA FLUTUANTE” por sua vez é compreendida

10 por um invólucro (8), o dito invólucro podendo conter empenagens (9), a dita plataforma flutuante contendo ainda cabos de sustentação (10), caixa para embarque da carga paga (11), dispositivos irradiantes de comunicação celular (12) e *backhaul* (13), *gimbals* (14) para sustentação da dita caixa ou apenas dos ditos dispositivos irradiantes, cabo de atracação (15) e fixação terrestre (16), podendo conter também grade contenção

15 (17). A plataforma flutuante se comunica com uma estação de transmissão de dados (18) responsável por fazer a conexão com a rede. A carga paga compreende baterias responsáveis pelo funcionamento da célula ao longo da duração do evento, que pode variar de algumas horas a alguns dias, e que podem também serem armazenadas em uma caixa no solo responsável por fazer a tele-alimentação, chip de femto-célula (ou

20 eletrônica equivalente responsável pelo processamento dos canais celulares), ponto de acesso wireless (para comunicação Wi-Fi, WiMAX ou semelhante) e demais componentes eletrônicos responsáveis pelo funcionamento do sistema.