



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112018006125-5 B1



(22) Data do Depósito: 28/09/2016

(45) Data de Concessão: 08/11/2022

(54) Título: SISTEMAS E MÉTODOS PARA COLETA DE UMA ESPÉCIE FLUIDA

(51) Int.Cl.: B03C 3/45; B03C 3/53.

(30) Prioridade Unionista: 28/09/2015 US 62/233,499.

(73) Titular(es): MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY.

(72) Inventor(es): MAHER DAMAK; SEYED REZA MAHMOUDI; KRIPA K. VARANASI.

(86) Pedido PCT: PCT US2016054230 de 28/09/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/058949 de 06/04/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/03/2018

(57) Resumo: SISTEMAS E MÉTODOS PARA COLETA DE UMA ESPÉCIE. Sistemas e métodos relacionados à coleta de uma espécie de uma corrente de gás são geralmente proporcionados. Os sistemas e métodos aqui descritos podem permitir coleta de uma espécie, tal como um fluido (por exemplo, água) com uma eficiência de coleta relativamente alta. Tais sistemas e métodos podem ser úteis em várias aplicações incluindo, por exemplo, coleta de névoa. Em algumas concretizações, os sistemas e métodos intensificam a coleta de água de névoa suspensa no ar para produzir água utilizável. Vantajosamente, os métodos aqui descritos podem, em alguns casos, incorporar íons na corrente de gás, tal que as espécies presentes na corrente de gás seguem linhas de campo elétrico e/ou são atraídas para um coletor aterrado (ou carregado). Vantajosamente, os sistemas e métodos aqui descritos podem suprimir os efeitos adversos de condições naturais, tais como a velocidade e direção do vento.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"SISTEMAS E MÉTODOS PARA COLETA DE UMA ESPÉCIE FLUIDA".

PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este pedido reivindica prioridade sob 35 U.S.C. § 119(e) ao Pedido de Patente Provisório dos Estados Unidos Nº de Série 62/233.499, depositado em 28 de setembro de 2015, e intitulado "Coleta de Névoa Intensificada Com Descarga de Corona", que é aqui incorporado por referência em sua totalidade para todas as propostas.

CAMPO

[0002] A presente invenção se relaciona geralmente a sistemas e métodos para a coleta de uma espécie de uma corrente de gás, tal como a coleta de um líquido de uma corrente de gás sob a influência de um campo elétrico.

ANTECEDENTES

[0003] Embora a água limpa seja considerada como um direito humano, existem ainda mais de 1,1 bilhão de pessoas que carecem de acesso à água potável segura ao redor do mundo, de acordo com o World Water Council, e este número é esperado aumentar, à medida que os recursos de água estão mais e mais poluídos e escassa devido ao aquecimento global. A escassez de água pode causar sérios problemas econômicos e sociais nas regiões onde ela ocorre. Uma solução promissora para proporcionar água limpa a tais regiões é a coleta de névoa. A névoa é uma nuvem que toca o solo, composta de gotículas muito finas de diâmetros variando de 1 a 40 μm , com um diâmetro típico de 10 μm . A coleta de névoa é particularmente apropriada em áreas propensas à seca remotas onde a coleta de água da chuva é impossível, e onde o transporte de água é proibitivamente custoso. Ela pode também ser útil em regiões onde a água é

correntemente disponível, mas onde água subterrânea não renovável é dificilmente usada. A coleta da água da névoa pode então evitar a depleção das reservas de água subterrânea. Se névoa densa ocorre em uma base regular em tais áreas, então a coleta de névoa pode ser uma solução economicamente viável para encontrar as necessidades da água de populações locais. As áreas propensas à grande formação de névoa estão usualmente próximas a oceanos onde nuvens de névoa se formam sobre a água e são, em seguida, transportadas pelo vento, mas existem também algumas áreas de ilhas onde as condições climáticas tornam possível que uma névoa densa se forme.

[0004] Coletores de névoa têm sido bem sucedidamente implementados em 17 países, geralmente para proporcionar água às comunidades pobres, ainda que ela tenha sido também implementada em alguns países desenvolvidos, tal como Espanha. A tecnologia usada é simples e sustentável, e a água provida pode ser usada em várias aplicações: Em adição à água potável para humanos e animais, a água coletada pode ser usada para limpeza, irrigação de cultura, e reflorestamento.

[0005] Embora os sistemas de coleta de névoa tenham sido projetados por séculos, e ainda com os aperfeiçoamentos das últimas décadas, sua eficiência permanece dramaticamente baixa, geralmente ao redor de 2% para os sistemas usados na prática. Consequentemente, composições e métodos aperfeiçoados são necessários.

SUMÁRIO

[0006] Métodos e artigos para coleta de espécie de uma corrente de gás, bem como componentes relacionados e métodos associados com estes são proporcionados. A matéria objeto da presente invenção envolve, em alguns casos, produtos inter-relacionados, soluções alternativas à um problema particular, e/ou uma pluralidade de usos diferentes de um ou mais sistemas e/ou artigos.

[0007] Em um aspecto, métodos para coleta de uma espécie presente em uma corrente de gás, são proporcionados. Em algumas concretizações, o método compreende estabelecer uma pluralidade de espécies carregadas na corrente de gás, eletricamente inclinadas contra um coletor, e coletando a espécie carregada no coletor à uma eficiência de coleta de maior do que ou igual a 10%.

[0008] Em algumas concretizações, o método compreende dispor pelo menos um primeiro e segundo eletrodo de modo a aplicar um campo elétrico a pelo menos uma porção da corrente de gás, impelindo, desse modo, a espécie em direção ao segundo eletrodo, e isolando pelo menos uma porção da espécie a partir da corrente de gás, no qual uma distância mínima entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é entre 2 cm e 50 cm.

[0009] Em algumas concretizações, o método compreende dispor, no interior da corrente de gás, um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo próximo ao primeiro eletrodo, aplicar um potencial ao primeiro eletrodo, tal que pelo menos uma porção do fluido presente na corrente de gás se deposita no segundo eletrodo, e coleta o fluido. Em algumas concretizações, uma distância mínima entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é entre 2 cm e 50 cm.

[0010] Em algumas concretizações, o método compreende dispor, no interior da corrente de gás, um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo próximo ao primeiro eletrodo, aplicar um potencial ao primeiro eletrodo, tal que pelo menos uma porção do fluido presente na corrente de gás se deposita no segundo eletrodo, e coleta do fluido à uma eficiência de energia de mais do que ou igual a 1 litro por kWh de energia aplicada na criação do campo.

[0011] Em outro aspecto, sistemas são proporcionados. Em algumas concretizações, o sistema compreende um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo configurados para estarem posicionados

próximos ao primeiro eletrodo, uma fonte de energia em comunicação elétrica com pelo menos o primeiro eletrodo, e um coletor. Em algumas concretizações, o sistema é configurado para coletar uma espécie presente no interior de uma corrente de gás com uma eficiência de energia de mais do que ou igual a 1 litro por kWh de energia aplicada na criação do campo. Em certas concretizações, o sistema é configurado para coletar uma espécie presente no interior de uma corrente de gás com uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%.

[0012] Em certas concretizações, a espécie compreende água.

[0013] Em certas concretizações, o segundo eletrodo compreende uma malha. Em certas concretizações, o segundo eletrodo compreende fios paralelos. Em certas concretizações, o primeiro eletrodo compreende agulhas. Em certas concretizações, um raio médio de curvatura das agulhas é maior do que ou igual a 10 microns.

[0014] Em certas concretizações, o segundo eletrodo está posicionado à jusante do primeiro eletrodo. Em certas concretizações, o segundo eletrodo está posicionado à montante do primeiro eletrodo. Em certas concretizações, o primeiro eletrodo é mantido a um potencial negativo. Em certas concretizações, o primeiro eletrodo é mantido a um potencial positivo. Em certas concretizações, o segundo eletrodo é aterrado. Em certas concretizações, o segundo eletrodo é mantido a um potencial negativo. Em certas concretizações, o segundo eletrodo é mantido a um potencial positivo. Em certas concretizações, água é coletada em uma superfície do segundo eletrodo que faceia o primeiro eletrodo. Em certas concretizações, água é coletada em uma superfície do segundo eletrodo que não faceia o primeiro eletrodo.

[0015] Em certas concretizações, uma diferença no potencial entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é maior do que ou igual a 2

kV, e menor do que ou igual a 100 kV. Em certas concretizações, a aplicação do potencial ao primeiro eletrodo compreende ionizar pelo menos uma porção da corrente de ar. Em certas concretizações, o método compreende exportar a corrente de ar à ozônio. Em certas concretizações, o método compreende aplicar o potencial ao primeiro eletrodo, tal que ozônio é gerado. Em certas concretizações, uma descarga de corona é gerada pelo primeiro eletrodo. Em certas concretizações, a descarga de corona purifica pelo menos uma porção do fluido coletado.

[0016] Em certas concretizações, o método ou sistema compreende um terceiro eletrodo. Em certas concretizações, o terceiro eletrodo está posicionado à jusante do segundo eletrodo. Em certas concretizações, o terceiro eletrodo é capaz de carregar a espécie.

[0017] Em certas concretizações, o eletrodo ou componente usado para carregar a espécie não contribui para o campo elétrico usado para coletar a espécie. Em certas concretizações, o eletrodo ou componente usado para carregar a espécie contribui para o campo elétrico usado para coletar a espécie. Em certas concretizações, a combinação de uma placa perfurada e um eletrodo aterrado é usada para carregar a espécie.

[0018] Em certas concretizações, um cone de Taylor de um líquido iônico é usado para gerar carga de espaço. Em certas concretizações, eletro pulverização de um líquido volátil é usada para gerar carga de espaço.

[0019] Outras vantagens e novas características da presente invenção tornar-se-ão aparentes a partir da seguinte descrição detalhada de várias concretizações não limitantes da invenção quando consideradas em conjunto com as figuras acompanhantes. Em casos onde o presente relatório descritivo e um documento incorporado por referência inclui revelação conflitante e/ou inconsistente, o presente

relatório descritivo deve controlar. Se dois ou mais documentos incorporados por referência incluem revelação conflitante e/ou inconsistente com relação entre si, então o documento tendo a data efetiva posterior deve controlar.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0020] Concretizações não limitantes da presente invenção serão descritas por meio de exemplo com referência às figuras acompanhantes, que são esquemáticas e não são pretendidas para serem desenhadas em escala. Nas Figuras, cada componente idêntico ou quase idêntica ilustrado é tipicamente representado por um único numeral. Para a proposta de clareza, nem todo componente é rotulado em toda figura, nem é todo componente de cada concretização da invenção mostrado onde ilustração não é necessária para permitir que aqueles versados na técnica compreendam a invenção. Nas Figuras:

[0021] A Figura 1A mostra, de acordo com algumas concretizações, uma ilustração esquemática de um método de aplicação de um campo elétrico à uma corrente de gás compreendendo uma espécie;

[0022] A Figura 1B mostra, de acordo com certas concretizações, uma ilustração esquemática das trajetórias de espécies carregadas sob a influência de um campo elétrico aplicado;

[0023] A Figura 2A mostra uma ilustração esquemática exemplar de um método onde as espécies são carregadas por um gerador de carga posicionado à montante de um coletor;

[0024] A Figura 2B mostra, de acordo com certas concretizações, uma ilustração esquemática de um método onde as espécies são carregadas por um gerador de carga posicionado à jusante de um coletor;

[0025] A Figura 2C mostra uma ilustração esquemática de um

método onde as espécies são carregadas por um gerador de carga posicionado nem à montante nem à jusante de um coletor, de acordo com certas concretizações;

[0026] A Figura 3 mostra uma ilustração esquemática de um método onde um emissor que não contribui para o campo elétrico aplicado é usado para carregar espécie, de acordo com certas concretizações;

[0027] A Figura 4A mostra uma ilustração esquemática de uma malha, de acordo com um conjunto de concretizações;

[0028] A Figura 4B mostra uma ilustração esquemática de uma malha, de acordo com algumas concretizações;

[0029] A Figura 5A mostra, de acordo com certas concretizações, um esquema de linhas de corrente e trajetórias de partícula, e uma fotografia das trajetórias de partícula na ausência de um campo elétrico aplicado;

[0030] A Figura 5B mostra, de acordo com certas concretizações, um esquema de linhas de corrente e trajetórias de partícula, e uma fotografia de trajetórias de partícula na presença de um campo elétrico aplicado;

[0031] A Figura 6 mostra uma representação esquemática de um eletrodo emissor e um coletor, de acordo com algumas concretizações;

[0032] A Figura 7 mostra uma representação esquemática de um eletrodo emissor e um coletor, de acordo com certas concretizações;

[0033] A Figura 8 mostra, de acordo com algumas concretizações, uma representação esquemática de um eletrodo emissor e um coletor;

[0034] A Figura 9 mostra um gráfico da taxa da coleta de névoa em $L/(\text{dia}\cdot\text{m}^2)$ como uma função da tensão aplicada em kV, de acordo com certas concretizações;

[0035] A Figura 10 mostra a eficiência de deposição como uma função de Ke para malhas selecionadas, de acordo com algumas concretizações;

[0036] A Figura 11A mostra, de acordo com algumas concretizações, fotografias de uma malha em tempos diferentes com e sem um campo elétrico aplicado;

[0037] A Figura 11B mostra, de acordo com algumas concretizações, uma fotografia da superfície traseira de uma malha mostrando gotículas coletadas por giro ao redor;

[0038] A Figura 11C mostra, de acordo com certas concretizações, uma ilustração esquemática da intensificação de coleta por dobra da área de coleta efetiva;

[0039] A Figura 12A mostra, de acordo com algumas concretizações, uma ilustração esquemática de uma configuração simplificada experimental e trajetórias de gotícula;

[0040] A Figura 12B mostra um esquema exemplar da aceleração de espécie em um campo elétrico;

[0041] A Figura 12C mostra, de acordo com certas concretizações, um gráfico da velocidade adicionada como uma função de V^2 ;

[0042] A Figura 12D mostra um esquema da coleta de espécie carregada, de acordo com certas concretizações;

[0043] A Figura 12E mostra um gráfico da área de coleta não dimensional como uma função de V^2 para velocidades do vento diferentes, de acordo com certas concretizações;

[0044] A Figura 13 mostra a dependência da área de coleta não dimensional no número elétrico, de acordo com um conjunto de concretizações;

[0045] A Figura 14A mostra uma ilustração esquemática de trajetórias de gotícula em um sistema de dois fios, de acordo com algumas concretizações;

[0046] A Figura 14B mostra uma fotografia de trajetórias de espécie, de acordo com certas concretizações;

[0047] A Figura 14C mostra, de acordo com certas concretizações, um gráfico de $\frac{A_{in}}{A_0}/D^*$ como uma função de Ke para distâncias de fio diferentes;

[0048] A Figura 15A mostra, de acordo com certas concretizações, fotografias de malhas à intervalos de tempo diferentes após exposição à névoa;

[0049] A Figura 15B mostra um gráfico da massa da água coletada como uma função de Ke para malhas diferentes, de acordo com algumas concretizações;

[0050] A Figura 15C mostra um gráfico da eficiência de deposição como uma função de Ke para malhas diferentes, de acordo com certas concretizações;

[0051] A Figura 16A mostra um gráfico da área de coleta não dimensional como uma função do inverso da velocidade do vento para cinco tensões diferentes; e

[0052] A FIG 16B mostra um gráfico da área de coleta não dimensional para dois fios como uma função de Ke para três distâncias de fio diferentes.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0053] Sistemas e métodos relacionados à coleta de uma espécie de uma corrente de gás são geralmente proporcionados. Os sistemas e métodos aqui descritos podem permitir a coleta de uma espécie, tal como um fluido (por exemplo, água) com uma eficiência de coleta relativamente alta. Tais sistemas e métodos podem ser úteis em várias aplicações incluindo, por exemplo, coleta de névoa. Em algumas concretizações, os sistemas e métodos intensificam a coleta de água da névoa suspensa no ar para produzir água utilizável. Os sistemas de coleta de névoa tradicionais podem ser limitados pela distorção de linhas

de corrente hidrodinâmicas à montante do coletor, impedindo algumas espécies presentes na corrente de gás de alcançar o coletor, reduzindo a taxa de coleta, e/ou eficiência de coleta do sistema de coleta. Vantajosamente, os métodos aqui descritos podem, em alguns casos, incorporar íons na corrente de gás, tal que a espécie presente na corrente de gás segue as linhas de campo elétrico, e/ou são atraídas à um coletor aterrado (ou carregado). Por exemplo, uma descarga de corona pode ser usada para carregar a espécie, tal que o campo elétrico supera as forças geradas pelas linhas de corrente hidrodinâmicas, resultando em uma eficiência de coleta aumentada, conforme comparada aos sistemas de coleta tradicionais, enquanto que, em alguns casos, usando consume de energia relativamente baixo. Em algumas concretizações, a descarga iônica é estabelecida entre um emissor (por exemplo, um eletrodo) e um coletor aterrado (por exemplo, uma malha). Sem desejar estar ligado pela teoria, a força do corpo elétrico adicional geralmente muda a trajetória da espécie carregada, tal que ela é direcionada em direção à malha, e a distorção da linha de corrente torna-se menos importante. Vantajosamente, os sistemas e métodos aqui descritos podem suprimir os efeitos adversos das condições naturais, tal como a velocidade e direção do vento. Em algumas concretizações, duas ou mais superfícies (por exemplo, lados) do coletor podem ser usadas para capturar a espécie a partir da corrente de gás. Em certas concretizações, os sistemas e métodos aqui descritos podem desinfetar a espécie coletada. Por exemplo, em alguns casos, ozônio é gerado durante geração do campo elétrico, tal que o ozônio desinfeta a espécie de coleta durante coleta. O sistema pode ser em escala por, por exemplo, aumentando o número de emissores e/ou coletores.

[0054] Em uma concretização exemplar, uma pluralidade de espécie carregada pode ser estabelecida em uma corrente de gás, a pluralidade de espécie carregada sendo eletricamente inclinada contra

um coletor, tal que as espécies carregadas são coletadas no coletor. Em outra concretização exemplar, pelo menos um eletrodo pode ser disposto para aplicar um campo elétrico a pelo menos uma porção de uma corrente de gás, tal que uma pluralidade de espécies é impelida em direção a um coletor (por exemplo, um segundo eletrodo) e/ou isolada a partir da corrente.

[0055] Conforme ilustrado na Figura 1A, em algumas concretizações, uma corrente de gás 110 pode compreender uma pluralidade de espécies (por exemplo, gotículas de fluido) 120. Em algumas concretizações, a pluralidade de espécies pode ser carregada. Em algumas tais concretizações, a pluralidade de espécies 120 pode ser impelida em direção a um coletor 130. Por exemplo, em alguns casos, a pluralidade de espécies pode ser carregada tal que elas são eletricamente inclinadas contra o coletor. Em algumas concretizações, a pluralidade de espécies pode ser coletada no coletor 130.

[0056] Em algumas concretizações, a pluralidade de espécies não pode ser carregada e fluírem de acordo com as linhas de corrente hidrodinâmicas da corrente de gás (por exemplo, linhas de corrente 115 na Figura 1A). Em certas concretizações, contudo, a pluralidade de espécies pode ser carregada, tal que a pluralidade de espécies não escoam de acordo com as linhas de corrente hidrodinâmicas da corrente de gás. Por exemplo, em algumas concretizações, um campo elétrico pode ser aplicado à pelo menos uma porção da corrente de gás. Em algumas tais concretizações, a pluralidade de espécies pode ser impelida em direção ao coletor (por exemplo, um eletrodo), e/ou isolada a partir da corrente de gás.

[0057] Em algumas concretizações, a pluralidade de espécies pode ser coletada no coletor com uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%. Aqueles versados na técnica, baseados nos ensinamentos do relatório descritivo e descrições das várias técnicas e

arranjos aqui descritos, para afetar a eficiência, seria capaz de, sem experimentação indevida, configurar um sistema que tenha uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%, usando qualquer dos arranjos (por exemplo, malhas, eletrodos, gerações de gotícula, etc.) aqui descritos. Isto é, um aspecto significativo da invenção é o desenvolvimento de uma série de parâmetros que conduzem à uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%, e o desenvolvimento de vários fatores que afetam a eficiência, tal que um ou mais podem ser usados em combinação com um ou mais das outras técnicas aqui descritas para geração de espécies carregadas (por exemplo, gotículas carregadas), e coleta das espécies, para alcançar as eficiências de coleta aqui descritas.

[0058] A eficiência de coleta do sistema, conforme aqui usado, é definida como a proporção da taxa na qual a espécie é coletada pelo coletor para a taxa na qual a espécie escoia através do coletor, expressa como uma percentagem. Em algumas concretizações, a eficiência pode ser maior do que ou igual a 5%, maior do que ou igual a 10%, maior do que ou igual a 15%, maior do que ou igual a 25%, maior do que ou igual a 50%, maior do que ou igual a 75%, maior do que ou igual a 90%, ou maior do que ou igual a 100%. Em certas concretizações, a eficiência pode ser menor do que ou igual a 150%, menor do que ou igual a 90%, menor do que ou igual a 75%, menor do que ou igual a 15%, ou menor do que ou igual a 10%. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, maior do que ou igual a 10% e menor do que ou igual a 150%). Outras faixas são também possíveis.

[0059] Certos métodos para coleta de uma espécie podem ser capazes de coletar uma quantidade relativamente grande da espécie, enquanto que consume uma quantidade relativamente baixa de energia. Tais sistemas podem ser considerados por serem de energia

eficiente. Conforme aqui usado, a eficiência de energia se refere à proporção da espécie coletada em litros para a quantidade de energia usada para coletar a espécie. Em algumas concretizações, a eficiência de energia pode ser menor do que ou igual a 20000 L/kWh, menor do que ou igual a 17500 L/kWh, menor do que ou igual a 15000 L/kWh, menor do que ou igual a 12500 L/kWh, menor do que ou igual a 10000 L/kWh, menor do que ou igual a 7500 L/kWh, 5000 L/kWh, menor do que ou igual a 4750 L/kWh, menor do que ou igual a 4500 L/kWh, menor do que ou igual a 4250 L/kWh, menor do que ou igual a 4000 L/kWh, menor do que ou igual a 3750 L/kWh, menor do que ou igual a 3500 L/kWh, menor do que ou igual a 3250 L/kWh, menor do que ou igual a 3000 L/kWh, menor do que ou igual a 2750 L/kWh, menor do que ou igual a 2500 L/kWh, menor do que ou igual a 2250 L/kWh, menor do que ou igual a 2000 L/kWh, menor do que ou igual a 1750 L/kWh, menor do que ou igual a 1500 L/kWh, menor do que ou igual a 1250 L/kWh, menor do que ou igual a 1000 L/kWh, menor do que ou igual a 750 L/kWh, menor do que ou igual a 500 L/kWh, menor do que ou igual a 250 L/kWh, menor do que ou igual a 100 L/kWh, menor do que ou igual a 75 L/kWh, menor do que ou igual a 50 L/kWh, ou menor do que ou igual a 20 L/kWh. Em certas concretizações, a eficiência de energia pode ser maior do que ou igual a 1 L/kWh, maior do que ou igual a 20 L/kWh, maior do que ou igual a 50 L/kWh, maior do que ou igual a 75 L/kWh, maior do que ou igual a 100 L/kWh, maior do que ou igual a 250 L/kWh, maior do que ou igual a 500 L/kWh, maior do que ou igual a 750 L/kWh, maior do que ou igual a 1000 L/kWh, maior do que ou igual a 1250 L/kWh, maior do que ou igual a 1500 L/kWh, maior do que ou igual a 1750 L/kWh, maior do que ou igual a 2000 L/kWh, maior do que ou igual a 2250 L/kWh, maior do que ou igual a 2500 L/kWh, maior do que ou igual a 2750 L/kWh, maior do que ou igual a 3000 L/kWh, maior do

que ou igual a 3250 L/kWh, maior do que ou igual a 3500 L/kWh, maior do que ou igual a 3750 L/kWh, maior do que ou igual a 4000 L/kWh, maior do que ou igual a 4250 L/kWh, maior do que ou igual a 4500 L/kWh, maior do que ou igual a 4750 L/kWh, maior do que ou igual a 5000 L/kWh, maior do que ou igual a 7500 L/kWh, maior do que ou igual a 10000 L/kWh, maior do que ou igual a 12500 L/kWh, maior do que ou igual a 15000 L/kWh, ou maior do que ou igual a 17500 L/kWh. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, menor do que ou igual a 5000 L/kWh e maior do que ou igual a 1 L/kWh, menor do que ou igual a 5000 L/kWh e maior do que ou igual a 20 L/kWh, ou menor do que ou igual a 20000 L/kWh e maior do que ou igual a 1 L/kWh). Outras faixas são também possíveis.

