



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

(21) BR 102020003546-0 A2



(22) Data do Depósito: 20/02/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 31/08/2021

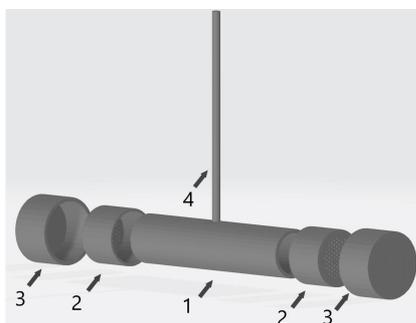
(54) **Título:** DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA PARA ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO PROCESSO DE FUNCIONAMENTO

(51) **Int. Cl.:** G01N 21/33; G01N 1/40.

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

(72) **Inventor(es):** SUELI TAVARES DE SOUZA SILVA; PETRUS D'AMORIM SANTA CRUZ OLIVEIRA.

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR VIVO PARA ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO PROCESSO DE FUNCIONAMENTO. Refere-se, a presente invenção, a um dispositivo de pré-tratamento analítico, para otimizar a detecção de traços de poluentes (tipicamente, nanopartículas metálicas) em ambientes aquáticos, caracterizado pelo uso de microcrustáceos vivos (tipicamente, artêmias) como concentradores, via capacidade filtradora não-seletiva desses indivíduos, resultando em melhores níveis de detecção em relação ao estado da arte, quando utilizadas técnicas analíticas sem esse pré-tratamento. Após uso do dispositivo pré-concentrador não-seletivo, técnicas instrumentais, como UV-Vis, ICP-OES ou outra técnica de análise quali-quantitativa seletiva, permitirão a medida indireta da concentração do analito, através de curva de calibração associando concentração real com concentração nominal, medida pela dissolução mais concentrada do filtrado incorporado nesses animais (após maceração/digestão), permitindo a análise de materiais em faixas de concentração real nos limites críticos de detecção por processos convencionais. O dispositivo é composto de reservatório contendo filtros vivos (microcrustáceos) em água, projetado com peneiras removíveis para facilitar drenagem e coleta dos microcrustáceos, após tempo de atuação por imersão na amostra, predeterminado pela curva de calibração a ser utilizada. O processo para funcionamento do dispositivo envolve o (...).



**DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA PARA
ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO
PROCESSO DE FUNCIONAMENTO**

01. Refere-se a presente invenção a um dispositivo pré-concentrador de analitos para detecção de micropoluentes em água, caracterizado por utilizar microcrustáceos vivos como parte ativa, para análise de materiais em faixas de concentração nos limites críticos de detecção por técnicas convencionais e respectivo processo de funcionamento.

02. Diante do crescente volume de efluentes industriais e subprodutos da industrialização, um dos maiores desafios da atualidade é a detecção precoce e quantificação de traços de micropoluentes para monitoração e proteção da água potável e ecossistemas aquáticos em geral. Novas classes de contaminantes antropogênicos surgem, como por exemplo, com o uso crescente de nanopartículas metálicas em produtos e processos nanotecnológicos. Em muitos casos, a sensibilidade analítica da instrumentação utilizada não é suficiente, ou não há relação sinal/ruído adequada para a determinação de traços.

03. O estado da técnica inclui a pré-concentração de analitos como uma das alternativas para melhorar os limites de detecção em algumas análises quali-quantitativas, mas ainda é considerada o "calcanhar de Aquiles" de muitos procedimentos analíticos, por apresentar como desvantagens, o uso de equipamentos e reagentes caros, etapas com períodos longos e pré-tratamentos complexos.

04. A presente invenção tem como principal objetivo associar a melhora dos limites de detecção de poluentes, tipicamente nanopartículas metálicas, com a redução de custos e tempo de pré-tratamento de amostras, em particular de ecossistemas aquáticos, e é caracterizada por utilizar microcrustáceos filtradores não-seletivos, tipicamente artêmias ou dáfrias, como concentradores desses micropoluentes, na parte ativa do dispositivo. Ao contrário das dáfrias, as artêmias vivem em ambiente salino, mas os náuplios são muito tolerantes a variações de salinidade, e sobrevivem em água pura durante o processo proposto, em que atuam como filtros vivos, e sob esse stress ainda aceleram sua atividade filtradora.

05. Além do uso de filtros ativos vivos no dispositivo, o respectivo processo de funcionamento inclui o uso de curva de calibração elaborada para correlação da concentração nominal/concentração real, que resulta na melhora dos níveis de detecção, após redispersão do filtrado de forma concentrada.

06. Uma das principais novidades que caracterizam a invenção consiste no uso de microcrustáceos como motores filtradores vivos de micropoluentes, tipicamente metálicos, e a principal vantagem da invenção está associada à facilidade de uso através de rotina com curva de calibração para medidas em série, e baixo custo do material consumível, cistos dos microcrustáceos, tipicamente de artêmias, que podem ser armazenados por longos períodos e eclodidos em grande quantidade para uma sequência de análises, e são facilmente adquiridos em grande quantidade em lojas de peixes ornamentais (artêmias são usadas como alimentos vivos). As análises são feitas com indivíduos (náuplios) tipicamente (mas não necessariamente) com dois dias de vida, ou mesmo adultos, e expostos a uma alíquota da amostra a ser analisada pelo mesmo tempo de filtragem, número de náuplios e volume utilizado nas curvas de calibração. Os procedimentos para eclosão dos indivíduos a serem utilizados como filtros envolvem processos simples, de baixo custo, e que permite produção em massa (tipicamente 5 mil náuplios/litro) enquanto técnicas e métodos convencionais usam normalmente equipamentos e reagentes de alto custo, procedimentos complicados e demorados para se ter resultados satisfatórios.

