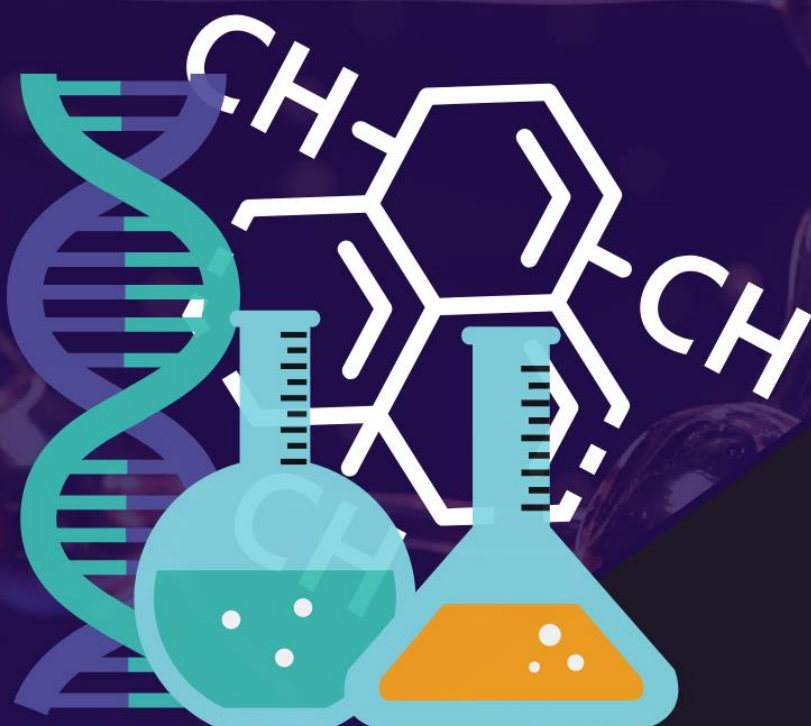


Interpretação de Exames em **Bioquímica Clínica**

Por **Giovani Lavieri**



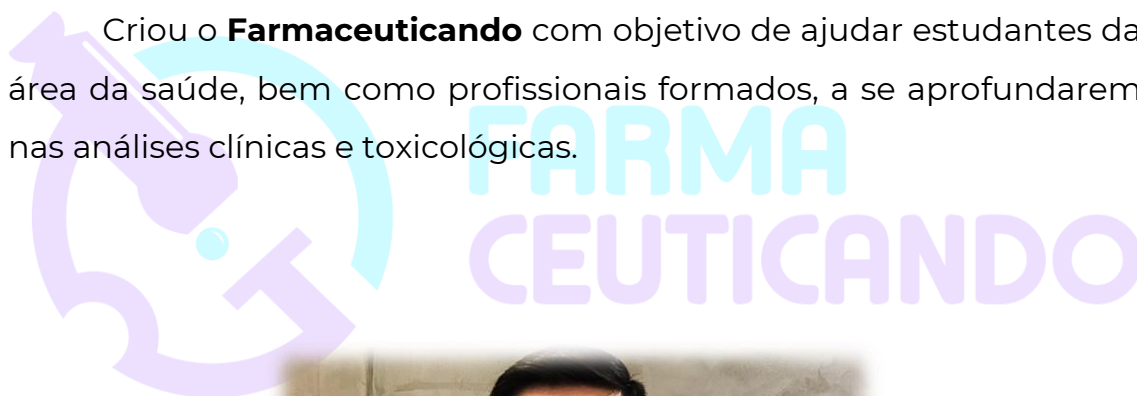
**FARMA
CEUTICANDO**

Sobre Giovani Lavieri

Giovani é farmacêutico, formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), especialista em Toxicologia Clínica e Forense pela Faculdade Unyleya e em Ciências Forenses e Perícia Criminal pela Universidade Potiguar (UnP).

Possui experiência nas análises clínicas, já atuou como farmacêutico bioquímico em laboratórios de grande rotina e é professor universitário desde 2016. Também atua como assessor científico.

Criou o **Farmacêuticoando** com objetivo de ajudar estudantes da área da saúde, bem como profissionais formados, a se aprofundarem nas análises clínicas e toxicológicas.



Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

Olá, tudo bem? Obrigado por adquirir o e-book **Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica**. Tenho certeza de que vai te ajudar bastante na sua jornada e você não vai ter mais dificuldades em interpretar os principais exames bioquímicos de uma rotina laboratorial!

Depois dá uma olhada no meu site, lá tem bastante conteúdo gratuito e outros e-books bem legais que eu preparei com muito carinho. Fiz alguns deles em parceria com colegas, ótimos profissionais. Para acessar o site, basta [clique aqui](#).

Se quiser, também tem meu Instagram [@farmaceuticando](#). Se depois de ler o e-book, você ficar com alguma dúvida ou se quiser saber mais sobre o conteúdo que eu preparo, fique à vontade para me chamar no [WhatsApp](#).

Quero te avisar que é **proibido** compartilhar o conteúdo desse e-book sem minha autorização. Sei que posso contar com você!

Bom, espero que aproveite bastante o material que preparei e, qualquer coisa, estou por aqui.

OBS**: Os valores de referência desse material são exemplos para orientação, apenas. Cada laboratório utiliza seus valores, de acordo com suas respectivas validações.

Todos os direitos reservados® ISBN: 978-65-995837-4-2

Sumário

1. Tubos de coleta.....	5
1.1 Citrato de sódio.....	6
1.2 Heparina.....	7
1.3 EDTA.....	7
1.4 Fluoreto de sódio + EDTA.....	8
1.5 Ativador de coágulo.....	8
1.6 Ativador de coágulo + Gel separador.....	8
1.7 Tubo sem aditivos.....	9
2 Soro e plasma.....	10
3 Interferentes pré-analíticos.....	11
4 Marcadores renais.....	15
4.1 Fisiologia renal.....	15
4.2 Sumário de urina.....	18
4.3 Dosagem de ureia.....	20
4.4 Dosagem de creatinina.....	22
4.5 Clearance de creatinina e TFG.....	24
5 Marcadores hepáticos.....	27
5.1 Fisiologia hepática.....	27
5.2 AST.....	28
5.3 ALT.....	30
5.4 GGT.....	32
5.5 Fosfatase alcalina.....	33
5.6 Bilirrubinas.....	35
5.7 Albumina.....	38
6 Metabolismo da glicose.....	39
6.1 Glicemia de jejum.....	42
6.2 Teste oral de tolerância à glicose.....	43
6.3 Hemoglobina glicada (HbA1c).....	44
7 Marcadores cardíacos.....	46

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

7.1	CKMB.....	47
7.2	Mioglobina.....	48
7.3	Troponinas.....	49
8	Metabolismo lipídico.....	50
8.1	Colesterol total.....	53
8.2	HDL.....	54
8.3	LDL.....	55
8.4	Triglicérides e VLDL.....	56
9	Marcadores pancreáticos.....	58
9.1	Amilase.....	59
9.2	Lipase.....	60
10	Equilíbrio hidroeletrólítico.....	61
10.1	Sódio.....	62
10.2	Magnésio.....	63
10.3	Potássio.....	64
10.4	Cloreto.....	66
11	Equilíbrio ácido-base.....	67
11.1	pH.....	69
11.2	pO ₂	70
11.3	pCO ₂	71
11.4	Bicarbonato.....	72
11.5	BE.....	73
11.6	sO ₂	74
11.7	Como interpretar a gasometria arterial?.....	75
12	Referências.....	76

1. Tubos de coleta

A coleta adequada é fundamental para garantir a qualidade da amostra e, conseqüentemente, um resultado preciso e confiável. Existem diversos tipos de tubos de coleta e cada um deles serve para um determinado tipo de exame. Tudo vai depender do objetivo da análise e do tipo de amostra necessária. Por exemplo, na hematologia, utilizamos o sangue total (porque não há separação das porções do sangue). Para realizar os exames da bioquímica, imunologia e hormônios, utilizamos o soro. Como são tipos de amostras diferentes, cada uma exige um tubo específico para a sua análise. Vamos entender melhor a seguir.

Vale ressaltar que a coleta ideal é realizada com tubos a vácuo, para garantir a segurança do paciente, do profissional responsável pela coleta e também da qualidade da amostra, já que evita interferentes que podem levar a um resultado alterado. Além disso, devemos ficar atentos à quantidade de amostra coletada, uma vez que a proporção correta entre aditivo e sangue deve ser respeitada para que não haja interferências consideráveis.

Cada tubo tem uma tampa com uma cor específica e padronizada, exatamente para evitar qualquer erro. Geralmente, os tubos contêm aditivos que podem inibir a coagulação (anticoagulantes) ou estimular a mesma (ativador de coágulos).

Vamos conhecer um pouco sobre cada um deles?

Cor da tampa	Aditivo	Ação do aditivo	Tipo de amostra	Aplicação do tubo
Azul	Citrato de Sódio	Anticoagulante	Plasma	Testes de coagulação (TP, TTP, Fibrinogênio)
Vermelho	Ativador de coágulo	Pró-coagulante	Soro	Testes de bioquímica, imunologia e hormônios
Amarelo	Ativador de coágulo + gel separador	Pró-coagulante	Soro	Testes de bioquímica, imunologia e hormônios
Verde	Heparina	Anticoagulante	Plasma	Testes de bioquímica
Roxo/Lilás	EDTA	Anticoagulante	Sangue total	Testes de Hematologia
Cinza	Fluoreto + EDTA	Anticoagulante	Plasma	Glicose, lactato e hemoglobina glicada
Preto	Citrato de Sódio	Anticoagulante	Sangue total	VHS
Branco	Nenhum	-	-	Transporte de amostras

Tabela 1. Tipos de tubos de coleta, cores, aditivos e objetivos de cada um.

1.1. Citrato de Sódio

O tubo da tampa **azul** contém o anticoagulante citrato de sódio a 3,2%, um agente quelante que sequestra o cálcio, componente importante na cascata da coagulação. Sem cálcio, não há coagulação.

Esse tubo é utilizado em testes da coagulação, como Tempo de Protrombina (TP), Tempo de Tromboplastina Parcial (TTP) e fibrinogênio. As diferenças de concentração do citrato podem ter

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

efeitos significativos em pacientes que fazem tratamento com varfarina, por exemplo.

No tubo de tampa **preta**, o citrato de sódio a 3,8% é usado para o teste de velocidade de hemossedimentação (VHS).

1.2. Heparina

O tubo da tampa **verde** possui heparina jateada em sua parede. A heparina é um anticoagulante natural que impede a conversão da protrombina em trombina. Sendo assim, a coagulação não ocorre porque a cascata é interrompida.

Esse tubo é utilizado em testes bioquímicos realizados no plasma, quando há essa necessidade. Lembrando que a heparina também é o anticoagulante de escolha para as gasometrias (embora essa amostra seja coletada diretamente na seringa heparinizada, e não no tubo).

1.3. EDTA

O EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) é o anticoagulante utilizado para os testes da hematologia, principalmente o hemograma. Ele também age como agente quelante do cálcio, impedindo a cascata da coagulação. Está presente nos tubos de tampa **roxa** ou **lilás**.

É o aditivo de escolha para a hematologia porque é o que consegue preservar a morfologia das células por mais tempo. A proporção de EDTA interfere diretamente na qualidade da amostra. Quando há pouco sangue e muito EDTA, as hemácias podem sofrer algumas alterações de tamanho e forma. Quando existe muito sangue

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

e pouco EDTA, pode ocorrer formação de micro coágulos dentro do tubo.

1.4. Fluoreto de Sódio + EDTA

O fluoreto de sódio é um inibidor glicolítico, aumentando a estabilidade da glicose, conservando-a por mais tempo. É utilizado nas dosagens de glicose, lactato e hemoglobina glicada. A cor da tampa do tubo é **cinza**.

1.5. Ativador de Coágulo

O tubo de tampa **vermelha** possui um ativador de coágulo em sua parede, serve para acelerar a coagulação através do estímulo da liberação do fator de coagulação pelas plaquetas.

