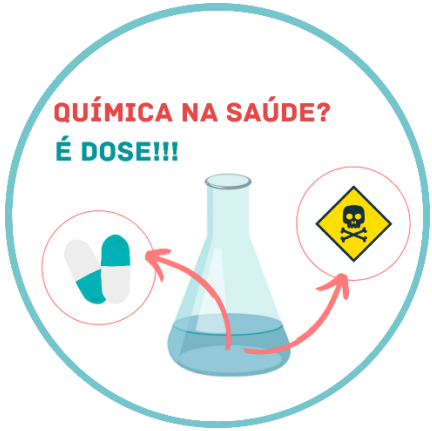
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA
PET QUÍMICA

OFICINA

QUÍMICA NA SAÚDE? É DOSE !!!



APRESENTAÇÃO

O ano de 2020 nos pegou de surpresa com a pandemia de Covid-19. Nunca se falou tanto de saúde, não só da necessidade de pesquisa para tratamento, como vacina e prevenção. A química como ciência da vida nunca foi tão necessária, por este motivo a semana da química selecionou o tema “Uma abordagem em tempos de crise sanitária”. O PET química, neste contexto, apresenta uma oficina que aborda algumas das contribuições desta ciência na saúde humana. Nesta serão abordados temas relacionados à utilização da química nas diferentes áreas da saúde como: Análises Clínicas, Poluição de corpos hídricos e uso de técnicas instrumentais em diagnósticos

Esperamos agregar novos conhecimentos aos participantes.

TUTORIA PET QUIMICA /UFC

Poluição de corpos hídricos

A água é um recurso inestimável a vida, pois, além da hidratação, também possui um papel fundamental no cultivo de alimentos e na higiene pessoal. Porém, o constante aumento da poluição, originada de fontes agrícola, doméstica ou industrial, ameaça a qualidade da água e os seres vivos que habitam esses ecossistemas, ocasionando um desequilíbrio (SCALON, 2009). Diversos são os fatores ambientais que podem sofrer alteração, como temperatura, pH, oxigênio dissolvido, quantidade de matéria orgânica, entre outros (SCALON, 2009). E, de forma direta ou indireta, tais danos à natureza afetarão o ser humano.

A saúde é normalmente a mais atingida, tendo em vista que alguns poluentes são imperceptíveis, pois nem sempre alteram características sensoriais da água, com por exemplos pesticidas, resíduos domésticos e **metais pesados**.

Metais pesados e toxicidade

Metal pesado é o termo coletivo aplicado a um grupo de metais com densidade atômica maior que 6 g/cm^3. Dentre suas principais características estão a não-degradabilidade, a capacidade acumulativa e a toxicidade.

Normalmente, se apresentam em concentrações-traços (muito baixas) em água. (BITTAR, 2008)

Os metais podem ser divididos em essenciais, que desempenham papéis importantes no nosso organismo, como cobre e zinco, e não essenciais, que não são requeridos pelo nosso corpo e, mesmo em baixíssimas concentrações, podem desempenhar efeitos tóxicos, como chumbo e cádmio. Entretanto, mesmo os essenciais podem desempenhar efeitos tóxicos. O segredo está na **dose**, na quantidade consumida do metal. O cobre, por exemplo, é essencial na formação de células sanguíneas, hormônios e enzimas, porém, quando ingerido em excesso, pode causar danos ao fígado e insuficiência renal.

Na tabela abaixo são apresentadas as concentrações máximas estabelecidas pelo Ministério da Saúde de alguns metais na água para consumo humano.

Tabela 1: Padrões de potabilidade para alguns metais pesados.

Metal	Água potável
Chumbo total	0,01 mg/L
Cádmio total	0,005 mg/L
Arsênio total	0,01mg/L
Cobre total	2,0 mg/L
Cromo total	0,05 mg/L
Níquel total	0,07 mg/L
Mercúrio total	0,001 mg/L

Fonte: BRASIL, 2017

Observando a toxicidade do Cobre no crescimento de cebolas.

A espécie *Allium* cepa (cebola comum) é comumente utilizada como um avaliador da toxicidade de compostos químicos, isso se atribui a características próprias do organismo como o rápido crescimento das raízes e a alta sensibilidade mesmo a baixa concentrações de contaminantes(PALÁCIO *et al*, 2013). Este primeiro experimento consiste em um bioensaio, no qual objetiva-se observar o efeito de soluções aquosas de Cu^{2+} no crescimento de cebolas.