07. A invenção é uma ferramenta analítica, com aplicação na área ambiental, em que uma amostra de volume V é submetida à filtração não-seletiva e contínua desempenhada por microcrustáceos, tipicamente artêmias, sendo este o processo ativo para concentração dos micropoluentes no trato digestivo dos mesmos. Em seguida, em um volume concentrado V_c , esses microcrustáceos são dispersos com o analito filtrado, após maceração/digestão, definindo-se um fator de concentração $f_c = V_c/V$, a ser utilizado na curva de calibração para determinação da concentração real a partir da concentração nominal medida. Com a amostra concentrada no volume V_c , utiliza-se posteriormente técnicas instrumentais de química analítica, como UV-Vis, ICP-OES ou outra técnica de análise quali-quantitativa.

08. O dispositivo proposto é composto de um reservatório contendo filtros vivos (microcrustáceos), em água, projetado para facilitar o processo de drenagem para substituição da água pela amostra e posterior coleta dos microcrustáceos, após o mesmo tempo de filtração utilizado na curva de calibração para determinação da concentração do analito. A figura 1 representa o dispositivo proposto, podendo variar de tamanho e formato, mas apresentando elementos funcionais que facilitem a manipulação dos microcrustáceos: o reservatório (1) deve possuir uma peneira removível (2) em cada extremidade, com trama que impeça a passagem dos microcrustáceos na idade escolhida, tipicamente aberturas em torno de 0,3 mm para náuplios de artêmias de dois dias. Sobre cada peneira (2) encaixa-se uma tampa (3) em cada extremidade, que impede o vazamento da amostra durante a manipulação, auxiliada pela haste (4). Para preenchimento do reservatório (1) com uma amostra de volume V , o dispositivo deve ser disposto na vertical, apenas com a peneira (2) e tampa (3) inferiores encaixadas (as peças superiores removidas). Após o tempo de filtração predeterminado pela curva de calibração a ser utilizada, a tampa inferior (3) é removida para drenagem, e os filtros vivos (microcrustáceos) contendo os analitos no trato digestivo são separados na peneira inferior (2), macerados e redispersos em volume (V_c) menor que o inicial (V) que os filtros vivos foram expostos, resultando no fator de concentração $f_c = V_c/V$. Eventualmente o processo de maceração e redispersão em volume V_c pode ser feito no interior do próprio dispositivo, e a amostra concentrada levada à análise.

09. Na maioria dos casos de interesse, quando a concentração do analito é inferior aos limites típicos de detecção dos equipamentos de análise, o volume da amostra V precisa ser maior do que o volume do reservatório (1), para se conseguir um maior fator de concentração f_c . Neste caso, o dispositivo da figura 1 deve ser imerso em um reservatório maior com auxílio da haste (4), que também permite a agitação do dispositivo quando imerso. A figura 2 representa o processo de funcionamento do dispositivo pré-concentrador, para traços de analitos que exijam o uso de alíquotas maiores de amostra. Em (a) o dispositivo é disposto com o reservatório (1) na vertical com peneira (2) e tampa (3) inferiores, e duas opções de preenchimento podem ser adotadas: I) após preenchido com uma fração do volume V da amostra a ser analisada, os microcrustáceos (5) são

adicionados em quantidade igual ao da curva de calibração a ser utilizada. A peneira superior pode ser utilizada para a drenagem e adição desses microcrustáceos, ou, como opção mais prática com indivíduos menores, II) os microcrustáceos em água são adicionados, em seguida a tampa (3) é removida para rápida drenagem da água, recolocada e logo em seguida o reservatório (1) é preenchido com uma fração do volume V da amostra a ser analisada. Em (b) ambas as peneiras (2) são fixadas para o dispositivo ser imerso no reservatório maior (6), com o volume total de amostra V , utilizado na curva de calibração. Em (c) a imersão é feita com auxílio da haste (4), também utilizada para movimentos com o objetivo de garantir o fluxo de amostra através do dispositivo, mantendo sempre o procedimento igual ao utilizado na elaboração da curva de calibração a ser utilizada. Após o mesmo tempo de filtragem utilizado na curva de calibração, com auxílio da haste (4) o dispositivo é colocado na vertical para drenagem total do líquido, e em (d) a peneira inferior (2) é desconectada do reservatório (1) já vazio, e os e os filtros vivos (microcrustáceos) contendo os analitos no trato digestivo macerados e transferidos para um tubo com volume de água V_c , definido pelo fator de concentração a ser utilizado na curva de calibração. Uma alíquota deste volume concentrado V_c é então submetida a alguma técnica analítica convencional, como ICP OES (Espectrometria de Emissão Ótica por Plasma Acoplado Indutivamente), EDX ou EDS (Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X por Dispersão em Energia) ou técnicas mais simples, como UV-VIS (Espectroscopia de Absorção na região UV-visível), e a concentração real do analito é calculada a partir de uma curva de calibração elaborada para cada técnica.