Esse tubo é usado para obtenção do soro, principal amostra dos testes bioquímicos e sorológicos.

1.6. Ativador de Coágulo + Gel Separador

O gel separador impede o contato do coágulo com o soro, após centrifugação da amostra, garantindo uma melhor qualidade da amostra.

Esse tubo de tampa **amarela** também é utilizado em testes bioquímicos e sorológicos.

1.7. Tubo sem Aditivos

O tubo da tampa branca não possui nenhum aditivo e serve apenas para transportar amostras, como soro ou líquido cefalorraquidiano.

Além de coletarmos a amostra no tubo correto, dependendo do objetivo da análise, a ordem de coleta também importa. Sendo assim, devemos seguir uma ordem específica para evitar contaminação ou qualquer outro interferente.

Por exemplo: se coletarmos a vácuo com um tubo de heparina antes de coletarmos com citrato de sódio ou ativador de coágulo, pode haver uma contaminação por heparina nesses outros tubos, o que poderia ocasionar alterações nos resultados. A ordem correta dos tubos é demonstrada a seguir:

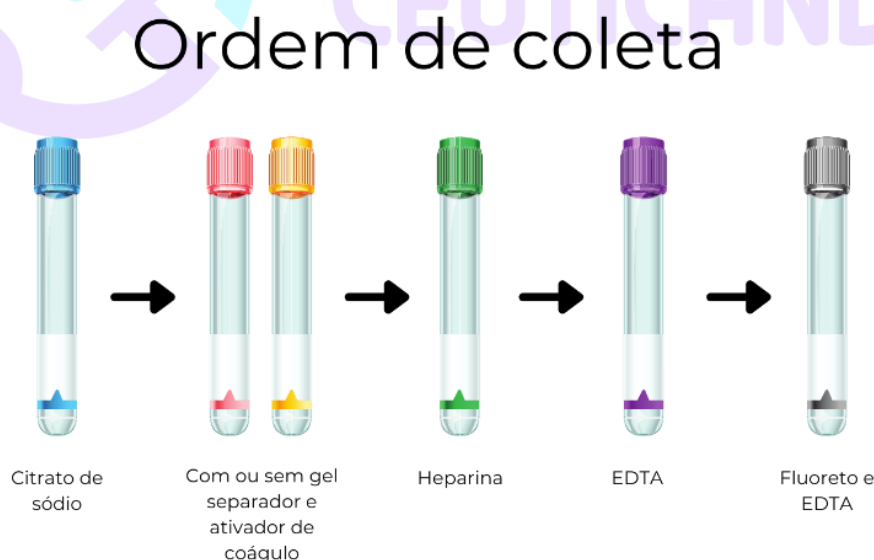


Figura 1. Ordem correta de coleta.

2. Soro e Plasma

É importante entender a diferença entre soro e plasma. O sangue que corre em nossas veias é dividido em duas porções: plasma e células. Esse plasma é composto por água, sais minerais, proteínas, vitaminas, hormônios...**fibrinogênio** e **fatores de coagulação**.

E é exatamente essa a diferença entre soro e plasma: a presença de fibrinogênio e fatores de coagulação. Quando a coleta é feita em tubos que contenham anticoagulantes, o tipo de amostra é **plasma**, porque ainda existe fibrinogênio e fatores de coagulação que não foram consumidos, já que não teve formação de coágulo. Na ausência de anticoagulante, a amostra coagula e todos os fatores de coagulação são consumidos, junto do fibrinogênio, então temos **soro**.



Figura 2. Representação da diferença entre soro e plasma.

Agora ficou fácil, né? Aposto que nunca mais vai esquecer dessa dica!

3. Interferentes pré-analíticos

Muitos fatores podem interferir na qualidade da amostra e, por consequência, nos resultados dos exames. Esses interferentes costumam ser pré-analíticos, ou seja, acontecem antes de a amostra ser analisada. Temos os interferentes exógenos (que não são naturais do organismo) e os endógenos (são substâncias naturais do organismo).

Dentre os fatores exógenos, temos a presença de medicamentos, drogas de abuso, aditivos dos tubos de coleta, transporte e armazenamento inadequados, coleta inadequada (tempo de garroteamento, “tapinhas” no braço para sentir a veia) e contaminações externas. Outros fatores como atividade física intensa, jejum inadequado, ingestão de bebidas alcoólicas e tabagismo também podem ocasionar resultados alterados.

Por outro lado, os fatores endógenos incluem hemólise (quebra das hemácias), icterícia (presença de grande quantidade de bilirrubinas) e lipemia (aumento de lipídios e gorduras).

A **hemólise** é o rompimento das hemácias, que pode ocorrer por conta de uma coleta inadequada, vasos sanguíneos frágeis, tempo de garroteamento excessivo e processamento, armazenamento ou transporte inadequados da amostra. Esse rompimento faz com que o conteúdo interno da célula seja liberado na corrente sanguínea, podendo aumentar a concentração de alguns analitos, como LDH (desidrogenase láctica), potássio, bilirrubinas (por causa da degradação da hemoglobina) e transaminases, fazendo com que o soro fique com aspecto avermelhado. Dependendo do grau de hemólise, os resultados

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

serão mais afetados ou menos afetados. Temos hemólise leve, moderada ou acentuada. Nesse último grau, a amostra deve ser descartada e o ideal é realizar uma nova coleta, tomando todos os cuidados necessários.



Figura 3. Graus de hemólise em amostras de soro. Fonte: Diagnósticos do Brasil.

Uma amostra **lipêmica** tem aspecto turvo, podendo chegar a ser leitoso. Isso acontece pelo aumento de lipídios na corrente sanguínea (quilomícrons e triglicerídeos), normalmente por causa de jejum inadequado. Quanto mais triglicerídeos na corrente sanguínea, mais turvo o soro fica. Em dosagens de colesterol e triglicerídeos, essa turbidez interfere no resultado e a amostra deve ser diluída para que a análise seja realizada.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

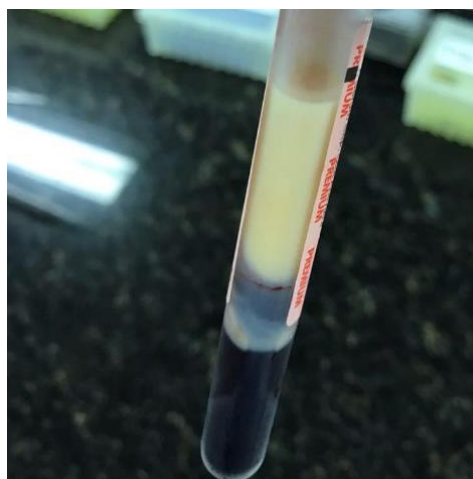


Figura 4. Soro lipêmico em paciente com hipertrigliceridemia hereditária (Tri > 3.000 mg/dL).

Um soro **ictérico** varia entre um tom de amarelo escuro e marrom e se deve ao fato de ter um aumento de bilirrubinas na corrente sanguínea. Isso normalmente acontece em pacientes que apresentam problemas hepáticos, porque não conseguem metabolizar adequadamente a bilirrubina, fazendo com que a mesma se acumule na corrente e sanguínea e nos tecidos (pele e esclera dos olhos), deixando-os amarelados. A bilirrubina é um produto de degradação da hemoglobina presente nos eritrócitos. Quando o paciente apresenta um quadro de doença hemolítica, por exemplo, a icterícia também pode estar presente.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri



Figura 5. Representação das principais interferências na análise laboratorial: soro normal (1), soro hemolisado (2), soro ictérico (3) e soro lipêmico (4). Fonte: Hidden Beauty: Exploring the Aesthetics of Medica.



**FARMA
CEUTICANDO**

4. Biomarcadores renais

4.1 Fisiologia renal

Os rins são responsáveis, principalmente, por filtrar o sangue e eliminar substâncias tóxicas ao nosso organismo. São órgãos vitais fundamentais para manter a pressão arterial, produzir hormônios e estimular a produção de hemácias ou glóbulos vermelhos (através da produção de eritropoetina).

Essas substâncias nocivas são excretadas através da urina, que é produzida nos rins a partir da filtração do sangue (Figura 6). Essa filtração ocorre nos glomérulos, que são um conjunto de vasos capilares, envolvidos pela Cápsula de Bowman e se encontram no néfron (unidade funcional do rim). A pressão arterial “empurra” o sangue contra um sistema de membranas celulares e poros, que funcionam como um filtro, onde macromoléculas de alto peso molecular (proteínas, por exemplo) são retidas, pois devem ser preservadas no organismo. Água, eletrólitos e moléculas menores e provenientes de metabolismo são eliminadas na forma de urina.

O líquido que atravessa o glomérulo e chega aos túbulos renais é chamado de ultrafiltrado. Em termos de composição e volume produzido, esse líquido não está pronto para ser eliminado. A filtração é um processo constante e o fluxo sanguíneo renal é de aproximadamente 1 litro por MINUTO. Esse volume é muito maior que o volume urinário de um adulto sadio, em condições habituais, que é cerca de 1 a 2 litros por DIA! O que acontece com o ultrafiltrado para que seu volume seja reduzido até o volume que é excretado como urina? Esse

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

filtrado precisa ser concentrado através dos processos de reabsorção e secreção que ocorrem nos túbulos renais.

Além da filtração, temos também a reabsorção, que ocorre nos túbulos renais, fazendo com que algumas substâncias importantes retornem para a corrente sanguínea, como água, glicose, aminoácidos, entre outras. Com isso, os rins evitam a eliminação de substâncias necessárias ao organismo. É importante salientar que os túbulos renais apresentam uma capacidade reabsortiva máxima e algumas substâncias em alta concentração podem ultrapassar essa capacidade e aparecer na urina. Essa capacidade reabsortiva máxima pode ser compreendida como o limiar renal de reabsorção. A glicose, um carboidrato importante como fonte de energia, é filtrada e reabsorvida no túbulo proximal. O limiar renal para a glicose é de 160 a 180mg/dL, em concentrações elevadas a glicose não é completamente reabsorvida. Isso explica o aparecimento comum da glicose na urina de pacientes diabéticos.

A secreção tubular consiste na passagem de substâncias do sangue dos capilares peritubulares para o sistema de túbulos renais, onde poderão ser excretadas. A secreção serve para a remoção de resíduos celulares que não são filtrados pelos glomérulos. Além disso, o mecanismo de secreção é importante na eliminação de fármacos ligados às proteínas plasmáticas, uma vez que estas são dificilmente filtradas. Uma função muito importante da secreção é na manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo, pois esse é o principal mecanismo de regulação dos íons hidrogênio.

Cerca de 180 litros de plasma é filtrado nos glomérulos por dia e, com os processos de reabsorção (mais importante) e secreção, esse volume é convertido em cerca de 1,5 litro de urina final.