[0060] Em algumas concretizações, a espécie pode ser coletada à uma taxa relativamente alta. De acordo com algumas concretizações, a coleta pode ocorrer à uma taxa de mais do que ou igual a 1 L/(dia·m²), mais do que ou igual a 2,5 L/ (dia· m²), mais do que ou igual a 5 L/(dia·m²), mais do que ou igual a 10 L/(dia·m²), mais do que ou igual a 25 L/(dia·m²), mais do que ou igual a 50 L/(dia·m²), mais do que ou igual a 100 L/(dia·m²), mais do que ou igual a 250 L/(dia·m²), ou mais do que ou igual a 500 L/(dia·m²). De acordo com algumas concretizações, a coleta pode ocorrer à uma taxa de menos do que ou igual a 1000 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 500 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 250 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 100 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 50 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 25 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 10 L/(dia·m²), menos do que ou igual a 5 L/(dia·m²), ou menos do que ou igual a 2,5 L/(dia·m²). Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, mais do que ou igual a 1 L/(dia·m²) e menos do que ou igual a 1000 L/(dia·m²)). Outras faixas são também possíveis.

[0061] A taxa de coleta da espécie pode ser medida por qualquer técnica adequada conhecida a um técnico no assunto. Uma técnica para medição da taxa de coleta da espécie é expor o aparelho de coleta à uma corrente de gás uniforme compreendendo a espécie, e pesar e registrar a massa do aparelho de coleta à medida que ele está coletando a espécie. Se a densidade da espécie é conhecida (ou experimentalmente determinada), a taxa de coleta pode ser calculada pela divisão da taxa na qual a massa se acumula no aparelho de coleta pela densidade da espécie.

[0062] Conforme descrito acima, um aspecto significativo da invenção é o desenvolvimento de vários fatores que afetam a eficiência, tal que um ou mais podem ser usados em combinação com um ou mais das outras técnicas aqui descritas para gerar gotículas carregadas e coletá-las para alcançar esta eficiência. Métodos e sistemas de coleta exemplares para geração e coleta de gotículas carregadas são descritos adicionalmente em detalhe abaixo.

[0063] Em algumas concretizações, o método pode compreender a remoção da espécie a partir da corrente de gás. A Figura 1B representa um método para remoção da espécie a partir da corrente de gás. Por exemplo, conforme ilustrado na Figura 1B, em algumas concretizações, a corrente de gás 110 compreende pluralidade de espécies 120. Campo elétrico 100 pode ser aplicado a pelo menos uma porção de corrente de gás 110, tal que a pluralidade de espécies 120 são impelidas em direção ao coletor 130 (por exemplo, um eletrodo). Em algumas concretizações, na ausência do campo elétrico, a pluralidade de espécie 120 pode escoar seguindo as linhas de corrente 115 (por exemplo, para a posição 120A). Em certas concretizações, na presença do campo elétrico, o fluxo da pluralidade de espécies 120 pode ser afetado pelo campo elétrico 100 (por exemplo, para a posição 120B), conforme comparado ao fluxo na ausência do campo elétrico. Em

algumas concretizações, o campo elétrico 100 impele a pluralidade de espécies 120 em direção e/ou coleta no coletor 130 (por exemplo, espécie coletada 125 no coletor 130), pelo que, na ausência de campo elétrico 100, pelo menos uma porção da pluralidade de espécies 120 não seriam impelidos em direção e/ou coletam no coletor 130. Em certas concretizações, a pluralidade de espécies pode ser carregada. Em alguns casos, íons podem ser adicionados à corrente de gás (por exemplo, via descarga de corona), tal que a pluralidade de espécies é impelida em direção ao coletor. Em alguns casos, a pluralidade de espécies presentes na corrente de gás é movida (por exemplo, escoadas) sob a influência de forças geradas por ambos o campo elétrico aplicado e a corrente de gás. Aqueles versados na técnica compreenderiam, baseado nos ensinamentos deste relatório descritivo, que enquanto que a Figura 1B representa um campo elétrico uniforme, outros campos elétricos podem também serem usados para direcionar o fluxo da espécie (incluindo, mas não limitados a, campos elétricos onde a grandeza e/ou a direção do campo variam espacialmente e/ou temporariamente).

[0064] Na Figura 1B, a espécie 120 foi impelida em direção ao coletor 130 (por exemplo, um eletrodo) pelo campo elétrico, tal que ela tenha contatado o coletor. Em uma corrente de gás compreendendo partículas múltiplas da espécie a ser pelo menos parcialmente isolada, pelo menos uma porção das partículas pode ser impelida pelo campo elétrico a contatar o coletor. O coletor pode compreender qualquer configuração adequada. Em algumas concretizações, o coletor é um substrato poroso (por exemplo, uma placa compreendendo uma pluralidade de perfurações/aberturas, uma malha, uma trama de fibra não tecida). Em algumas concretizações, o coletor compreende uma malha (por exemplo, uma malha condutiva). Em certas concretizações, o coletor compreende uma pluralidade de fios (por exemplo, uma

pluralidade de fios substancialmente paralelos). Em alguns casos, o coletor pode compreender uma placa compreendendo uma pluralidade de aberturas que passam através de sua espessura. Outros coletores são também possíveis.

[0065] Conforme descrito acima, em certas concretizações, um eletrodo pode ser usado para remover pelo menos uma porção de uma espécie carregada de uma corrente de gás. Algumas concretizações podem compreender ambos um meio para gerar carga de espaço, e um eletrodo para coletar a espécie carregada. Os meios para geração de carga de espaço e o coletor podem estar posicionados em qualquer maneira adequada com relação entre si e com relação à corrente de gás. Por exemplo, em algumas concretizações, conforme mostrado na Figura 2A, o gerador de carga 225 (por exemplo, um primeiro eletrodo) usado para carregar a corrente de gás está posicionado à montante do coletor 230 (por exemplo, um segundo eletrodo) usado para coletar a pluralidade de espécies presentes no interior da corrente de gás. Em algumas concretizações, o primeiro eletrodo está posicionado próximo ao segundo eletrodo. Em certas concretizações, conforme mostrado na Figura 2B, o gerador 225 pode estar posicionado à jusante do coletor 230. Em algumas concretizações, conforme mostrado na Figura 2C, o gerador 225 pode estar posicionado nem à montante nem à jusante do coletor 230. Outros arranjos do gerador de carga com relação ao coletor são também possíveis. Adicionalmente, enquanto que as FIGS. 2A-C cada uma mostra a geração de espécie negativamente carregada pelo gerador de carga, concretizações nas quais o gerador de carga gera espécies positivamente carregadas devem também serem compreendidas para estarem envolvidas pela invenção.

[0066] Em concretizações compreendendo pelo menos um gerador de carga (isto é, um gerador de carga) e um eletrodo de coleta

(isto é, um coletor), a distância mínima entre o gerador de carga e o eletrodo de coleta pode ser qualquer valor adequado. Em algumas concretizações, o gerador de carga e o eletrodo de coleta podem estar relativamente próximos. Por exemplo, a distância mínima entre o gerador de carga e o eletrodo de coleta pode ser menor do que ou igual a 50 cm, menor do que ou igual a 40 cm, menor do que ou igual a 25 cm, menor do que ou igual a 20 cm, menor do que ou igual a 15 cm, menor do que ou igual a 10 cm, menor do que ou igual a 5 cm, ou menor do que ou igual a 4 cm. De acordo com algumas concretizações, a distância mínima entre o gerador de carga e o eletrodo de coleta pode ser maior do que ou igual a 2 cm, maior do que ou igual a 4 cm, maior do que ou igual a 5 cm, maior do que ou igual a 10 cm, maior do que ou igual a 15 cm, maior do que ou igual a 20 cm, maior do que ou igual a 25 cm, ou maior do que ou igual a 40 cm. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, menor do que ou igual a 50 cm e maior do que ou igual a 2 cm, ou menor do que ou igual a 15 cm e maior do que ou igual a 4 cm). Outras faixas são também possíveis.

[0067] Em algumas concretizações, uma pluralidade de espécies carregadas pode ser coletada por mais do que um coletor. Por exemplo, podem existir dois, três, ou mais coletores. Sem desejar estar ligado pela teoria, acredita-se que a presença de coletores adicionais pode aperfeiçoar a eficiência de coleta e/ou eficiência de energia. Em algumas concretizações, os coletores podem ser posicionados sucessivamente à jusante entre si.

[0068] Em certas concretizações, coletores (por exemplo, eletrodos) posicionados à jusante podem ter valores absolutos relativamente grandes de potencial do que eletrodos posicionados à montante (por exemplo, o primeiro eletrodo pode ter um potencial de +5 V, e o segundo eletrodo pode ter um potencial de +10 V, ou o

primeiro eletrodo pode ter um potencial de -5 V, e o segundo eletrodo pode ter um potencial de -10 V, etc.). Isto pode permitir que as espécies carregadas sejam submetidas a níveis aumentados de força em direção a um coletor à medida que elas escoam através do sistema. Por exemplo, pode ser possível para um segundo coletor coletar uma porção da espécie carregada que não são coletadas pelo primeiro eletrodo, e/ou para um terceiro coletor para coletar uma porção da espécie carregada que não são coletadas pelo primeiro e segundo eletrodo, etc.

[0069] De acordo com algumas concretizações, a espécie pode ser carregada por mais do que um gerador de carga. A espécie pode ser carregada por dois, três, ou mais geradores de carga (por exemplo, eletrodos). Cada gerador de carga pode ser independentemente posicionado ou à montante ou à jusante de qualquer fração dos coletores. Em algumas concretizações, um primeiro gerador de carga pode estar posicionado à montante de todos os coletores, e um segundo gerador de carga pode estar posicionado à jusante de pelo menos um primeiro coletor. Nesta configuração, o primeiro gerador de carga pode carregar pelo menos uma porção da espécie antes da espécie escoar através de quaisquer coletores, e o segundo gerador de carga pode carregar pelo menos uma porção da espécie não capturada por pelo menos o primeiro coletor. Sem desejar estar ligado pela teoria, mecanismos para a coleta de espécie com este desenho podem permitir as espécies que não são carregadas pelo primeiro gerador de carga sejam carregadas pelo segundo gerador de carga, e subsequentemente, coletadas.

[0070] Em certas concretizações, o gerador de carga compreende pelo menos um eletrodo. O eletrodo pode ser mantido em um potencial, tal que a descarga de corona ocorre, e a carga de espaço é gerada. A descarga de corona pode causar ionização de pelo menos

uma porção da corrente de ar. A carga de espaço presente devido à descarga de corona pode fazer com que a espécie se torne carregada. Em algumas tais concretizações, a diferença no potencial entre o primeiro eletrodo (por exemplo, que carrega a espécie por geração da descarga de corona) e o segundo eletrodo (por exemplo, que coleta a espécie), pode resultar na formação de um campo elétrico que direciona a espécie carregada em direção ao segundo eletrodo.

[0071] Em uma concretização exemplar, o gerador de carga compreende dois ou mais eletrodos, três ou mais eletrodos, ou quatro ou mais eletrodos. Por exemplo, em algumas concretizações, o gerador de carga pode compreender um terceiro eletrodo posicionado à jusante do segundo eletrodo. Em alguns casos, o terceiro eletrodo é capaz de carregar a espécie.

[0072] Em algumas concretizações, o gerador de carga não contribui para o campo elétrico usado para coletar a espécie carregada. Por exemplo, a espécie pode ser carregada por um dispositivo que não é um eletrodo, ou pode ser carregada por uma combinação de eletrodos que juntos não geram um campo elétrico apreciável fora da região de carregamento. Um exemplo não limitante de tal artigo é o par de um emissor e um eletrodo aterrado, que juntos compõem o gerador de carga. Após a passagem através do emissor e do eletrodo aterrado, a espécie pode ser carregada e pode então ser atraída em direção a um eletrodo de carga oposta (isto é, o coletor). Conforme representado esquematicamente na Figura 3, a corrente de gás 300 compreende uma pluralidade de espécie 320. Em algumas concretizações, o emissor 340 e o eletrodo aterrado 350 são usados para gerar a espécie carregada (mas no todo não gera um campo elétrico fora do eletrodo aterrado). Em algumas concretizações, o eletrodo aterrado pode ser uma placa perfurada (por exemplo, conforme representado na Figura 3), embora outras geometrias são

também consideradas. O coletor 330 pode ser mantido, em alguns casos, na carga oposta para a carga gerada na espécie, de modo que ela pode atrair e coletar a espécie (por exemplo, conforme mostrado in Figura 3, a espécie pode ser negativamente carregada pelo emissor, e o coletor 330 pode ser mantido em carga positiva; contudo, espécies positivamente carregadas atraídas a eletrodos negativamente carregados, são também contempladas).

[0073] Em certas concretizações, o gerador de carga pode compreender fluidos carregados. Por exemplo, um potencial pode ser aplicado a um líquido iônico, tal que um cone de Taylor é gerado. A corrente de gás compreendendo a espécie pode escoar através do cone de Taylor, tal que pelo menos uma porção da carga no mesmo é transferida à espécie. Em algumas concretizações, íons podem ser ejetados de uma superfície do cone de Taylor (por exemplo, uma ponta) e formar uma carga de espaço ao redor da superfície do cone de Taylor. Em certas concretizações, a corrente de gás compreendendo a espécie pode escoar através da carga de espaço gerada, tal que pelo menos uma porção da carga na mesma é transferida para a espécie.

[0074] Em algumas concretizações, o gerador de carga pode compreender ionização de eletro pulverização. Um líquido volátil pode ser eletro pulverizado. Em algumas concretizações, as gotículas tendo uma carga elétrica líquida são pulverizadas a partir do gerador de carga. Em algumas tais concretizações, pelo menos uma porção das gotículas pulverizadas evapora, deixando íons livres, tal que uma carga de espaço é criada. A corrente de gás compreendendo a espécie pode escoar através da carga de espaço gerada, tal que pelo menos uma porção da carga na mesma é transferida para a espécie.

[0075] Conforme descrito acima, os sistemas e métodos da invenção aqui descritos podem proporcionar a coleta de espécie

carregada em eficiências de coleta relativamente altas, e/ou eficiências de alta energia. A espécie pode ser coletada em qualquer maneira adequada. Conforme aqui usado, coleta se refere ao acúmulo da espécie em uma localização definida tal que ela pode mais tarde ser removida. Em algumas concretizações, a coleta da espécie pode compreender o uso de um coletor. Em algumas concretizações, a espécie pode ser pelo menos parcialmente coletada na superfície à montante de um coletor. Em algumas concretizações, a espécie pode ser pelo menos parcialmente coletada em uma superfície à jusante de um coletor. Em certas concretizações, a espécie pode ser pelo menos parcialmente coletada em uma superfície de um coletor que faceia um mecanismo de geração de carga. Em certas concretizações, a espécie pode ser pelo menos parcialmente coletada em uma superfície de um coletor que não faceia um mecanismo de geração de carga. O coletor pode ser qualquer material adequado que está em um potencial, tal que ele interagirá com a espécie, tal que a espécie é atraída ao eletrodo. As características do coletor, tal como seu projeto, serão discutidas mais completamente abaixo.

[0076] De acordo com certas concretizações, a coleta da espécie pode adicionalmente compreender direcionar a espécie de uma porção do coletor no qual ela é coletada em uma porção diferente do coletor. Isto pode ser efetuado, por exemplo, com o auxílio de qualquer dispositivo adequado, exemplos não limitantes dos quais incluem calhas, drenos, recipientes de armazenagem, etc. Em algumas concretizações, a coleta da espécie pode compreender adicionalmente remoção da espécie a partir do coletor. Por exemplo, uma calha em um coletor pode fazer com que a espécie coletada escoe para um recipiente de armazenagem, um tubo de dreno, ou similares.

[0077] Conforme descrito acima, em certas concretizações, a coleta da espécie compreende usar um campo elétrico entre um

primeiro eletrodo e um segundo eletrodo, para atrair a espécie ao segundo eletrodo. Em certas concretizações, o primeiro eletrodo pode ser positivamente carregado, e o segundo eletrodo pode ser negativamente carregado, ou pode ser aterrado. Em algumas concretizações, o primeiro eletrodo pode ser negativamente carregado, e o segundo eletrodo pode ser positivamente carregado, ou pode ser aterrado. Em certas concretizações, pode ser vantajoso para o primeiro eletrodo ser negativamente carregado. Sem desejar estar ligado pela teoria, um primeiro eletrodo negativamente carregado pode ser capaz de gerar descarga de corona que compreende ozônio, desse modo, expondo a corrente de ar a ozônio. Pode ser benéfico para ambos carregar uma espécie e gerar ozônio, porque o ozônio pode ser capaz de matar pelo menos alguns microrganismos. Consequentemente, um primeiro eletrodo que gera ozônio pode ser capaz de pelo menos parcialmente desinfetar e/ou purificar a espécie.

[0078] Em algumas concretizações, um ou mais eletrodos é mantido em um potencial que tem um valor absoluto relativamente baixo. Qualquer meio adequado pode ser utilizado para manter um ou mais eletrodos em um valor alvo, tal como uma fonte de energia. Em algumas concretizações, uma fonte de energia pode ser colocada em comunicação elétrica com um ou mais eletrodos (por exemplo, pelo menos o primeiro eletrodo).

[0079] A fonte de energia pode ser um gerador, uma bateria, etc. Em certas concretizações, um ou mais dos eletrodos é mantido em um potencial com um valor absoluto de menos do que ou igual a 100 kV, menos do que ou igual a 75 kV, menos do que ou igual a 50 kV, menos do que ou igual a 30 kV, menos do que ou igual a 25 kV, menos do que ou igual a 20 kV, menos do que ou igual a 15 kV, menos do que ou igual a 10 kV, ou menos do que ou igual a 5 kV. Em certas concretizações, um ou mais dos eletrodos é mantido em um

potencial com um valor absoluto de mais do que ou igual a 2 kV, mais do que ou igual a 5 kV, mais do que ou igual a 10 kV, mais do que ou igual a 15 kV, mais do que ou igual a 20 kV, mais do que ou igual a 25 kV, mais do que ou igual a 30 kV, mais do que ou igual a 50 kV, ou mais do que ou igual a 75 kV. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, mais do que ou igual a 2 kV e menos do que ou igual a 100 kV, ou mais do que ou igual a 5 kV e menos do que ou igual a 30 kV). Outras faixas são também possíveis. Deve também ser compreendido que os valores acima se referem a valores absolutos (por exemplo, um eletrodo mantido em um potencial com um valor absoluto de 2 kV pode ser mantido em um potencial de +2 kV, ou pode ser mantido em um potencial de -2 kV).

[0080] De acordo com certas concretizações, o valor absoluto da diferença no potencial entre um eletrodo que serve como um emissor e um eletrodo que serve como um coletor, é relativamente baixo. Em algumas concretizações, o valor absoluto da diferença no potencial entre um eletrodo que serve como um emissor e um eletrodo que serve como um coletor é menor do que ou igual a 100 kV, menor do que ou igual a 75 kV, menor do que ou igual a 50 kV, menor do que ou igual a 30 kV, menor do que ou igual a 25 kV, menor do que ou igual a 20 kV, menor do que ou igual a 15 kV, menor do que ou igual a 10 kV, ou menor do que ou igual a 5 kV. Em certas concretizações, o valor absoluto da diferença no potencial entre um eletrodo que serve como um emissor e um eletrodo que serve como um coletor é maior do que ou igual a 2 kV, maior do que ou igual a 5 kV, maior do que ou igual a 10 kV, maior do que ou igual a 15 kV, maior do que ou igual a 20 kV, maior do que ou igual a 25 kV, maior do que ou igual a 30 kV, maior do que ou igual a 50 kV, ou maior do que ou igual a 75 kV. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo,

maior do que ou igual a 2 kV e menor do que ou igual a 100 kV, ou maior do que ou igual a 5 kV e menor do que ou igual a 30 kV). Outras faixas são também possíveis. Deve também ser compreendido que os valores acima se referem aos valores absolutos (por exemplo, um valor absoluto da diferença no potencial de 2 kV pode ser uma diferença no potencial de +2 kV, ou pode ser uma diferença no potencial de -2 kV).

[0081] Em algumas concretizações, a pluralidade de espécies carregadas é eletricamente inclinada contra o coletor. A frase eletricamente inclinada contra geralmente se refere a ter um potencial elétrico tal que uma força de atração (por exemplo, para o coletor). Por exemplo, a espécie carregada pode ser eletricamente inclinada contra o coletor quando ela está em um potencial tal que ela é atraída ao coletor. O valor absoluto da inclinação elétrica geralmente se refere ao valor absoluto da diferença no potencial entre os dois artigos que são inclinados entre si. Em algumas concretizações, o valor absoluto da inclinação elétrica entre a pluralidade da espécie carregada e o coletor é maior do que ou igual a 2 kV, maior do que ou igual a 5 kV, maior do que ou igual a 10 kV, maior do que ou igual a 15 kV, maior do que ou igual a 20 kV, maior do que ou igual a 25 kV, maior do que ou igual a 30 kV, maior do que ou igual a 50 kV, ou maior do que ou igual a 75 kV. Em algumas concretizações, o valor absoluto da inclinação elétrica entre a pluralidade da espécie carregada e o coletor é menor do que ou igual a 100 kV, menor do que ou igual a 75 kV, menor do que ou igual a 50 kV, menor do que ou igual a 30 kV, menor do que ou igual a 25 kV, menor do que ou igual a 20 kV, menor do que ou igual a 15 kV, menor do que ou igual a 10 kV, ou menor do que ou igual a 5 kV. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, maior do que ou igual a 2 kV e menor do que ou igual a 100 kV, ou maior do que ou igual a 5 kV e menor do que ou igual a 30

kV). Outras faixas são também possíveis. Deve também ser compreendido que os valores acima se referem a valores absolutos (por exemplo, um valor absoluto da inclinação elétrica de 2 kV pode ser uma inclinação elétrica de +2 kV, ou pode ser uma inclinação elétrica de -2 kV).