MATERIAIS

- Sulfato de cobre ($CuSO_4.5H_2O$), encontrado em lojas de produtos para tratamento de piscina;
- 16 cebolas com tamanhos semelhantes (diâmetro de 3,5 a 4cm), com bulbos secos e sem formação de folhas e/ou raízes (aconselhável ter algumas de reserva);
- 5L de água mineral (ideal, porém usou-se água da torneira);
- 1 balança caseira;
- 1 seringa milimetrada de 5 ou 10mL sem agulha;
- 1 colher grande de madeira
- 8 colheres pequenas descartáveis
- 16 copos descartáveis (ou de requeijão) de 150 mL;

- 1 recipiente de 150mL (utilizou-se outro copo de requeijão)
- 1 recipiente com capacidade de pelo menos 2,5L (ex: balde);
- 1 recipiente milimetrado com 100mL
- 1 régua escolar
- 1 utensílio para fazer furos em plástico (ex: faca/ chave de fenda estrela quente ou soldador)
- 10 pregadores de roupa (caso necessário)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Preparou-se uma solução de aproximadamente 100 mg/L de Cu^{2+} pesando 1g de sulfato de cobre e diluindo em 2,54L de água da torneira em um balde, homogeneizou-se com colher de madeira . A partir dela, preparou-se 1 solução em triplicata com concentração de: 1,0mg/L e 3 soluções em duplicata com: 0,4; 0,2 e 0,1 mg/L aproximadamente. Para preparar as duplicatas de: 0,08; 0,06 e 0,04 mg/L, usou-se uma das soluções de 1,0mg/L e para o controle negativo, água da torneira. A medição dos volumes necessários para fazer tais diluições está representada na tabela 2.

Com o auxílio de uma seringa, transferiu-se os volumes indicados de cada solução para os 16 copos de requeijão e completou-se os volumes até 100mL com água,

mediante um recipiente milimetrado, misturando, cada um, com uma colher pequena diferente.

Tabela 2: Relação da diluição das soluções

	Solução em concentração de Cu^{2+} (ppm)	Volume medido da solução (mL)
Solução de Cu^{2+} 100ppm	1	1
	0,4	0,4
	0,2	0,2
	0,1	0,1
Solução de Cu^{2+} 1ppm	0,08	8
	0,06	6
	0,04	4
Água da torneira	0 (C)	100

Fonte: Autor

Nomeou-se todos os copos com suas respectivas concentrações e furou-se pequenos buracos em volta deles a uma altura acima de 100mL (necessários para evaporação livre da solução, evitando formação de fungos pela umidade). Para finalizar a montagem do procedimento, colocou-se em cada copo uma cebola (lavada, com água e sabão, e seca) de modo que apenas a parte radicular entrasse em contato com a solução (Imagem 1). Nesse momento, como algumas tiveram tendência a afundar, incluiu-se um pregador de roupa na borda do copo.

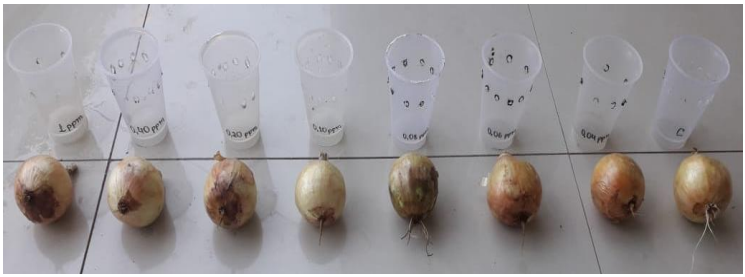
Imagem 1: Montagem do bioensaio com cebolas

Fonte: Autor

Este bioensaio foi realizado em 7 dias de exposição dos bulbos com a solução contaminada de metal pesado (Cu^{2+}), ficando em um local com iluminação natural e sem calor excessivo. Ao passar dos dias, houve a reposição de volume perdido por evaporação ou por absorção pela cebola com água da torneira. Após esse período, retirou-se

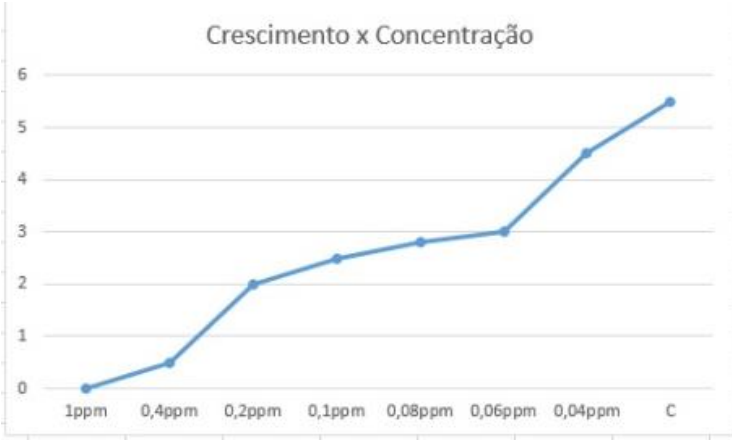
as cebolas dos copos (Imagem 2) e mediu-se, com uma régua, o crescimento médio das raízes. A inibição do crescimento da raiz evidência a toxicidade do metal. Com as medidas, utilizou-se o Excel para plotar um gráfico que relacionasse o comprimento da raiz com a concentração de cada solução, mostrado na Imagem 3.

Imagem 2: Experimento após 7 dias, com as cebolas retiradas dos copos para medição das raízes



Fonte: Autor

Imagem 3: Gráfico da relação do crescimento da raiz com a concentração de Cu2+ em solução



Fonte: Autor

Identificando cobre em solução aquosa.

Como visto acima, apesar de sua importância para o bom funcionamento do organismo, uma quantidade excessiva de cobre pode afetar a saúde do ser humano. A fim de obter informações sobre a presença desse metal em determinada solução, são utilizados métodos analíticos qualitativos.