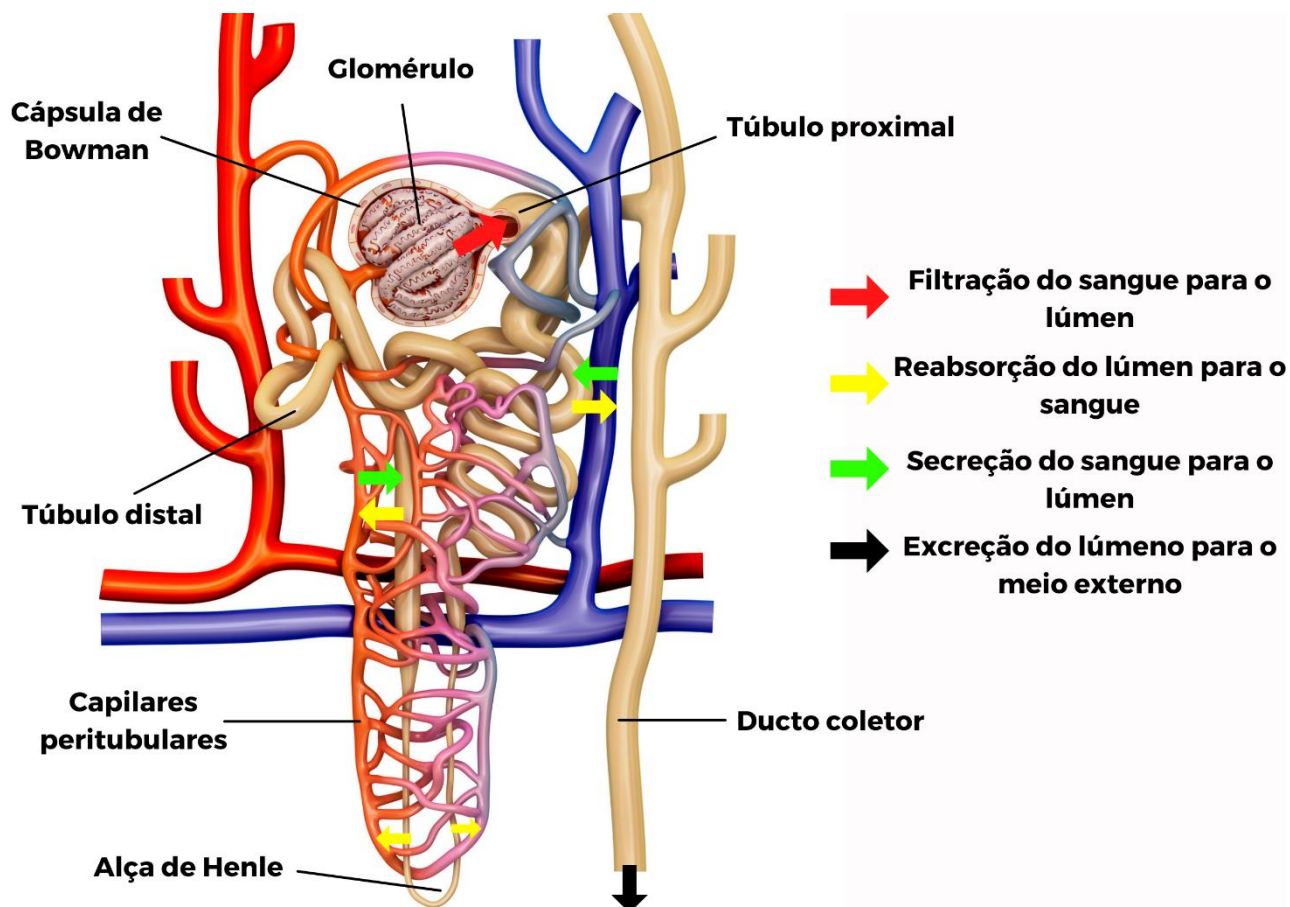


Figura 6. Formação da urina nos rins.

Para avaliar a função renal, alguns exames são imprescindíveis. São eles: urina de rotina (sumário de urina ou EAS), dosagens de creatinina, ureia e ácido úrico, *clearance* de creatinina, proteinúria de 24 horas e microalbuminúria.

Vamos estudar um pouco de cada um agora?

4.2 Sumário de urina

Esse exame avalia a urina física e quimicamente, além de nos revelar muita coisa durante a análise do sedimento urinário no microscópio.

A análise física da urina consiste em visualizar a cor e o aspecto, para determinar se existe algum tipo de alteração. O aspecto normal da urina é límpido, ou seja, translúcido, transparente. Caso haja presença de elementos anormais, a turbidez vai aumentando. Isso acontece quando temos uma infecção, sangramento, problemas renais, entre outras coisas. Com o aumento de células epiteliais, leucócitos e hemácias, a turbidez da urina também aumenta e ela se torna menos transparente.

A cor normal da urina é amarela clara, mas podemos observar alterações no tom de amarelo, ou até mesmo uma urina vermelha, verde, azul, laranja, marrom. Nem sempre é algo ruim, já que o uso de alguns medicamentos pode alterar a cor da urina. Por exemplo, o Cystex (antisséptico das vias urinárias) e o Pyridium (analgésico urinário) possuem corantes azul e laranja, respectivamente. Eles são eliminados pela urina e a coram nessas tonalidades. Em relação aos tons de amarelo, quanto mais claro, mais diluída a urina, e quanto mais escuro, mais concentrada a urina. Isso pode indicar que o indivíduo bebe pouca ou muita água durante o dia. No caso de pacientes diabéticos, pode haver diluição da urina por conta do aumento de ingestão de água.

A análise química da urina se dá através do uso das tiras reativas, que são compostas por substâncias químicas que reagem com elementos urinários, fazendo com que haja alteração na cor da tira.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

Normalmente, cada almofadinha da tira reativa é responsável por avaliar um parâmetro urinário. Temos: leucócitos, nitrito, urobilinogênio, proteínas, pH, sangue, densidade, corpos cetônicos, bilirrubina e glicose. Caso haja alteração em algum desses parâmetros, a cor da almofada muda e podemos identificar e quantificar.

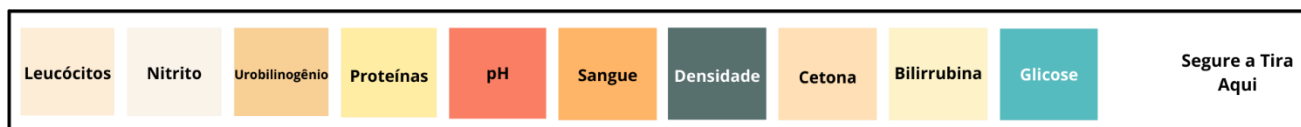


Figura 7. Exemplo de tira reativa de urina.

A sedimentoscopia é realizada no microscópio e avalia os elementos urinários presentes. Após a coleta e as análises física e química, a urina deve ser centrifugada a uma baixa rotação (para evitar destruição dos elementos presentes) e o sobrenadante deve ser descartado. O sedimento urinário é colocado em uma lâmina e analisado no microscópio.

Podemos observar elementos comuns em pequenas quantidades, como células epiteliais escamosas e alguns leucócitos. Porém, em grandes quantidades, podem ser indicativos de algo mais grave, como infecções, presença de cálculos renais ou problemas mais sérios. Além disso, também podemos encontrar:

- Hemácias, quando há algum sangramento ou lesão dos túbulos renais;
- Cristais urinários, como oxalato de cálcio, ácido úrico, fosfato triplo amoníaco magnésiano, entre outros;
- Cilindros urinários, como hialino, graxo, leucocitário, céreo, granuloso, hemático e misto;
- Fungos e bactérias;
- Outros elementos.

4.3 Dosagem de ureia

A ureia é um composto nitrogenado não proteico (o principal do sangue) e pode ser formada no fígado, durante o ciclo da ureia, a partir de gás carbônico e amônia. A amônia é uma substância originada a partir da degradação de proteínas e é tóxica para o nosso organismo, por isso deve ser rapidamente convertida em ureia para ser eliminada.

O ciclo da ureia acontece em duas etapas: inicialmente, nas mitocôndrias dos hepatócitos e, posteriormente, no citoplasma dos mesmos. Primeiro, ocorre a união do grupo amônia com o bicarbonato, uma reação catalisada pela enzima carbamoil-fosfato sintetase e que consome duas moléculas de ATP, dando origem ao carbamoilfosfato. Depois disso, ocorre a união do carbamoilfosfato com a ornitina, originando a citrulina. Essa reação é catalisada pela enzima ornitina-transcarbamilase. A citrulina, por sua vez, é levada ao citoplasma, se liga ao aspartato pela ação da enzima arginino-succinato sintetase, originando argininosuccinato, consumindo uma molécula de ATP. Essa molécula é quebrada pela ação da arginino-succinato liase, gerando arginina (aminoácido) e fumarato. A enzima arginase quebra a molécula de arginina, que é convertida em ureia e libera uma ornitina, a qual participará de um novo ciclo.

A ureia, então, cai na corrente sanguínea, onde pode ser dosada, e é levada aos rins para ser excretada pela urina.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

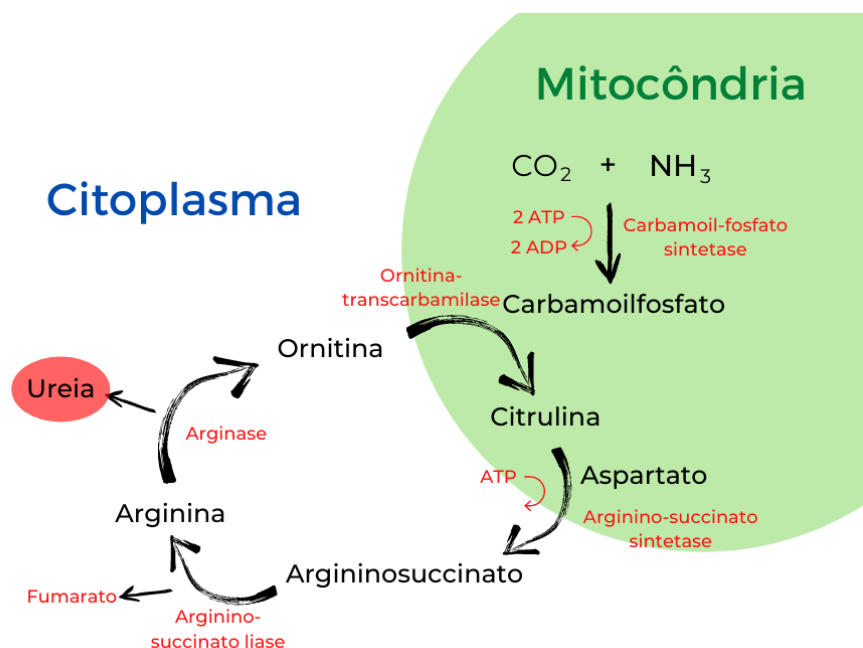


Figura 8. Ciclo da ureia.

Sendo assim, a ureia está presente em nossa circulação sanguínea, mas deve ser excretada através da urina.

- Os valores normais de ureia séricos (presentes no sangue) variam entre 15 – 45 mg/dL (para homens e mulheres).

Quando o paciente apresenta uma doença renal, a função dos rins diminui e conseqüentemente a filtração é ineficaz. Sendo assim, os metabólitos, que deveriam ser excretados, permanecem na corrente sanguínea e os valores séricos aumentam. Por isso, devemos ficar atentos:

- Valores > 45 mg/dL: pode ocorrer em casos de nefrites, insuficiência renal aguda e crônica, obstruções do trato urinário (cálculos renais), dieta hiperproteica.
- Valores < 15 mg/dL: pode ocorrer em casos de gravidez, desnutrição ou dieta hipoproteica.

4.4 Dosagem de creatinina

A creatinina é produto do metabolismo da creatina, proteína presente nos músculos. Sendo assim, ela se torna proporcional à massa muscular do indivíduo. Normalmente os homens têm maior massa muscular do que as mulheres e, por isso, o valor de referência da creatinina é mais alto para os homens.

A creatina é sintetizada no fígado e transportada para o tecido muscular, onde é convertida em creatina-P (creatinofosfato), um composto de alta energia. De maneira praticamente constante, a creatinina é liberada dos tecidos para o plasma, depois é filtrada nos glomérulos e não sofre reabsorção. Existe uma pequena quantidade de creatinina secretada nos túbulos renais para ser excretada na urina.

Seguindo o mesmo princípio da ureia, a creatinina se eleva no plasma quando a filtração dos rins está comprometida. Sendo assim, é um marcador usado para avaliar a função renal dos pacientes. A creatinina é mais específica do que a ureia na avaliação da função glomerular, porém, menos sensível em doenças precoces. O ideal é utilizar ambas as dosagens para avaliar o quadro.

