



\* B R 1 0 2 0 2 2 0 0 9 0 9 5 A 2 \*

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102022009095-5 A2

(22) Data do Depósito: 10/05/2022

(43) Data da Publicação Nacional:  
21/11/2023

(54) Título: SISTEMA MAGNÉTICO PARA DETECÇÃO DE ANALITOS

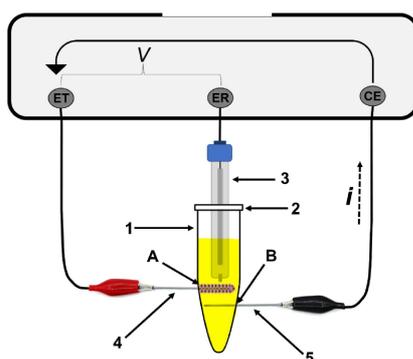
(51) Int. Cl.: G01N 27/08; G01N 33/543.

(52) CPC: G01N 27/08; G01N 33/54326; G01N 33/54313.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.

(72) Inventor(es): ISAAC AARÓN MORALES FRÍAS; ALBERTO GALDINO DA SILVA JUNIOR; MARIA DANIELLY LIMA DE OLIVEIRA; KAREN YASMIM PEREIRA DOS SANTOS AVELINO; CÉSAR AUGUSTO SOUZA DE ANDRADE.

(57) Resumo: SISTEMA MAGNÉTICO PARA DETECÇÃO DE ANALITOS. A identificação e quantificação de analitos é realizada majoritariamente através de técnicas analíticas laboratoriais dentre as quais se destacam a espectroscopia UVVis e de fluorescência. Como alternativa, na presente patente descrevemos um sistema magnético para detecção de analitos inorgânicos, orgânicos ou biológicos, que permite a implementação de estruturas particuladas magnéticas de enriquecimento a partir de amostras aquosas. A presente invenção se caracteriza pelo uso de pelo menos dois eletrodos sendo um eletrodo de trabalho metálico, magnético ou magnetizado, capaz de atrair sistemas nanoestruturados magnéticos para captura e identificação de analitos. Em adição, também apresenta a habilidade intrínseca de identificar a presença de metais presentes em suspensão. O sistema magnético para detecção de analitos desenvolvido apresenta a vantagem de identificar analitos com um dispositivo portátil, de fácil manuseio e que pode ser reutilizado para outras análises, resultando em economia e segurança para o meio ambiente.



## Sistema magnético para detecção de analitos

### Campo da invenção

[001] A invenção descrita neste relatório tem como objetivo fornecer um sistema para determinar a presença e a concentração de analitos, sejam estes inorgânicos, orgânicos ou biológicos, capturados em solução por meio de através de agentes magnéticos de pré-concentração.

[002] O **sistema magnético para detecção de analitos** deve ser empregado em um arranjo de dois ou três eletrodos (caraterizado pelo uso de pelo menos um eletrodo de trabalho metálico, magnético ou magnetizado, capaz de atrair analitos ou compósitos magnéticos). A identificação e quantificação ocorrem a partir da variação de parâmetros elétricos. A medida elétrica inicial corresponde ao sinal da solução testemunha (sem a presença do analito a ser determinado), e outra medida elétrica realizada após incubação do analito de interesse. A diferença encontrada entre o sinal elétrico destas medidas será denominada sinal de detecção.

### Fundamentos da invenção

[003] A identificação e quantificação de analitos é realizada majoritariamente através de técnicas analíticas laboratoriais dentre as quais se destacam a espectroscopia UV-Vis e de fluorescência. Como alternativa, na presente patente descrevemos um **sistema magnético para detecção de analitos** inorgânicos, orgânicos ou biológicos, que permite a implementação de estruturas particuladas magnéticas de enriquecimento a partir de amostras aquosas.

[004] Os sistemas de análise eletroquímica são reconhecidos no mercado pelo seu baixo custo, miniaturização, portabilidade e elevada sensibilidade, além da sua fácil operação. Deste modo, o **sistema magnético para detecção de analitos** se destaca como uma ferramenta promissora para a química analítica e o diagnóstico clínico. Neste último quesito, destacamos que o mercado dos biossensores é um dos que mais crescem no mundo seguindo a estimativa de alcançar US\$ 31.5 bilhões em 2025.