Teste qualitativo

Para atestar a presença de cobre em uma amostra, emprega-se a reação de complexação com amônia, por sua boa sensibilidade e por ser uma reação facilmente percebida, pela coloração azul-escuro que o complexo apresenta.

O cobre não é o único metal capaz de formar complexo com a amônia. Metais como a prata e o cobalto também são complexados, mas esses complexos podem ser diferenciados pelas diferentes cores. A única exceção é o níquel, que forma o complexo $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, e possui coloração idêntica ao formado pelo cobre $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$. Neste segundo experimento, o objetivo é visualizar a formação do íon complexo entre Cu^{2+} e amônia.

MATERIAIS

- Solução a ser testada
- ½ espátula de Cloreto de Amônio (ou amoníaco obtido em lojas de produtos de beleza)
- ¼ espátula de Hidróxido de Sódio (soda cáustica)
- 1 béquer de 100mL (ou algum recipiente de vidro)
- 2 espátulas de metal (ou colher descartável)
- 1 bastão de vidro (também pode ser utilizada a colher descartável)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Transferiu-se a solução para um béquer (ou outro recipiente de vidro), até metade do seu volume. Após isto, foi adicionada ½ espátula de Cloreto de Amônio (NH_4Cl), havendo a dissociação do sal (1).

$$NH_4Cl \rightarrow NH4^+ + Cl^- \quad (1)$$

Para que a reação ocorra, é necessário que o meio esteja básico e com pH > 8, e, para isso, adicionou-se ¼ espátula de Hidróxido de Sódio (NaOH). Já que a amônia (NH_3) é uma base fraca, seu equilíbrio com o cátion amônio (NH_4^+) é representado na reação (2):

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad (2)$$

O complexo se forma pela reação (3):

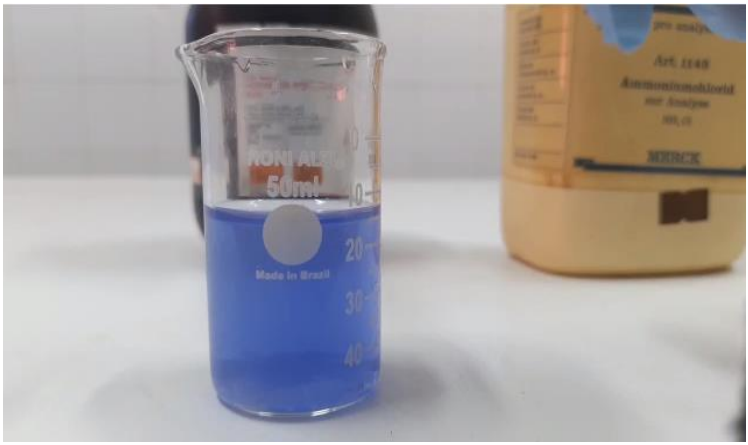
$$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} \quad (3)$$

Azul-escuro

Então, para que o complexo seja formado, é necessário que haja amônia (NH_3) presente no meio. Como ela está majoritariamente na forma de amônio (NH_4^+), conforme mostra a reação (1), a adição de base (OH^-), pelo princípio de Le Chatelier, deslocará o equilíbrio para o lado de menor concentração, consumindo o excesso de base e aumentando a concentração de amônia.

Assim, após a basificação do meio, a reação se procede imediatamente, confirmando a presença de cobre na amostra (Imagem 4).

Imagem 4: Formação do complexo $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$



Fonte: Autor

DISCUSSÕES

1- Com base nos resultados do experimento da cebola, qual relação pode-se estabelecer entre a concentração de ferro e o tamanho das raízes?

2 - O que é a eutrofização e quais os riscos causados aos seres vivos daquele corpo hídrico?

3 - Por que, na reação de complexação do cobre com a amônia, é necessário que o meio esteja básico?

4 – Qual seria uma das fontes de contaminação deste íon, no cotidiano?

REFERÊNCIAS

Scalon, M. C. S. Avaliação dos efeitos genotóxicos da água do rio dos Sinos sobre peixes e vegetais. 2009. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Centro Universitário Feevale. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. Novo.

Bittar, D. B., *et al*. Determinação dos metais pesados Cd, Cu, Cr e Pb nas águas do Rio Uberabinha e proposta de adsorção por adsorventes naturais. 2008.

Palácio, S. M., *et al*. Toxicidade de metais em soluções aquosas: um bioensaio para sala de aula. Química nova na escola, v. 35, n. 2, p. 79-83, 2013.

Vogel, A. Química Analítica Qualitativa. Editora Mestre Jou. 1981.

Brasil, Portaria de consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017. Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. 03 out. 2017.

Análise Clínica

As análises clínicas são um conjunto de exames realizados com a finalidade de verificar o estado de saúde de um paciente ou investigar doenças. A análise é realizada por meio do estudo de material biológico colhido do paciente como o sangue.

São utilizadas diferentes técnicas para realizar essas análises, uma das mais utilizada é o método espectrofotométricos que pode ser usada tanto para quantificar como identificar substâncias e espécies químicas.