Os valores normais de referência variam entre homens e mulheres:

- Homens: 0,7 – 1,3 mg/dL.
- Mulheres: 0,6 – 1,1 mg/dL.
- Valores acima do normal podem indicar doenças renais, como insuficiência renal aguda ou crônica ou obstrução do trato urinário (cálculo renal);

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

- Valores abaixo do normal podem indicar, por exemplo, desnutrição com diminuição da massa muscular.
- *OBS: Pessoas com massa muscular maior do que o normal, tendem a ter um nível sérico de creatinina mais elevado, mas isso não significa que seja um problema, já que o valor de referência dessas pessoas deve ser considerado mais alto também. É o caso de praticantes de fisiculturismo.*

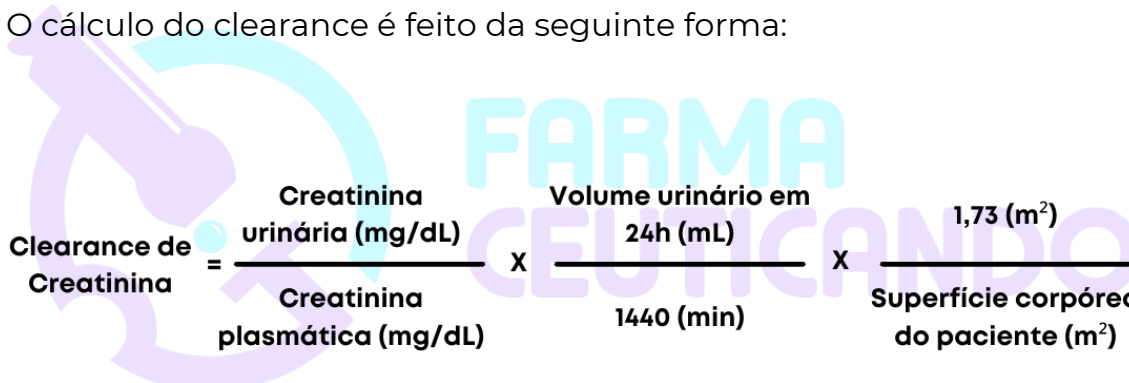


**FARMA
CEUTICANDO**

4.5 Clearance de creatinina e TFGe

Para entendermos esse tópico, primeiro precisamos saber o que significa *clearance*. Bom, o clearance nada mais é do que a quantidade de plasma sanguíneo purificado de determinada substância, no caso, a creatinina. Ou seja, a quantidade de plasma que fica livre de creatinina. Também podemos chamar de depuração da creatinina.

Tendo isso em mente, conseguimos entender do que se trata o clearance de creatinina. Esse exame é pedido com uma coleta de urina de 24 horas, onde o paciente vai coletar todas as urinas durante um dia inteiro, em um frasco apropriado para isso, fornecido pelo laboratório. O cálculo do clearance é feito da seguinte forma:



$$\text{Clearance de Creatinina} = \frac{\text{Creatinina urinária (mg/dL)}}{\text{Creatinina plasmática (mg/dL)}} \times \frac{\text{Volume urinário em 24h (mL)}}{1440 \text{ (min)}} \times \frac{1,73 \text{ (m}^2\text{)}}{\text{Superfície corpórea do paciente (m}^2\text{)}}$$

Portanto, precisamos dosar a creatinina plasmática, a creatinina urinária, medir o volume urinário dentro das 24 horas e medir a superfície corpórea do paciente (de acordo com peso e altura). O valor de 1440 equivale aos minutos dentro de um dia. E 1,73 m² é um valor fixo, que representa a média da superfície corpórea de um adulto. Com isso, conseguimos calcular o clearance de creatinina.

Porém, existem fatores que interferem nesse processo, uma vez que a creatinina é filtrada pelos rins, não sofre reabsorção, mas uma quantidade (entre 10 e 40%) é secretada nos túbulos renais. Então não

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

temos como afirmar um resultado com certeza absoluta. Além disso, muitos pacientes não fazem a coleta corretamente.

Os valores de referência para o clearance de creatinina são:

- 70 a 140 mL/min/1,73m² para crianças;
- 88 a 128 mL/min/1,73m² para mulheres;
- 97 a 137 mL/min/1,73m² para homens;
 - Os valores podem aumentar em casos de exercícios físicos intensos, por exemplo, e gravidez;
 - E podem estar diminuídos quando estão associados a doenças renais, hipertensão, anemia, etc.;
 - OBS: os valores diminuem gradativamente com o tempo.

A Taxa de Filtração Glomerular estimada (TFGe) é, hoje, umas das maneiras mais usadas para diagnosticar doenças renais em adultos e pode ser calculada a partir da idade, gênero e creatinina plasmática. Alguns cálculos também utilizam peso, como é o caso da equação de Cockcroft-Gault. A TFG também diminui gradativamente com o tempo e é utilizada para verificar o funcionamento dos rins. Caso os valores estejam alterados de alguma maneira, pode indicar alguma doença renal, já que a capacidade de filtração estará prejudicada.

Os valores de referência da TFG são:

- ≥ 90 mL/min/1,73m²;

Podemos classificar a função renal em 5 estágios:

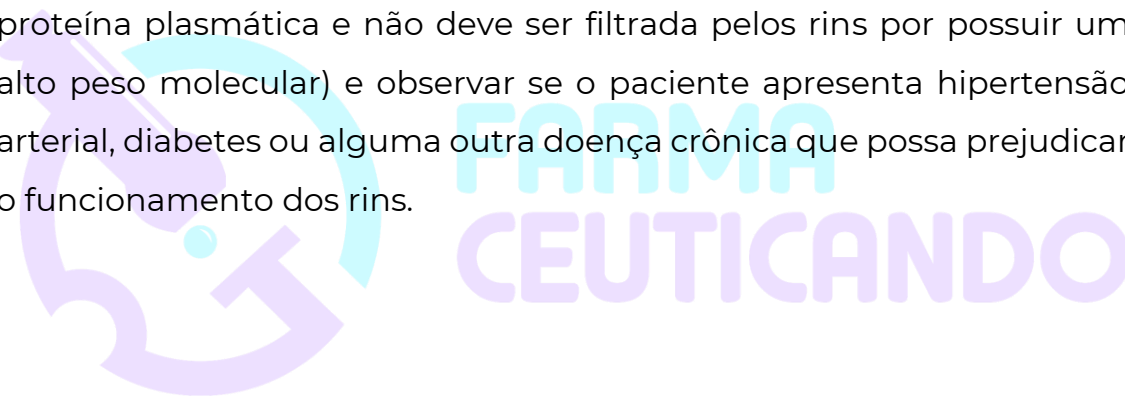
- **Estágio 1:** Quando a TFGe está normal (≥ 90 mL/min/1,73m²);
- **Estágio 2:** Discreta diminuição da TFGe (60 – 89 mL/min/1,73m²)
 - só deve ser considerada doença renal crônica se houver

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

albuminúria (liberação de albumina na urina), hematúria (liberação de sangue na urina) e/ou alguma anomalia estrutural do rim;

- **Estágio 3:** Diminuição leve a moderada da TFGe (30 – 59 mL/min/1,73m²);
- **Estágio 4:** Diminuição grave da TFGe (15 – 29 mL/min/1,73m²);
- **Estágio 5:** Insuficiência renal avançada (<15 mL/min/1,73m²) – paciente necessita de hemodiálise.

Outros exames complementares devem ser realizados para auxiliar no diagnóstico da doença crônica. Além das repetições por 3 meses da TFGe, também deve-se dosar a albuminúria (albumina é uma proteína plasmática e não deve ser filtrada pelos rins por possuir um alto peso molecular) e observar se o paciente apresenta hipertensão arterial, diabetes ou alguma outra doença crônica que possa prejudicar o funcionamento dos rins.



5. Biomarcadores hepáticos

5.1. Fisiologia hepática

O fígado é um órgão complexo e multifuncional de extrema importância para o bom funcionamento do organismo. Dentre suas principais funções, podemos citar:

- Regulação do metabolismo de diversos nutrientes;
- Síntese de proteínas como a albumina, fibrinogênio e fatores da coagulação;
- Produção de enzimas importantes para o metabolismo;
- Reserva energética (armazena glicose na forma de glicogênio);
- Armazenamento de vitaminas (A, B12, D, E, K) e ferro;
- Secreção de bile, que auxilia na quebra de gorduras no intestino;
- Metabolização de fármacos e outras substâncias que possam ser tóxicas;
- Síntese de colesterol.

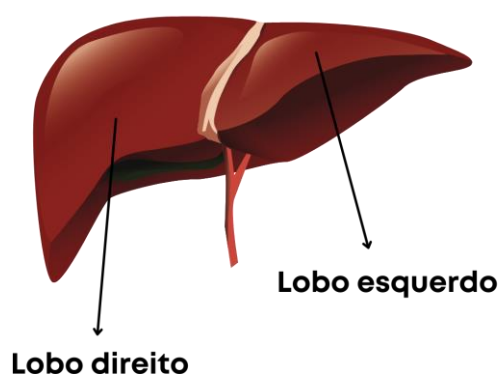


Figura 9. Representação do fígado.

5.2. AST

A AST (aspartato aminotransferase), também conhecida como TGO (transaminase glutâmico oxalacética) é uma enzima responsável por catalisar a seguinte reação:

Aspartato + Alfacetoglutarato = Oxaloacetato + Glutamato

Está presente em alguns tecidos do organismo, como fígado (mitocôndrias dos hepatócitos), músculo cardíaco, rins, músculo esquelético, pâncreas e interior das hemácias. Sendo assim, não é um marcador totalmente específico do fígado. Essa enzima é liberada na corrente sanguínea quando há lesão de algum desses tecidos. As células se rompem e liberam seu conteúdo interno, aumentando os níveis séricos de AST. Porém, praticamente metade de AST está presente nos hepatócitos, ou seja, quando há lesão hepática, os níveis de AST tendem a ser mais altos.

Os valores de referência para esse teste são:

- Até 31 U/L para mulheres;
- Até 37 U/L para homens;
- O aumento nos níveis de AST podem ocorrer em diversos casos, como:
 - Hepatites;
 - Lesão da musculatura esquelética;

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

- Infarto agudo do miocárdio (AST aumenta entre 8 e 12h após o infarto e atinge um pico entre 24 e 48h após o infarto; e vai diminuindo gradativamente por alguns dias);
 - *OBS: AST não costuma ser usada como diagnóstico de infarto, já que existem marcadores bem mais sensíveis e específicos, como veremos nos próximos capítulos.*
- Icterícia obstrutiva;
- Pancreatite aguda;
- Cirrose hepática (nesse caso, $AST > ALT$).



**FARMA
CEUTICANDO**

5.3. ALT

A ALT (alanina aminotransferase), antes chamada de TGP (transaminase glutâmico pirúvica) é uma enzima que catalisa a reação:



Essa enzima está predominantemente presente no tecido hepático, isso faz com que sua dosagem seja mais específica do que a dosagem de AST. O aumento dos níveis de ALT no sangue são bem expressivos em lesões hepáticas agudas, como nas hepatites.

Os níveis normais de ALT são:

- Até 31 U/L para mulheres;
- Até 41 U/L para homens;
- O aumento de ALT pode indicar:
 - Hepatite viral;
 - Hepatite tóxica;
 - Cirrose;
 - Mononucleose infecciosa;
 - Icterícia obstrutiva.

A relação entre AST e ALT pode auxiliar bastante no diagnóstico de doenças hepáticas. Por exemplo, na cirrose, há uma lesão mitocondrial mais intensa, e como a AST é de origem mitocondrial,

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

podemos encontrar níveis de AST maiores do que os níveis de ALT (o dobro ou mais). Enquanto que nos casos de hepatite, a ALT (cuja origem é citoplasmática) deverá apresentar uma elevação mais acentuada, cerca de 20% maior que AST. Resumindo:

- $AST > ALT$ quando há lesões mais graves, em doenças crônicas;
- $ALT > AST$ quando há lesões menos profundas, em doenças agudas.



**FARMA
CEUTICANDO**

5.4. GGT

A gama glutamil transferase, conhecida como GGT ou Gama-GT, é uma enzima responsável por catalisar a transferência de aminoácidos e peptídeos que contém o grupo gama glutamil por meio das membranas celulares. Pode ser encontrada nos rins, pâncreas, baço, entre outros tecidos, mas está presente predominantemente nos ductos biliares do sistema hepatobiliar. Sendo assim, é um marcador específico de obstruções destes locais, podendo haver aumento de 20 a 30 vezes em relação aos valores normais.