[0082] Em certas concretizações, o aparelho para coleta da espécie pode ser operado enquanto que consumindo uma quantidade relativamente baixa de energia (por área de superfície do coletor). Em algumas concretizações, o aparelho pode ser operado a uma energia de menos do que ou igual a 5000 W/m², menos do que ou igual a 4000 W/m², 3000 W/m², 2000 W/m², 1000 W/m², menos do que ou igual a 750 W/m², menos do que ou igual a 500 W/m², menos do que ou igual a 200 W/m², menos do que ou igual a 150 W/m², menos do que ou igual a 100 W/m², menos do que ou igual a 75 W/m², menos do que ou igual a 50 W/m², menos do que ou igual a 25 W/m², menos do que ou igual a 20 W/m², menos do que ou igual a 15 W/m², menos do que ou igual a 10 W/m², menos do que ou igual a 5 W/m², menos do que ou igual a 2,5 W/m², menos do que ou igual a 1 W/m², menos do que ou igual a 0,5 W/m², ou menos do que ou igual a 0,25 W/m². Em algumas concretizações, o aparelho pode ser operado em um a energia de maior do que ou igual a 0,1 W/m², mais do que ou igual a 0,25 W/m², mais do que ou igual a 0,5 W/m², mais do que ou igual a 1 W/m², mais do que ou igual a 2,5 W/m², mais do que ou igual a 5 W/m², mais do que ou igual a 10 W/m², mais do que ou igual a 15 W/m², mais do que ou igual a 20 W/m², mais do que ou igual a 25 W/m², mais do que ou igual a 50 W/m², mais do que ou igual a 75 W/m², mais do que ou igual a 100 W/m², mais do que ou igual a 150 W/m², mais do que ou igual a 200 W/m², mais do que ou igual a 500 W/m², mais do que ou igual a 750 W/m², mais do que ou igual a 1000 W/m², mais do que ou igual a 2000 W/m², mais do que ou igual a 3000 W/m², ou mais do que ou

igual a 4000 W/m^2 . Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, menos do que ou igual a 200 W/m^2 e mais do que ou igual a $0,1 \text{ W/m}^2$, menos do que ou igual a 1 W/m^2 e mais do que ou igual a 50 W/m^2 , ou menos do que ou igual a 5000 W/m^2 e mais do que ou igual a 1 W/m^2). Outras faixas são também possíveis. Em uma concretização exemplar, o aparelho pode ser operado em uma energia de menos do que ou igual a 200 W/m^2 e mais do que ou igual a $0,1 \text{ W/m}^2$.

[0083] Em algumas concretizações, um primeiro eletrodo (por exemplo, um gerador de carga que é capaz de pelo menos parcialmente carregar a espécie presente no interior da corrente de gás) pode compreender agulhas e/ou materiais que compreendem uma superfície com um raio de curvatura relativamente alto. Sem desejar estar ligado pela teoria, um raio de curvatura relativamente alto pode ser útil para geração de uma descarga de corona porque pode resultar em um grande gradiente de potencial. Em certas concretizações, um primeiro eletrodo pode compreender uma superfície com um raio de curvatura de mais do que ou igual a 2 microns, mais do que ou igual a 5 microns, mais do que ou igual a 10 microns, mais do que ou igual a 15 microns, mais do que ou igual a 20 microns, mais do que ou igual a 50 microns, mais do que ou igual a 100 microns, mais do que ou igual a 250 microns, mais do que ou igual a 500 microns, mais do que ou igual a 1 mm, ou mais do que ou igual a 2,5 mm. Em certas concretizações, um primeiro eletrodo pode compreender uma superfície com um raio de curvatura de menos do que ou igual a 5 mm, menos do que ou igual a 2,5 mm, menos do que ou igual a 1 mm, menos do que ou igual a 500 microns, menos do que ou igual a 250 microns, menos do que ou igual a 100 microns, menos do que ou igual a 50 microns, menos do que ou igual a 20 microns, menos do que ou igual a 15 microns, ou menos do que ou igual a 10

mícrons, menos do que ou igual a 5 mícrons. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, mais do que ou igual a 2 mícrons e menos do que ou igual a 250 mícrons, ou maior do que ou igual a 100 mícrons e menos do que ou igual a 5 mm). Outras faixas são também possíveis.

[0084] Em certas concretizações, o sistema pode compreender dois ou mais geradores de carga. Por exemplo, em algumas concretizações, um primeiro eletrodo compreende uma pluralidade de agulhas (por exemplo, geradores de carga). Por exemplo, o primeiro eletrodo pode compreender uma gama de agulhas. A proporção do espaçamento entre as agulhas (ou outros geradores de carga) para a distância a partir das agulhas para um segundo eletrodo pode ser qualquer valor adequado. Em algumas concretizações, a proporção do espaçamento entre as agulhas para a distância das agulhas para um segundo eletrodo pode ser maior do que ou igual a 0,25, maior do que ou igual a 0,5, maior do que ou igual a 1, maior do que ou igual a 2,5, maior do que ou igual a 5, ou maior do que ou igual a 10. Em algumas concretizações, a proporção do espaçamento entre as agulhas para a distância das agulhas para um segundo eletrodo pode ser menor do que ou igual a 15, menor do que ou igual a 10, menor do que ou igual a 5, menor do que ou igual a 2,5, menor do que ou igual a 1, ou menor do que ou igual a 0,5. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, maior do que ou igual a 0,25 e menor do que ou igual a 15, ou maior do que ou igual a 0,5 e menor do que ou igual a 5). Outras faixas são também possíveis. Em algumas concretizações, o espaçamento entre os geradores de carga é selecionado, tal que quebra e/ou arqueamento não ocorre.

[0085] Em algumas concretizações, um ou mais eletrodos podem compreender uma malha. Por exemplo, em algumas concretizações, o gerador de carga compreende uma malha. Em algumas

concretizações, um ou mais segundos eletrodos (isto é, coletores) podem compreender uma malha. Características adequadas das malhas serão descritas mais completamente abaixo, e deve ser compreendido que estas características podem estar presentes em qualquer, ambos, ou nenhum de um primeiro e segundo eletrodo.

[0086] Conforme mostrado na Figura 4A, a malha 460 pode compreender uma pluralidade de fios 470 e aberturas 480. Deve ser notado que enquanto que a malha 460 é representada como uma malha quadrada, outras treliças de malha são também contempladas (por exemplo, triangulares, retangulares, hexagonais, não periódicas, etc.). Em algumas concretizações, a malha pode somente compreender substancialmente fios paralelos (por exemplo, malha 462, conforme mostrado na Figura 4B compreendendo fios 470).

[0087] As aberturas em uma malha podem ter qualquer dimensão de seção transversal mínima média adequada. Em algumas concretizações, as aberturas podem ter uma dimensão de seção transversal mínima média de mais do que ou igual a 10 microns, mais do que ou igual a 20 microns, mais do que ou igual a 50 microns, mais do que ou igual a 100 microns, mais do que ou igual a 200 microns, mais do que ou igual a 500 microns, mais do que ou igual a 1 mm, mais do que ou igual a 2 mm, mais do que ou igual a 5 mm, mais do que ou igual a 10 mm, mais do que ou igual a 25 mm, mais do que ou igual a 50 mm, ou mais do que ou igual a 75 mm. Em algumas concretizações, as aberturas podem ter uma dimensão de seção transversal mínima média de menos do que ou igual a 100 mm, menos do que ou igual a 75 mm, menos do que ou igual a 50 mm, menos do que ou igual a 25 mm, menos do que ou igual a 10 mm, menos do que ou igual a 5 mm, menos do que ou igual a 2 mm, menos do que ou igual a 1 mm, menos do que ou igual a 500 microns, menos do que ou igual a 200 microns, menos do que ou igual a 100 microns, menos do

que ou igual a 50 microns, ou menos do que ou igual a 20 microns. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, maior do que ou igual a 10 microns e menos do que ou igual a 1 mm, maior do que ou igual a 100 microns e menos do que ou igual a 5 mm, mais do que ou igual a 500 microns e menos do que ou igual a 2 mm, mais do que ou igual a 1 mm e menos do que ou igual a 25 mm, ou mais do que ou igual a 2 mm e menos do que ou igual a 100 mm). Outras faixas são também possíveis.

[0088] Em algumas concretizações, a dimensão de seção transversal mínima média das aberturas pode ser projetada tal que a dimensão de seção transversal mínima média é definida por:

$$D^* = \frac{D + 2R_c}{2R_c} < Ke/5$$

onde D^* é a dimensão de seção transversal mínima média das aberturas, R_c é a dimensão de seção transversal média dos fios, K_e é a proporção de forças elétricas e viscosas definida por:

$$Ke = \frac{2R_p \epsilon_0 V^2}{\eta_g D R_c (U_0 + \frac{2R_p \epsilon_0 V^2}{\eta_g D^2})}$$

no qual:

R_p é o raio das partículas de névoa,

ϵ_0 é a permissividade de espaço livre,

V é a diferença de tensão entre o emissor e o eletrodo,

η_g é a viscosidade do ar,

D é a distância entre o emissor e o coletor, e

U_0 é a velocidade do vento.

[0089] A dimensão de seção transversal média dos fios pode ser qualquer valor adequado. Em algumas concretizações, a dimensão de seção transversal média dos fios é maior do que ou igual a 0,5 mm, maior do que ou igual a 10 microns, maior do que ou igual a 20 microns, maior do que ou igual a 50 microns, maior do que ou igual a 100 microns, maior do que ou igual a 200 microns, maior do que ou

igual a 500 microns, maior do que ou igual a 1 mm, maior do que ou igual a 2 mm, maior do que ou igual a 5 mm, maior do que ou igual a 10 mm, maior do que ou igual a 25 mm, maior do que ou igual a 50 mm, ou maior do que ou igual a 75 mm. Em algumas concretizações, a dimensão de seção transversal média dos fios é menor do que ou igual a 100 mm, menor do que ou igual a 75 mm, menor do que ou igual a 50 mm, menor do que ou igual a 25 mm, menor do que ou igual a 10 mm, menor do que ou igual a 5 mm, menor do que ou igual a 2 mm, menor do que ou igual a 1 mm, menor do que ou igual a 500 microns, menor do que ou igual a 200 microns, menor do que ou igual a 100 microns, menor do que ou igual a 50 microns, ou menor do que ou igual a 20 microns. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, maior do que ou igual a 10 microns e menor do que ou igual a 1 mm, maior do que ou igual a 100 microns e menor do que ou igual a 5 mm, maior do que ou igual a 500 microns e menor do que ou igual a 2 mm, maior do que ou igual a 1 mm e menor do que ou igual a 25 mm, ou maior do que ou igual a 0,5 mm e menor do que ou igual a 100 mm). Outras faixas são também possíveis.

[0090] Em algumas concretizações, o sistema pode ser projetado tal que a eficiência de coleta é definida por:

$$\eta = \frac{SC}{1 + \left[1.22 \left(1.3SC + \left(\frac{SC}{1-SC} \right)^2 \right) \right]^{10}} \frac{Ke}{10}$$

no qual SC é a fração da área ocupada pelos fios do coletor, dividida pela área total do coletor.

[0091] Em certas concretizações, as aberturas ocupam uma fração de área relativamente alta do substrato poroso (por exemplo, malha). Conforme aqui usado, a fração de área é determinada por medição da área de superfície total ocupada pelas aberturas, dividida pela área de superfície maior do substrato poroso, incluindo aberturas, expressa

como percentagem. De acordo com algumas concretizações, as aberturas ocupam uma fração de área da malha de mais do que ou igual a 20%, mais do que ou igual a 30%, mais do que ou igual a 40%, mais do que ou igual a 50%, mais do que ou igual a 60%, mais do que ou igual a 70%, mais do que ou igual a 80%, mais do que ou igual a 90%, mais do que ou igual a 95%, mais do que ou igual a 98%, mais do que ou igual a 99%, ou mais do que ou igual a 99,5%. De acordo com algumas concretizações, as aberturas ocupam uma fração de área da malha de menos do que ou igual a 99,9%, menos do que ou igual a 99,5%, menos do que ou igual a 99%, menos do que ou igual a 98%, menos do que ou igual a 95%, menos do que ou igual a 90%, menos do que 80%, menos do que 70%, menos do que 60%, menos do que 50%, menos do que 40%, ou menos do que 30%. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, maior do que ou igual a 20% e menos do que ou igual a 50%, mais do que ou igual a 40% e menos do que ou igual a 70%, mais do que ou igual a 60% e menos do que ou igual a 90%, ou mais do que ou igual a 80% e menos do que ou igual a 99,9%). Outras faixas são também possíveis.

[0092] Em certas concretizações, um ou mais dos parâmetros descritos acima (por exemplo, tensão do eletrodo, diâmetro da abertura, etc.) em relação a um primeiro (isto é, emissor) e segundo (isto é, coleta) eletrodo podem ser variados dinamicamente durante coleta da espécie. Por exemplo, um ou mais dos parâmetros descritos acima podem ser variados em resposta à mudança das condições ambientais, tal que a eficiência de coleta e/ou eficiência de energia é maximizada. Em algumas concretizações, sensores podem ser incorporados no dispositivo de coleta que são capazes de detectar a concentração de espécie na corrente de gás, a umidade, a direção do vento, a grandeza do vento, etc. Então, um ou mais eletrodos e/ou fios

podem ser movidos, ou o potencial aplicado a um ou mais eletrodos, pode ser modificado.

[0093] A espécie a ser coletada pode compreender quaisquer compostos adequados. Em certas concretizações, a espécie a ser coletada pode compreender um líquido. Em algumas concretizações, a espécie a ser coletada pode compreender água (por exemplo, na forma líquida, sólida, e/ou gasosa). A água pode ser substancialmente água pura, e/ou ela pode compreender uma ou mais espécies dissolvidas presentes dentro da água. De acordo com algumas concretizações, a espécie a ser coletada pode compreender névoa. Em certas concretizações, a espécie a ser coletada pode compreender um composto orgânico.

[0094] Em certas concretizações, a espécie pode compreender gotículas líquidas. As gotículas líquidas podem ter qualquer diâmetro médio adequado. Em algumas concretizações, a espécie pode compreender gotículas líquidas com um diâmetro médio de maior do que ou igual a 100 nm, mais do que ou igual a 250 nm, mais do que ou igual a 500 nm, mais do que ou igual a 1 micrón, mais do que ou igual a 2 microns, mais do que ou igual a 5 microns, mais do que ou igual a 10 microns, mais do que ou igual a 15 microns, mais do que ou igual a 20 microns, mais do que ou igual a 25 microns, mais do que ou igual a 30 microns, mais do que ou igual a 35 microns, mais do que ou igual a 40 microns, mais do que ou igual a 50 microns, mais do que ou igual a 100 microns, mais do que ou igual a 250 microns, ou mais do que ou igual a 500 microns. Em certas concretizações, a espécie pode compreender gotículas líquidas com um diâmetro médio de menos do que ou igual a 1 mm, menos do que ou igual a 500 microns, menos do que ou igual a 250 microns, menos do que ou igual a 100 microns, menos do que ou igual a 50 microns, menos do que ou igual a 40 microns, menos do que ou igual a 35 microns, menos do que ou igual

a 30 microns, menos do que ou igual a 25 microns, menos do que ou igual a 20 microns, menos do que ou igual a 15 microns, menos do que ou igual a 10 microns, menos do que ou igual a 5 microns, menos do que ou igual a 2 microns, menos do que ou igual a 1 micron, menos do que ou igual a 500 nm, ou menos do que ou igual a 250 nm. Combinações das faixas acima referenciadas são também possíveis (por exemplo, mais do que ou igual a 100 nm e menos do que ou igual a 1 micron, mais do que ou igual a 250 nm e menos do que ou igual a 10 microns, mais do que ou igual a 1 micron e menos do que ou igual a 40 microns, mais do que ou igual a 1 micron e menos do que ou igual a 100 microns, mais do que ou igual a 10 microns e menos do que ou igual a 500 microns, ou mais do que ou igual a 250 microns e menos do que ou igual a 1 mm). Outras faixas são também possíveis.

[0095] A corrente de gás pode compreender qualquer espécie gasosa adequada. Em certas concretizações, a espécie gasosa pode compreender ar. Outras espécies gasosas são também possíveis. Aqueles versados na técnica seriam capazes de selecionar correntes de gás adequadas e espécies gasosas que compreendem uma espécie a ser coletada baseado nos ensinamentos deste relatório descritivo.

[0096] Em uma concretização exemplar, o sistema compreende um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo configurado para estar posicionado próximo ao primeiro eletrodo, uma fonte de energia em comunicação elétrica com pelo menos o primeiro eletrodo, e um coletor. Em algumas concretizações, o sistema é configurado para coletar um fluido com uma eficiência de energia de mais do que ou igual a 1 litro por kWh de energia aplicada na criação do campo e/ou uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%.

[0097] Em outra concretização exemplar, uma espécie presente em uma corrente de gás pode ser coletada pelo estabelecimento de

uma pluralidade de espécies carregadas na corrente de gás, eletricamente inclinadas contra um coletor, e coletando a espécie carregada. Em algumas concretizações, a espécie carregada é coletada no coletor à uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%.

[0098] Em ainda outra concretização exemplar, pelo menos um primeiro e segundo eletrodo pode ser disposto de modo a aplicar um campo elétrico a pelo menos uma porção de uma corrente de gás, impelindo, desse modo, uma espécie contida com a corrente de gás em direção ao segundo eletrodo. Em algumas concretizações, pelo menos uma porção da espécie pode ser isolada da corrente de gás. Em certas concretizações, uma distância entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é entre 2 cm e 50 cm.

[0099] Em outra concretização exemplar, uma espécie presente em uma corrente de gás pode ser coletada por disposição, no interior da corrente de gás, de um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo próximo ao primeiro eletrodo, aplicação de um potencial ao primeiro eletrodo, tal que pelo menos uma porção do fluido presente na corrente de gás se deposita no segundo eletrodo, e coleta o fluido. Em algumas concretizações, a distância entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é entre 2 cm e 50 cm. Em certas concretizações, a espécie é coletada à uma eficiência de energia de maior do que ou igual a 1 litro por kWh de energia aplicada na criação do campo.

[00100] O Pedido de Patente Nº de Série Provisório dos Estados Unidos 62/233,499, depositado em 28 de setembro de 2015, e intitulado "Coleta de Névoa Intensificada com Descarga de Corona," é incorporado por referência em sua totalidade para todas as propostas.

EXEMPLOS

[00101] O projeto mais comum para coletores de névoa é uma malha tecida grande que suporta perpendicular ao vento carregado de

névoa, mantida por uma estrutura. O vento sopra a névoa nos fios de malha. Após impacto nos fios, as gotículas aderem à malha, coalescem com outras gotículas entrantes para tornarem-se maiores, e quando elas alcançam um certo tamanho, elas são derramadas por gravidade em uma calha e são eventualmente transportadas para um tanque de coleta. As malhas são usadas ao invés de placas porque um grande obstáculo impermeável conduziria à um desvio das linhas de corrente entrantes e, conseqüentemente, ao arraste das gotículas de névoa distantes da placa, pelo que uma malha causa uma alteração muito pequena do fluxo por deixar o ar passar através de suas aberturas. As malhas usadas na prática são produzidas de polietileno ou polipropileno. Suas taxas de coleta variam grandemente da localização para outra, mas os valores típicos nos sistemas atuais variam de 1 a 10 L/m²/dia. A eficiência de coleta de um coletor pode ser medida pelo cálculo da proporção entre a taxa de coleta de água na calha e a taxa de água que escoar em um tubo de corrente não perturbado com a mesma área como a malha. Muitas razões podem explicar porque a eficiência não pode ser 100%. Primeiro, por exemplo, somente a parte das gotículas que impactam os fios de malha pode ser capturada. O restante do fluxo vai através da abertura da malha, e é nunca capturado. Então, entre as gotículas que impactam os fios, algumas podem saltar no fio e saírem, ou serem capturadas, em seguida, re-arrastadas pelo vento antes que elas derramem devido à gravidade. Outro problema é que as gotículas coletadas que não derramam ainda podem parcialmente obstruir as aberturas da malha e formarem uma área impermeável grande que desvia as linhas de corrente entrantes. As malhas podem ser caracterizadas pela abertura do fio e o coeficiente de sombra, que é a área projetada (área de superfície) dos fios, dividida pela área total da malha. Pela sintonização destes dois parâmetros, um equilíbrio pode

ser encontrado entre minimização do desvio das linhas de corrente e maximização da fração de gotículas que impactam os fios, para ter uma eficiência máxima.

[00102] O projeto mais comum para coletores de névoa é uma grande malha tecida que suporta perpendicular ao vento que carrega a névoa, mantida por uma estrutura. O vento sopra a névoa nos fios de malha. A névoa é uma nuvem que toca o solo, composta de gotículas muito finas de diâmetros variando de 1 a 40 μm com um diâmetro típico de 10 μm . Após impacto nos fios, as gotículas aderem à malha, coalescem com outras gotículas entrantes para crescer muito, e quando elas alcançam um tamanho crítico, elas são derramadas por gravidade em uma calha, e são eventualmente transportadas para um tanque de coleta. As malhas são usadas ao invés de placas porque um obstáculo impermeável grande pode conduzir a um desvio das linhas de corrente entrantes, e conseqüentemente, para o arraste das gotículas de névoa distantes da placa, pelo que uma malha causa uma alteração muito menor do fluxo por deixar que o ar passe através de suas aberturas. Não obstante, estas malhas tipicamente têm eficiências muito baixas, ao redor de 1-2%.

[00103] Vários mecanismos limitam a eficiência de tais coletores. O desvio das linhas de corrente ao redor do coletor é um deles e constitui a "eficiência aerodinâmica" do sistema. O coletor, de tamanho L, pode desviar o fluxo em uma região de tamanho L ao redor dele, diminuindo, desse modo, o número de partículas de névoa direcionadas em direção ao mesmo. O número real de partículas direcionadas em direção aos fios de malha, dividido pelo número total de partículas que foram direcionadas em direção ao coletor distante das mesmas é a eficiência aerodinâmica, e esta eficiência depende do coeficiente de sombreamento (SC) da malha, que é a fração da área projetada (área de superfície) ocupada pelos fios de malha. Um alto

SC pode conduzir à uma situação similar à placa onde as linhas de corrente são grandemente desviadas, enquanto que um pequeno SC pode conduzir a uma pequena eficiência porque as muitas das gotículas podem passar através das aberturas da malha. Foi mostrado que um SC ao redor de 55% conduz à uma eficiência aerodinâmica máxima.

[00104] Outra limitação para eficiência é a taxa de derramamento. Se gotículas capturadas na malha não podem ser derramadas facilmente pela gravidade e permanecem na malha, elas podem diminuir a eficiência por dois mecanismos. As aberturas da malha podem ser obstruídas pela água fazendo a malha atuar localmente como uma placa. O re-arrastamento das gotículas devido ao arraste do vento pode também ocorrer antes destas gotículas serem coletadas. O aperfeiçoamento da taxa de derramamento foi recentemente recebida significativa atenção, e os pesquisadores têm estudado animais e plantas de coleta de névoa para inspiração e revestimentos desenvolvidos para aperfeiçoar as taxas de derramamento. Aperfeiçoamentos significantes foram reportados. Contudo, a eficiência total destas malhas permanece baixa, ao redor de 10%, sugerindo que a limitação principal não é a taxa de derramamento.

[00105] Um gargalo significativo no processo de coleta de névoa é o desvio das gotículas ao redor dos fios individuais da malha, capturadas pela eficiência de deposição, que é a fração de gotículas direcionadas em direção ao fio que são coletadas. O fluxo que ultrapassa um cilindro foi extensivamente estudado. Distantes do cilindro, as linhas de corrente de ar são paralelas e as trajetórias das partículas de névoa seguem as mesmas proximamente. Próximas ao cilindro, em uma região de tamanho característico do raio do cilindro R_c , as linhas de corrente começam a se desviarem, e vão ao redor do cilindro, conforme esquematicamente mostrado na Figura 5A. Nesta

região, as partículas de névoa são submetidas a duas forças: sua inércia e forças de arraste exercidas pelo ar, e seu destino pode depender da proporção destas forças. Esta proporção é o número de Stokes que pode também ser visto como a proporção da escala de tempo da partícula para a escala de tempo de fluxo. $St = \frac{\tau_{particula}}{\tau_{fluxo}} =$

$$\frac{Inércia}{Arraste} = \frac{2R_p^2 \rho_w U}{9\eta_g R_c}$$

Para números de Stokes baixos, as trajetórias das partículas podem seguir as linhas de corrente muito proximamente, e poucas gotículas serão coletadas. Um exemplo é apresentado na fotografia da Figura 5A que mostra as trajetórias de névoa ao redor de um cilindro para $St=0,05$, com separação de fluxo. Para altos Stokes, as forças de arraste não podem afetar as trajetórias, e as gotículas que faceiam o cilindro podem continuar seu movimento paralelo horizontal, e colidem com o cilindro. Uma formula empírica foi estabelecida para a eficiência de deposição: $\eta_d = \frac{St}{St + \frac{\pi}{2}}$. Na prática, contudo, malhas muito finas, que são difíceis de produzir, são necessárias para ter números de Stokes grandes, e baixas eficiências de deposição podem limitar significativamente a taxa de coleta de névoa.