A absorciometria se baseia na capacidade de algumas substâncias têm de absorver radiação, ou seja, possuem um grupo cromóforo, desta forma é possível estabelecer uma relação entre a concentração da espécie e a quantidade de radiação absorvida. Para tal finalidade é necessário se basear em dois princípios de absorção da luz:

1. A absorção da luz será maior quanto mais concentrada for a solução pela qual ela atravessa
2. A absorção da luz será maior quanto maior for a distância percorrida pelo feixe através da solução

A partir deles, é possível estabelecermos a lei de Lambert-Beer: “Incrementos sucessivos no número de moléculas de igual poder de absorção situadas no percurso

de um feixe de radiação monocromática, absorvem iguais frações da energia radiante que os atravessa”.

$$A = \varepsilon . b . c$$

Sendo:

A: a absorbância

ε: a absortividade molar

b: o caminho ótico

c: a concentração

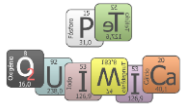
Outra técnica que é utilizada, principalmente para identificação de possíveis doenças é a cromatografia, esta se baseia na migração dos compostos da mistura, os quais apresentam diferentes interações através da fase móvel e da fase fixa, essa diferentes afinidades e interações permitem identificar substâncias e compostos que possam levar a um diagnóstico.

1. Fase móvel: fase em que os componentes a serem isolados "correm" por um solvente fluido, que pode ser líquido ou gasoso.
2. Fase estacionária: fase fixa em que o componente que está sendo separado ou identificado irá se fixar na superfície de outro material líquido ou sólido.

Análises De Glicose

A medição da concentração da Glicose em soro ou plasma é principalmente utilizada no diagnóstico e monitoramento do tratamento de Diabetes Mellitus. Outras aplicações são na detecção de hipoglicemia neonatal, exclusões de células cancerígenas pancreáticas bem como na avaliação do metabolismo de carboidratos em várias doenças. Para realizar a análise dessa concentração é utilizado o método UV (ultravioleta) enzimático com hexoquinase. O teste foi desenvolvido para determinar a concentração de glicose dentro de uma faixa de medição de 2 – 900 mg/dL (0,1 – 50 mmol/L) em 365 nm ou em concentrações de 2 – 500 mg/dL (0,1 -28 mmol/L) em 34/340 nm. O limite de detecção mais baixo é 2 mg/dL (0,1 mmol/L).

O princípio da técnica se baseia na capacidade da glicose em reagir com ATP catalisado pela hexoquinase formando a glicose-6-fosfato, essa glicose-6-fosfato pode reagir com NAD+ para formar o Gluconato- 6 -P que absorve energia na região do UV e segue a lei de Lambert - Beer. Desta forma, ocorre a medida direta da transmitância ou absorbância através de instrumentos com faixas espectrais definidas.



MATERIAIS:

- Tubo de coleta
- Centrífuga
- Espectrofotômetro
- Reagente 1:
    - Tampão TRIS (pH = 7,8) (80 mmol/L)
    - Mg^{2+} (4 mmol/L)
    - ATP (1,7 mmol/L)
    - NAD (1,7 mmol/L)
- Reagente 2:
    - Hexoquinase >1,5 KU/L
    - Glicose-6-fosfatodesidrogenase >1,5 KU/L

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coletar a amostra em um recipiente adequado;
- Centrifugar a amostra de sangue separando a amostra em plasma e coágulo sanguíneo, reservar o plasma;
- Misturar o Reagente 1 como o Reagente 2, na proporção de (4:1), a fim de preparar o reagente denominado **monorreagente**

- Misturar 10 uL (0,01mL) da amostra com 1000 uL (1mL) do monorreagente, com intuito de produzir a solução a ser analisada no espectrofotômetro. Realizar o mesmo procedimento com água destilada para preparação do branco.
- Analisar a solução e o branco no espectrofotômetro no comprimento de onda de 340 nm, anotar os valores das absorbâncias.
- Aplicar os valores das absorbâncias identificados nos cálculos a seguir a fim de determinar a concentração de glicose:

1) Para calcular a concentração de glicose, multiplica-se ΔA com o correspondente fator f da Tabela 3:

Tabela 3: Fator de correção

	f [mg/dL]	f [mmol/L]
340 nm	289	16,0

Fonte: Autor

2) Glicose [mg/dL] = $\frac{(\Delta A \text{ Amostra})}{(\Delta A \text{ Padrão})}$ x Conc. Padrão[mg/dL]

Análises De Colesterol

A medição da concentração de colesterol no sangue é importante para que se evite problemas derivados do colesterol alto, visto que este pode gerar diversos problemas cardiovasculares que, a priori, não apresentariam sintomas.

A técnica a seguir utiliza o Ácido Fosfotúngstico para a precipitação do colesterol e, por complexação, forma-se um complexo de cor vermelha (500nm) cuja absorbância é diretamente proporcional a concentração de colesterol e, por análise colorimétrica relativa, pode-se estimar se o paciente analisado está com concentração acima ou abaixo da concentração ideal de colesterol no sangue.