Os valores normais de Gama-GT variam entre:

- 5 a 39 U/L para mulheres;
- 7 a 58 U/L para homens;
- O aumento de GGT no sangue pode acontecer nos seguintes casos:
 - Colestase;
 - Icterícia obstrutiva;
 - Alcoolismo (o uso de álcool estimula sua liberação);
 - Doenças pancreáticas associadas a obstrução hepatobiliar.

5.5. Fosfatase alcalina

A fosfatase alcalina (ALP) é uma enzima que faz a desfosforilação (retirada de grupos fosfato) de diversas moléculas no organismo. É produzida, principalmente, no fígado e osteoblastos, excretada pela bile e também pode ser encontrada nos canalículos biliares. Além de marcador hepático, é um marcador de doenças ósseas e podemos observar aumento em fraturas, por exemplo, e em crianças com atividade elevada de osteoblastos.

Os valores normais de ALP dependem da idade:

- 27 – 100 U/L em adultos;
- 75 – 390 U/L em crianças;
- Pode ocorrer elevação de ALP nos seguintes casos:
 - Obstrução das vias biliares;
 - Doenças hepáticas, como cirrose, hepatites;
 - Fraturas ósseas;
 - Osteomalacia.
- Pode ocorrer diminuição de ALP nos seguintes casos:
 - Anemia perniciosa;
 - Desnutrição;
 - Hipofosfatemia.

A relação entre GGT e ALP é importante para avaliarmos a condição clínica do paciente em alguns casos específicos, por exemplo:

- No uso de álcool excessivo (cirrose ou hepatite alcoólica), os níveis de GGT ficam muito acima dos níveis de ALP.
- Durante a fase de crescimento de uma criança, a ALP se eleva no plasma, enquanto que a GGT permanece normal.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

Resumindo, em casos de problemas ósseos, a ALP fica elevada e a GGT permanece inalterada, mas em casos de doenças hepáticas de origem alcoólica, a GGT fica 2 a 5 vezes mais elevada que a ALP. Caso ambas estejam acima do valor normal, é indicativo de problema hepático.



**FARMA
CEUTICANDO**

5.6. Bilirrubinas

A bilirrubina é um pigmento responsável por auxiliar na quebra de gorduras no intestino. É formada a partir da degradação dos grupamentos *heme* das hemoglobinas, as quais são fagocitadas por macrófagos. Após separação das porções da hemoglobina, o anel porfirínico do grupo heme é convertido em biliverdina pela *heme-oxigenase* e, posteriormente, em bilirrubina indireta (não conjugada) pela *biliverdina-redutase*. A bilirrubina indireta é insolúvel e se liga fortemente à albumina, principal proteína plasmática, para poder ser transportada pelo sangue. No fígado, ela é captada e sofre conjugação por enzimas microssomais, passando a ser bilirrubina direta (conjugada), que é solúvel. É transportada para o intestino através do ducto biliar principal, onde exerce sua função e depois é excretada nas fezes.

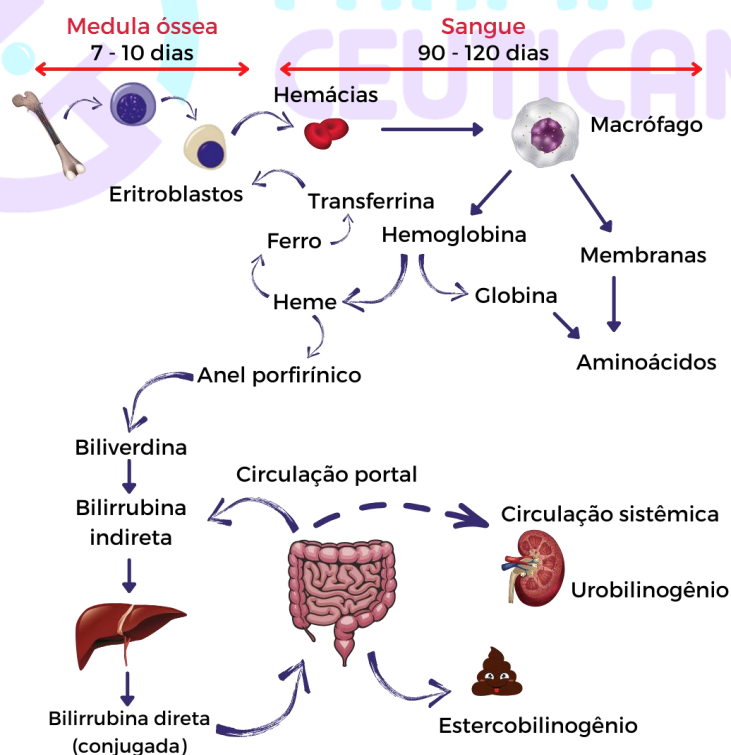


Figura 10. Formação da bilirrubina no organismo. Adaptado de “Tratado de Hematologia, 2014”.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

No plasma, podemos dosar a bilirrubina direta (BD) e a total (BT). Com esses dois valores, podemos calcular a bilirrubina indireta (BI):

$$\mathbf{BI = BT - BD}$$

O aumento dos níveis de bilirrubina é chamado de hiperbilirrubinemia e, por ser um pigmento, tem a capacidade de se concentrar em alguns tecidos (principalmente pele e esclera dos olhos), o que chamamos de icterícia. A bilirrubina tem cor amarelada e, na icterícia, os tecidos ficam com essa mesma coloração.



Figura 11. Icterícia: acúmulo de bilirrubina na esclera dos olhos e pele.

Várias situações podem causar hiperbilirrubinemia. Os valores de referência das bilirrubinas são:

- Bilirrubina direta: até 0,4 mg/dL;
 - O aumento pode estar associado à colestase, icterícia obstrutiva, hepatites, cirrose, carcinoma metastático.
- Bilirrubina indireta: até 0,8 mg/dL;

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

- Normalmente, a elevação da porção indireta está relacionada a doenças hemolíticas, onde há uma grande quantidade de hemácias sendo quebradas e liberando conteúdo de hemoglobina. Podemos observar na icterícia fisiológica do recém-nascido também.
- Bilirrubina total: até 1,2 mg/dL.

É comum a presença de icterícia em recém-nascidos. O problema é que a bilirrubina em excesso pode atravessar a barreira hematoencefálica, podendo danificar o sistema nervoso do bebê. Por isso, a fototerapia é bastante usada para tratar esse problema. A luz usada faz com que haja alteração na molécula da bilirrubina, tornando-a mais hidrossolúvel e fácil de ser eliminada.



**FARMA
CEUTICANDO**

5.7. Albumina

A albumina é a principal proteína plasmática (corresponde a cerca de 60% do total de proteínas plasmáticas), é responsável por manter o equilíbrio osmótico nos vasos sanguíneos e por transportar diversas substâncias no sangue. É produzida no fígado, portanto serve como marcador hepático.

Quando a função hepática está comprometida, a tendência é que haja uma diminuição na produção de albumina. Além disso, também serve para avaliar a função renal, como já foi dito anteriormente. Os glomérulos devem filtrar água e substâncias pequenas para serem excretadas. Proteínas são macromoléculas e não devem ser eliminadas na urina. Quando isso acontece, pode ser um indicativo de doença renal crônica.

Os valores normais de albumina são:

- 4,0 – 5,3 g/dL;
 - O resultado pode estar aumentado em casos de desidratação (diarreia, vômitos), já que há diminuição de água, causando aumento da concentração dos analitos no sangue;
 - Os valores diminuem em casos de dano hepático (doenças agudas e crônicas) que afetem a síntese de albumina.

6. Metabolismo da glicose

A glicose é a principal fonte de energia do organismo e se origina a partir do metabolismo de carboidratos, que se inicia desde a mastigação, com ação da enzima amilase, até a absorção da glicose, que é um monossacarídeo.

A glicólise (quebra da molécula de glicose) é um processo composto por dez reações e dá origem ao piruvato, além de gerar energia:

- **1ª Reação:** A molécula de glicose é convertida em glicose-6-fosfato pela enzima hexoquinase. Esse processo consome um ATP;
- **2ª Reação:** A glicose-6-fosfato é convertida em frutose-6-fosfato pela ação da enzima fosfoglicose isomerase;
- **3ª Reação:** A frutose-6-fosfato é convertida em frutose-1,6-bifosfato pela fosfofrutoquinase, consumindo mais um ATP;
- **4ª Reação:** A frutose-6-fosfato é quebrada pela ação da aldolase e gera gliceraldeído-3-fosfato e di-hidroxiacetona fosfato;
- **5ª Reação:** A di-hidroxiacetona fosfato é convertida em gliceraldeído-3-fosfato pela triose-fosfato isomerase, de acordo com a necessidade celular;
- **6ª Reação:** O gliceraldeído-3-fosfato é convertido em 1,3-bisfosfoglicerato pela ação da enzima gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, liberando um H^+ para o NAD^+ , tornando-o $NAD + H^+$;
- **7ª Reação:** 1,3-bi-fosfoglicerato é convertido em 3-fosfoglicerato pela fosfoglicerato quinase, gerando um ATP;

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

- **8ª Reação:** O 3-fosfoglicerato é convertido em 2-fosfoglicerato pela fosfoglicerato mutase;
- **9ª Reação:** 2-fosfoglicerato é convertido em fosfoenolpiruvato pela enolase;
- **10ª Reação:** Fosfoenolpiruvato é convertido em piruvato pela piruvato quinase, liberando mais um ATP.

A concentração de glicose no sangue pode estar elevada, o que chamamos de hiperglicemia, ou diminuída, o que chamamos de hipoglicemia. A hiperglicemia pode acontecer normalmente após uma refeição (mas com um limite máximo). Pode também estar associada à diabetes mellitus, uma doença crônica que se desenvolve, normalmente, pela insuficiente produção ou eficácia da insulina.

A insulina é um hormônio produzido nas células β do pâncreas e estimula a captação de glicose pelos tecidos sensíveis à insulina, como os músculos. A liberação da insulina é estimulada pela alimentação, quando há um aumento rápido de glicose circulante.

O fígado metaboliza carboidratos para produzir a glicose e consegue armazenar uma reserva energética na forma de glicogênio. Quando os níveis de glicose no sangue diminuem (em jejum prolongado, por exemplo), o glucagon, hormônio produzido pelas células α pancreáticas, quebra o glicogênio e gera glicose, para tentar normalizar os níveis plasmáticos.

A diabetes mellitus (DM) pode ser classificada em três principais tipos: DM tipo 1, DM tipo 2 e gestacional.

- DM tipo 1: normalmente tem fator genético envolvido, se desenvolve na infância/adolescência. O paciente tem deficiência

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

na produção de insulina pela destruição das células β -pancreáticas e precisa fazer a reposição desse hormônio.

- DM tipo 2: corresponde a 90% dos casos de DM, incluindo fatores genéticos e ambientais (hábitos, alimentação, prática de exercício). Normalmente se desenvolve em pacientes adultos, que apresentam sintomas clássicos, como poliúria, perda de peso, polidipsia.
- DM gestacional: durante a gestação, o organismo da mãe sofre muitas alterações, a placenta produz hormônios hiperglicemiantes e ocorre resistência à insulina, trazendo perigo para a mãe e para o bebê. Se não for controlado, pode se tornar uma DM tipo 2, mesmo após o parto.

Tipos de diabetes
DM tipo 1: destruição de células β -pancreáticas, causando deficiência na produção de insulina
DM tipo 2: perda progressiva na secreção de insulina, combinada com resistência à insulina
DM gestacional: hiperglicemia de graus variados durante a gestação

Tabela 2. Principais tipos de diabetes e respectivas características. (Fonte: Adaptado de “Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes, 2019-2020”).

O diagnóstico da DM inclui alguns exames, como glicemia em jejum, hemoglobina glicada (principalmente a fração A1c), Teste Oral de Tolerância à Glicose (TOTG) e glicemia ao acaso (sem jejum).