[00106] Em alguns casos, eletroestáticos foram propostos para a proposta de redução de névoa em estradas e aeroportos onde pode ser perigoso porque ela reduz a visibilidade e intensifica o risco de acidentes. Estes projetos geralmente objetivam limpar áreas relativamente grandes de névoa e, desse modo, distorcem significativamente a trajetória da névoa sobre grandes distâncias (até 500 m em alguns dos projetos).

[00107] Outros métodos anteriores usam uma agulha de alta tensão e uma placa aterrada e, desde que as moléculas de água são polares, elas se alinham com o campo elétrico e se movem em direção às regiões de campo mais alto, isto é, a agulha onde as gotículas coalescem e crescem. À medida que se tornam maiores, elas também

adquirem carga a partir da agulha por condução. À um certo ponto, a repulsão eletrostática supera a força de adesão, e a gotícula deixa a agulha, e é transportada em direção ao coletor sob a influência do campo elétrico. Contudo, uma desvantagem exemplar deste método é que o carregamento das gotículas requer contato com a agulha, que pode ser rapidamente coberta com água. Isto pode limitar o desempenho do sistema e a taxa de coleta, e/ou pode requerer um grande número de agulhas, que está consumindo energia.

[00108] Por contraste, nas concretizações aqui descritas, os campos elétricos causam deflexões relativamente altas nas trajetórias de névoa, permitindo que as gotículas colidam com as malhas de coletas preferivelmente de passarem entre os fios, resultando em, por exemplo, eficiência de coleta aumentada (por exemplo, uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%). Em adição, os métodos e sistemas aqui descritos tencionam não remover e obter a névoa, mas para coletá-la e desinfetá-la in situ para, por exemplo, produzir água que é utilizável para beber e para irrigação.

[00109] Um novo método que conduz a coleta de névoa intensificada com consumo mínimo de energia é descrito aqui. Em um exemplo, o sistema consiste de dois eletrodos: O primeiro eletrodo, o eletrodo do emissor, é uma agulha ou uma gama de agulhas, uma agulha sendo um objeto condutivo com um pequeno raio de curvatura, mantida a uma alta tensão (ordem de grandeza: 5-25kV). O segundo eletrodo é o coletor, e é colocado próximo ao primeiro eletrodo, e consiste em uma malha condutiva ou placa aterrada. O coletor é perpendicular ao vento que transporta gotículas de névoa, e as agulhas de alta tensão são colocadas ou imediatamente antes, ou imediatamente após o coletor na direção do vento. A alta tensão no primeiro eletrodo faz com que a descarga de corona ocorra em sua vizinhança. Uma nuvem de cargas de espaço é gerada e acelerada

em direção às gotículas. Elas se fixam às gotículas de água, e as gotículas tornam-se carregadas com o mesmo sinal como o eletrodo do emissor. Estas gotículas carregadas são então atraídas ao coletor aterrado sob a influência do campo elétrico entre os dois eletrodos. Esta força adicional aciona as gotículas de névoa para o coletor. Quando uma gotícula chega na malha/placa, ela é capturada e, logo que umas poucas gotículas coalescem e tornam-se grandes bastante para serem derramadas por gravidade, elas caem e são coletadas em uma calha que as transportam para um tanque de armazenagem.

[00110] Distantes do coletor, as gotículas de névoa seguem as linhas de corrente de ar. À medida que o vento se aproxima do coletor, na ausência de campo elétrico, as linhas de corrente defletem para evitar o obstáculo. Se o coletor é uma placa impermeável, elas defletem grandemente e arrastam uma grande quantidade de gotículas. Se o coletor é uma malha, as linhas de corrente podem passar através das aberturas, e elas defletem levemente ao redor dos fios de malha. Mas, à medida que as gotículas de água têm mais inércia do que o ar, elas são defletidas mais vagarosamente do que o ar, e elas podem colidir com as fibras da malha. Quando as gotículas são carregadas devido à descarga de corona, o coletor as atraem e suas trajetórias são modificadas e orientadas em direção à superfície do coletor. Muitas gotículas que teriam sido defletidas e passadas através das aberturas da malha podem agora serem coletadas, visto que a força elétrica atrativa pode tornar-se a força de arraste exercida pelo ar. A Figura 5A e Figura 5B mostram o mecanismo pelo qual as forças eletrostáticas podem superar as forças hidrodinâmicas e atraírem gotículas em direção ao coletor. As trajetórias das gotículas de névoa são modificadas e não são mais as linhas de corrente hidrodinâmicas.

[00111] Uma abordagem é esquematicamente mostrada na Figura 5B. As partículas são inicialmente eletricamente neutras, e forças de

dieletoforese não são suficientes para afetar suas trajetórias. Portanto, uma descarga de corona é usada para injetar uma carga líquida nas gotículas, e então as gotículas são direcionadas em direção ao coletor usando um campo elétrico. A aplicação de uma alta tensão no eletrodo do emissor produz um campo elétrico, cujas linhas vão a partir do emissor para o coletor aterrado. Este campo elétrico não afeta as linhas de corrente de ar, mas atua somente nas gotículas de névoa carregadas. O caso com uma alta tensão é mostrado na Figura 5B, onde as forças elétricas são muito maiores do que as forças de arraste de ar, que faz as gotículas de névoa seguirem as linhas de campo e terminarem acima em ambos os lados do fio de coleta. Conforme pode ser visto na fotografia na Figura 5B, que mostra trajetórias de partículas na presença de um campo elétrico forte, que as partículas são coletadas todas sobre o fio, e que algumas partículas que não foram inicialmente direcionadas em direção ao fio são ainda capturadas. Intuitivamente, isto sugere que a eficiência de deposição, que foi previamente definida como a fração de gotículas direcionada em direção ao fio que são coletadas, pode se tornar mais altas do que um.

[00112] Outro fenômeno que frequentemente ocorre com este sistema, quando uma malha é usada, é denominado o "giro ao redor". Quando as gotículas são carregadas com descarga de corona, elas são atraídas para a superfície do coletor. Contudo, nem todas delas são capturadas. Devido à inércia do vento, a força eletrostática pode não ser suficiente para modificar a trajetória de algumas gotículas e fazer com que elas se dirijam para os fios de malha. Estas gotículas passam através das aberturas e começam a se moverem distante da malha. Contudo, estas gotículas são ainda carregadas e elas são ainda atraídas à malha aterrada. Devido à esta atração, parte das gotículas pode girar e ir de volta para serem capturadas pela superfície traseira da malha. Este fenômeno de giro ao redor contribui

significativamente para intensificar a eficiência de coleta, desde que ele permite a dobra da superfície usada pelo uso da superfície traseira da malha também, e ele oferece uma segunda chance para captar as gotículas que foram deixadas irer quando elas chegam na malha. Isto conduz à eficiências de deposição que são frequentemente mais altas do que 100%: As gotículas podem ser coletadas de uma área maior do que a área projetada (área de superfície) do coletor, que representa os 100% de caso de eficiência em coletores tradicionais (isto nunca é alcançado: eficiências reais são muito mais baixas em coletores tradicionais).

[00113] Conforme aqui mostrado, experimentalmente e teoricamente, a eficiência de deposição de tal sistema varia linearmente com um número não dimensional Ke , o número elétrico.

$$Ke = \frac{2R_p \epsilon_0 V^2}{\eta_g d R_c (U_0 + \frac{2R_p}{\eta_g} \epsilon_0 \frac{V^2}{d^2})}$$

R_p é o raio das partículas de névoa,

ϵ_0 é a permissividade de espaço livre,

V é a diferença de tensão entre o emissor e o eletrodo,

η_g é a viscosidade do ar,

d é a distância entre o emissor e o coletor,

R_c é o raio dos fios de malha,

U_0 é a velocidade do vento.

[00114] Esta dependência permite a previsão da tensão que deve ser aplicada para ter uma certa eficiência, e pode ser ajustada na prática para compensar os efeitos de mudanças na velocidade do vento, por exemplo.

[00115] Em adição, pela análise do diagrama de fase deste sistema, a região ótima de operação foi identificada, que pode ser descrita pelos 2 parâmetros:

[00116] Primeiro, a velocidade adicionada relativa U^* , que

representa a proporção da velocidade adicionada das partículas devido à aceleração pelo campo elétrico e a velocidade do vento.

$$U^* = \frac{2R_p \epsilon_0 V^2}{U_0 \eta_g d^2}$$

[00117] A operação ótima é para $U^* < 1$. Para $U^* > 1$, o sistema alcança saturação de tensão. Esta limitação nas taxas de coleta alcançáveis essencialmente vem do fato que, à medida que a tensão é aumentada, existe uma força elétrica mais alta que atrai as partículas, mas as partículas estão também se movendo mais rápido, que deixa menos tempo para a força elétrica atraí-las.

[00118] Outro parâmetro importante é o espaçamento D entre os fios da malha, que é capturado pelo número não dimensional D^* .

$$D^* = \frac{D + 2R_c}{2R_c}$$

[00119] Quando a distância entre os fios é muito pequena, todas as gotículas entre eles são coletadas, e o aumento da tensão seria inefetivo, desde que não existe mais névoa para coletar.

[00120] Quando se usa descarga de corona para coletar névoa, deve-se objetivar eficiências imediatamente abaixo de D^* , enquanto que estando certo que $U^* < 1$.

Eletrodo de descarga antes de uma malha de coleta

[00121] Nesta concretização, uma agulha de alta tensão é colocada antes de uma malha (Figura 6). O vento carregado de névoa chega na vizinhança da agulha onde a descarga de corona está ocorrendo. Íons carregados se fixam às gotículas de névoa, e as gotículas são direcionadas para o coletor. Muitas gotículas coletadas são capturadas no lado frontal da malha. Contudo, se as gotículas passam através da malha, elas são ainda submetidas ao campo elétrico causado por sua carga de imagem e ao efeito de giro ao redor. Portanto, parte destas gotículas podem ainda ser coletada no lado traseiro da malha.

Eletrodo de descarga após uma malha de coleta

[00122] Nesta concretização (Figura 7), a agulha de alta tensão é colocada após a malha. As gotículas de névoa chegam na malha sem terem que ser submetidas a qualquer carregamento. Elas são coletadas na mesma taxa à medida que elas teriam sido sem campo elétrico. A parte que não é coletada e que vai através das aberturas da malha então encontra os eletrodos de descarga. As gotículas são carregadas, e existe um campo elétrico que é causado pela diferença de potencial entre a agulha e o coletor, e que é muito mais alta do que o campo de carga de imagem, e que aciona as gotículas para o coletor. Quando o campo elétrico é suficientemente alto, esta força supera a inércia das gotículas. As gotículas mudam de direção e vão de volta para a malha onde elas são coletadas no lado traseiro. O fenômeno de giro ao redor é mais importante aqui do que na concretização prévia, e, desde que coleta significativa ocorre em ambos os lados da malha, a superfície de coleta efetiva é dobrada comparada a um sistema tradicional.

Fios paralelos verticais como um coletor

[00123] Nesta concretização (Figura 8), os fios horizontais da malha de coleta são eliminados. A análise prévia permanece válida com somente fios verticais com o mesmo espaçamento, e fios verticais devem ter as mesmas eficiências como malhas. Esta concretização reduz pela metade o custo de materiais necessários. Além disso, ela promove derramamento mais rápido de gotículas. Quando as gotículas são grandes bastante para iniciar o derramamento por gravidade, os fios horizontais podem atuar como locais de depósito e manterem as gotículas nas junções entre os fios horizontal e vertical, efetivamente diminuindo o derramamento. O derramamento mais rápido com fios verticais implica que os fios podem rapidamente serem secos novamente e prontos para coletar novas gotículas. Isto pode aumentar a taxa de coleta.

Taxa de coleta com e sem campo

[00124] As taxas de coleta foram experimentalmente medidas com e sem descarga de corona. A primeira concretização, em que o eletrodo de descarga é colocado antes de uma malha de coleta, foi usada, e a massa de água coletada após uma certa quantidade de tempo foi medida. As superfícies de coleta foram colocadas à uma distância de 3,5 cm a partir do eletrodo de descarga. Dois conjuntos de experimentos foram realizados, um com ar em movimento (velocidade 0,8m/s) e o outro com névoa estagnada. Os resultados são mostrados na Figura 9. No caso onde a névoa está se movendo, mostrado na Figura 9 (escala de log), a taxa de coleta de névoa em uma malha (aberturas de 0,002", 41% de coeficiente de sombra, aço inoxidável) foi intensificada por duas ordens de grandeza, indo de 1 litro por dia por m² de malha, similar ao o que é reportado nas aplicações atuais, a 107 L/dia/m² para uma tensão de descarga de 11,2kV.

[00125] A Figura 10 mostra os dados de eficiência de deposição como uma função do número elétrico Ke (grosseiramente proporcional a V^2) para malhas diferentes e tensões diferentes. Conforme pode ser visto nesta figura, a eficiência aumenta linearmente com Ke . Esta Figura também mostra que a eficiência de deposição pode estar bem acima de 100%, alcançando valores acima de 200% em alguns casos.

Visualização do "fenômeno de giro ao redor" e efeito na taxa da coleta

[00126] A intensificação na coleta com descarga de corona pode também ser visualmente observada diretamente. Fotos instantâneas de uma malha de coleta em tempos diferentes após exposição à névoa, com e sem campo elétrico, são mostradas nas Figuras 11A-C. Pode ser observado que, logo que o campo elétrico é ligado, o número de gotículas coletadas na malha aumenta dramaticamente. Existem muito mais gotículas na malha após um segundo de exposição com

descarga de corona do que após 20 segundos sem descarga. Na Figura 11B, o giro ao redor pode ser observado em alguns pontos onde existem gotículas que são coletadas no verso da malha. Isto intensifica a taxa de coleta visto que a área disponível para coleta é dobrada com o giro ao redor, conforme esquematicamente mostrado na Figura 11C.

Coleta em um fio cilíndrico único

[00127] A configuração típica que é usada neste estudo é mostrada na Figura 12A. Um eletrodo afiado com uma alta curvatura é colocado a uma distância d a partir do coletor, um fio cilíndrico horizontal de raio R_c . d é muito maior do que R_c , que é muito maior do que o raio das partículas de névoa R_p . O coletor é eletricamente aterrado ($V=0$), enquanto que uma alta tensão V é aplicada ao eletrodo de descarga. Quando V está acima de um valor crítico, a descarga de corona ocorre, e o ar é ionizado. A descarga de corona ocorre quando o campo elétrico ao redor do eletrodo é alto bastante para formar uma região de plasma: Elétrons no ar são acelerados, e têm energia bastante para ionizar os átomos de ar quando eles colidem com os mesmos. Uma reação de cadeia se inicia com toda colisão criando elétrons e íons adicionais. Após uma colisão, os elétrons e íons são puxados em direções opostas pelo campo elétrico, impedindo recombinação. À uma certa distância a partir do eletrodo, o campo elétrico pode não mais dar energia bastante aos elétrons para sustentar a reação. Nesta região, os íons escapados se deslocam livremente no ar em direção ao eletrodo oposto, e potencialmente se fixam às partículas de névoa que eles colidem. As partículas então adquirem uma carga líquida q do mesmo sinal como V .

[00125] À medida que d é muito maior do que R_c , além das regiões menores ao redor do emissor e do coletor, as linhas de campo elétrico são essencialmente paralelas e horizontais na região central. É

assumido que no todo o seguinte que o campo elétrico não é rompido pela presença da névoa, e interações de inter-partícula são negligenciadas. A grandeza do campo elétrico pode então ser estimada como $\frac{V}{d}$.

[00126] Na região central, as partículas de névoa suportam uma fase de aceleração, cujos mecanismos são apresentados na Figura 12B. As partículas entram na região com a mesma velocidade U_0 à medida que o vento as transportam. Portanto, nenhuma força de arraste é exercida nas mesmas. Contudo, desde que elas adquirem uma carga líquida a partir da descarga de corona, e estão em um campo elétrico, uma força elétrica atua nas mesmas. As partículas são aceleradas e sua velocidade torna-se mais alta do que U_0 , dando ocorrência à uma força de arraste. Quando a força de arraste torna-se igual à força elétrica, a velocidade terminal U_f é alcançada, e a partícula não é acelerada.

[00127] O equilíbrio de força nesta fase pode ser escrito como

$$m \frac{d\vec{u}}{dt} = 6\pi\eta_g R_p (\vec{w} - \vec{u}) + q\vec{E}$$

[00128] Onde \vec{u} é a velocidade da partícula, η_g é a viscosidade do ar e \vec{w} é a velocidade do ar.

[00129] Para determinar se a partícula alcançará sua velocidade durante a fase de aceleração, a escala de tempo de aceleração de partícula é computada, que é dada por

$$\tau_{partícula} = \frac{m}{6\pi\eta_g R_p} = \frac{2}{9} R_p^2 \frac{\rho_w}{\eta_g}$$

[00130] Neste caso, $\tau_{partícula}$ é uma a duas ordens de grandeza menor do que o tempo de deslocamento da partícula a partir do emissor ao coletor. Desse modo, as partículas devem alcançar sua velocidade terminal, que é dada pelo equilíbrio entre a força de arraste e a força elétrica.

$$6\pi\eta_g R_p (U_f - U_0) = qE$$

$$U_f = U_0 + \frac{qE}{6\pi\eta_g R_p}$$

[00131] Sem desejar estar ligado pela teoria, no caso de uma força elétrica fraca, a velocidade terminal será próxima à velocidade inicial, pelo que no caso de uma força elétrica alta, a velocidade terminal será independente da velocidade inicial e diretamente proporcional à força elétrica.

[00132] A Figura 12C mostra medidas experimentais da velocidade adicionada $U_f - U_0$ como uma função de V^2 . A região sombreada do gráfico corresponde ao caso $V < V_{\text{corona}}$ onde nenhuma injeção de carga ocorre. A única força elétrica que ocorre é dieletroforese, cuja grandeza pode ser aproximada por $\frac{2\pi R_p^3 \epsilon_0 V^2}{d^3}$. Neste caso, esta força é ao redor de 6 ordens de grandeza menor do que os fatores de arraste típicos. Como tal, não existe velocidade adicionada antes do começo da descarga de corona. Na segunda região do gráfico, o carregamento ocorre e a velocidade adicionada é geralmente proporcional a V^2 . A explanação desta proporcionalidade ser que o campo elétrico é proporcional a V , e a carga nas partículas é também proporcional a V , que faz com que a força elétrica qE cresça como V^2 .

[00133] Para estimar a carga da partícula e a força elétrica, a equação de continuidade para campos elétricos é usada. Água é um condutor comparado ao ar, o meio circundante. A carga está localizada na superfície das partículas de névoa, e a carga da superfície por área unitária pode ser estimada como $\sigma = \epsilon_0 E$.

[00134] As gotículas podem novamente carregar os íons fixados às mesmas, mas elas não podem perder carga para o ar (isolador), de modo que a carga final de uma gotícula pode ser determinada pelo valor máximo do campo elétrico que elas encontram em sua trajetória. A carga de superfície pode então ser estimada como $\sigma = \epsilon_0 \frac{V}{d}$. Cálculos mais

precisos dão $\sigma = 3\epsilon_0 \frac{V}{d}$.

[00135] Desse modo,

$$q = 12\pi R_p^2 \epsilon_0 \frac{V}{d}$$

a força elétrica na região central é

$$F_{elec} = 12\pi R_p^2 \epsilon_0 \frac{V^2}{d^2}$$

e a velocidade adicionada é

$$U_f - U_0 = \frac{2R_p}{\eta_g} \epsilon_0 \frac{V^2}{d^2}$$

[00136] A interpolação linear na Figura 12C tem uma inclinação de 0,006. Usando a formula acima, $U_f - U_0 = 0,008 V^2$, que equipara bem os valores experimentais, considerando as incertezas na medição dos parâmetros.

[00137] Aqui, $U^* = \frac{2R_p \epsilon_0 V^2}{U_0 \eta_g d^2}$, um número não dimensional que expressa a proporção entre a velocidade adicionada devido ao campo elétrico e à velocidade do vento.

[00138] Após a fase de aceleração, as gotículas de névoa eventualmente se aproximam da região do fio do coletor, cujo tamanho é da ordem de R_c . Nesta região, conforme mostrado na Figura 12D, ambas as linhas de corrente e as linhas de campo elétrico começam a se desviar a partir da configuração horizontal paralela. Enquanto que as linhas de corrente vão ao redor do cilindro, as linhas de campo se encurvam em direção a este coletor condutivo e termina acima perpendicularmente ao mesmo. A grandeza do campo elétrico se nivela aqui como $E \sim \frac{V}{R_c}$. Nesta região, as partículas estão ainda sujeitas a forças de arraste e elétricas. À medida que a distância ao cilindro aumenta, o campo elétrico é mais fraco, enquanto que as partículas requerem uma força mais alta a ser coletada desde que elas estão mais distantes. Portanto, pode existir uma distância acima da qual as

partículas não serão coletadas, para uma certa intensidade da tensão aplicada. A área de coleta A é então definida como a área projetada (área de superfície) do fluxo de partículas entrantes que são coletadas no cilindro. É assumido que o cilindro tem uma profundidade infinita e nos cálculos são realizados em duas dimensões. Desse modo, a área A terá a dimensão de um comprimento. Dada a definição da eficiência de deposição, ela é exatamente $\eta_d = \frac{A}{A_0}$, onde A_0 é a área projetada (área de superfície) do cilindro, igual a $2R_c$.

[00139] A área de coleta para tensões e velocidades do vento diferentes foram experimentalmente medidas, por formação de imagem da região ao redor do cilindro. A Figura 12E apresenta a área não dimensional A/A_0 como uma função de V^2 , para valores diferentes de U_0 . É observado que, para tensões relativamente baixas ou velocidades do vento altas (região II do gráfico na Figura 12E), A/A_0 aumenta com V^2 , que pode ser explicado novamente pelo fato que a força elétrica de acionamento se nivela como V^2 . É também percebido que A/A_0 diminui com a velocidade do vento, e realmente se nivela como $1/U_0$, novamente para tensões relativamente altas ou velocidades do vento altas. Isto pode ser justificado pelo fato que, quando U_0 aumenta, a força elétrica tem menos tempo para atrair as gotículas à medida que elas passam pelo cilindro de coleta. Finalmente, é visto que, para velocidades do vento baixas e altas tensões (região IV na Figura 12E), A/A_0 começa a assentar, que significa que, após um certo ponto, o aumento da tensão não ajuda mais a coletar mais gotículas. A região III do gráfico é a transição a partir do comportamento linear ao assentamento.

[00140] A Figura 16A mostra a área de coleta não dimensional como uma função do inverso da velocidade do vento para cinco tensões diferentes. A FIG 16B mostra a área de coleta não dimensional para dois fios como uma função de Ke para três distâncias de fio diferentes (formas fechadas representam A_{in} e formas abertas representam A_{out}). A_{out}

geralmente tem um comportamento linear com uma inclinação próxima àquela de um fio único.