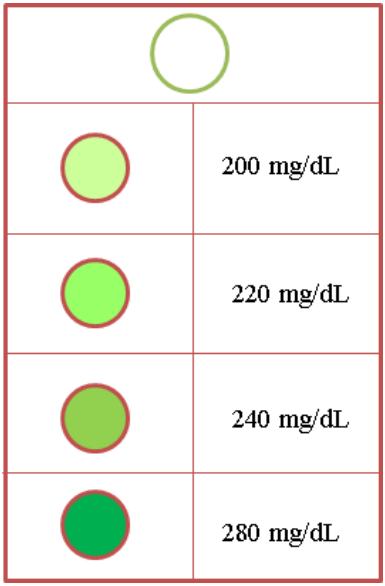
MATERIAIS

- Tubo de coleta
- Ác. Fosfotúngstico ($H_3PW_{12}O_{40}$) 1,5 mmol/L + Cloreto de Magnésio ($MgCl_2$) 54 mmol/L
- Azida sódica (NaN_3) 14,6 mmol/L
- Reagente de cor
- Centrífuga

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coletar a amostra em um recipiente adequado;
- Misturar a amostra com 250 ul de Ác. Fosfotúngstico 1,5 mmol/L + $MgCl_2$ 54 mmol/L e centrifugar;
- Adicionar o reagente de cor à solução
- Aquecer em banho maria
- Comparar a cor da solução com a tabela para estimar a concentração

Tabela 4: Cores e concentrações



Fonte: Autor

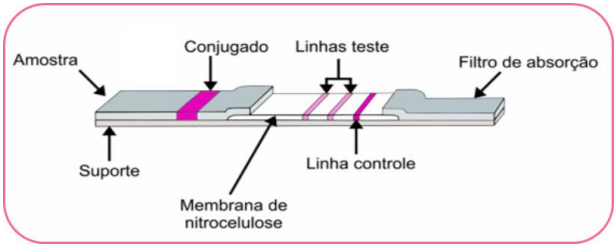
Teste rápido para detectar o COVID-19

Imunocromatografia

A cromatografia é uma técnica de separação de mistura, sendo baseado em duas fases sendo uma móvel e outra estacionária, esta separação resulta das diferenças de velocidade dos componentes arrastados pela fase móvel devido às diferentes interações com a fase estacionária.

Na imunocromatografia, essa interação ocorre entre materiais biológicos, como os antígenos e os anticorpos, e pode ser observada pela formação de uma linha colorida formada na placa de reação (Figura 1). Para que esse teste seja eficiente é necessário que seja realizado após no mínimo oito dias do início dos sintomas, pois esse tempo serve para que haja uma quantidade mínima de anticorpos que sejam detectados.

Imagem 5: Placa de Reação



Fonte: Labtest

Para detectar o covid-19 é preciso uma gota de sangue mais a adição de uma solução tampão na placa de reação, o tampão fará o papel da fase móvel e direciona o fluxo da reação. Na região do conjugado, o antígeno se liga ao antígeno recombinante do covid-19, marcado com um corante insolúvel, ouro coloidal, após essa interação ocorre a migração pela membrana de nitrocelulose, até que seja formado um imunocomplexo, o qual é revelado pelo depósito do corante coloidal na linha de teste. Para que esse processo aconteça é necessário um tempo mínimo de dez minutos.

Os resultados serão válidos se a linha de teste denominada controle estiver positiva, além dessa linha existem mais duas linha uma para detectar imunoglobulina: M (igM), que significa que o paciente está ou esteve infectado recentemente, estando ainda na fase aguda podendo transmitir, e a linha da imunoglobulina G (igG), que indica uma infecção anterior de pelo menos três semanas, sendo a fase crônica. Se o teste der positivo para igM e igM, simultaneamente, significa um contato recente, mas o organismo já está no início da memória imunológica.

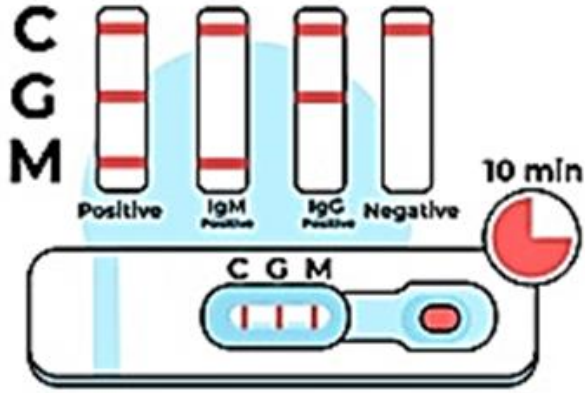
MATERIAIS

- Lancetas estéreis descartáveis
- Placa de reação
- Micropipeta
- Tampão (Fosfato, cloreto de sódio, polipeptídeo de alto peso molecular e ProClin 300 < 0,1%)

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coletar a amostra (sangue) do dedo do paciente;
- Transferir a amostra através da micropipeta para a placa de reação;
- Adicionar o tampão a placa de reação;
- Analisar o resultado de acordo com a Imagem 6

Imagem 6: Resultados do teste rápido



Fonte: Labtest

DISCUSSÕES

1 - Qual a diferença entre espectroscopia relativa e absoluta ?
2 - Qual a limitação da espectrofotometria relativa?
3 - Qual a importância da complexação da glicose na análise espectroscópica?
4 - Por que tem um período ideal para eficiência do teste rápido para o covid-19 ?