10. A curva de calibração permitirá o ajuste de uma função de correlação entre o valor medido na amostra pré-concentrada em um volume V_c e a concentração real (C) do analito na amostra inicial. Para elaboração de uma curva de calibração, escolheu-se a título de exemplo a técnica de absorção UV-VIS, com um micropoluentes-modelo constituído de nanopartículas de prata (NP Ag) em água. A curva de calibração é obtida medindo-se apenas os espectros de absorção de n amostras-padrão de concentrações conhecidas, da seguinte forma: a) a absorbância A é medida no máximo da banda de absorção para cada uma das n amostras (A_1 a A_n); b) com o uso do dispositivo mostrado na figura 1, coloca-se um número determinado (ou massa) de náuplios vivos de artêmias

com idade conhecida (tempo a contar da eclosão dos cistos) em um mesmo volume de cada uma das amostras, retirando-se os náuplios após o mesmo tempo de filtração t para cada amostra, e medindo-se a absorvância do sobrenadante A_{sn} para cada amostra (A_{s1} a A_{sn}) no mesmo máximo da banda de absorção da prata; c) obtém-se uma tabela com valores de A_n , A_{sn} e $(A_n - A_{sn})$ para cada concentração C_n do analito. A tabela é válida para determinação da concentração de amostras desconhecidas utilizando-se a mesma quantidade de artêmias, tempo de filtração e volume; d) para ajuste da curva de calibração, serão feitas as considerações gerais a seguir, partindo do princípio de que os espectros de absorção são medidos em uma cubeta com caminho ótico L , numa solução de concentração molar de analito C com coeficiente de absorção a , e que pela lei de Beer-Lambert, a absorção $A_n = aLC_n$, e considerando a massa m do analito de massa atômica M , $A_n = aLm_n/(MV)$, para um mesmo analito e cubeta, $A_n = m_n k$, sendo k uma constante. Considerando-se que a massa de analito que as artêmias filtram (m_f) em um tempo t é a massa na solução inicial (m) menos a massa que ficou no sobrenadante (m_s), então temos $m_{fn} = (A_n - A_{sn})/k$. Neste ponto, define-se uma concentração de referência C_R , e como para a maior concentração os erros nas medidas são menores, sugere-se definir como C_R o maior valor de concentração, com valores de absorvância A_R e A_{SR} antes e depois da filtração pelos náuplios, e portanto $m_R = (A_R - A_{SR})/k$. Para se traçar a curva de calibração, define-se uma massa efetiva $m_E = m/m_R$ a ser associada a cada concentração C_n , de forma que a massa efetiva que as artêmias filtraram para uma amostra de concentração C_n é $m_{fEn} = (A_n - A_{sn}) / (A_R - A_{SR})$. Traçando-se a curva m_{fE} versus C , pode-se ajustar a equação da melhor curva para se determinar a concentração de uma amostra desconhecida a partir do valor máximo de absorvância desta amostra, pré-concentrada por um fator $fc = V_c/V$.

11. Para a determinação da concentração desconhecida (C_D) do analito em uma amostra qualquer, a pré-concentração deve seguir o processo descrito na figura 2 (com mesmo número/massa de indivíduos, volume V e tempo de filtração t utilizados na curva de calibração), e com as artêmias maceradas em volume concentrado V_c deve-se medir o valor de absorvância (A_D) no espectro de absorção UV-Vis no mesmo comprimento de onda de absorção usado na curva de calibração. O volume escolhido para o concentrado (V_c) deve ser o mínimo possível, para uma melhor sensibilidade, mas mantendo-se o

caminho óptico L na medida da absorvância A_D . O cálculo da massa efetiva filtrada pelas artêmias na amostra desconhecida (m_{fED}) para o cálculo da concentração C_D a partir do ajuste da curva de calibração é $m_{fED} = m_{fD}/m_R$. Como $A = m \cdot k$, ou para um volume variável, $A = mk'/V$, considerando as artêmias em um volume concentrado V_c , $A_D = m_{fD}k'/V_c$ e $m_{fD} = A_D V_c/k'$. Como $m_R = (A_R - A_{sR})/k$, então $m_R = (A_R - A_{sR})V/k'$, portanto $m_{fED} = (A_D V_c/k') / [(A_R - A_{sR})V/k']$, e definindo-se o fator de concentração $f_c = V_c/V$, onde V é o volume utilizado na curva de calibração, temos que a massa efetiva filtrada pelas artêmias na amostra desconhecida, para ser utilizada na curva ajustada para determinação da sua concentração é $m_{fED} = f_c \cdot A_D / (A_R - A_{sR})$.