[00141] Para racionalizar estas observações, a equação de movimento, ao redor do cilindro, é escrita uma vez mais.

$$m \frac{d\vec{u}}{dt} = \frac{6\pi\eta_g R_p}{C_c} (\vec{w} - \vec{u}) + q\vec{E}$$

[00142] A equação é não dimensionalizada por divisão de todas as distâncias por R_c , e velocidades por U_f

$$\bar{r} = \frac{r}{R_c}, \quad \vec{\bar{u}} = \frac{\vec{u}}{U_f}, \quad \bar{t} = \frac{tU_f}{R_c}$$

$$\frac{d\vec{\bar{u}}}{d\bar{t}} = \frac{1}{St} (\vec{\bar{w}} - \vec{\bar{u}}) + \frac{Ke}{St} \frac{\vec{E}}{|\vec{E}|}$$

$$St = \frac{2R_p^2 \rho_w U_f}{9\eta_g R_c}; \quad Ke = \frac{qE}{6\pi\eta_g R_p U_f}$$

[00143] Ke é a proporção de forças elétricas e viscosas, e é denominado o número elétrico aqui. Para além destes números não dimensionais, todos os termos da equação são de ordem 1. Ao redor do cilindro E se nivela como V/R_c , e as expressões de q e U_f que foram obtidas previamente podem ser usadas.

$$St = \frac{2R_p^2 \rho_w (U_0 + \frac{2R_p}{\eta_g} \epsilon_0 \frac{V^2}{d^2})}{9\eta_g R_c}, \quad Ke = \frac{2R_p \epsilon_0 V^2}{\eta_g d R_c (U_0 + \frac{2R_p}{\eta_g} \epsilon_0 \frac{V^2}{d^2})}$$

[00144] Além disso, no limite de Stokes baixo, correspondente aos fios relativamente grandes, a equação é adicionalmente simplificada em

$$0 = (\vec{\bar{w}} - \vec{\bar{u}}) + Ke \frac{\vec{E}}{|\vec{E}|}$$

[00145] O número elétrico deve então controlar os físicos do problema, em particular, a área de coleta não dimensional:

$$\frac{A}{A_0} = f(Ke)$$

[00146] Na Figura 13, A/A_0 é plotado como uma função de Ke , e é visto que os dados prévios de tensões diferentes e velocidades do vento se rompem em uma curva principal linear. Este comportamento linear é esperado, à medida que Ke representa a amplitude relativa da força de acionamento que causa a coleta. A proporcionalidade constante, é determinada experimentalmente (0,26 aqui) e permite a previsão da eficiência de tal sistema para quaisquer valores dos parâmetros problemas.

[00147] Esta dependência no Ke explica os comportamentos observados anteriormente. Para U^* baixo (tensões baixas ou velocidades de vento altas), o termo contendo V^2 no denominador é desprezível, e Ke nivela como V^2 . Isto é porque a área não dimensional aumenta linearmente com V^2 neste regime (região II da Figura 12E). Contudo, para U^* alto, U_0 torna-se desprezível no denominador, e Ke tende em direção a uma constante $(\frac{d}{R_c})$, que é a região do assentamento. Isto pode ser denominado a saturação de tensão. Esta limitação nas taxas de coleta alcançáveis essencialmente vem do fato que, à medida que a tensão é aumentada, existe uma força elétrica mais alta que atrai as partículas, mas as partículas estão também se movendo mais rápidas, que deixa menos tempo para a força elétrica atraí-las. Eventualmente, em altas tensões, estes dois efeitos se equilibram entre si, e a coleta não pode ser intensificada não mais. As linhas tracejadas verticais na Figura 12E representam $U^*=0,5$ para as duas velocidades de vento mais baixas. Este valor dá uma aproximação de quando a velocidade inicial começa a ser superada pela velocidade elétrica adicionada, ou, equivalentemente, quando a transição em direção à saturação de tensão se inicia.

[00148] É esperado que um comportamento similar para manter geometrias diferentes, tais como malhas que são ultimamente as geometrias de interesse aqui, com somente a proporcionalidade

constante que muda com a geometria.

Coleta em dois fios cilíndricos paralelos

[00149] Para prolongar o modelo desenvolvido conforme descrito acima para fios cilíndricos únicos, a coleta de névoa em um sistema de dois fios cilíndricos paralelos é investigada. É hipotetizado que, quando os fios estão distantes entre si, eles se comportam como dois fios únicos. Contudo, quando eles estão próximos bastante, eles podem iniciar competição sobre as mesmas gotículas entre eles, limitando, desse modo, a coleta, conforme mostrado esquematicamente na Figura 14A. A distância D entre os fios é, desse modo, incorporada no modelo através do número não dimensional $D^* = \frac{D+2R_c}{2R_c}$. Duas áreas de coleta, A_{in} e A_{out} , são também definidas, sendo responsável pela área projetada (área de superfície) do fluxo das partículas entrantes coletadas, respectivamente nas partes interna e externa do sistema.

[00150] A Figura 14B é uma fotografia mostrando os dois cilindros e as trajetórias de gotículas, em um caso onde D é pequeno bastante de modo que muitas das gotículas entre os fios são coletadas. Quando isto ocorre (D pequeno), uma análise geométrica simples mostra que A_{in} alcança um valor de saturação que é igual a $R_c + \frac{D}{2}$, ou em termos não dimensionais $\frac{A_{in}}{A_0} = D^*$, onde A_0 aqui é igual a R_c , visto que somente uma metade do cilindro está sendo considerada. Esta limitação é denominada a saturação de espaçamento.

[00151] Foi hipotetizado que $\frac{A_{in}}{A_0}$ e $\frac{A_{out}}{A_0}$ cresce com a lei de fio único até que a saturação de espaçamento é alcançada, em cujo ponto A_{in} assentará, enquanto que A_{out} ainda seguirá a lei do fio único. Sabendo que a saturação ocorre quando $\frac{A_{in}}{A_0} = D^*$, a lei do fio único ($\frac{A_{in}}{A_0} = c \cdot Ke$, onde c é a proporcionalidade constante) pode ser usada para prever o número elétrico (ou equivalentemente a tensão) no qual saturação de

espaçamento começa $Ke_{sat} = \frac{D^*}{c}$, ou, para um certo número elétrico, prever a distância crítica D_{sat}^* na qual a saturação de espaçamento ocorre.

[00152] A_{in} e A_{out} foram experimentalmente medidos para Ke e D^* diferentes. Os resultados para A_{in} são reportados na Figura 14C. É observado que $\frac{A_{in}}{A_o}/D^*$ aumenta com Ke e assentamentos a 1 para valores baixos de D^* . Antes do assentamento, $\frac{A_{in}}{A_o}$ aumenta linearmente com Ke , com uma inclinação igual ao o que foi medido no caso de fio único. A zona sombreada do gráfico, representando $\frac{A_{in}}{A_o} > D^*$, é inacessível por causa da competição sobre um número finito de gotículas que conduz à saturação. As linhas tracejadas verticais representam a saturação esperada Ke para os casos de $D^*=1,7$ e $D^*=4,2$ a partir do modelo prévio e pode ser visto que os assentamentos são observados além destas linhas para as curvas correspondentes.

[00153] Para $D^*=11$, a saturação de espaçamento não é observada aqui e é esperada ocorrer a um Ke muito mais alto. Contudo, tal Ke alto não pode ser alcançado por causa da saturação de tensão, que pode ser um fator limitante aqui, em alguns casos.

Coleta nas malhas

[00154] Tendo racionalizado o comportamento de dois fios paralelos, a coleta macroscópica no ultimo sistema de interesse: malhas, foi estudada. Experimentos similares foram conduzidos por colocação de uma malha de 5 cm x 5 cm perpendicularmente à direção do vento carregado de névoa e um prato petri sob a malha, e medindo a massa da água coletada após uma certa quantidade de tempo.

[00155] A diferença na coleta quando descarga de corona é aplicada é imediatamente visível a olho nu. Conforme mostrado na

Figura 15A, a malha é coberta com água dentro de uns poucos segundos quando uma alta tensão é aplicada, enquanto que ela está pouco úmida após minutos de exposição à névoa quando não existe campo elétrico.

[00156] Cinco malhas diferentes foram usadas. Todas têm o mesmo raio de fio, mas o espaçamento D entre os fios foi aumentado da Malha 1 para a Malha 5. O coeficiente de sombreamento SC , ou a superfície relativa projetada dos fios, foi, desse modo, aumentado.

[00157] A Figura 15B mostra a massa de água coletada após cinco minutos de exposição, para números elétricos diferentes Ke . A massa m aumenta linearmente com Ke para as cinco malhas, embora a proporcionalidade constante varie de malha para malha. É percebido que a malha com a coleta mais alta não é a malha com a densidade de fio mais alta; A malha 2 tem poucos fios, mas ainda coleta mais água. Finalmente, as malhas 1 e 2 começam a assentar a Ke alto, que é devido à saturação de espaçamento. As linhas tracejadas verticais na Figura 15B mostram os limites de saturação de espaçamento previstos a partir dos dois modelos de fios paralelos para as três primeiras malhas, as últimas duas estando fora do escopo do gráfico. Este modelo não é exatamente válido aqui, visto que a geometria é diferente, com fios paralelos e perpendiculares, mas pode proporcionar uma boa aproximação do começo de saturação de espaçamento.

[00158] A eficiência η do processo de coleta como a proporção da massa coletada e a massa total de água direcionada em direção à malha é computada. Conforme citado antes, $\eta = \eta_a \eta_d \eta_{outra}$.

[00159] $\eta_d = \frac{A}{A_0}$ é a eficiência que foi focalizada na análise prévia.

Foi assumido que é possível preterir η_{outra} , ou que seu efeito será similar em todas as malhas. A eficiência aerodinâmica foi previamente estudada e é dada por $\eta_a = \frac{SC}{1 + \left[1.22 \left(1.3SC + \left(\frac{SC}{1-SC} \right)^2 \right) \right]}$, onde SC é o

coeficiente de sombreamento.

[00160] A eficiência de deposição $\eta_d = \frac{1}{\eta_a} \frac{m_{coletado}}{m_{total}}$ pode então ser calculada. Seus valores são plotados na Figura 15C como uma função de Ke , e pode ser visto que os dados de desintegram ao redor de uma curva linear, que mostra que os modelos para fios únicos e duplos retêm as malhas.

[00161] A proporcionalidade constante é diferente do caso de fio único por causa da geometria diferente, mas também por causa dos efeitos das outras ineficiências que foram preteridas aqui, visto que o que está prontamente sendo plotado é $\eta_d \cdot \eta_{outra}$. Estas outras ineficiências podem também explanarem a dispersão relativamente mais alta dos resultados ao redor da curva linear, conforme comparado ao caso de fio único.

[00162] $\eta_d \cdot \eta_{outra}$ alcança valores acima de 2, que significa que é muito mais alto do que um. Portanto, estes altos valores de η_d podem compensar outras ineficiências, e conduzem à eficiências totais muito altas para o sistema de coleta.

[00163] Quando se projeta tal malha de coleta ativa, a geometria e tensão de operação devem ser escolhidas de modo a permanecerem abaixo da saturação de tensão e da saturação de espaçamento, para maximizar a coleta sem gastar qualquer energia desnecessária.

Conclusão

[00164] Foi demonstrado que é possível intensificar dramaticamente a eficiência de coleta de névoa em malhas por quebra da limitação aerodinâmica tradicional, usando descarga de corona. As partículas são aceleradas e direcionadas em direção ao coletor, à medida que forças elétricas superam a força hidrodinâmica. Foi mostrado que o problema é regulado por quatro números não dimensionais St , Ke , U^* e D^* . A eficiência de deposição depende dos dois primeiros números e, em particular, foi mostrado que, no caso de

St baixo, é proporcional a Ke . U^* e D^* preveem duas limitações importantes que são a tensão e saturações de espaçamento. Elas devem, portanto, servirem como parâmetros de projeto para malhas de coleta ativa, para operarem imediatamente abaixo das saturações, e otimizam completamente a água produzida por energia gasta. Este método pode ser combinado com outros, tal como tratamento de superfície do coletor, para levemente intensificar a eficiência. Este experimento foi realizado exclusivamente no regime de Stokes baixo, e, enquanto que o regime de Stokes alto pode ser o objeto de trabalho futuro cientificamente interessante, o regime de Stokes baixo é muito mais interessante na prática, à medida que a minimização da força de inércia é vantajosa aqui, e produção de malhas com fios maiores é mais fácil do que a produção de fios mais finos. Estes resultados podem ser usados para projetar coletores de névoa eficientes nas áreas propensas à seca, e coletam água para beber, irrigação e reflorestamento. Os sistemas de remoção de névoa para aumentar a visibilidade nas estradas e aeroportos podem também serem projetados.

Configuração experimental e procedimento

[00165] Amostras foram colocadas 4 cm distantes a partir da saída, perpendicularmente ao eixo, de dois cilindros concêntricos (diâmetros internos de 6,3 cm, 5 cm) dos quais uma corrente uniforme de névoa foi proveniente. A névoa consistia em uma nuvem de gotículas de água suspendas no ar de raio de $3,5 \mu\text{m}$, gerada usando um umidificador ultrassônico (Air-O-Swiss AOS 7146) distribuindo uma taxa de volume de até 0,1L/hora. A névoa foi gerada diretamente no cilindro menor através de um orifício. Na entrada do cilindro maior, uma ventoinha de velocidade sintonizável (Thermaltake Mobile Fan II External USB Cooling Fan) foi colocada para criar o fluxo de ar que produziria convecção da névoa em direção à área de coleta. Um

alisador de fluxo alveolar (Saxon Computers 120mm Honeycomb Airflow Straightener) foi colocado após a ventoinha para assegurar que a velocidade do vento seja uniforme através da área do cilindro, desse modo, reproduzindo condições reais de névoa. A velocidade de saída foi medida com um anemômetro (Testo 405 Hot Wire Thermo-Anemometer), e estava espacialmente uniforme dentro de um intervalo de 15%. A descarga de corona foi produzida por colocação de uma agulha metálica aguçada dentro dos cilindros, sua ponta coincidindo com a saída do cilindro menor. A agulha foi conectada a um gerador de alta tensão (Spellman SL600) que distribui tensões de 0 a -25kV. A descarga de corona foi observada iniciar a uma tensão ao redor de -7,6kV. Em todos os experimentos, o coletor foi conectado ao solo, ajustando sua tensão a 0V. Todos os experimentos foram realizados em condições de temperatura e umidade ambiente.

Fios e malhas

[00166] Em experimentos simples e de dois fios, agulhas cilíndricas, produzidas de aço inoxidável, de comprimento de 4 cm, e de diâmetro de 1,88 mm, foram usadas como coletores.

[00167] Malhas quadradas de 5 cm foram usadas para testes de coleta. Elas foram adquiridas de McMaster-Carr (Corrosion-Resistant Type 304 Stainless Steel Wire Cloth), e suas características individuais são resumidas na Tabela 1.

Tabela 1. Características das malhas (coletores)

Malha	Diâmetro do fio cm (polegada)	Tamanho da abertura cm (polegada)	D*	Área Aberta
Malha 1	0,160 (0,063)	0,157 (0,062)	1,98	25%
Malha 2	0,160 (0,063)	0,264 (0,104)	2,65	39%
Malha 3	0,160 (0,063)	0,474 (0,187)	3,97	56%
Malha 4	0,160 (0,063)	0,6858 (0,270)	5,29	66%
Malha 5	0,160 (0,063)	1,109 (0,437)	7,94	76%

[00168] Enquanto que várias concretizações da presente invenção foram descritas e ilustradas aqui, aqueles versados na técnica visualizarão prontamente uma variedade de outros meios e/ou estruturas para realização das funções, e/ou obtenção dos resultados, e/ou uma ou mais das vantagens aqui descritas, e cada de tais variações e/ou modificações é, de fato, para estar dentro do escopo da presente invenção. Mais geralmente, aqueles versados na técnica apreciarão prontamente que todos os parâmetros, dimensões, materiais, e configurações aqui descritas são significativas para serem exemplares, e que os parâmetros atuais, dimensões, materiais, e/ou configurações dependerão da aplicação específica ou aplicações para qual os ensinamentos da presente invenção é/são usados. Aqueles versados na técnica reconhecerão, ou serão capazes de determinarem usando não mais do que experimentação de rotina, muitos equivalentes às concretizações específicas da invenção aqui descrita. É, portanto, para ser compreendido que as concretizações precedentes são apresentadas por meio de exemplo somente e que, dentro do escopo das reivindicações em anexo e equivalentes a estas, a invenção pode ser praticada de outro modo do que conforme especificamente descrita e reivindicada. A presente invenção é direcionada a cada característica individual, sistema, artigo, material, kit, e/ou método aqui descritos. Em adição, qualquer combinação de duas ou mais tais características, sistemas, artigos, materiais, kits, e/ou métodos, se tais características, sistemas, artigos, materiais, kits, e/ou métodos não são mutuamente inconsistentes, está incluída dentro do escopo da presente invenção.

[00169] Todas as definições, conforme definidas e usadas aqui, devem ser compreendidas para controlar sobre definições de dicionário, definições nos documentos incorporados por referência, e/ou significados ordinários dos termos definidos.

[00170] Os artigos indefinidos "um" e "uma", conforme aqui usado no relatório descritivo e nas reivindicações, a menos que claramente indicado ao contrário, deve ser compreendida para significar "pelo menos um".

[00171] A frase "e/ou", conforme aqui usada no relatório descritivo e nas reivindicações, deve ser compreendida para significar "qualquer ou ambos" dos elementos assim unidos, isto é, elementos que são conjuntivamente presentes em alguns casos e disjuntivamente presentes em outros casos. Os elementos múltiplos listados com "e/ou" devem ser construídos no mesmo modo, isto é, "um ou mais" dos elementos assim unidos. Outros elementos podem opcionalmente estarem presentes outros do que os elementos especificamente identificados pela cláusula "e/ou", se relacionados ou não relacionados àqueles elementos especificamente identificados. Desse modo, como um exemplo não limitante, uma referência a "A e/ou B", quando usada em conjunto com linguagem aberta, tal como "compreendendo" pode se referir, em uma concretização, a A somente (opcionalmente incluindo elementos outros do que B); em outra concretização, a B somente (opcionalmente incluindo elementos outros do que A); em ainda outra concretização, a ambos A e B (opcionalmente incluindo outros elementos); etc.

[00172] Conforme aqui usado no relatório descritivo e nas reivindicações, "ou" deve ser compreendida para ter o mesmo significado como e/ou", conforme definido acima. Por exemplo, quando se separa itens em uma lista, "ou" ou "e/ou" deve ser interpretado como sendo inclusivo, isto é, a inclusão de pelo menos um, mas também incluindo mais do que um, de um número ou lista de elementos, e, opcionalmente, itens não listados adicionais. Somente termos claramente indicados ao contrário, tais como "somente um de" ou "exatamente um de", ou, quando usados nas reivindicações,

"consistindo de", se referirão à inclusão de exatamente um elemento de um número ou lista de elementos. Em geral, o termo "ou", conforme aqui usado, deve somente ser interpretado como indicando alternativas exclusivas (isto é, "um ou o outro, mas não ambos") quando precedidos pelos termos de exclusividade, tal como "qualquer", "um de", "somente um de", ou "exatamente um de". "Consistindo essencialmente de", quando usado nas reivindicações, devem ter seu significado ordinário conforme usado no campo da lei de patente.

[00173] Conforme aqui usado no relatório descritivo e nas reivindicações, a frase "pelo menos um", em referência a uma lista de um ou mais elementos, deve ser compreendida para significar pelo menos um elemento selecionado de qualquer um ou mais dos elementos na lista de elementos, mas não necessariamente incluindo pelo menos um de cada e todo elemento especificamente listado dentro da lista de elementos, e não excluindo quaisquer combinações de elementos na lista de elementos. Esta definição também permite que os elementos podem opcionalmente estarem presentes outros do que os elementos especificamente identificados dentro da lista de elementos aos quais a frase "pelo menos um" se refere, se relacionados ou não relacionados àqueles elementos especificamente identificados. Desse modo, como um exemplo não limitante, "pelo menos um de A e B" (ou, equivalentemente, "pelo menos um de A ou B," ou, equivalentemente, "pelo menos um de A e/ou B"), podem se referir, em uma concretização, a pelo menos um, opcionalmente incluindo mais do que um, A, com nenhum B presente (e, opcionalmente incluindo elementos outros do que B); em outra concretização, a pelo menos um, opcionalmente incluindo mais do que um, B, com nenhum A presente (e, opcionalmente incluindo elementos outros do que A); em ainda outra concretização, a pelo menos um,

opcionalmente incluindo mais do que um, A, e pelo menos um, opcionalmente incluindo mais do que um, B (e, opcionalmente incluindo outros elementos); etc.

[00174] Deve também ser compreendido que, a menos que claramente indicado ao contrário, em quaisquer métodos aqui reivindicados que incluem mais do que uma etapa ou ato, a ordem das etapas ou atos do método não é necessariamente limitada à ordem na qual as etapas ou atos do método são enumeradas.

[00175] Nas reivindicações, bem como no relatório descritivo acima, todas as frases de transição, tais como "compreendendo", "incluindo", "transportando", "tendo", "contendo", "envolvendo", "mantendo", "composto de", e similares, são para serem compreendidas para serem ilimitadas, isto é, para significar incluindo, mas não limitada a. Somente as frases de transição "consistindo de" e "consistindo essencialmente de" devem ser frases de transição fechadas ou semi-fechadas, respectivamente, conforme colocadas no Manual de Procedimentos de Exame de Patente do Escritório de Patente dos Estados Unidos, Seção 2111.03.

[00176] Quaisquer termos, conforme aqui usados relacionados à forma, orientação, alinhamento, e/ou relacionamento geométrico de ou entre, por exemplo, um ou mais artigos, estruturas, forças, campos, fluxos, direções/trajetórias, e/ou subcomponentes destes, e/ou combinações destes, e/ou quaisquer outros elementos tangíveis ou intangíveis não listados acima susceptíveis à caracterização por tais termos, a menos que de outro modo definido ou indicado, devem ser compreendidos por não requererem conformidade absoluta à uma definição matemática de tal termo, mas, preferivelmente, devem ser compreendidos por indicarem conformidade à definição matemática de tal termo à extensão possível para a matéria objeto assim caracterizada, conforme seria compreendido por um técnico no

assunto mais proximamente relacionado a tal matéria objeto. Exemplos de tais termos relacionados à forma, orientação, e/ou relacionamento geométrico incluem, mas não são limitados a, termos descritivos de: forma – tal como, redonda, quadrada, circular/círculo, retangular/retângulo, triangular/triângulo, cilíndrica/cilindro, elíptica/elipse, (n)poligonal/(n)polígono, etc.; orientação angular – tal como perpendicular, ortogonal, paralela, vertical, horizontal, colinear, etc.; contorno e/ou trajetória – tal como, plana/planar, coplanar, hemisférica, semi-hemisférica, linha/linear, hiperbólica, parabólica, plana, curvada, reta, arqueada, sinusoidal, tangente/tangencial, etc.; direção – tal como, norte, sul, este, oeste, etc.; superfície e/ou propriedades de material de volume e/ou resolução espacial/temporal, e/ou distribuição – tal como, lisa, refletiva, transparente, clara, opaca, rígida, impermeável, uniforme(mente), inerte, não umedecível, insolúvel, constante, invariante, constante, homogênea, etc.; bem como muitas outras que seriam aparentes àqueles versados na técnica relevante. Como um exemplo, um artigo fabricado que descreveria aqui como sendo "quadrado" não requereria que tal artigo tenha faces ou lados que são perfeitamente planares ou lineares, e que intersectam em ângulos de exatamente 90 graus (de fato, tal um artigo pode somente existir como uma abstração matemática), mas preferivelmente, a forma de tal artigo deve ser interpretada como se aproximando de um "quadrado", conforme definido matematicamente, à uma extensão tipicamente alcançável e alcançada para a técnica de fabricação enumerada conforme seria compreendido por àqueles versados na técnica, ou conforme especificamente descrito. Como outro exemplo, dois ou mais artigos fabricados que descreveria aqui como sendo "alinhados" não requereria que tais artigos tenham faces ou lados que são perfeitamente alinhados (de fato, tal um artigo pode somente existir como uma abstração matemática), mas,

preferivelmente, o arranjo de tais artigos seria interpretado como se aproximando de "alinhado", conforme definido matematicamente, à uma extensão tipicamente alcançável e alcançada para a técnica de fabricação enumerada, conforme seria compreendido por àqueles versados na técnica, ou conforme especificamente descrito.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de coleta de uma espécie fluida presente em uma corrente de gás, caracterizado pelo fato de compreender:

estabelecer uma pluralidade de espécies fluidas carregadas na corrente de gás pelo uso de um primeiro eletrodo, eletricamente inclinadas contra um segundo eletrodo, o segundo eletrodo compreendendo um coletor;

impelir a pluralidade de espécies fluidas carregadas contra um segundo eletrodo, em que pelo menos uma primeira porção da pluralidade de espécies fluidas carregadas passam através de uma superfície frontal e uma superfície posterior do coletor;

impelir pelo menos a porção da pluralidade de espécies fluidas carregadas contra a superfície posterior do coletor após pelo menos uma porção da pluralidade de espécies fluidas carregadas passarem através da superfície frontal e da superfície posterior do coletor; e

coletar as espécies fluidas carregadas no coletor para formar uma espécie fluidas coletadas em uma eficiência de coleta de mais do que ou igual a 10%.