[005] Na busca de anterioridade podemos destacar exemplos de invenções para identificação de analitos. Como exemplo, a patente **US20040197821A1**, descreve um biossensor de detecção rápida de analitos de interesse. A presença ou concentração do analito é determinada através de alterações das propriedades elétricas durante a exposição do analito. O dispositivo imobiliza macromoléculas naturais ou sintéticas suficientemente próximas de um capacitor, de modo que a ligação do analito alvo leve ao carregamento do capacitor. Cabe salientar que embora o sistema proponha o uso de eletrodos que podem ser preparados a partir de materiais condutores ou semicondutores ou uma combinação deles, a referida patente não indica que os eletrodos devam ser magnéticos ou magnetizado para cumprimento da função.

[006] A patente **WO2008130463A2** apresenta um dispositivo em nanoescala adequado para detecção multiplexada de analitos e métodos para fabricar tais dispositivos. A diferença fundamental do dispositivo apresentado nessa patente é sobre as dimensões e complexidade do sistema por eles descrito, sendo que seu sistema requer o uso de nanocapilares de carbono para processamento das amostras. Ademais, para prosseguir com o tratamento de compósitos magnéticos, o usuário deve aplicar por ele mesmo um potencial magnético orientado de modo a desalojar os compósitos dos capilares.

[007] O uso de sistemas de detecção rápida e miniaturizada, como exemplo, a patente **CN111474365A** descreve um dispositivo para identificar as proteínas usando um sensor com camada de grafeno e eletrodo não-metálico e não magnetizado, empregando sondas de biorreconhecimento, entre elas a proteínas e anticorpos e ácidos nucleicos imobilizados no substrato sensor.

[008] A patente **IN202043039581** descreve um sistema de detecção integrado não invasivo para a detecção de analitos virais. O sistema compara parâmetros elétricos antes e depois da aplicação da amostra para determinar a presença viral, sem a presença de materiais magnéticos ou magnetizados.

[009] A patente **US20210223201**, descreve um sistema de detecção impedimétrico de 3 eletrodos, sendo o eletrodo de trabalho composto por ouro e titânio revestido por grafeno e cobre, sem empregar materiais magnéticos ou magnetizados.

[0010] A patente **US20120015344** descreve o uso de nanopartículas magnéticas funcionalizadas com polímeros condutores e moléculas bioativas para captura específica de cepas virais. A detecção é realizada por meio da avaliação eletroquímica do eletrodo impresso de carbono, sem ênfase nas aplicações magnéticas do eletrodo.

[0011] A presente invenção se diferencia das supracitadas pela utilização do **sistema magnético para detecção de analitos** caracterizado pelo uso de pelo menos dois eletrodos sendo um eletrodo de trabalho metálico, magnético ou magnetizado, capaz de atrair sistemas nanoestruturados magnéticos para captura e identificação de analitos. Em adição, também apresenta a habilidade intrínseca de identificar a presença de metais presentes em suspensão.

[0012] Ressaltamos que algumas das anterioridades referidas limitam-se na identificação de analitos utilizando eletrodos ou substratos de identificação inertes, sem a habilidade de atrair analitos de interesse por campo magnético, como pelo sistema por nós proposto. Em adição, tais anterioridades propuseram dispositivos ou sistemas de uso único, alguns deles podendo se caracterizar como descartáveis pós teste.

[0013] O **sistema magnético para detecção de analitos** desenvolvido apresenta a vantagem de identificar analitos com um dispositivo portátil, de fácil manuseio e que pode ser reutilizado para outras análises, resultando em economia e segurança para o meio ambiente.

### **Breve descrição dos desenhos**

[0014] A Figura 1 apresenta a visão geral do sistema magnetizado para detecção de analitos.

[0015] A Figura 2 representa o processo de interação entre os sistemas nanoparticulados magnéticos com determinado analito para análise na superfície do eletrodo magnético do sistema proposto.