6.1. Glicemia de jejum

Como o próprio nome sugere, a dosagem de glicose deve ser realizada em jejum de 8 a 12 horas, para evitar interferência nos resultados. Jejum inadequado pode alterar os níveis de glicemia. Os resultados de referência são:

- Normal: 70 – 99 mg/dL;
- Pré-diabetes: 100 – 125 mg/dL;
- Diabetes: Dois resultados seguidos acima de 126 mg/dL.
- Hipoglicemia: Níveis de glicose bem abaixo do normal, em torno de 50 mg/dL ou menos.

O termo pré-diabetes é usado para sugerir que o paciente está no limite, mas não significa que ele é diabético. É um sinal de alerta que indica que deve ter cuidado para não evoluir para uma DM.

A glicemia ao acaso, ou seja, realizada a qualquer hora do dia, também pode servir como diagnóstico de DM. Nesse caso, o paciente tem diabetes estabelecida quando os resultados ficam ≥ 200 mg/dL e apresenta sintomas característicos.

6.2. Teste Oral de Tolerância à Glicose

O TOTG é usado para entender como o organismo reage a uma sobrecarga de glicose. Em pacientes normais, a glicemia vai se manter controlada até certo ponto, mesmo com uma quantidade muito alta ingerida. Em pacientes diabéticos, o organismo não consegue controlar adequadamente e o limite máximo permitido é extrapolado.

É realizado da seguinte forma: primeiro, uma coleta em jejum é realizada. Logo em seguida, o paciente ingere a “garapa”, 75g de glicose anidra. Após duas horas, é feita uma nova coleta. Esse exame é usado quando a glicemia de jejum não foi conclusiva.

Os valores de referência para a glicemia após ingestão da glicose anidra são:

- Normal: < 139 mg/dL;
- Intolerância à glicose: 140 – 199 mg/dL;
- DM: ≥ 200 mg/dL.

6.3. Hemoglobina glicada (HbA1c)

A hemoglobina glicada (fração A1c) tem uma vantagem em relação aos outros testes: é capaz de analisar os níveis de glicemia dos últimos 3 ou 4 meses. Mas, por que?

No interior das hemácias, existe uma proteína chamada hemoglobina. A glicose tem capacidade de se ligar à hemoglobina de maneira irreversível. Em pacientes diabéticos, a concentração de glicose no sangue é bem mais alta do que o normal, aumentando as chances de se ligarem à hemoglobina. Ou seja, quanto mais glicose no sangue, mais hemoglobinas poderão se ligar a elas. Quando essa ligação acontece, chamamos de hemoglobina glicada ou glicosilada.

O tempo de vida das hemácias variam de 90 a 120 dias. Isso faz com que possamos dosar essa porcentagem de hemoglobinas glicadas e avaliar os resultados dos últimos 3 ou 4 meses. Esse exame independe de jejum. Claro que existem outros fatores que podem interferir, como por exemplo anemias, hemoglobinopatias, ou qualquer condição que diminua a quantidade de hemoglobina ou hemácias circulantes.

Os valores de referência são:

- Normal: < 5,7 %;
- Pré-diabetes: $\geq 5,7$ e < 6,5 %;
- DM: $\geq 6,5$ %.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

Paciente normal

Paciente diabético

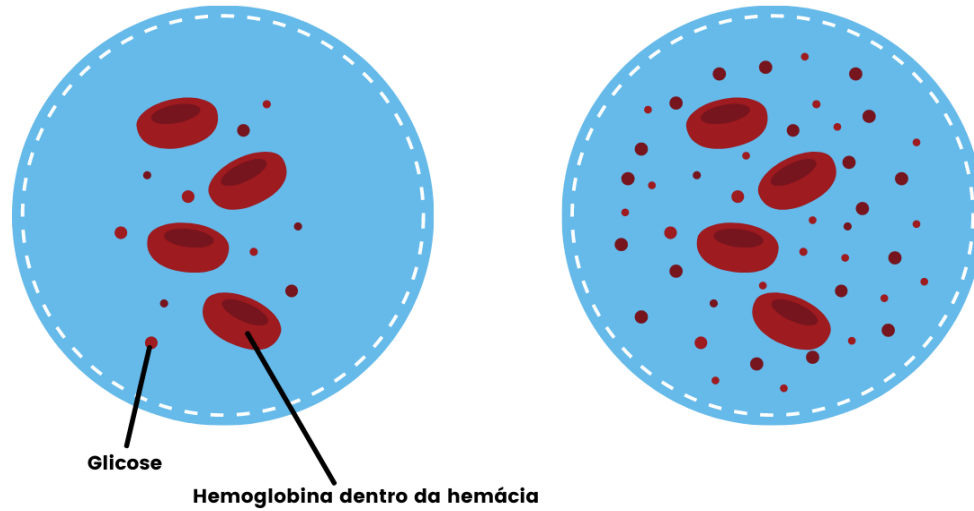
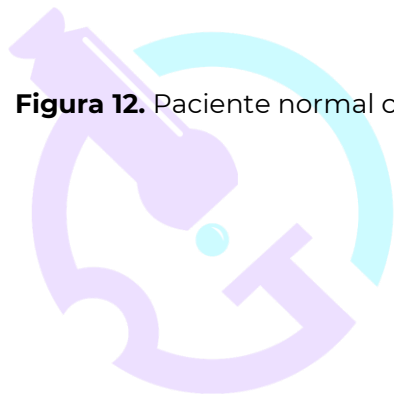


Figura 12. Paciente normal com níveis normais de glicose e paciente diabético, com altos níveis de glicose.



FARMA
CEUTICANDO

7. Marcadores cardíacos

Os marcadores cardíacos são fundamentais para diagnosticar um infarto agudo do miocárdio e acompanhar o paciente infartado. Dentre esses marcadores, podemos citar a CKMB, as troponinas, a mioglobina e a PCR ultrasensível.

O infarto é uma das principais causas de óbito no mundo, predominantemente em pessoas com mais de 40 anos de idade. Pode ser causado, por exemplo, pelo entupimento de alguma artéria coronária. Quando o tecido cardíaco é lesionado, algumas substâncias são liberadas na corrente sanguínea (umas mais cedo, outras mais tardiamente) e identificadas através das dosagens bioquímicas, com métodos qualitativos ou quantitativos.

As enzimas AST e LDH (desidrogenase láctica) eram muito usadas por terem um baixo custo. Porém, são pouco específicas e não são os exames de escolha para esses casos. O ideal é utilizar um dos marcadores citados anteriormente, já que são bem mais específicos e sensíveis.

Esses marcadores ajudam a entender a extensão da lesão e alguns também auxiliam no diagnóstico de reinfarto.

7.1. CKMB

A creatinoquinase (CK) é uma enzima presente nos tecidos muscular e cardíaco e tem fundamental importância na regulação da produção e uso do fosfato de alta energia nos tecidos contráteis. É responsável por catalisar a reação de fosforilação da creatina em creatina fosfato. É um marcador muscular e não deve ser utilizado como primeira escolha para danos cardíacos, já que não é específico.

Porém, a fração MB (CKMB) é mais específica para o tecido cardíaco e é usado como marcador de lesões, como infarto agudo do miocárdio. Nessa situação, ocorre elevação dos níveis de CKMB entre 4 e 6h após o início dos sintomas e o pico acontece aproximadamente 18h após os sintomas. Gradativamente, vai normalizando dentro de 2 ou 3 dias.

Os valores de referência de CKMB são:

- 26 – 192 U/L para mulheres;
- 39 – 308 U/L para homens.

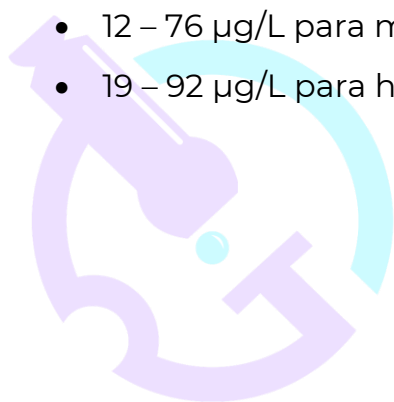
Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

7.2. Mioglobina

É uma proteína de baixo peso molecular. Assim como a hemoglobina, é uma transportadora de oxigênio. Está presente no músculo esquelético e também no tecido cardíaco. No infarto, se eleva em torno de 1 a 2h após o início dos sintomas, atingindo o pico entre 6 a 9h. Diminui gradativamente dentre 12 a 24h.

Além de marcador cardíaco, pode ser marcador do músculo esquelético, tendo seus níveis elevados em caso de lesão muscular. Os valores normais são:

- 12 – 76 $\mu\text{g/L}$ para mulheres;
- 19 – 92 $\mu\text{g/L}$ para homens.



**FARMA
CEUTICANDO**

7.3. Troponinas

As troponinas são proteínas que participam do processo de contração do músculo cardíaco, estão entre os principais marcadores. Podemos dosar seus dois principais subtipos: troponina I (TnI) e troponina T (TnT). Normalmente, em casos de infarto agudo do miocárdio, se elevam entre 4 a 8h após início dos sintomas, com pico entre 36 e 72h. Normalizam depois 5 a 14 dias. Em testes ultrasensíveis, podemos identificar alteração dentro de 1h após o início dos sintomas.

Hoje em dia, podem ser usadas para identificar lesões mínimas, ou seja, com uma alta sensibilidade. Os valores normais variam entre:

- Até 0,16 ng/mL para a troponina I;
- Até 0,1 ng/mL para troponina T.
- *OBS: lembrando que os valores de referência variam dependendo da metodologia utilizada.*

Marcador	Aumento	Pico	Normalização
CKMB	4 - 6h	18h	24 - 72h
Mioglobina	1 - 2h	6 - 9h	12 - 24h
Troponina	4 - 8h	36 - 72h	5 - 14 dias

Tabela 3. Representação das alterações dos principais marcadores cardíacos no infarto agudo do miocárdio.

8. Metabolismo lipídico

Os lipídios são compostos insolúveis em água, com diferentes estruturas e funções no organismo. Eles compõem membranas biológicas e são precursores de substâncias importantes para o organismo, como algumas vitaminas (A, D, E, K). Alguns lipídios podem ser combinados à outras estruturas, como as proteínas (formando lipoproteínas) ou carboidratos (formando glicolipídios).

Normalmente, são classificados, principalmente, em:

- Triacilgliceróis (triglicerídeos);
- Fosfolipídios;
- Ácidos graxos e derivados;
- Isoprenóides (constituem os esteroides e vitaminas lipídicas).

Normalmente, os lipídios estão associados a algo ruim, como as doenças cardiovasculares. Porém, são fundamentais para o metabolismo do organismo. Os triacilgliceróis são ésteres de três ácidos graxos (grupo acila) com um glicerol e são utilizados como fonte de energia no organismo. Por ser insolúvel em água, precisam estar ligados a lipoproteínas para circularem na corrente sanguínea.

O colesterol, por sua vez, é precursor de hormônios esteroides e um importante componente das membranas biológicas. Dentre as dosagens mais importantes do metabolismo lipídico, temos o colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) e triglicérides.

Normalmente, dosamos o colesterol total (CT – soma das três frações), HDL (*High Density Lipoprotein* – Lipoproteína de Alta

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

Densidade) e triglicérides (TG). Já o LDL (*Low Density Lipoprotein – Lipoproteína de Baixa Densidade*) e o VLDL (*Very Low Density Lipoprotein – Lipoproteína de Muito Baixa Densidade*) são calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{VLDL} = \frac{\text{Triglicérides}}{5}$$

$$\text{LDL} = \text{CT} - (\text{HDL} + \text{VLDL})$$

O metabolismo dos lipídios se inicia no intestino, onde os triglicérides ingeridos sofrem ação da lipase (enzima pancreática) e são hidrolisados em ácidos graxos livres. Os sais biliares formam micelas através da emulsificação dos lipídios. Os ácidos graxos, principalmente, formam os quilomícrons, partículas grandes e de densidade muito baixa (densidade menor que a do VLDL). Os quilomícrons chegam na corrente sanguínea e sofrem hidrólise pela LPL (Lipase Lipoproteica). A quebra desses lipídios, os adipócitos capturam os ácidos graxos para servirem como reserva energética. No fígado, o restante dos ácidos graxos é utilizado para produzir VLDL.