2. Método de coleta de uma espécie fluida presente em uma corrente de gás, caracterizado pelo fato de compreender:

dispor, no interior da corrente de gás, um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo compreendendo um coletor próximo ao primeiro eletrodo;

aplicar um potencial ao primeiro eletrodo, tal que pelo menos uma porção da espécie fluida presente na corrente de gás se deposita em uma superfície frontal e em uma superfície posterior do coletor; e

coletar a espécie fluida no coletor, e

direcionar as espécies fluidas de uma porção do coletor na qual é coletada a uma porção diferente do coletor,

em que uma distância mínima entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é entre 2 cm e 50 cm.

3. Método de coleta de uma espécie fluida presente em uma corrente de gás, caracterizado pelo fato de compreender:

dispor, no interior da corrente de gás, um primeiro eletrodo e um segundo eletrodo compreendendo um coletor próximo ao primeiro eletrodo;

aplicar um potencial ao primeiro eletrodo, tal que pelo menos uma porção da espécie fluida presente na corrente de gás se deposita em uma superfície frontal e em uma superfície posterior do coletor; e

coletar a espécie fluida para formar espécies fluidas coletadas a uma eficiência de energia de mais do que ou igual a 1 litro por kWh de energia aplicada na aplicação do potencial.

4. Sistema de coleta de fluido para coletar espécies fluidas, caracterizado pelo fato de compreender:

um primeiro eletrodo, e

um coletor compreendendo uma malha com uma superfície frontal e uma superfície posterior;

um segundo eletrodo compreendendo pelo menos uma porção do coletor configurado para estar posicionado próximo ao primeiro eletrodo; e

uma fonte de energia em comunicação elétrica com pelo menos o primeiro eletrodo;

no qual o sistema de coleta é configurado para coletar as espécies fluidas presentes no interior de uma corrente de gás na superfície frontal e na superfície posterior da malha com uma eficiência de energia de maior do que ou igual a 1 litro por kWh de energia aplicada na criação de um campo com um segundo eletrodo.

5. Sistema de coleta de fluido, de acordo com a reivindicação

4, caracterizado pelo fato de que a espécie fluida compreende água.

6. Sistema de coleta de fluido, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo compreende uma malha.

7. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo compreende fios paralelos.

8. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 7, caracterizado pelo fato de que o primeiro eletrodo compreende agulhas.

9. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 8, caracterizado pelo fato de que o raio médio de curvatura das agulhas é maior do que ou igual a 10 microns.

10. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 9, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo está posicionado à jusante do primeiro eletrodo.

11. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 10, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo está posicionado à montante do primeiro eletrodo.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o primeiro eletrodo é mantido em um potencial negativo.

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o primeiro eletrodo é mantido em um potencial positivo.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 e 13, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo é aterrado.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 14, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo é

mantido em um potencial negativo.

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 14, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo é mantido em um potencial positivo.

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 16, caracterizado pelo fato de que água é coletada em uma superfície do segundo eletrodo que faceia o primeiro eletrodo.

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 16, caracterizado pelo fato de que água é coletada em uma superfície do segundo eletrodo que não faceia o primeiro eletrodo.

19. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 18, caracterizado pelo fato de que uma diferença no potencial entre o primeiro eletrodo e o segundo eletrodo é maior do que ou igual a 2 kV, e menor do que ou igual a 100 kV.

20. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 19, caracterizado pelo fato de que a aplicação do potencial ao primeiro eletrodo compreende ionizar pelo menos uma porção da corrente de ar.

21. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 20, caracterizado pelo fato de compreender expor a corrente de ar ao ozônio.

22. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 21, caracterizado pelo fato de compreender aplicar o potencial ao primeiro eletrodo tal que ozônio é gerado.

23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 22, caracterizado pelo fato de que uma descarga de corona é gerada pelo primeiro eletrodo.

24. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 23, caracterizado pelo fato de que a descarga de corona purifica pelo menos uma porção do fluido coletado.

25. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 11, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um terceiro eletrodo.

26. Sistema de coleta de fluido, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o terceiro eletrodo está posicionado à jusante do segundo eletrodo.

27. Sistema de coleta de fluido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 26, caracterizado pelo fato de que o terceiro eletrodo é capaz de carregar a espécie fluida.

28. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3 e 12 a 24, caracterizado pelo fato de que o eletrodo ou componente usado para carregar a espécie fluida não contribui ao campo elétrico usado para coletar a espécie fluida.

29. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28, caracterizado pelo fato de que o eletrodo ou componente usado para carregar a espécie fluida contribui para o campo elétrico usado para coletar a espécie fluida.

30. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28 e 29, caracterizado pelo fato de que a combinação de uma placa perfurada e um eletrodo aterrado é usada para carregar a espécie fluida.

31. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28 a 30, caracterizado pelo fato de que um cone de Taylor de um líquido iônico é usado para gerar carga de espaço.

32. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28 a 31, caracterizado pelo fato de que eletropulverização de um líquido volátil é usada para gerar carga de espaço.

33. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de estabelecer a pluralidade de espécies de fluidos carregados na corrente de gás compreende fornecer descarga de

corona usando um primeiro eletrodo.

34. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 32, caracterizado pelo fato de que o coletor está posicionado a jusante do primeiro eletrodo e em que o coletor compreende uma superfície frontal e uma superfície posterior.

35. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de coleta compreende uma eficiência de deposição maior ou igual a 100%.

36. Método, de acordo com a reivindicações 2, caracterizado pelo fato de que o segundo eletrodo compreende uma malha com uma superfície frontal e uma superfície posterior.

37. Método, de acordo com a reivindicações 2, 3 ou 36, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção da espécie de fluido presente na corrente de gás se deposita na superfície frontal e na superfície posterior da malha.

38. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28 a 37, caracterizado pelo fato de que compreende o direcionamento das espécies de fluido coletadas de uma porção do coletor na qual é coletado para uma calha.

39. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28 a 38, caracterizado pelo fato de que o método compreende a eliminação das espécies de fluidos coletados por gravidade.

40. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, 12 a 24 e 28 a 39, caracterizado pelo fato de que compreende coalescer as espécies de fluido coletadas em gotículas maiores.

41. Sistema de coleta, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma calha, em que o sistema de coleta é configurado para direcionar as espécies de fluido coletadas para a calha.

42. Sistema de coleta, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o sistema de coleta é configurado para eliminar espécies de fluidos coletados por gravidade.

43. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que as espécies de fluido depositam com uma eficiência de deposição maior ou igual a 100%.

44. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a espécie de fluido compreende uma gotícula.

45. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a gotícula compreende água.