BIBLIOGRAFIA

Analisa. Kit para determinação do colesterol HDL por metodologia enzimática-colorimétrica. REF. 413, MS 80022230068.

Anvisa. Testes para Covid-19: perguntas e respostas. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/Perguntas+e+respostas+-+testes+para+Covid-19.pdf/9fe182c3-859b-475f-ac9f-7d2a758e48e7. Acesso em 08 de agosto de 2020

Glicose Hexoquinase. Master Diagnóstica, 2014. Disponível em: http://www.masterdiagnostica.com.br/produto/glicose-hexoquinase. Acesso em: 02 de agosto de 2020

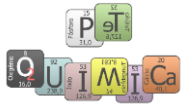
Harris, D. C.; Análise Química Quantitativa, 6ª ed., LTC - Livros Técnicos e Científicos Ed. S. A.: Rio de Janeiro, 2005.

Labtest. Anti COVID-19 IgG/IgM Rapid Test. Disponível em: https://www.centerlab.com/fileuploader/download/download/?d=1&file=custom%2Fupload%2FFile-1585575746.pdf. Acesso em: 08 de agosto de 2020.

Lopes, P. D. Interação Ag-Ac Teste sorológicos primário e secundário. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/patologia/HELIOJOSEMONTASSIER/aula-8-interacao-ag-ac-testes-sorologicos-primarios-e-secundarios.pdf. Acesso em: 08 de agosto de 2020.

Peres, T. B. "Noções básicas de cromatografia." Biológico, São Paulo 64.2 (2002): 227-229.

Pinto, G. A. T., *et al*. "Avaliação da técnica de imunocromatografia para análise de drogas de abuso no contexto da química forense." Revista Brasileira de Criminalística 4.3 (2015): 28-37.



INSTRUMENTAL

Sabe-se que o corpo humano não é transparente, no passado não havia como enxergar o que existe em seu interior sem abri-lo. Atualmente, isso é possível graças a métodos que incluem uma boa variedade de técnicas não invasivas.

Alguns desses métodos são a **Radiografia (Raios-X) e Ultrassonografia.** A escolha do método a ser utilizado depende da necessidade específica dos pacientes e das estruturas do organismo que serão examinadas.

Radiografia

Os exames radiológicos são importantes para os diagnósticos na prática clínica, e podem ser classificados em exames radiológicos simples ou contrastados.

Em radiografias simples, os pacientes são irradiados com fótons de raios-x que o atravessam e depois são registrados por um filme ou detector. Algumas de suas estruturas anatômicas podem ser facilmente visualizadas devido à diferença de opacidade dos tecidos. Por exemplo, na radiografia de um osso, a concentração de cálcio

existente assegura o seu contraste em relação às estruturas que estão ao seu redor.

Por outro lado, outros órgãos apresentam densidades semelhantes, o que impede sua visualização por meio de radiografia simples. Neste caso, se faz necessária a utilização de meios de contrastes, que são compostos que, quando introduzidos no organismo, conseguem dar melhor definição às imagens radiográficas.

Classificação dos Meios de Contrastes

Os Meios de contrastes radiológicos são classificados quanto a:

1) <u>Capacidade de absorver radiação:</u>

- Positivos ou radiopacos: Absorvem mais radiação do que as estruturas anatômicas que o circundam;
- Negativos ou radiotransparentes: Absorvem menos radiação do que as estruturas adjacentes. Estes meios incluem: a bolha de ar normalmente presente no estômago, carbonato de cálcio comumente utilizado na produção de gás CO_2 na técnica de duplo contraste.

2) Composição:

- Iodados: contêm iodo (I) como elemento radiopaco e têm alto número atômico;
- Não iodados: não contêm iodo (I), mas outros elementos químicos como o sulfato de bário ($BaSO_4$) e o gadolínio (Gd).

3) Solubilidade:

- Hidrossolúveis: Dissolvem em água;
- Lipossolúveis: Dissolvem em lipídios (gordura);
- Insolúveis: Não se dissolvem nem em água nem em gordura. Ex.: Sulfato de Bário ($BaSO_4$).

4) Natureza química:

- Orgânicos: Contêm carbono (C);
- Inorgânicos: Não contêm carbono (C).

5) Vias de administração:

- Oral: O contraste é ingerido. Ex: Sulfato de Bário para EED (Esofagoestomagoduodenografia);
- Parenteral: Ministrado por via endovenosa, como é o caso da urografia excretora e da flebografia, ou por via arterial as arteriografias;
- Endocavitário: Administrado através de orifícios naturais que comunicam alguns órgãos com o exterior. Ex: enema opaco, uretrocistografia miccional e histerosalpingografia;

- Intracavitário: Administrado através da parede da cavidade em questão. Ex: colangiografia pós-operatória pelo dreno, artrografia e fistulografia.

6) Capacidade de dissociação.

- Iônicos: Em solução, são dissociados;
- Não iônicos: Em solução, não se dissociam.