12. Assim, apenas com uma única medida no máximo de absorvância A_D da amostra desconhecida pré-concentrada com um volume $V_c = V \cdot f_c$ consegue-se calcular o valor de m_{fED} e determinar a concentração da amostra desconhecida C_D . Para o ajuste da curva de calibração, deve-se inserir o valor de $C_D = 0$ para $m_{fED} = 0$. Sendo possível o ajuste de uma reta $C_D = b \cdot m_{fED}$, então $C_D = b \cdot f_c \cdot A_D / (A_R - A_{sR})$, sendo b o coeficiente angular da reta ajustada e $b/(A_R - A_{sR})$ uma constante, então, tendo-se a curva de calibração, o cálculo da concentração é bastante simples: $C_D = K \cdot f_c \cdot A_D$.

13. Como exemplo do ajuste de uma equação para determinação da concentração C_D a partir de uma simples medida de absorção UV-Vis de uma amostra desconhecida pré-concentrada, determinou-se inicialmente o tempo ideal de filtração de uma amostra em sua concentração máxima na faixa de concentração utilizada para elaboração da curva de calibração. Assim, a figura 3 mostra o espectro de absorção UV-Vis de uma amostra de 5 mL de água com $\sim 2 \mu\text{g}$ de NP Ag como contaminante-padrão, em função do tempo de exposição a 50 náuplios de artêmias com dois dias de vida. Fica evidenciada a atuação do microcrustáceo como motor filtrador vivo, e o processo de filtração não seletiva e contínua, com o micropolvente retido em seu interior, pode ser monitorado pela diminuição da banda de absorção da prata, associada à ressonância plasmônica das nanopartículas, em função do tempo de filtração. A figura também revela que após 20 minutos de exposição, os microcrustáceos já haviam filtrado uma fração considerável do micropolvente, e que após 40 minutos de filtração, a quantidade de indivíduos utilizada (50 espécimes) já estava saturada do micropolvente, não havendo praticamente alteração

no espectro entre 40 e 60 minutos. Um número maior de indivíduos pode ser utilizado para se trabalhar com uma maior captura do micropolvente, mas para a elaboração da curva de calibração deste exemplo, utilizou-se este número de 50 indivíduos, com uma faixa de concentração do micropolvente-modelo indo de 128 µg/L até de 420 µg/L, sendo a máxima tomada como concentração de referência, que equivale aos 2,10 µg de Ag em 5 ml de água utilizados nessas medidas.

14. Nessas condições, a figura 4 mostra a diferença dos espectros de absorção da amostra e sobrenadante (A-As), ou seja, antes da filtração (A) e depois da filtração (As) após um tempo t (aqui 60 min. conforme figura 3) por 50 náuplios de artêmias, em função da concentração inicial das amostras (nesse exemplo, n=5), na faixa de 128 µg/L a 420 µg/L.

15. Para a determinação da função de correlação entre a concentração de uma amostra desconhecida (C_D) e o valor da absorbância no comprimento de onda de máxima absorção ($\lambda_{m\acute{a}x}$) do analito no volume pré-concentrado V_c a partir do processo mostrado na figura 2 (6), o gráfico mostrado na figura 5 foi traçado a partir dos valores de A_n-A_{sn} da figura 4 para cada concentração C_n , em que os valores de $m_{fEn} = (A_n - A_{sn}) / (A_R - A_{sR})$, tomando a concentração de referência $C_R = 420 \mu\text{g/L}$ (por ser a máxima), para a medida de A_R e A_{sR} . Inseriu-se o ponto (0,0), considerando o valor de $C_D = 0$ para $m_{fED} = 0$, e ajustou-se a melhor reta $C = b \cdot \text{fc} \cdot A_D / (A_R - A_{sR})$ com o valor do coeficiente angular $b = 409.6$ para $(A_R - A_{sR}) = 0.08657$ e $V = 5 \text{ mL}$.

16. Dessa forma, nesse exemplo a concentração de uma amostra desconhecida de nanopartículas de prata pode ser determinada a partir de uma única medida do espectro de absorção UV-Vis em $\lambda_{m\acute{a}x}$ (neste caso 404 nm), da amostra pré-concentrada a um volume V_c , através da equação: $C(\mu\text{g/L}) = 946 \cdot V_c(\text{mL}) \cdot A_D$.

17. Como a equação passa necessariamente pelo ponto (0,0), pode-se trabalhar com extrapolações para medir traços dos micropoluentes em água, desde que utilizando-se o mesmo número de microcrustáceos e tempo de filtragem utilizados para a elaboração da curva de calibração. Também pode-se fazer curvas de calibração para outras técnicas analíticas, e curvas de calibração em função do volume da alíquota de amostra utilizado.