**Descrição da invenção**

[0016] A invenção descreve um **sistema magnético para detecção de analitos**, caracterizado por um recipiente dielétrico (1), dotado da abertura (2) na parte superior onde é inserido um eletrodo de referência (3), um primeiro eletrodo lateral magnetizado com capacidade de atração de partículas magnéticas e mensuração da detecção do analito (4) um segundo eletrodo metálico com a característica de passagem de corrente elétrica (5).

[0017] Na configuração preferencial o recipiente dielétrico (1) é composto por volume interno de líquido variando entre 0.5 ml e 1.5 ml para a ocorrência das reações eletroquímicas de óxido-redução, sendo composto por abertura superior para permitir a inserção de um eletrodo de referência para a aplicação de diferentes potenciais elétricos. O recipiente possui uma primeira marcação indicando o nível A, onde será introduzido o eletrodo magnetizado e de uma segunda marcação indicando o nível B, onde será introduzido o contra eletrodo para condução da corrente elétrica.

[0018] A distância entre a primeira marcação indicando o nível A e a segunda marcação indicando o nível B está indicada em ambos os lados do recipiente, no intervalo entre 0.3 cm e 1.0 cm, preferencialmente em 0.7 cm; e a distância entre a segunda marcação indicando o nível B e o fundo do recipiente dielétrico (1) estar no intervalo entre 0.5 cm e 1.5 cm, preferencialmente em 1.0 cm, ambas as marcações contendo os orifícios para as inserções das hastes metálicas. Tal distância entre eletrodos permite a adequada migração da corrente elétrica que pode ser avaliada por técnicas eletroquímicas.

[0019] A extremidade distal do eletrodo de referência (3) deve estar situada a uma distância entre 0.3 cm e 1.0 cm do eletrodo magnetizado (4), preferencialmente 0.5 cm de distância para permitir a aplicação de diferentes potenciais elétricos na célula utilizada.

[0020] O eletrodo magnetizado (4) possui a capacidade de interagir com estruturas particuladas magnéticas (6) para captura, detecção, identificação e quantificação de analitos inorgânicos, orgânicos ou biológicos de interesse.

[0021] A medida elétrica inicial corresponde ao sinal da solução testemunha (sem a presença do analito a ser determinado), e outra medida elétrica realizada após incubação

do analito de interesse. A diferença encontrada entre o sinal elétrico destas medidas será denominada sinal de detecção.

## REIVINDICAÇÕES

- 1. Sistema magnético para detecção de analitos**, caracterizado por um recipiente dielétrico (1), dotado da abertura (2) para inserção de um eletrodo de referência (3) e um primeiro eletrodo magnetizado (4) um segundo eletrodo metálico (5).
- 2. Sistema magnético para detecção de analitos**, de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo recipiente dielétrico ser de um volume dentre 0.5 ml a 1.5 ml e (1) possuir uma primeira marcação indicando o nível A, onde será introduzida uma haste magnetizada (4) e de uma segunda marcação indicando o nível B, onde será introduzida uma haste metálica (5).
- 3. Sistema de acordo a reivindicação 2**, caracterizado pela distância entre a primeira marcação indicando o nível A e a segunda marcação indicando o nível B estar indicada em ambos os lados do recipiente, no intervalo entre 0.3 cm e 1.0 cm, preferencialmente em 0.7 cm; e a distância entre a segunda marcação indicando o nível B e o fundo do recipiente dielétrico (1) estar no intervalo entre 0.5 cm e 1.5 cm, preferencialmente em 1.0 cm.
- 4. Sistema de acordo qualquer uma das reivindicações anteriores**, caracterizado pela extremidade distal do eletrodo de referência (3) estar a uma distância entre 0.3 cm e 1.0 cm do eletrodo magnetizado (4), preferencialmente 0.5 cm de distância.
- 5. Sistema de acordo qualquer uma das reivindicações anteriores**, caracterizado por apresentar eletrodo magnetizado (4) interagir com estruturas particuladas magnéticas (6) para captura de analitos.