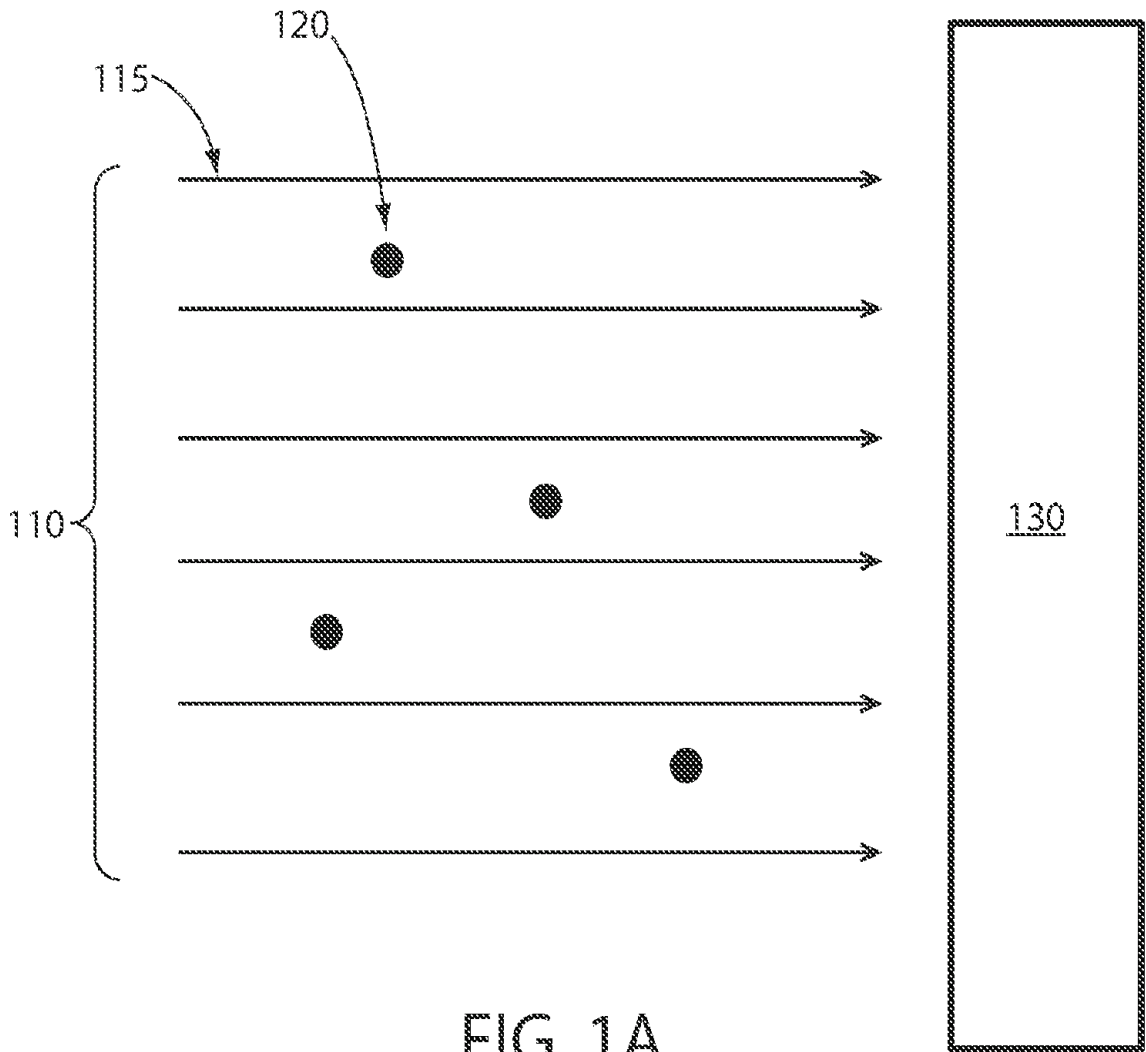


FIG. 1A

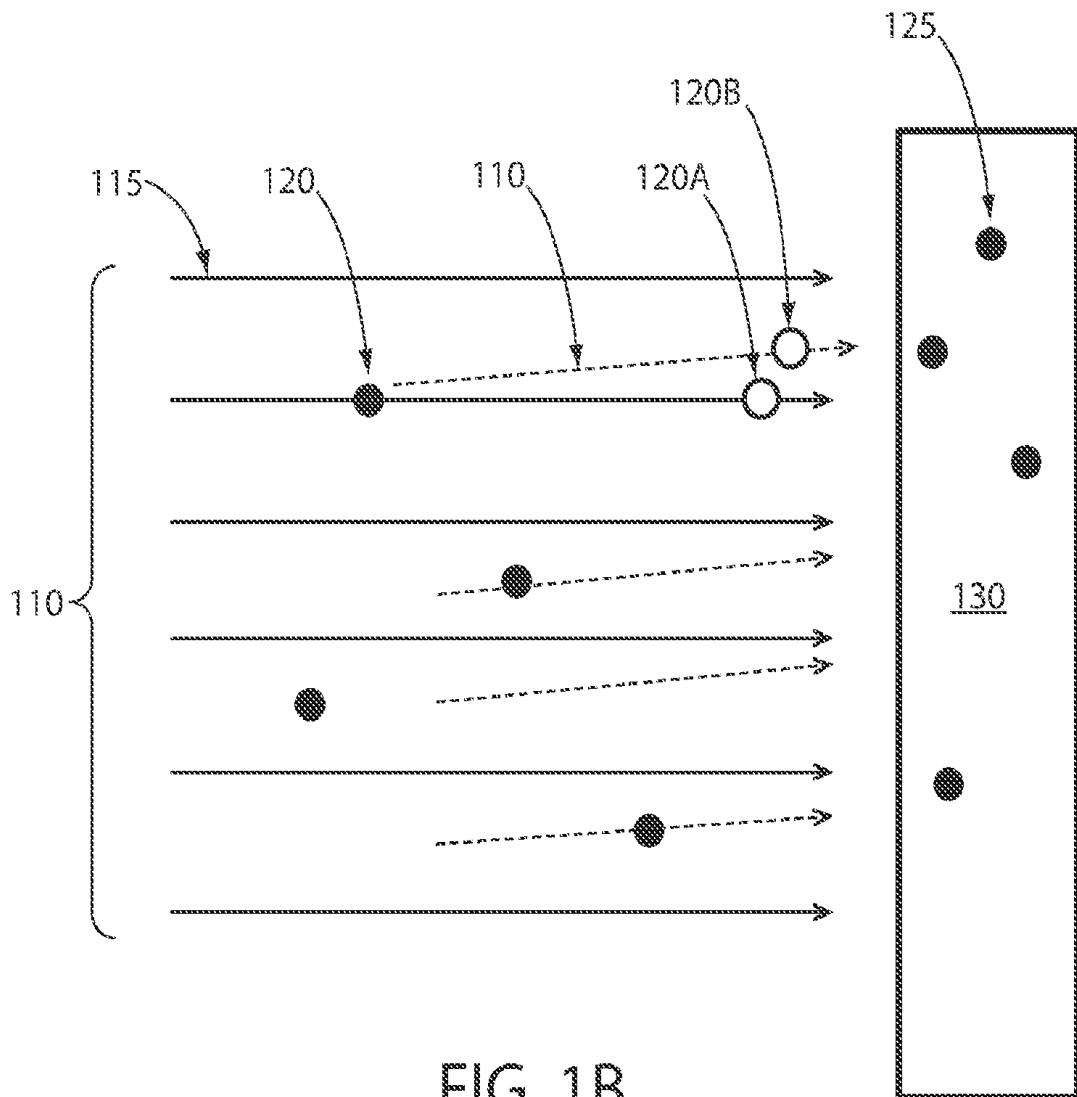


FIG. 1B

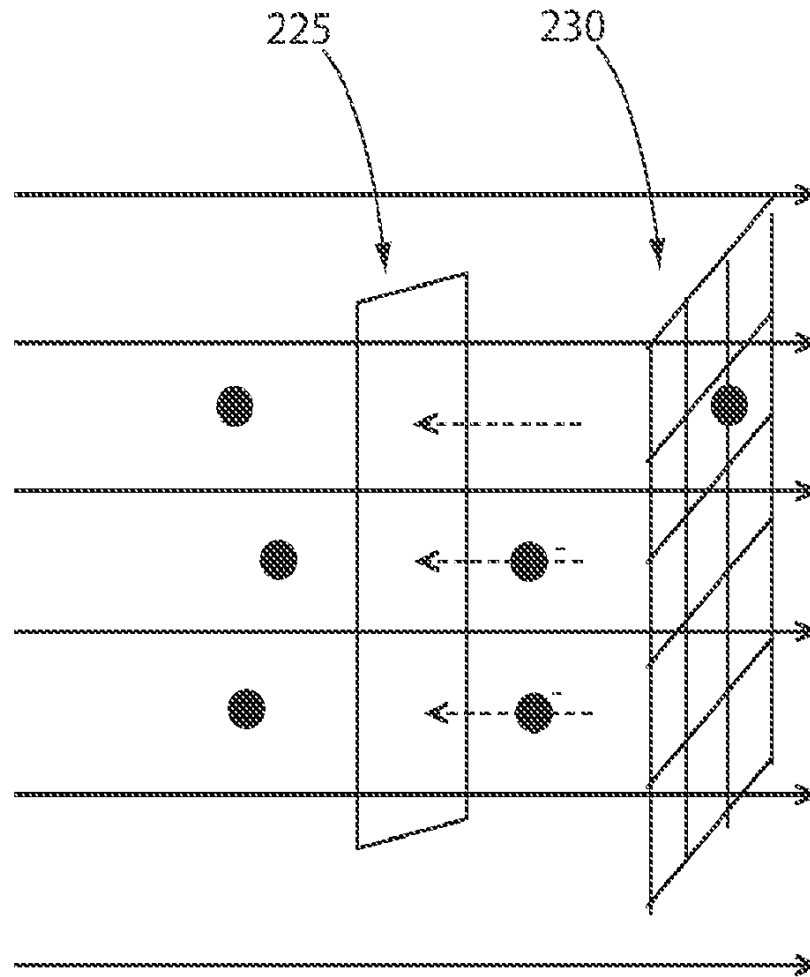


FIG. 2A

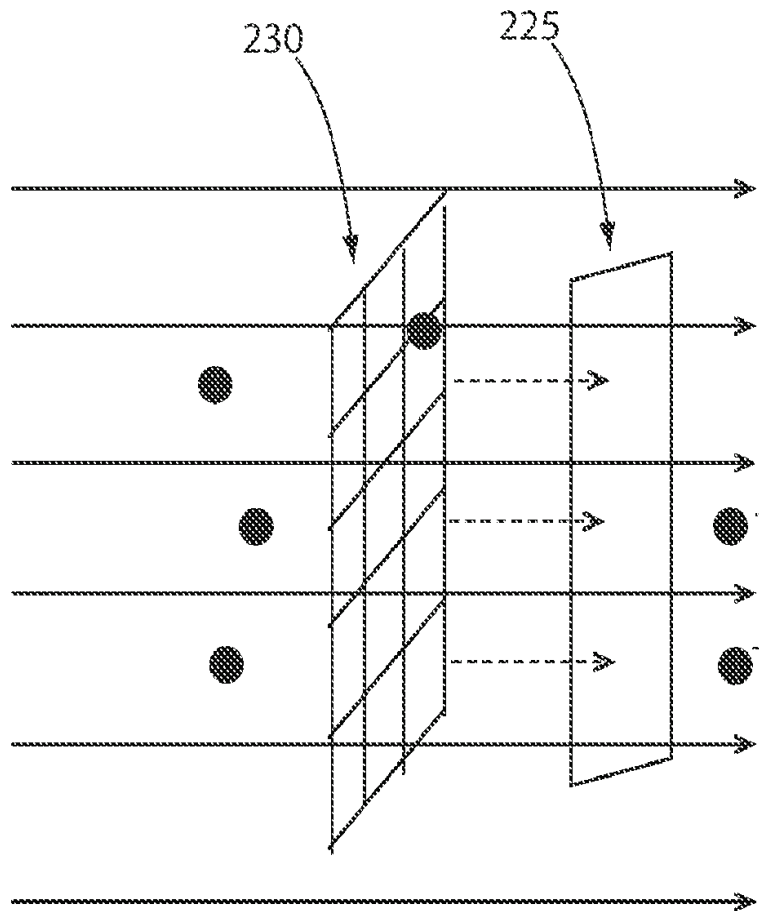


FIG. 2B

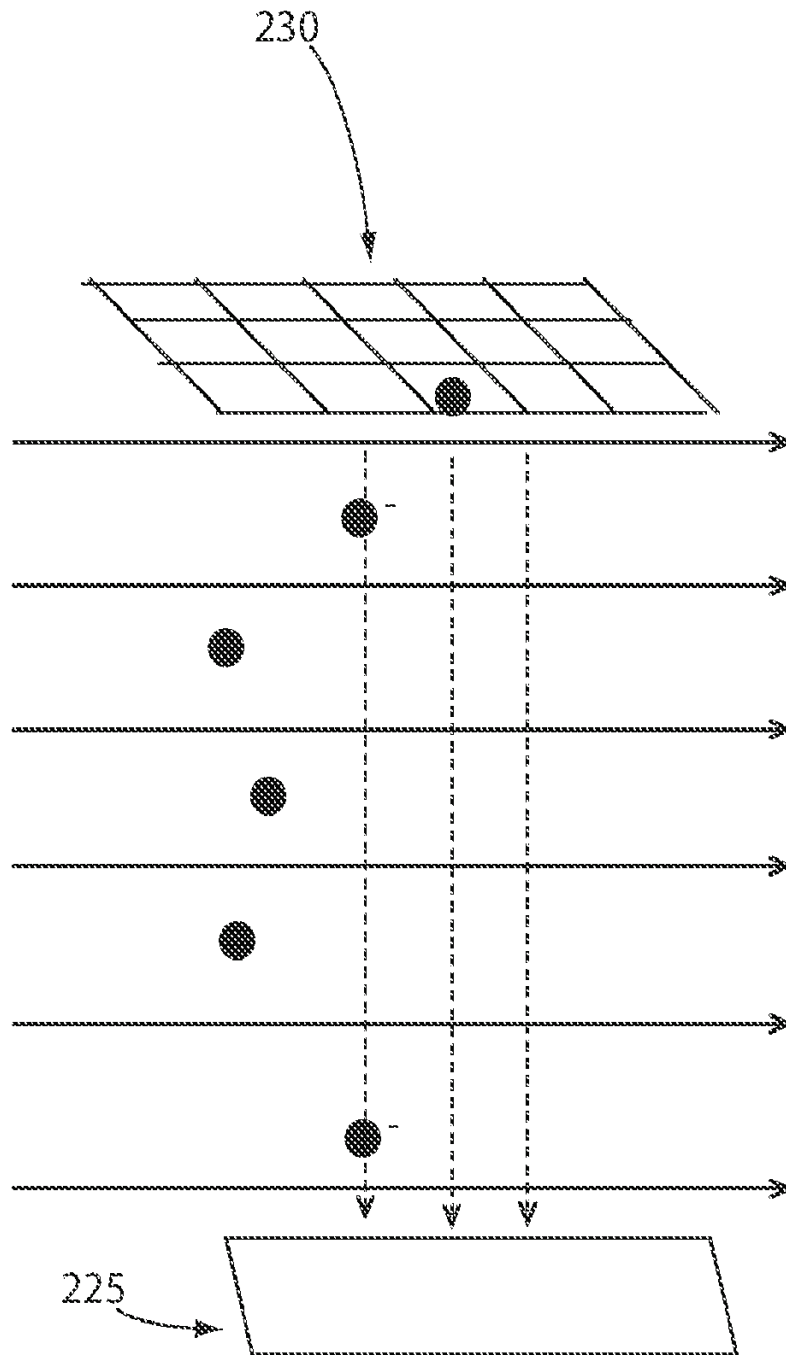


FIG. 2C

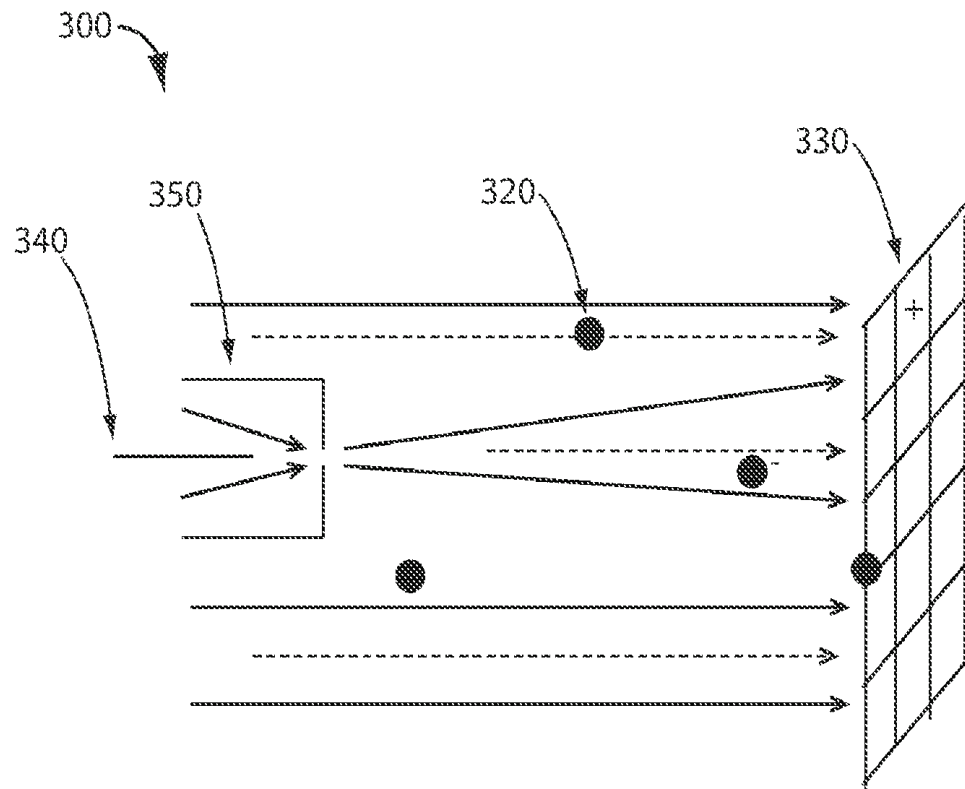


FIG. 3

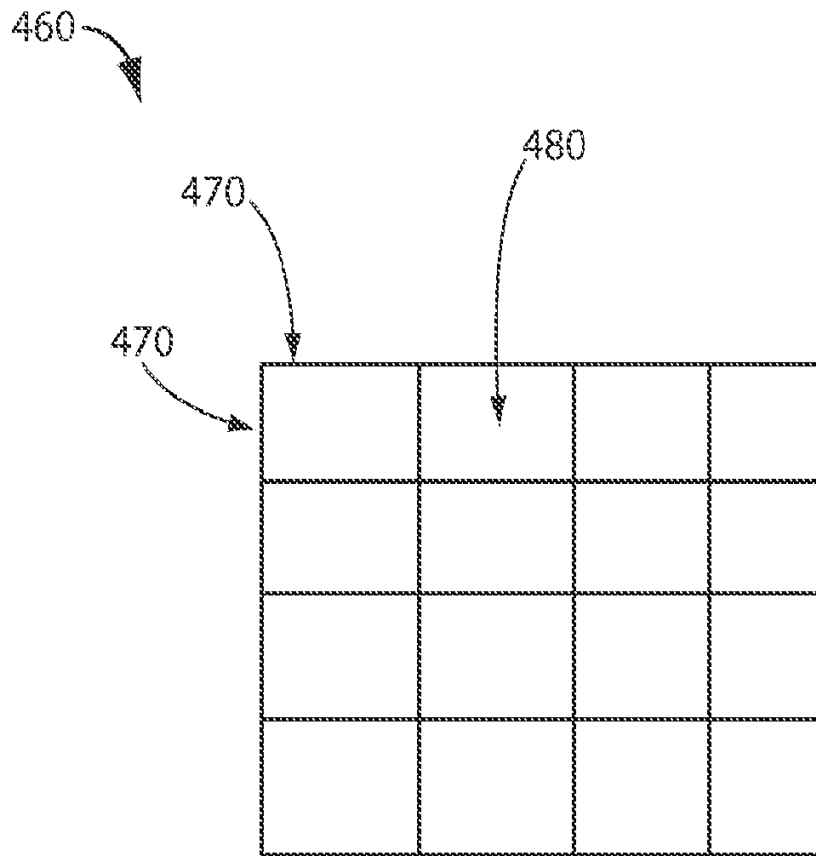


FIG. 4A

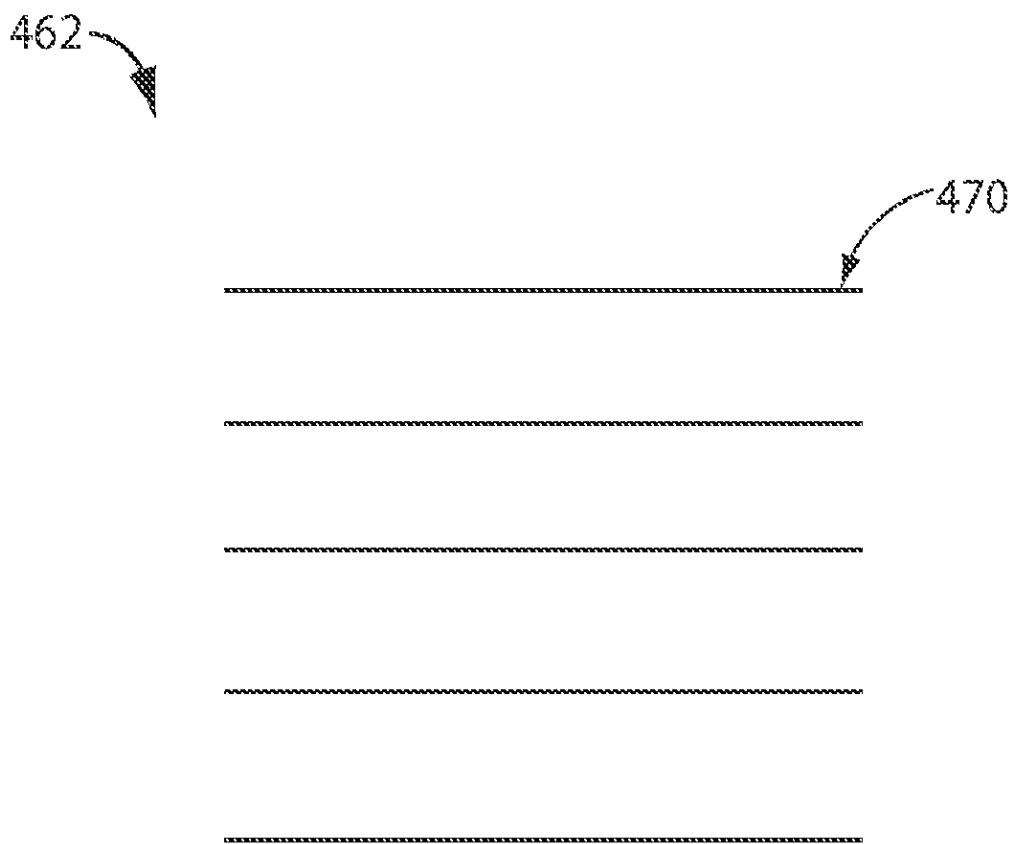


FIG. 4B

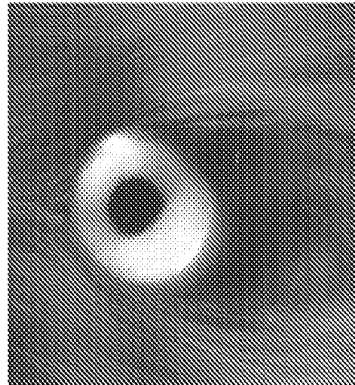
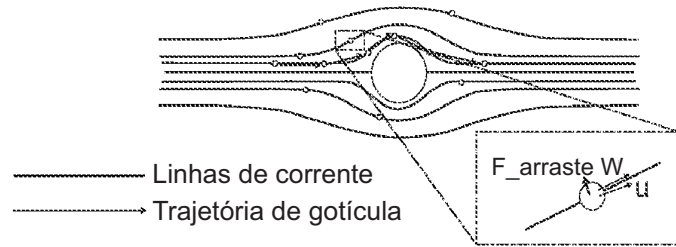


FIG. 5A

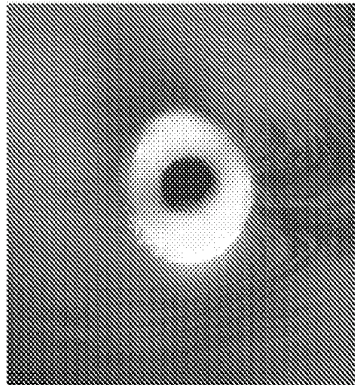


FIG. 5B

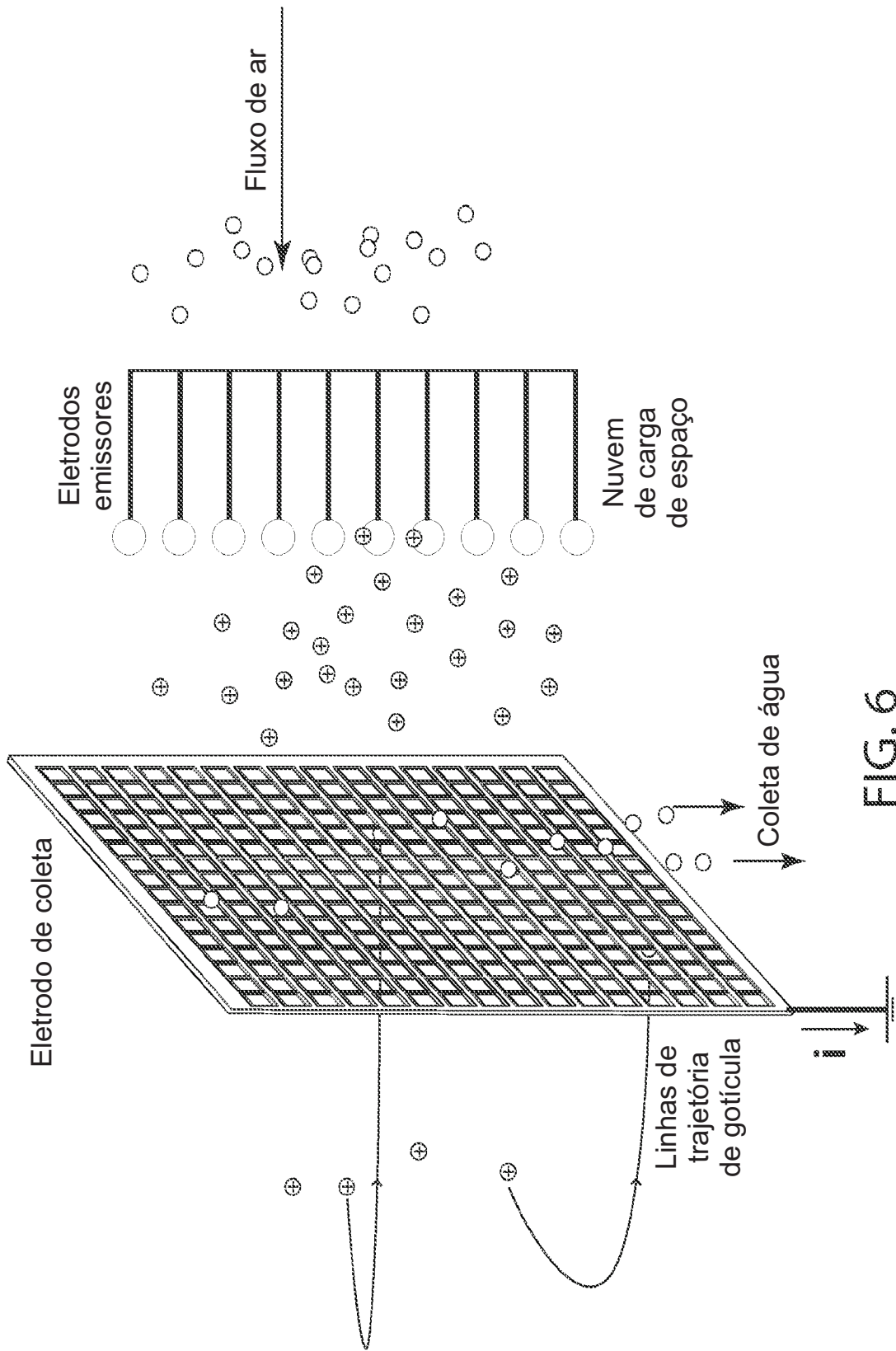


FIG. 6

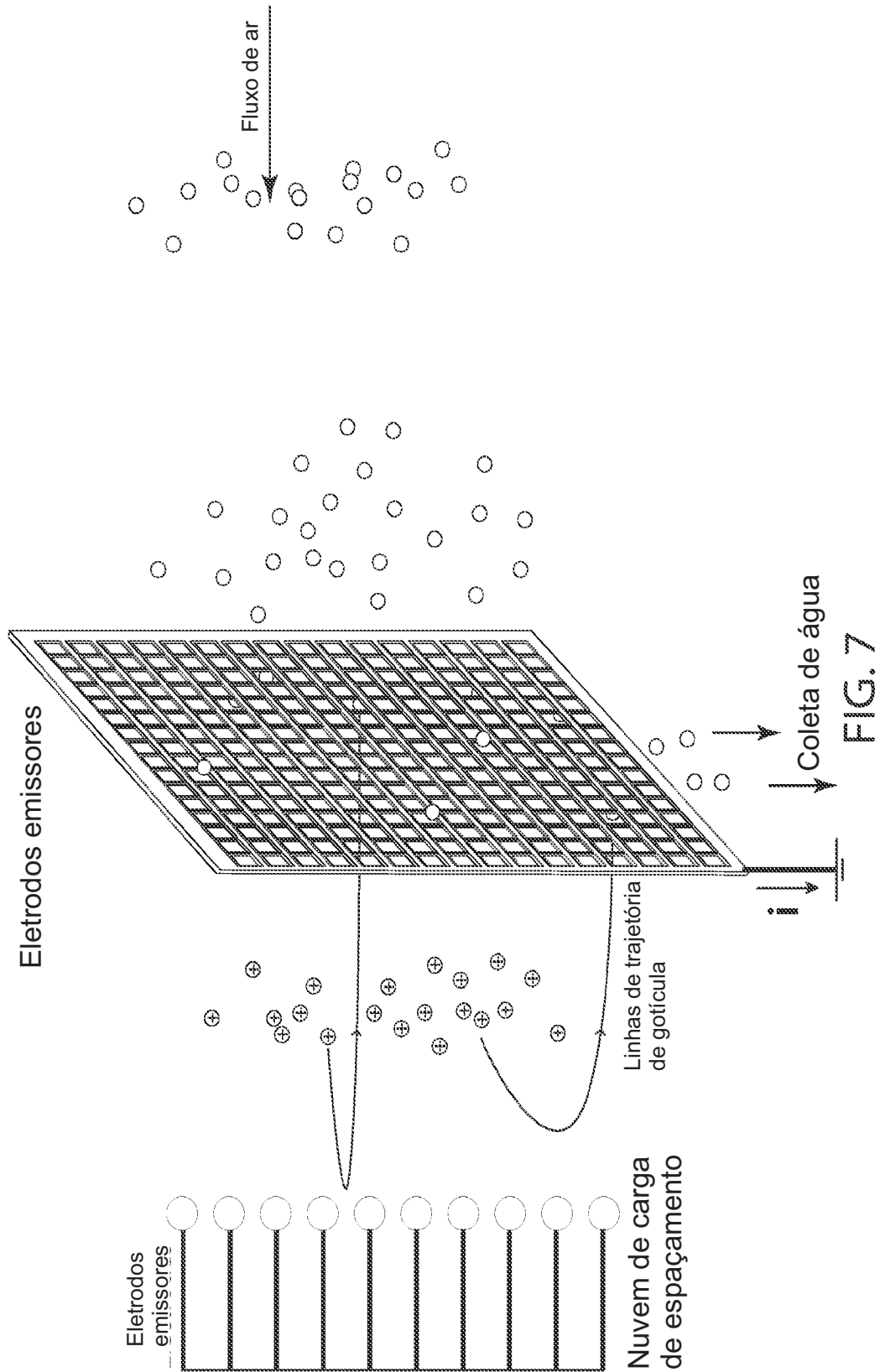


FIG. 7

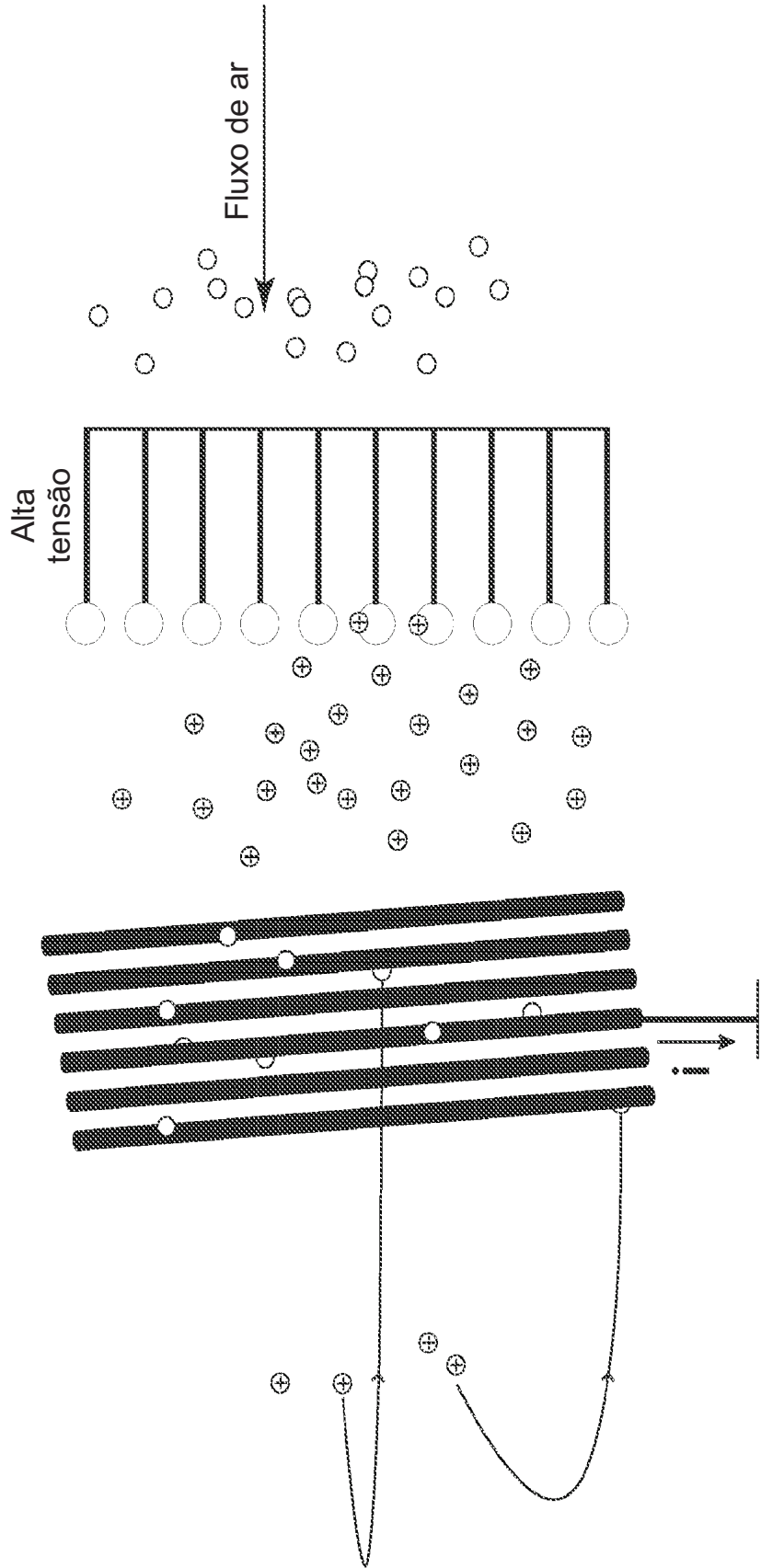


FIG. 8

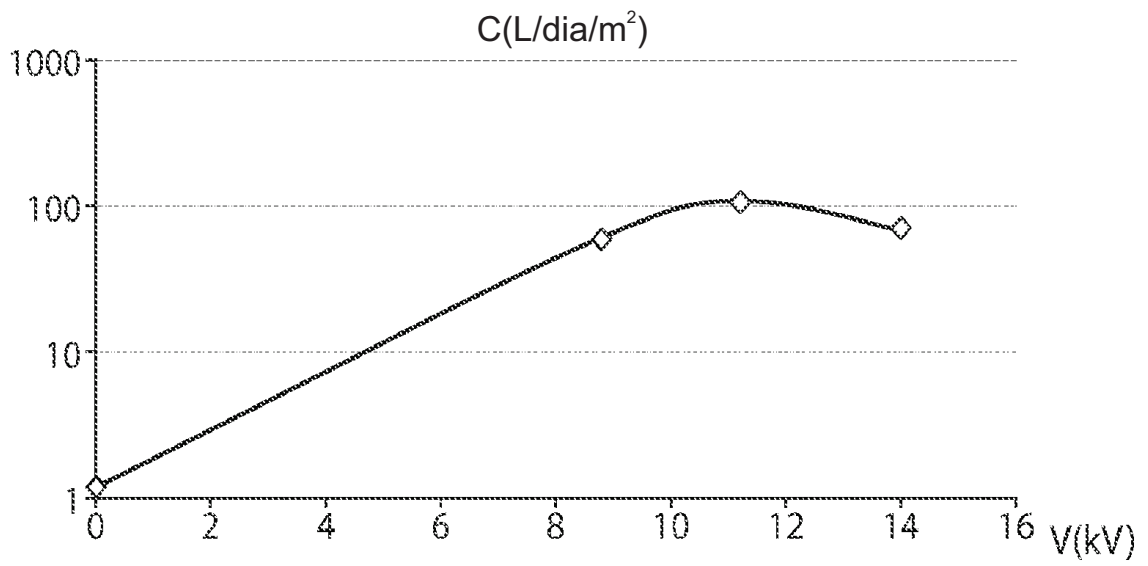
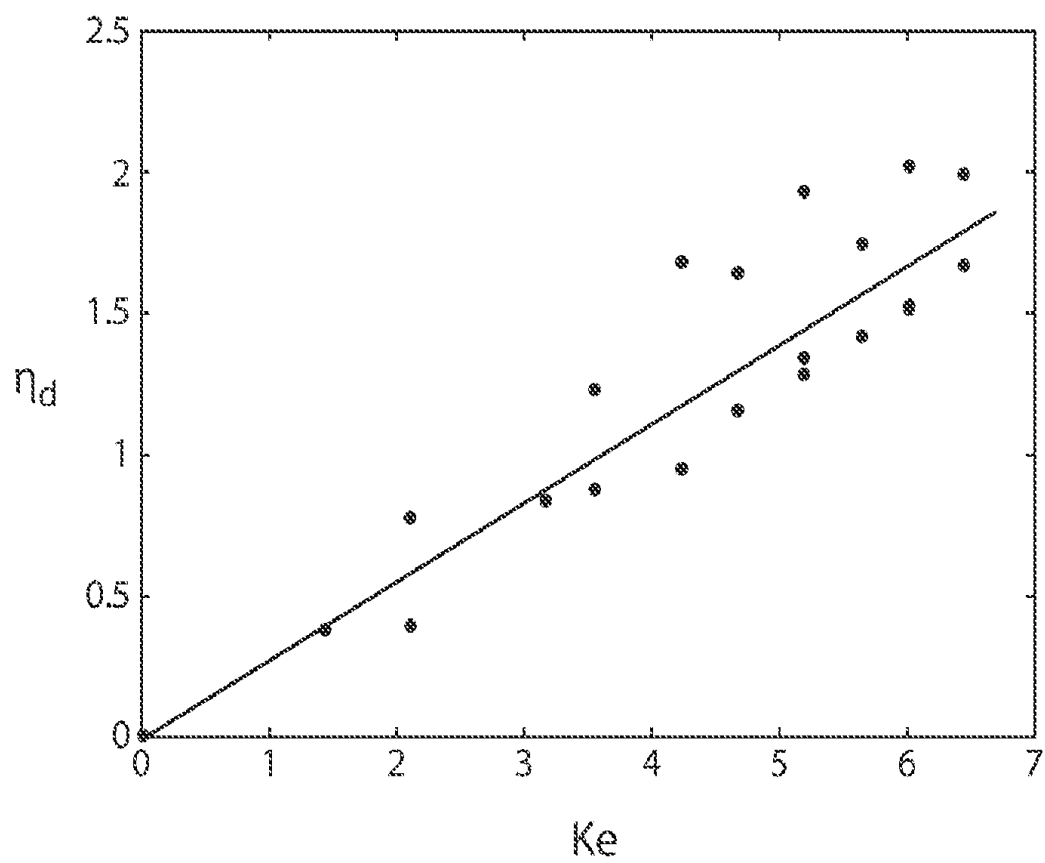