REIVINDICAÇÕES

1. DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA PARA ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO PROCESSO DE FUNCIONAMENTO caracterizado por utilizar microcrustáceos filtradores como motores vivos acondicionados em reservatório, num papel de pré-concentradores de analitos em ecossistemas aquáticos, constituindo ferramenta de pré-análise quali-quantitativa.
2. DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA..., de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por possuir reservatório com telas (2) e tampas removíveis (3), conforme fig. 1, que facilitam a manipulação dos motores vivos para imersão em segundo reservatório contendo a amostra, e posterior drenagem, separação e maceração/digestão dos motores vivos para redispersão do analito em forma concentrada, conforme esquema da fig. 2, resultando num fator de concentração definido pela razão entre volume inicial da amostra e volume utilizado para redispersão.
3. DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA..., de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por ser utilizado como container independente se disposto na vertical com uma das tampas mostradas na fig. 1(3) na parte inferior, para que o analito colocado em contato com os motores filtradores vivos seja filtrado sem imersão em segundo reservatório, nos casos em que não há necessidade de fator de concentração alto, sendo esta tampa facilmente removida para drenagem do líquido e separação dos motores vivos por tela mostrada na fig. 1(3), para posterior maceração/digestão e redispersão em menor volume.
4. DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA PARA ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO PROCESSO DE FUNCIONAMENTO, de acordo com as reivindicações 1 e 2 ou 1 e 3, caracterizado pelo fato de utilizar uma curva de calibração obtida a partir de padrões submetidos pelo mesmo tempo de exposição à mesma quantidade de motores concentradores vivos, conforme figura 5, que resulta em função ajustada para correção da concentração nominal medida no analito pré-concentrado em instrumentação analítica quali-quantitativa, e determinação da concentração real do analito na amostra.