Sulfato de Bário ($BaSO_4$) como meio de contraste

O sulfato de bário é utilizado na forma de suspensão aquosa, que pode ser ingerida para a realização de radiografias do trato gastrintestinal ou introduzido por via retal, para a visualização do intestino grosso.

Algumas das suas características são:

- Peso atômico elevado: Facilita a visualização de um tecido absorvendo mais radiação do que as partes moles adjacentes;
- Suspensão de pH 5,3: É um pH ácido, semelhante ao estomacal;
- É inerte: Não reage quimicamente com moléculas do organismo de maneira expressiva;
- É muito pouco solúvel.

A Imagem 7 mostra uma radiografia de **abdome**, utilizando Sulfato de Bário como contraste.

Imagem 7: Abdome contrastado

Fonte: Instituto de Radiologia Presidente Prudente

Como o sulfato de bário é uma substância muito pouco solúvel, é contra indicado em pacientes que apresentem alguma perfuração no intestino ou que estejam prestes a fazer cirurgia. Se o sulfato de bário extravasar para outras regiões do corpo, ele só poderá ser removido por cirurgia. Se permanecer por muito tempo no organismo, há o risco da formação de uma massa impacta, o que dificulta a sua eliminação pelas fezes. Para esses casos, recomenda-se o uso de contrastes hidrossolúveis.

Caso Celobar

Em 2003, a população brasileira acompanhou, alarmada, o noticiário sobre a morte de mais de 20 pessoas e intoxicação de várias outras após terem ingerido o produto Celobar, usado para fins de contraste em exames radiológicos. O Celobar é uma suspensão aquosa de Sulfato de Bário. Sais como o Sulfato de Bário e o Carbonato de Bário ($BaCO_3$) são pouco solúveis em meio aquoso de pH neutro e, considerando as baixas solubilidades em condições normais, essa dosagem não seria suficiente para atingir a dose mínima letal de 2 a 3 mg de Bário por quilo de tecido. Porém, no caso Celobar, o laboratório que produziu o composto o fez a partir de Carbonato de Bário.

Segundo a imprensa, a síntese do Sulfato de Bário teria sido feita pela simples adição de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) sobre o carbonato. É de conhecimento público que, pela análise feita no produto final, ele continha Carbonato de Bário. Em outras palavras, a reação do ácido com o carbonato não foi completa. Segundo o laudo emitido pela Fiocruz, para cada três íons de bário na forma de $BaSO_4$, havia, na suspensão, um íon bário na forma de Carbonato de Bário. Assim, ao ingerir o Celobar, na presença do Ácido Clorídrico (HCl) no estomago a 37 ºC, ocorreu a dissolução do Carbonato de Bário, liberando íons Ba^{2+}. Estes, ao entrarem em contato com as membranas celulares do trato digestivo, passaram para a corrente sanguínea alcançando todos os órgãos do corpo humano, levando ao envenenamento.

O mesmo não acontece com a suspensão de Sulfato de Bário, pois esta substância, além de ser menos solúvel em água, é também menos solúvel em meio ácido.

$$Ba^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow BaCO_3(s)$$

Kps = 5,0x10^{-9} S = 7,7 x10^{-5}

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$$

Kps = 1,1 x10^{-10} S = 1.05x10^{-5}

Casos mortais têm sido observados com uma simples dose de 4 gramas ou mais, ingeridas por adultos pesando 70kg.

Ultrassom x Raios-X no diagnóstico de câncer de mama

De acordo com o INCA, em 2018, 17.763 pessoas morreram de câncer de mama, sendo 17.572 mulheres e 189 homens e para 2020 há uma estimativa de 66.280 novos casos. O câncer de mama é um tumor maligno que se desenvolve pela multiplicação desordenada de células da mama. Há vários tipos dessa doença, podendo evoluir de formas diferentes, alguns se desenvolvem mais rapidamente, enquanto outros mais lentamente. Além disso, muitas são as causas possíveis que levam ao crescimento do tumor, sendo elas ambientais,

comportamentais, hormonais, genéticos entre outros. Por isso, além de buscar levar uma vida mais saudável, é também muito importante realizar exames periodicamente, como prevenção. Destes exames, os principais são a ultrassonografia e a mamografia, sendo que cada uma tem uma função específica para o diagnóstico.

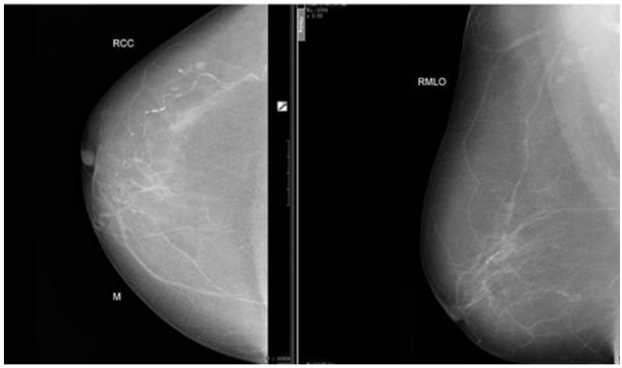
Ultrassom

A ultrassonografia é uma técnica de diagnóstico que gera imagem da forma, tamanho e textura dos órgãos avaliados a fim de identificar uma possível doença ou lesão. É muito eficaz na identificação e diagnóstico de doenças em tecidos moles e consiste na produção de ondas de alta frequência através de um cristal piezoelétrico (como quartzo), que é usado como transdutor. O cristal torna-se capaz de transmitir um sinal ultrassônico após ser aplicado um campo elétrico e funciona também como um detector, pois os ecos que voltam e geram um campo elétrico que forma a imagem do órgão observado.