FIG. 9



Ke
FIG. 10



FIG. 11A

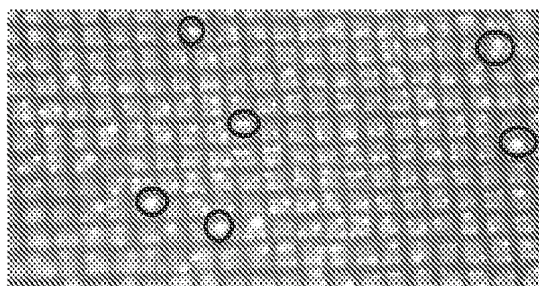


FIG. 11B

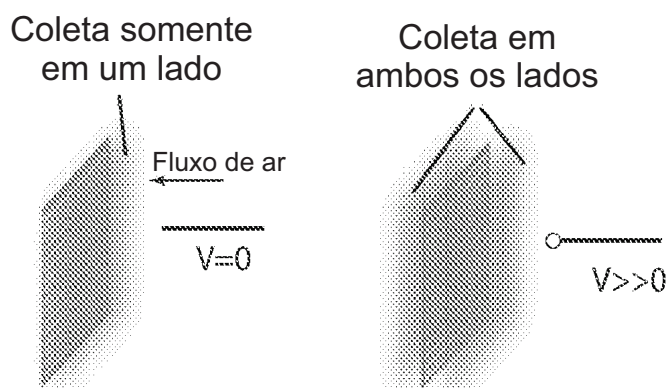


FIG. 11C

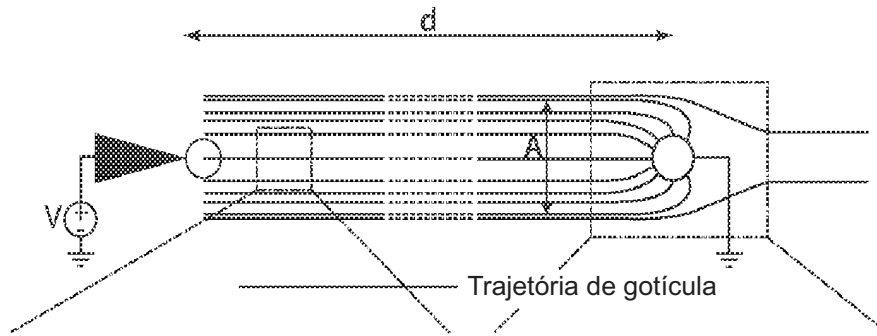


FIG. 12A

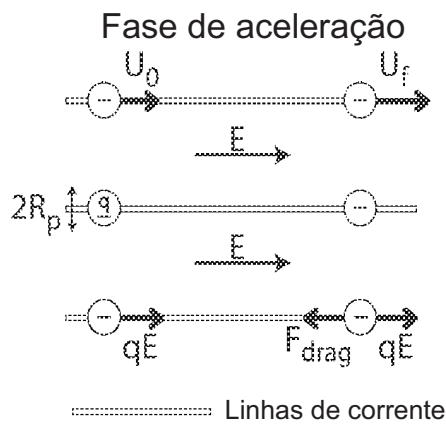


FIG. 12B

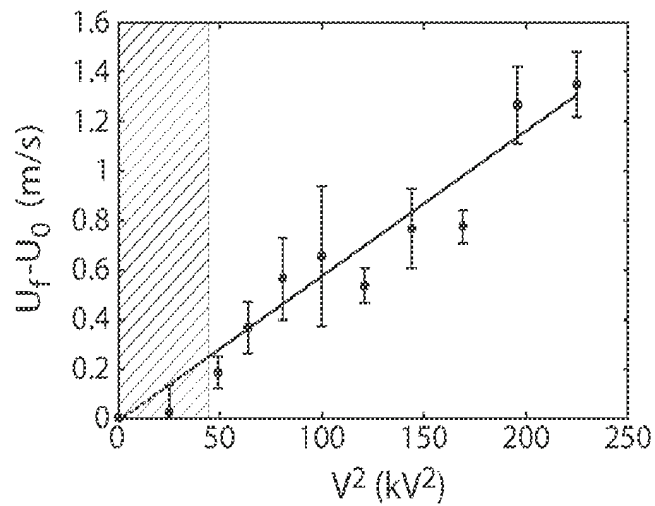


FIG. 12C

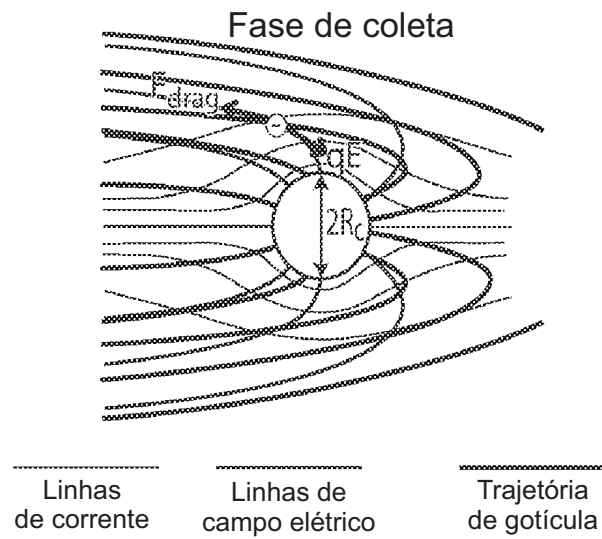


FIG. 12D

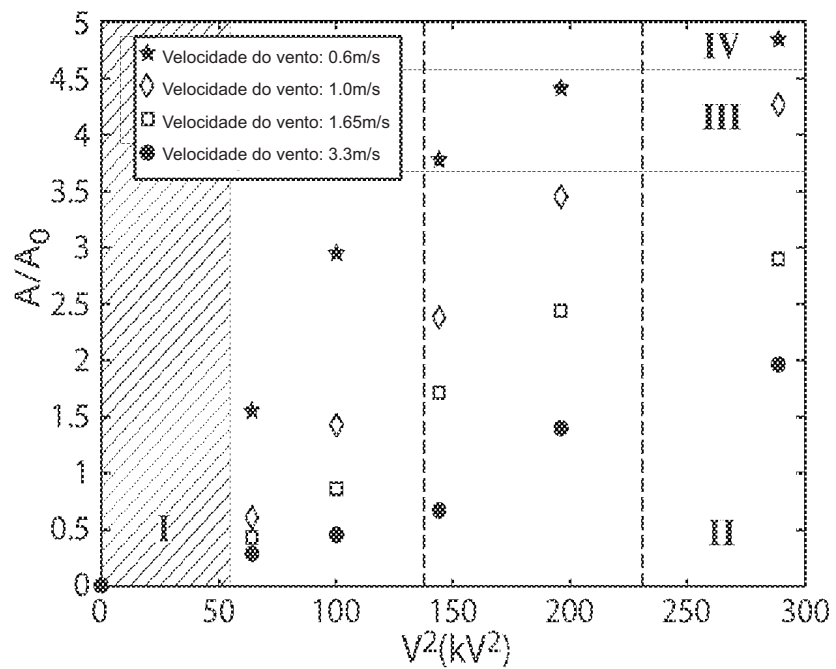


FIG. 12E

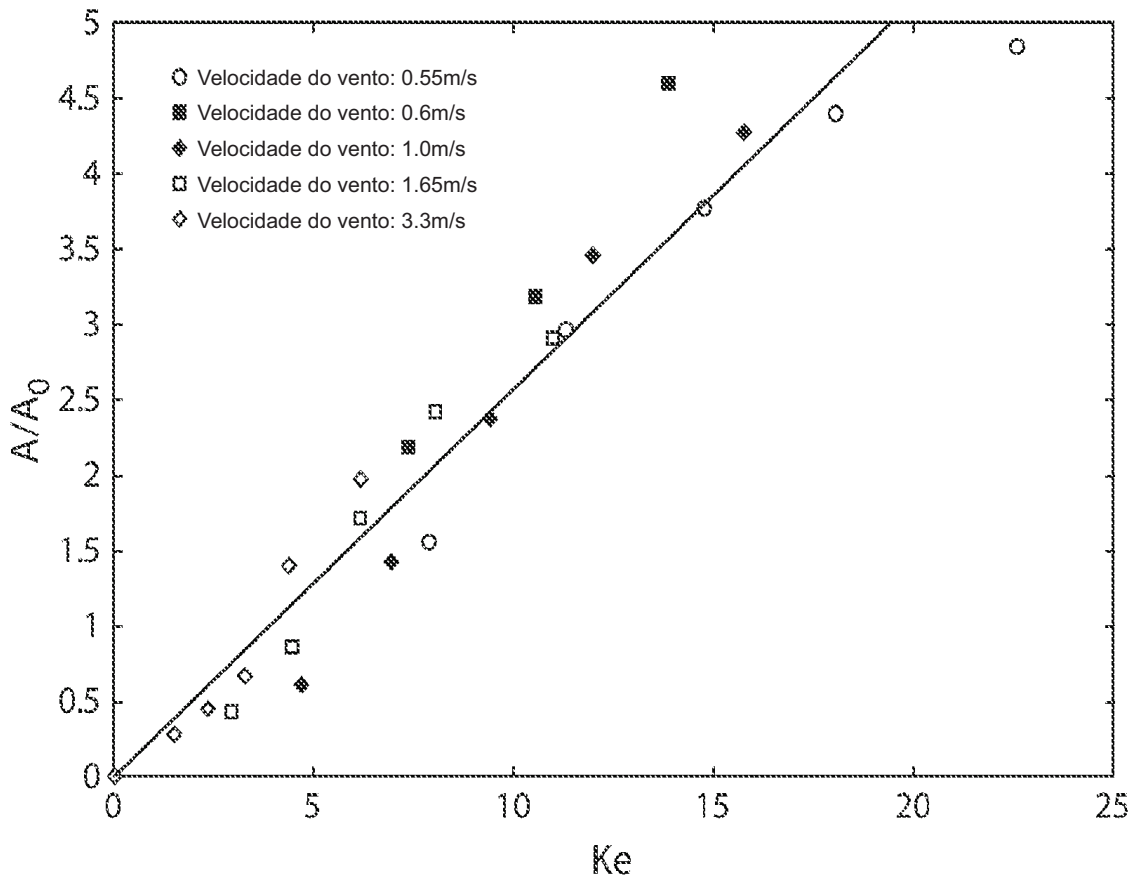


FIG. 13

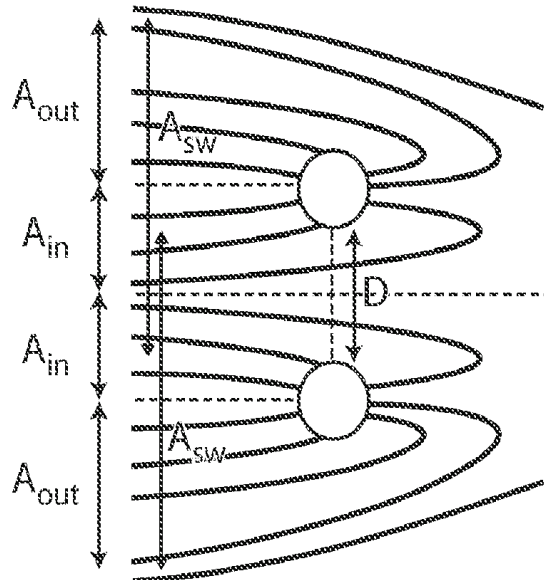


FIG. 14A

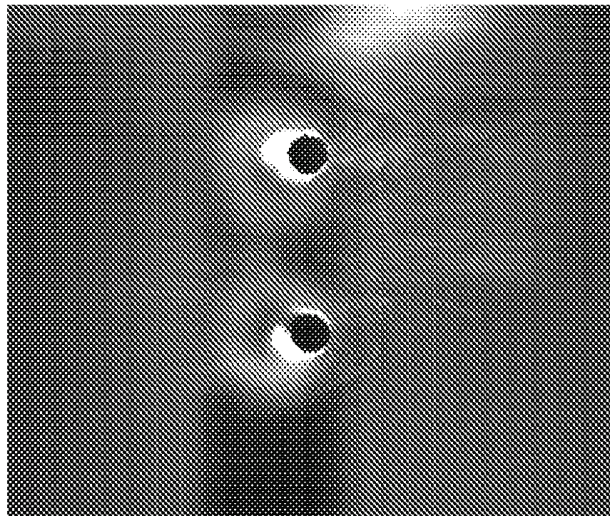


FIG. 14B

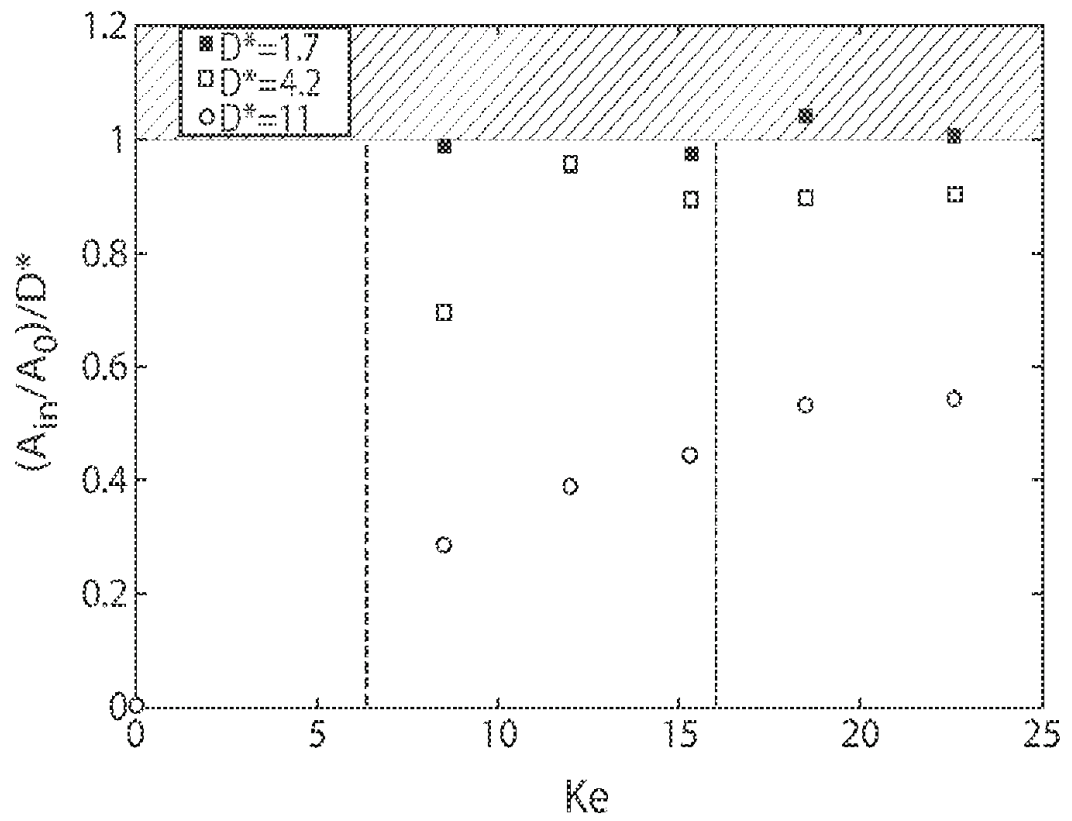


FIG. 14C

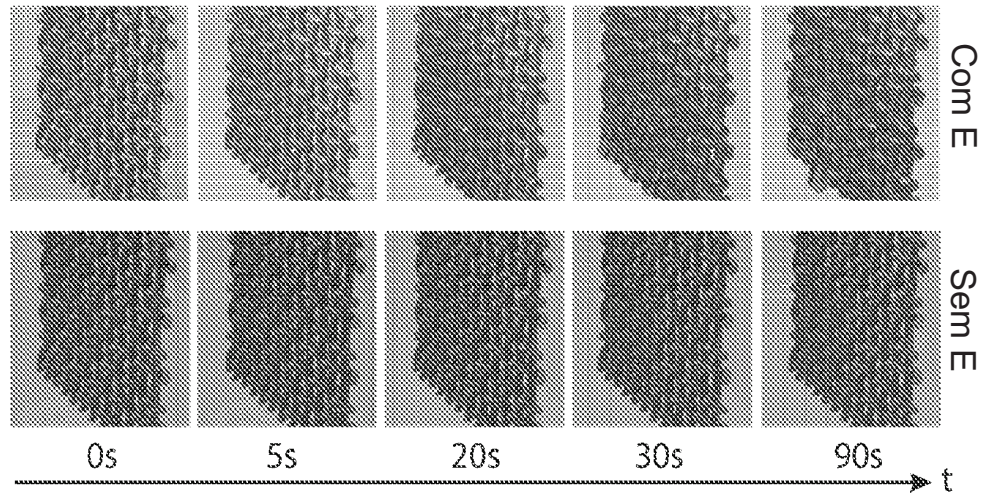


FIG. 15A

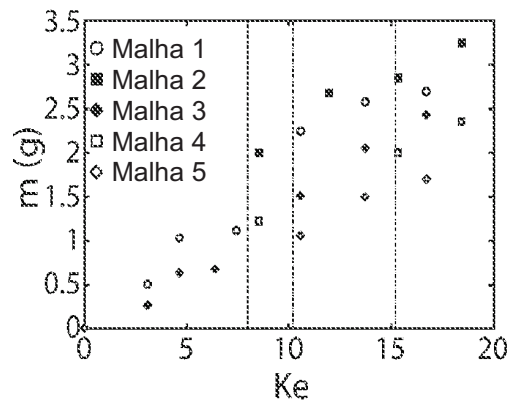


FIG. 15B

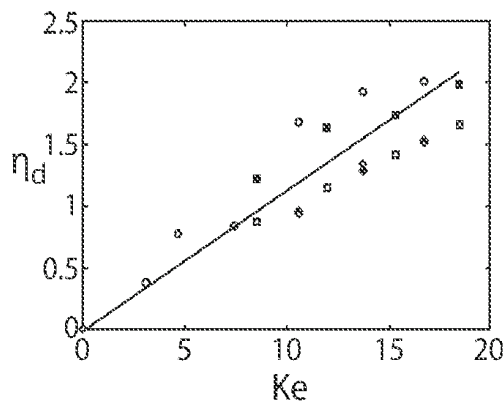


FIG. 15C

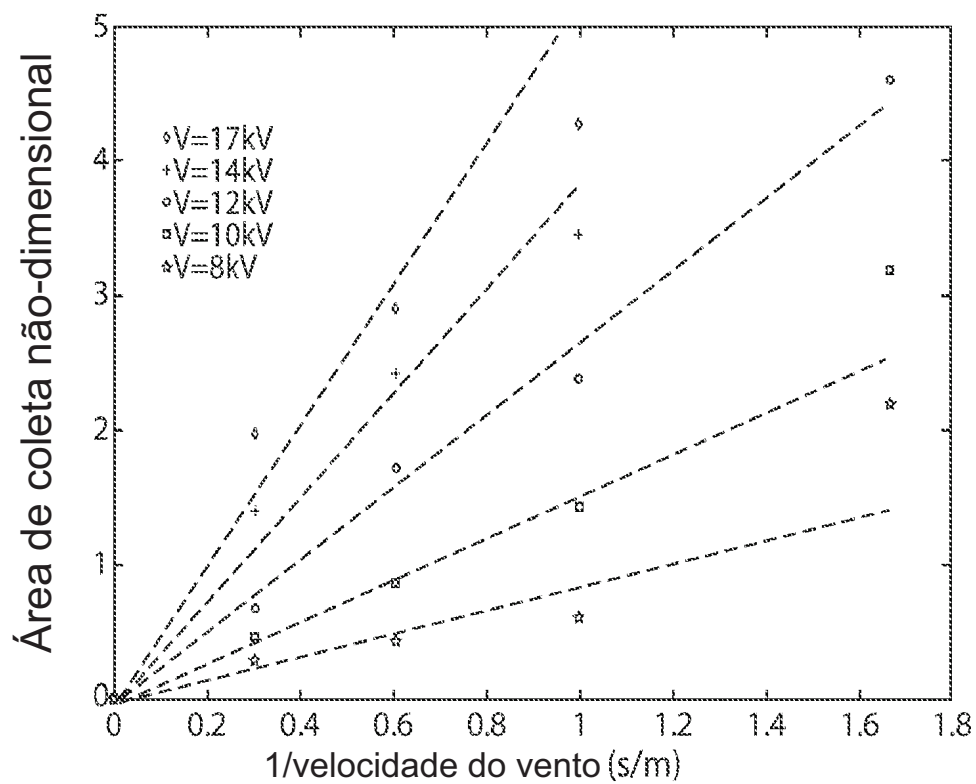


FIG. 16A

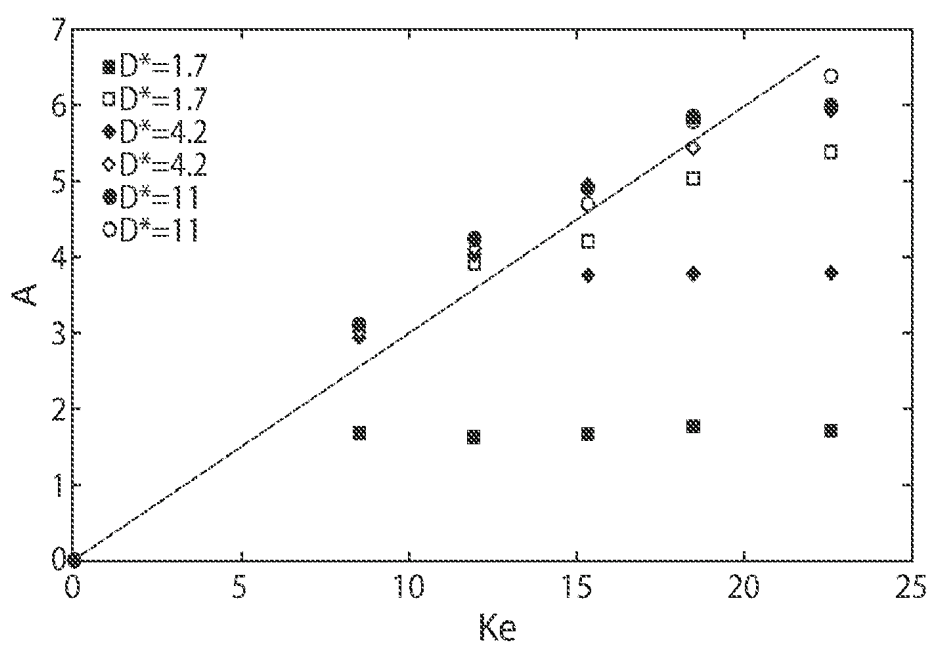


FIG. 16B