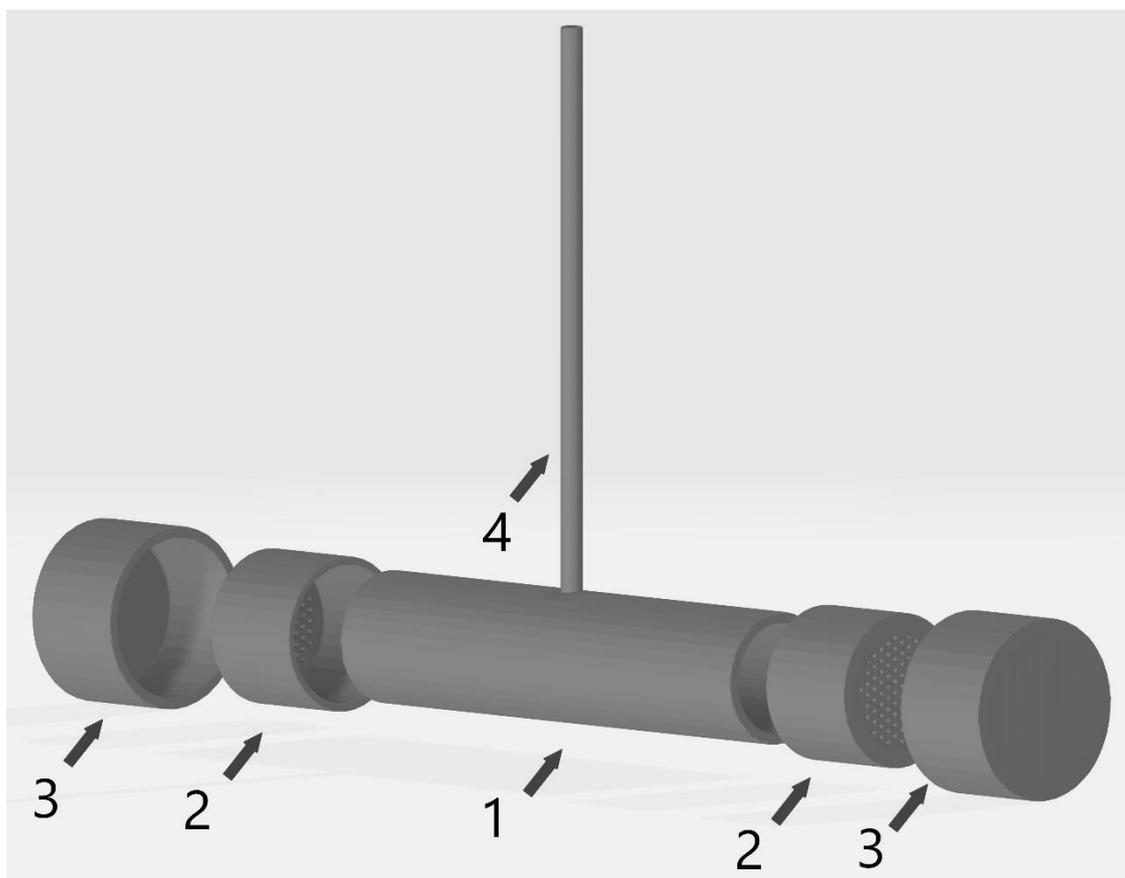


Fig. 1

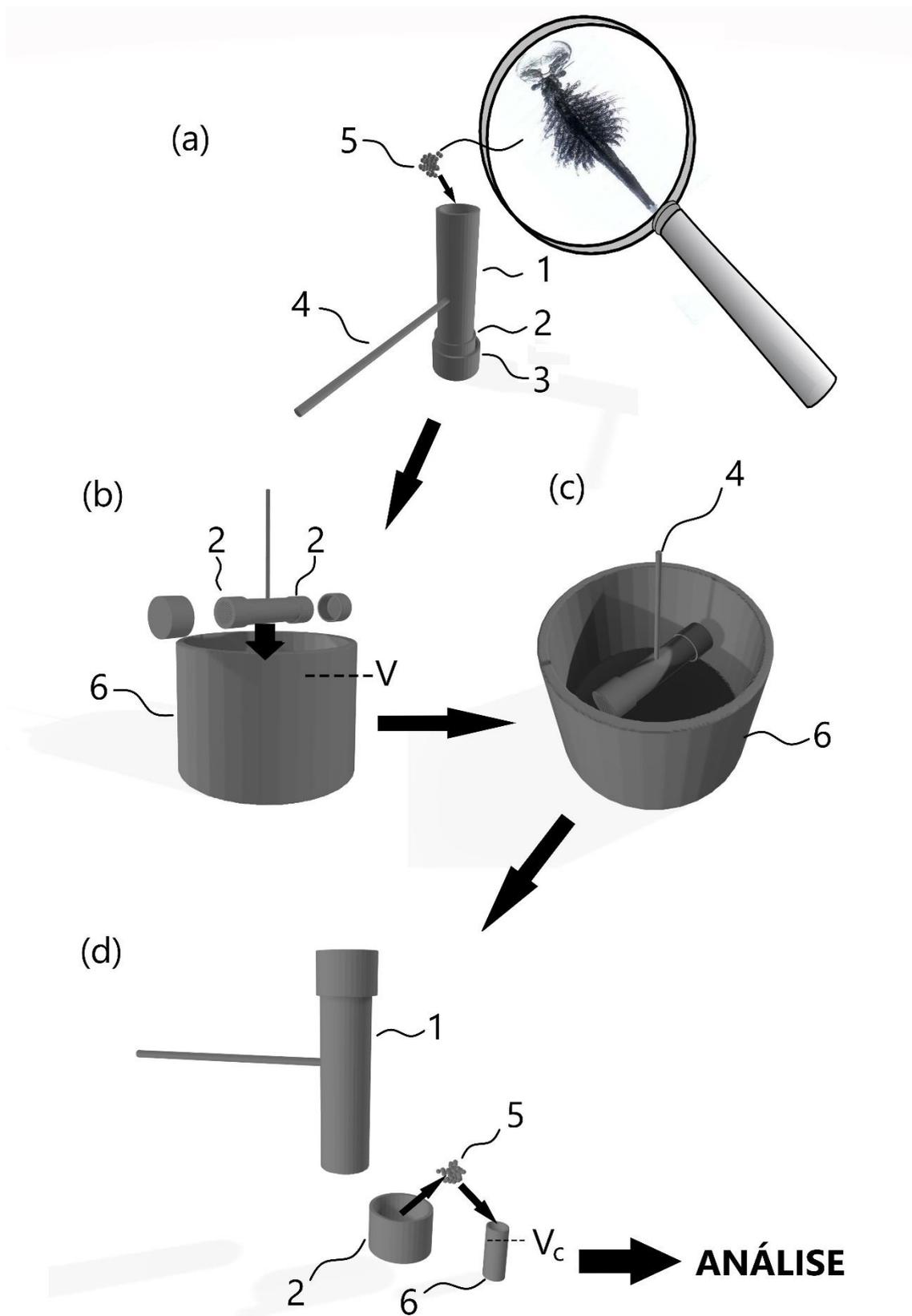


Fig. 2

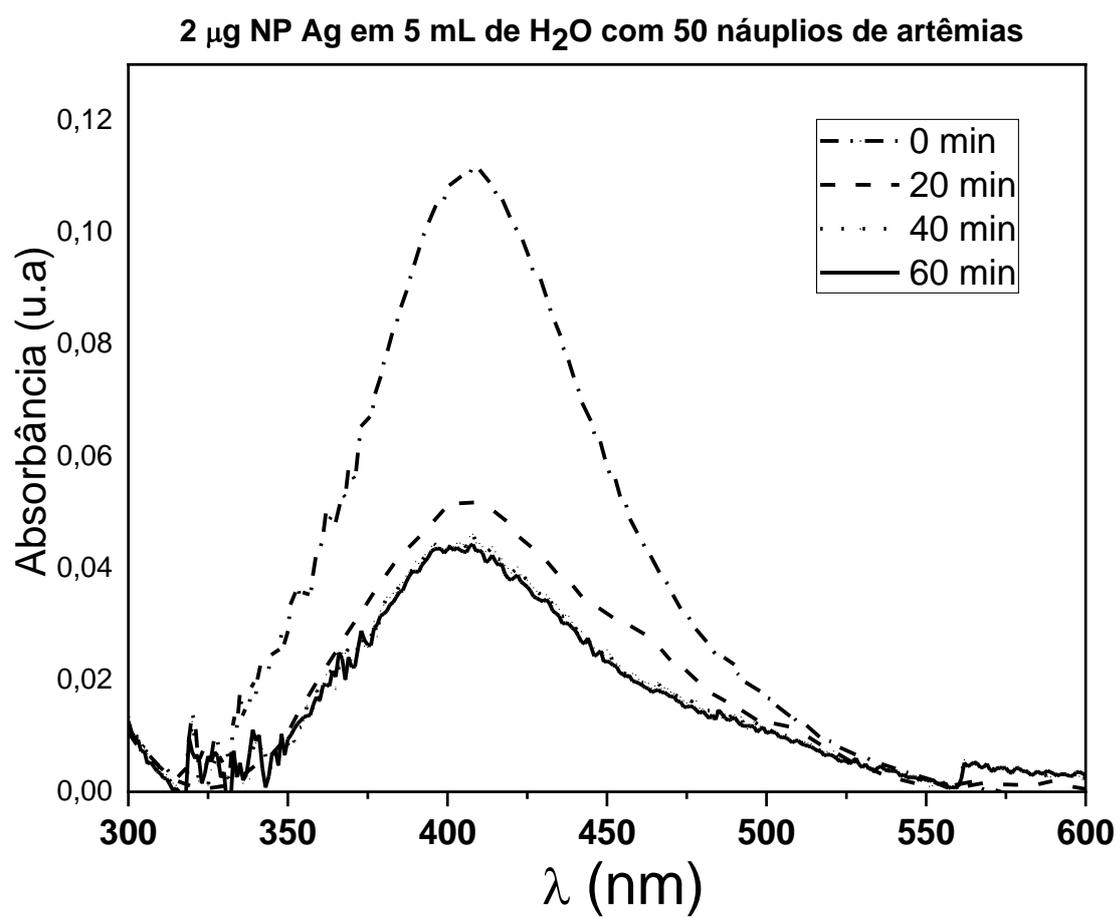


Fig.3

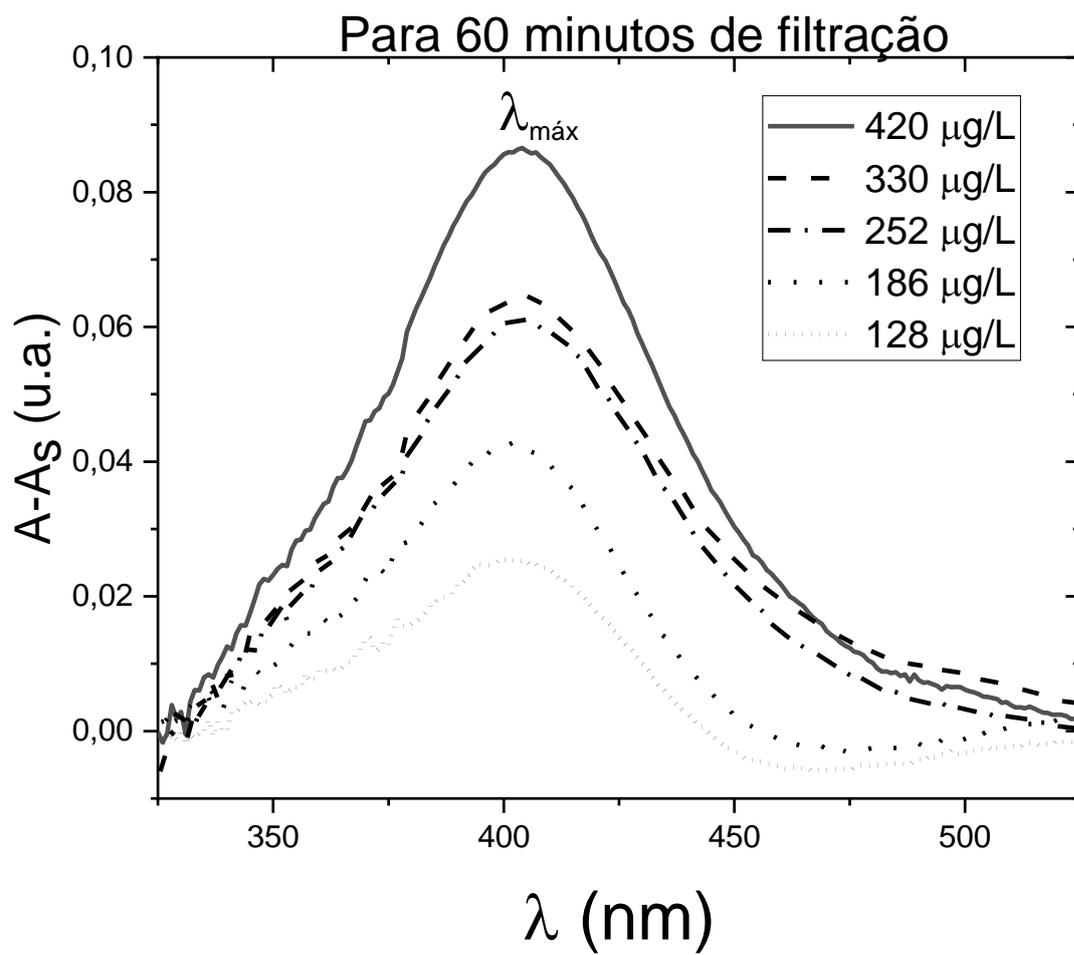


Fig. 4

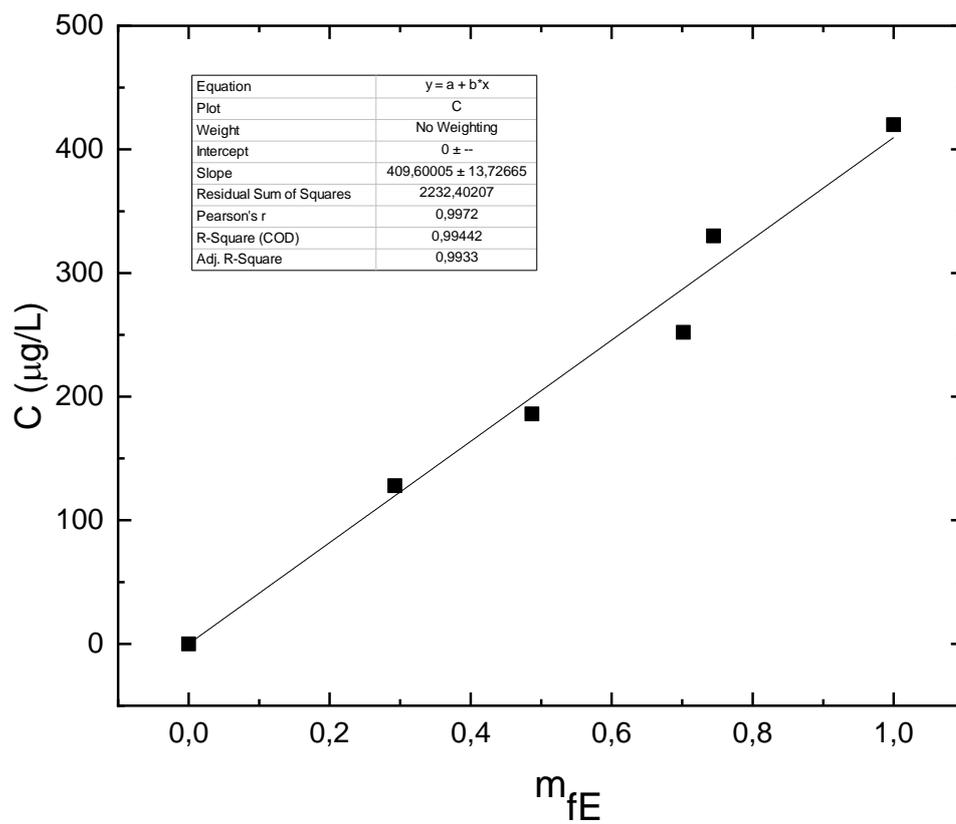


Fig. 5

RESUMO

DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR COM PARTE ATIVA VIVA PARA ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO PROCESSO DE FUNCIONAMENTO

Refere-se a presente invenção a um dispositivo de pré-tratamento analítico para otimizar a detecção de traços de poluentes (tipicamente nanopartículas metálicas) em ambientes aquáticos, caracterizado pelo uso de microcrustáceos vivos (tipicamente artêmias) como concentradores via capacidade filtradora não-seletiva desses indivíduos, resultando em melhores níveis de detecção em relação ao estado da arte, quando utilizadas técnicas analíticas sem esse pré-tratamento. Após uso do dispositivo pré-concentrador não-seletivo, técnicas instrumentais, como UV-Vis, ICP-OES ou outra técnica de análise quali-quantitativa seletiva, permitirão a medida indireta da concentração do analito, através de curva de calibração associando concentração real com concentração nominal