Ultrassonografia x Mamografia

1) Mamografia: exame que utiliza Raios-x para produção imagens e avaliação das mamas por ser capaz de identificar nódulos e microcalcificações que indicam a formação de lesões benignas e cânceres. Além disso, pode detectar precocemente o câncer de mama, antes mesmo de ser identificado por meio da palpação.

Imagem 8: Mamografia com uma calcificação

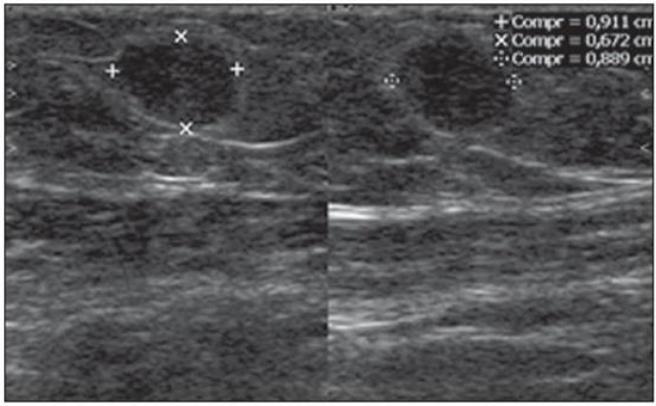


Fonte: Radiopaedia

2) Ultrassonografia: Ajuda a identificar lesões, como aquelas que podem ser palpadas, mas que não são visualizadas em mamografias ou em mulheres de tecido mamário denso. Torna mais fácil a distinção de nódulos dos cistos, sendo que o raio-x não distingue. Enquanto o

nódulo pode ser descrito como amontoado de células (um sólido), os cistos são bolsas de tecido cheio de ar, líquido ou pus.

Imagem 9: Ultrassom de uma mama que apresenta nódulo



Fonte: Radiologia Brasileira

Microcalcificações

São depósitos de cálcio que se mobilizam no sangue e, ao sofrer alterações no pH, fixam-se na forma de sais. Se identificados na mama, podem indicar a formação de um tumor benigno ou evoluir para um câncer em certas condições.

Os sais de cálcio são:

1) Oxalato de Cálcio dihidratado [$CaC_2O_2.2H_2O$]: calcificações ácidas, birrefringentes, de forma poliédricas;

2) Fosfato de Cálcio [$Ca_3(PO_4)_2$]: deposição em tecido necrosado ou produtos de secreção.

BIBLIOGRAFIA

Biasoli Júnior, A. M. Técnicas Radiográficas. Livraria e Editora Rúbio, Rio de Janeiro, 2006.

Tubino, M; Simoni, J. A. Refletindo sobre o caso celobar®. Quím. Nova, São Paulo, v.30, n.2, p.505-506, Abril de 2007.

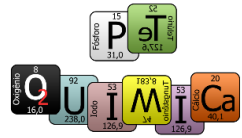
Sene, J. J. *et al*. Equilíbrio Químico de Sais Pouco Solúveis e o Caso Celobar. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 24, p. 43-45, nov. 2006.

Instituto Nacional do Câncer. Câncer de mama. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-mama>. Acesso em 08/09/2020

Djalma, J; Zanello, D. Ultra-som. Disponível em: <http://www.forp.usp.br/restauradora/us01.htm>. Acesso em 09/09/2020

Caetano, B. Ultrassom: O que é, para que serve e como é feito. Disponível em: <https://www.minhavida.com.br/saude/tudo-sobre/33366-ultrassom>. Acesso em: 09/09/2020

Nunes, I; Kazuto, C; Calvoso, R; Viscomi, F; Mendes, J. Calcificações mamárias: quando biopsiar? Revista da Associação Médica Brasileira, São Paulo, v.47, n.1, p. 10, março de 2001.



GRUPO PET QUIMICA

ANA DÉBORA SILVA ALMEIDA
DALTON MENDES DE ABREU
ELISSON MIQUÉIAS DA COSTA MONTEIRO
FRANCISCO TAIRONE LESSA DE OLIVEIRA
GABRIEL ALENCAR JULIÃO CABRAL
GEAN BARBOSA DE MELO
GUILHERME DE SANDES PARENTE
GUTHYERY PRADO DE OLIVEIRA COSTA
IAGO GABRIEL MEDEIROS NOBRE
LARISSA RODRIGUES JALES MARTINS
MATHEUS DOS SANTOS SILVA
PEDRO HENRIQUE MONTEIRO FARIAS
RAILSON SOUZA CHAGAS

TUTORA: MARIA DAS GRAÇAS GOMES

: http://www.petquimica.ufc.br

: @petquimicaufc