O VLDL é produzido e liberado pelo fígado. É uma lipoproteína rica em triglicérides e a LPL faz com que esses TG sejam liberados e redistribuídos pelos tecidos, para serem utilizados imediatamente (nos músculos) ou servirem como reserva energética (tecido adiposo). Uma fração dos VLDL dá origem às IDL (*Intermediate Density Lipoprotein – Lipoproteína de Densidade Intermediária*), que rapidamente saem do plasma e vão para o fígado. Com a ação da Lipase Hepática (HPL), há formação de LDL.

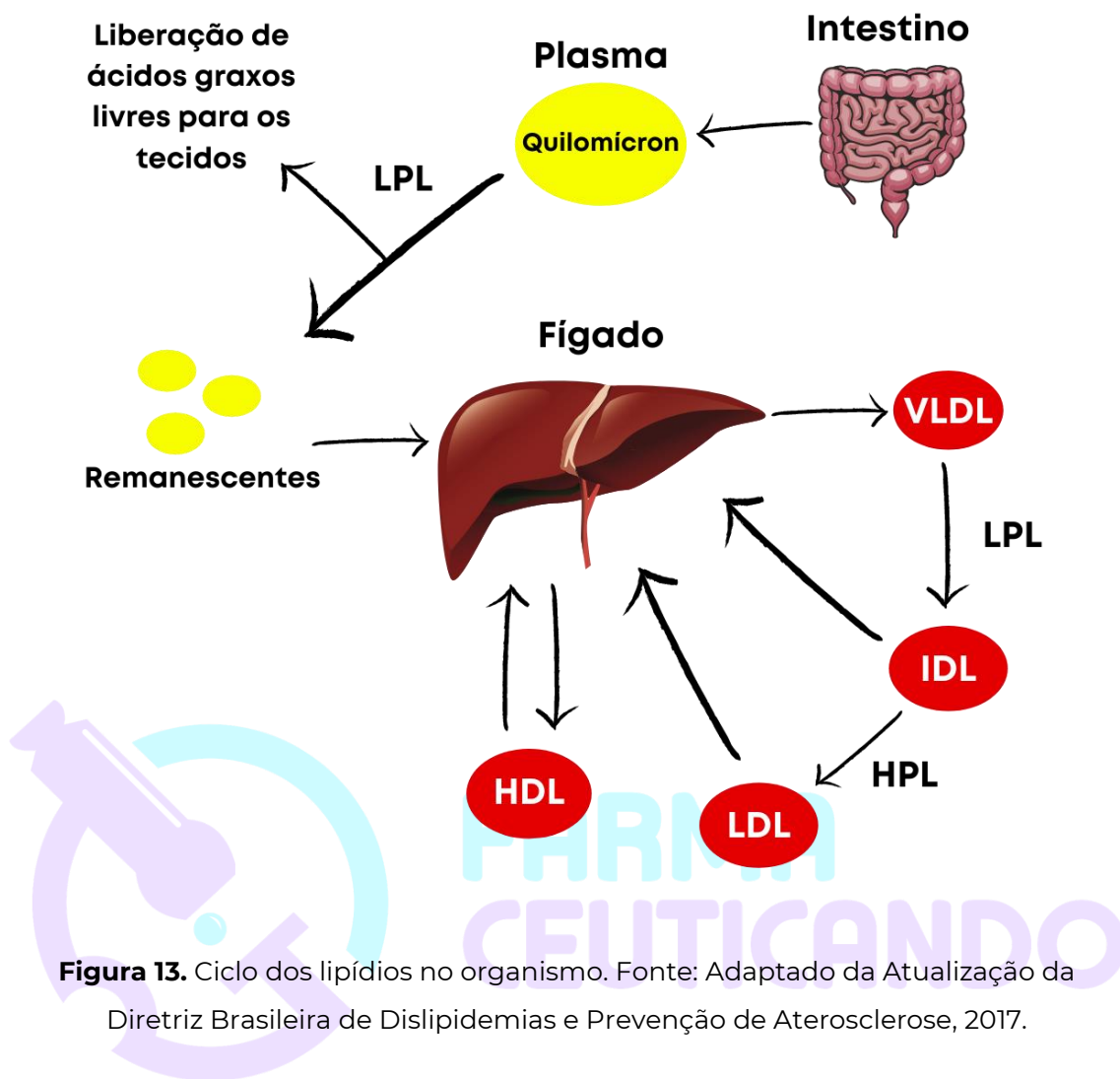


Figura 13. Ciclo dos lipídios no organismo. Fonte: Adaptado da Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção de Aterosclerose, 2017.

8.1. Colesterol total

O colesterol é o precursor dos hormônios esteroides e da vitamina D. Sintetizado no fígado, o CT é a soma das frações lipoprotéicas HDL, LDL e VLDL, mas não há distinção quando tratado como colesterol total. Seu aumento tem relação com doenças cardiovasculares e dislipidemias. É um exame muito comum e que serve como triagem para os pacientes com essas suspeitas.

Os valores normais de colesterol total são:

- Até 19 anos:
 - Desejável: < 170 mg/dL;
 - Limítrofe: 170 – 199 mg/dL;
 - Elevado: > 200 mg/dL.
- Acima de 19 anos:
 - Desejável: < 200 mg/dL;
 - Limítrofe: 200 – 240 mg/dL;
 - Elevado: > 240 mg/dL.

O colesterol não vem exclusivamente da alimentação. Também é produzido pelo organismo. Mas quando existe uma dieta rica em gordura, esses valores podem elevar no sangue, trazendo riscos para o paciente.

8.2. HDL

A lipoproteína de alta densidade é conhecida como colesterol “bom”, porque tem a capacidade de retirar o colesterol da corrente sanguínea e levar para ser metabolizado no fígado (transporte reverso). Seus níveis elevados estão associados a um baixo risco de doença cardiovascular e a prática de exercícios estimula essa elevação. É uma lipoproteína composta por proteínas (cerca de 50%), colesterol (cerca de 20%), fosfolipídios (15%) e triglicerídeos (5%).

A diminuição de HDL aumenta os riscos de desenvolver doença cardiovascular e os valores de referência para esse exame são:

- Até 19 anos:
 - Baixo: < 40 mg/dL;
 - Alto: > 60 mg/dL.
- Acima de 19 anos:
 - Desejável: \geq 40 mg/dL.

Alguns fatores podem fazer com que haja diminuição de HDL, como obesidade, sedentarismo, tabagismo, doenças hepáticas e história familiar.

8.3. LDL

O colesterol “mau” é o bad boy das lipoproteínas por transportar o colesterol do fígado para a corrente sanguínea. Ou seja, quando elevado, o LDL leva muito mais colesterol do que o HDL consegue retirar, e isso traz um risco de desenvolver uma doença cardiovascular.

Equivale a praticamente metade dos lipídios circulantes no plasma. Podem ser diretamente dosadas, porém, normalmente os laboratórios optam por utilizar a equação de Friedwald, citada anteriormente: $LDL = CT - (HDL + VLDL)$. Como a dosagem de LDL costuma ser mais cara do que as outras dosagens comuns, a preferência dos laboratórios é pelo cálculo.

Os valores de referência para o LDL são:

- Até 19 anos:
 - Desejável: < 170 mg/dL;
 - Limítrofe: 170 – 199 mg/dL;
 - Elevado: > 200 mg/dL.
- Acima de 19 anos:
 - Ótimo: < 100 mg/dL;
 - Desejável: 100 – 129 mg/dL;
 - Limítrofe: 130 – 159 mg/dL;
 - Elevado: 160 – 189 mg/dL;
 - Muito elevado: \geq 190 mg/dL.

Os valores podem estar elevados em pacientes com Diabetes Mellitus, dieta hiperlipídica, hiperlipidemia familiar, sedentarismo, etc.

8.4. Triglicérides e VLDL

Os triglicerídeos ou triglicérides são compostos por três ácidos graxos e uma molécula de glicerol. São uma importante reserva de energia para o organismo. As lipoproteínas de muito baixa densidade são ricas em triglicérides e são responsáveis pelo transporte dos mesmos.

O aumento de triglicérides e, conseqüentemente, VLDL, causam turvação do soro, o que chamamos de soro lipêmico. Esses níveis podem interferir nas dosagens de CT, HDL e triglicérides, quando se encontram acima de 400 mg/dL. Nesse caso, é necessário realizar uma diluição da amostra para poder dosar o TG e calcular o valor final.

A dieta costuma interferir na quantidade de TG encontrada no plasma, já que são encontrados nos quilomícrons. Por isso a alimentação pode interferir nos resultados das dosagens de TG, mas não interferem tanto nas dosagens de colesterol. Porém, a hipertrigliceridemia hereditária é um fator genético que eleva muito os níveis de TG.

Os valores normais de TG são:

- De 2 a 10 anos:
 - Desejável: ≤ 100 mg/dL;
 - Elevado: > 100 mg/dL.
- De 11 a 19 anos:
 - Desejável: ≤ 130 mg/dL;
 - Elevado: > 130 mg/dL.
- Acima de 19 anos:
 - Ótimo: < 150 mg/dL;

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

- Limítrofe: 150 – 200 mg/dL;
- Elevado: 201 – 499 mg/dL;
- Muito elevado: \geq 500 mg/dL.

Podem ser causa de hipertrigliceridemia: fator hereditário, Diabetes Mellitus, dieta hiperlipídica, deficiência de LPL, além de alguns hábitos nada saudáveis.



**FARMA
CEUTICANDO**

9. Marcadores pancreáticos

O pâncreas é uma glândula responsável por secretar hormônios e substâncias fundamentais para o organismo. Como por exemplo, os hormônios reguladores da glicose, insulina e glucagon. E também as enzimas pancreáticas que atuam na digestão, amilase e lipase.

Problemas como insuficiência pancreática, pancreatite crônica e câncer fazem com que a glândula produza menos enzimas e, assim, interferem na digestão e metabolização de nutrientes. As pancreatites agudas e crônicas são os distúrbios pancreáticos mais comuns no indivíduo adulto e podem estar associados a fatores hereditários, uso excessivo de álcool, cálculos biliares (pancreatite aguda), tumores, etc.

As dosagens de amilase e lipase auxiliam no diagnóstico e acompanhamento da pancreatite aguda, que vem acompanhada de intensa dor abdominal, febre, náuseas e elevações nos níveis plasmáticos das enzimas.

9.1. Amilase

Essa enzima é produzida pelo pâncreas e pelas glândulas salivares, atuando desde a mastigação, principalmente catalisando a hidrólise do amido e do glicogênio. Também atua no duodeno. Os níveis de amilase na pancreatite aguda se elevam de quatro a seis vezes em relação ao valor de referência. Até 72 horas após o início do tratamento, os níveis começam a normalizar.

Além da pancreatite aguda, a amilase também se eleva em casos de câncer pancreático, pancreatite persistente, uso abusivo de álcool, crises de vesícula biliar e obstruções dos ductos pancreáticos. Os valores de referência são:

- 60 – 160 U/dL
 - Os valores podem diminuir quando há lesão permanente das células produtoras de amilase.

Por estar presente em condições que afetam outros tecidos além do pâncreas, é um marcador pancreático importante, mas não é totalmente específico.

9.2. Lipase

A lipase, como citado anteriormente, é uma enzima importante para a digestão de lipídios e atua hidrolisando os ésteres de glicerol de ácidos graxos. É produzida principalmente no pâncreas, mas também pode ser encontrada no estômago e intestino.

Quando comparada à amilase, a lipase é mais específica como marcador pancreático e durante a pancreatite aguda, seus níveis superam em mais de cinco vezes o valor máximo de referência, durante as primeiras 4 a 8 horas. Normaliza entre 8 a 14 dias.

Os valores de referência da lipase são:

- Até 38 U/L.
 - Valores elevados podem ocorrer durante obstrução dos ductos pancreáticos e colecistite aguda.