medida pela dissolução mais concentrada do filtrado incorporado nesses animais (após maceração/digestão), permitindo a análise de materiais em faixas de concentração real nos limites críticos de detecção por processos convencionais. O dispositivo é composto de reservatório contendo filtros vivos (microcrustáceos) em água, projetado com peneiras removíveis para facilitar drenagem e coleta dos microcrustáceos, após tempo de atuação por imersão na amostra, predeterminado pela curva de calibração a ser utilizada. O processo para funcionamento do dispositivo envolve o monitoramento do tempo de filtragem e quantidade de indivíduos utilizados, nas mesmas condições utilizadas na curva de calibração a ser aplicada na pós-análise.

RESUMO

DISPOSITIVO PRÉ-CONCENTRADOR VIVO PARA ANÁLISE DE TRAÇOS DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA E RESPECTIVO PROCESSO DE FUNCIONAMENTO

Refere-se a presente invenção a um dispositivo de pré-tratamento analítico para otimizar a detecção de traços de poluentes (tipicamente nanopartículas metálicas) em ambientes aquáticos, caracterizado pelo uso de microcrustáceos vivos (tipicamente artêmias) como concentradores via capacidade filtradora não-seletiva desses indivíduos, resultando em melhores níveis de detecção em relação ao estado da arte, quando utilizadas técnicas analíticas sem esse pré-tratamento. Após uso do dispositivo pré-concentrador não-seletivo, técnicas instrumentais, como UV-Vis, ICP-OES ou outra técnica de análise quali-quantitativa seletiva, permitirão a medida indireta da concentração do analito, através de curva de calibração associando concentração real com concentração nominal medida pela dissolução mais concentrada do filtrado incorporado nesses animais (após maceração/digestão), permitindo a análise de materiais em faixas de concentração real nos limites críticos de detecção por processos convencionais. O dispositivo é composto de reservatório contendo filtros vivos (microcrustáceos) em água, projetado com peneiras removíveis para facilitar drenagem e coleta dos microcrustáceos, após tempo de atuação por imersão na amostra, predeterminado pela curva de calibração a ser utilizada. O processo para funcionamento do dispositivo envolve o monitoramento do tempo de filtragem e quantidade de indivíduos utilizados, nas mesmas condições utilizadas na curva de calibração a ser aplicada na pós-análise.