Figura 1

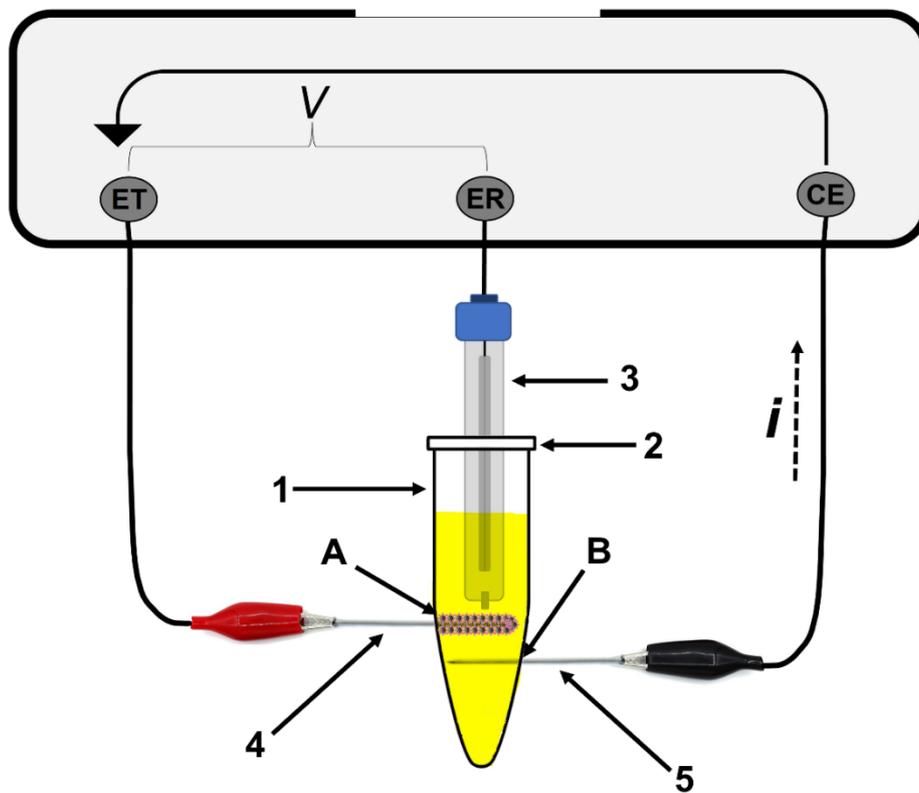
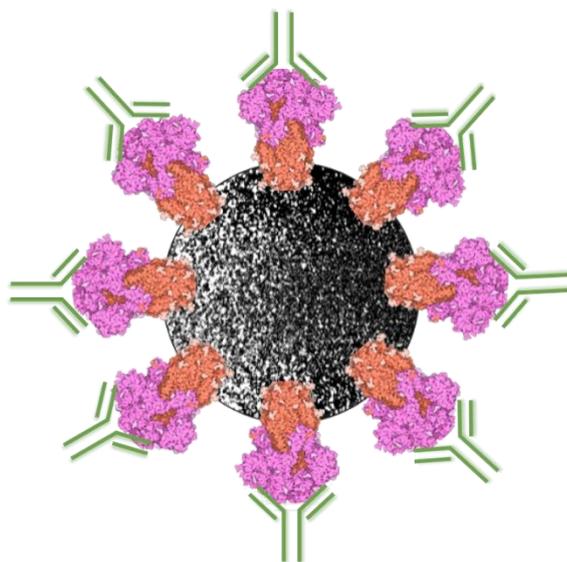


Figura 2



**RESUMO****Sistema magnético para detecção de analitos**

A identificação e quantificação de analitos é realizada majoritariamente através de técnicas analíticas laboratoriais dentre as quais se destacam a espectroscopia UV-Vis e de fluorescência. Como alternativa, na presente patente descrevemos um **sistema magnético para detecção de analitos** inorgânicos, orgânicos ou biológicos, que permite a implementação de estruturas particuladas magnéticas de enriquecimento a partir de amostras aquosas. A presente invenção se caracteriza pelo uso de pelo menos dois eletrodos sendo um eletrodo de trabalho metálico, magnético ou magnetizado, capaz de atrair sistemas nanoestruturados magnéticos para captura e identificação de analitos. Em adição, também apresenta a habilidade intrínseca de identificar a presença de metais presentes em suspensão. O **sistema magnético para detecção de analitos** desenvolvido apresenta a vantagem de identificar analitos com um dispositivo portátil, de fácil manuseio e que pode ser reutilizado para outras análises, resultando em economia e segurança para o meio ambiente.