10. Equilíbrio hidroeletrolítico

Os eletrólitos fazem parte de praticamente todos os processos metabólicos do organismo. São divididos em:

- Cátions (sódio, potássio, cálcio iônico e magnésio);
- Ânions (cloretos, fosfato, sulfato, bicarbonato, proteínas e alguns ácidos, como láctico, cítrico e úrico).

O seu equilíbrio acontece quando a soma dos cátions é igual à soma de ânions. Dentre as suas principais funções, temos:

- Preservação da pressão osmótica e do pH fisiológico;
- Regulação dos músculos e coração;
- Composição estrutural de tecidos do organismo;
- Participação em reações de catálise, oxidação e redução.

Quando ocorre um desequilíbrio entre os íons e a água, deve-se tomar cuidado e avaliar o paciente para determinar a melhor solução. Esse desequilíbrio pode acarretar desidratação, hiponatremia (redução da concentração plasmática do sódio), hipernatremia (aumento da concentração plasmática do sódio) e edema. Alguns desses eletrólitos precisam ser repostos sempre, através da dieta, porque sofrem uma excreção contínua.

Vamos entender um pouco mais dos principais eletrólitos do organismo?

10.1. Sódio

O sódio é o principal íon extracelular. Sua concentração depende da ingestão de água, bem como da eliminação da mesma (através do suor e da urina). É fundamental para a osmolalidade celular e é dosado para avaliar o equilíbrio hidroeletrólítico e desidratação.

A hiponatremia é a diminuição da concentração de sódio no plasma (< 136 mEq/L). Normalmente é causada pela diluição do mesmo no sangue, ou seja, quando há de retenção de água. Por exemplo, em casos de insuficiência renal, a eliminação de água é diminuída e a quantidade de água ingerida é maior do que a excretada. Isso faz com que haja uma diluição dos componentes do sangue, inclusive o sódio. Isso causa hipotonicidade e hiposmolaridade. Pode acontecer na insuficiência cardíaca, secreção inadequada do ADH (Hormônio Antidiurético) e nefropatia com perda de sódio.

Já a hipernatremia, é o aumento da concentração de sódio no plasma (> 145 mEq/L). Normalmente ocorre quando há desidratação, onde a quantidade de água diminui, fazendo com que os componentes sanguíneos fiquem mais concentrados. É menos comum do que a hiponatremia, porque quando há aumento da osmolalidade, o organismo sente falta de água e temos a sensação de sede. A ingestão de água vai equilibrando os níveis de sódio no sangue. Em casos de pacientes que não podem tomar água sozinhos (muitas vezes, idosos ou crianças), é mais comum observarmos o aumento de sódio, quando comparado a um adulto capaz de se hidratar por conta própria.

Os valores normais de sódio são:

- 136 – 145 mEq/L.

10.2. Magnésio

É o eletrólito mais prevalente no líquido intracelular e atua em vários processos metabólicos do organismo (mais de 300 reações). Ajuda a preservar a estrutura molecular do DNA (ácido desoxirribonucleico) e RNA (ácido ribonucleico). Também atuam como cofator enzimático, fazem parte do processo de coagulação sanguínea, atua no metabolismo da glicose, na homeostase insulínica e na síntese de ATP e proteínas.

As principais fontes de magnésio são as verduras, cereais integrais, frutas e legumes. Esse cátion está presente principalmente nos ossos, músculos, plasma e fluido intersticial. A baixa ingestão de magnésio pode acarretar problemas como Diabetes Mellitus tipo 2, resistência à insulina, doenças cardiovasculares, hipertensão e desordens ósseas e musculares.

Os valores normais de magnésio são:

- 1,7 – 2,5 mg/dL.
 - O aumento de magnésio (hipermagnesemia) pode acontecer em casos de desidratação, insuficiência renal e algumas outras doenças específicas.

10.3. Potássio

O potássio é o principal cátion intracelular e a grande maioria está presente no interior das células. Uma pequena quantidade é encontrada no plasma. Isso acontece graças à bomba de sódio e potássio, que joga o sódio intracelular para o meio extracelular e capta o potássio extracelular para o meio intracelular. Está presente principalmente no tecido muscular.

O aumento de potássio (hiperpotassemia ou hipercalemia) pode acontecer em casos de hiponatremia, hipocalcemia e acidose metabólica, já que a diminuição do pH provoca a saída de potássio da célula para o meio extracelular.

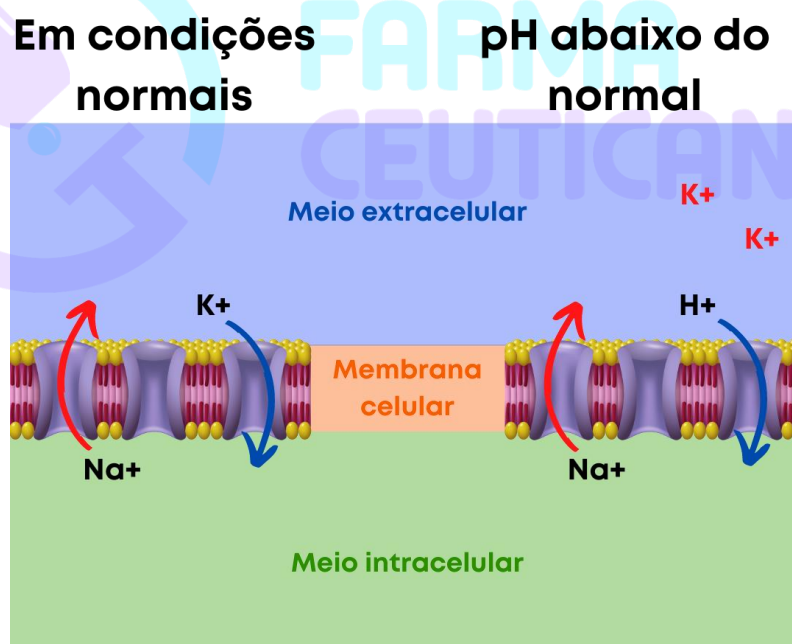


Figura 14. Representação da distribuição transcelular dos íons sódio, potássio e hidrogênio, em condições normais e alteradas.

A hiperpotassemia pode sofrer interferência de hemólise. Mas, sem esse interferente, podemos diagnosticar a hiperpotassemia

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

quando os níveis plasmáticos de potássio ficam $> 5,0$ mEq/L, podendo ser assintomático, ou sintomático, com presença de fraqueza ou paralisia muscular e alterações cardíacas.

Por outro lado, a hipopotassemia ou hipocalemia se refere à diminuição de potássio no sangue, quando os níveis ficam $< 3,5$ mEq/L. Isso pode acontecer principalmente quando há alcalose, situação oposta da acidose. Alterações do bicarbonato no sangue levam a alterações da distribuição transcelular, diminuindo o potássio extracelular.

Os valores normais de potássio são:

- 3,5 – 5,0 mEq/L.



**FARMA
CEUTICANDO**

10.4. Cloreto

É o principal ânion extracelular. Também é importante para o equilíbrio osmótico do plasma e produção de ácido clorídrico (suco gástrico). O ADH aumenta a excreção do cloro e reduz a reabsorção do mesmo nos túbulos renais, portanto, quando há secreção inapropriada desse hormônio, pode haver alteração na concentração do cloro. Apesar da relação estreita com o sódio, os níveis de cloro podem estar alterados em situações em que não há envolvimento do sódio.

A hipercloremia é o aumento dos níveis de íons cloro no sangue, pode ser causada por desidratação grave e problemas renais. Na desidratação, cloro e sódio aumentam proporcionalmente. Porém, na acidose metabólica, podemos observar diferença nesse aumento. Para diagnosticar, deve-se dosar o cloro sanguíneo, avaliar o pH e realizar dosagem de cloro na urina.

A hipocloremia é a diminuição de cloro no sangue, normalmente associada à hiponatremia. Da mesma maneira do sódio, o cloro diminui quando existe retenção de água e os componentes sanguíneos ficam diluídos. Porém, pode ocorrer na alcalose metabólica também, onde não há alteração proporcional do sódio.

Os valores de cloro são:

- 98 – 106 mEq/L.

11. Equilíbrio ácido-base

O pH sanguíneo é muito bem controlado por três principais mecanismos:

- **Rins:** através da excreção e reabsorção de ácidos e bases, que são regulados de acordo com a necessidade fisiológica;
- **Pulmões:** a eliminação de dióxido de carbono (CO_2), que é naturalmente produzido pelo metabolismo celular. O cérebro regula a eliminação de CO_2 através da velocidade e profundidade da respiração. Ou seja, se a respiração aumenta, a quantidade de CO_2 diminui e o sangue se torna mais básico. E se a respiração diminuir, a concentração de CO_2 aumenta e o sangue se torna mais ácido. Com isso, os pulmões conseguem regular o pH do sangue constantemente.
- **Sistemas tampão:** se trata de um equilíbrio entre as produções de bicarbonato e ácido carbônico, com um mecanismo compensatório. Por exemplo, se existir um excesso de ácido, a produção de bicarbonato aumenta e a de ácido carbônico diminui. Se existir um excesso de base, a produção de ácido carbônico aumenta e a de bicarbonato diminui.

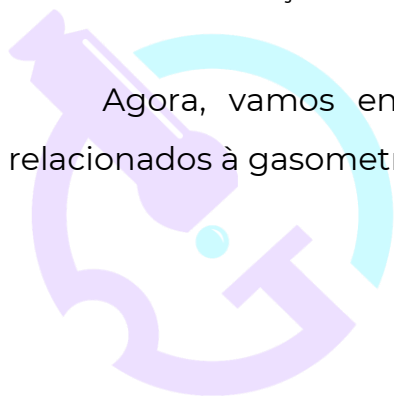
Fatores que interferem nesses mecanismos do equilíbrio ácido-base podem causar acidose ou alcalose. A acidose se trata de um aumento de ácidos no sangue (diminuindo o pH). E a alcalose se trata de um aumento de bases no sangue (aumentando o pH). São classificadas em respiratória (quando há relação, principalmente, com os pulmões) e metabólica (quando há relação, principalmente, com os rins).

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

A gasometria é o exame que avalia os gases sanguíneos e, conseqüentemente, o equilíbrio ácido-base. Podemos analisar o sangue arterial e o venoso. Diversos parâmetros devem ser observados na gasometria, dentre eles:

- **pH:** potencial de hidrogênio;
- **pO₂:** pressão parcial de oxigênio;
- **pCO₂:** pressão parcial de dióxido de carbono;
- **HCO₃⁻:** íons bicarbonato;
- **BE:** excesso de base;
- **sO₂:** saturação de oxigênio.

Agora, vamos entender um pouco melhor cada um deles, relacionados à gasometria arterial.



FARMA
CEUTICANDO

11.1. pH

O potencial de hidrogênio nos mostra a concentração de íons H^+ no sangue. O pH sanguíneo deve estar bem controlado em uma estreita faixa de valores e, se assim estiver, o metabolismo funciona corretamente. Como dito anteriormente, os rins e os pulmões atuam diretamente na manutenção do pH sanguíneo, assim como os sistemas tampão. Isso impede alterações bruscas causadas pelos ácidos produzidos pelo metabolismo.

Os valores de pH variam entre 7,35 e 7,45 e, quando está $> 7,45$, temos alcalose. Se esse valor subir muito ($pH > 7,95$), ocorre morte celular. O mesmo acontece ao contrário, quando temos acidose ($pH < 7,35$) e, se atingir um nível crítico ($pH < 6,85$), temos morte celular.

A acidose pode ser classificada em:

- **Respiratória:** acontece em casos de lesão das vias respiratórias ou obstrução (asma, doença pulmonar obstrutiva crônica – DPOC), edema pulmonar, fibrose, traumatismo torácico e tromboembolismo pulmonar.
- **Metabólica:** em casos de insuficiência renal, diarreia com perda excessiva de bases, cetoacidose diabética e aumento de ácido lático.

A alcalose também pode ser classificada assim:

- **Respiratória:** hipóxia, hiperventilação (em crises de ansiedade), alcalose pós-acidose.
- **Metabólica:** excesso de bicarbonato e perda de ácidos.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

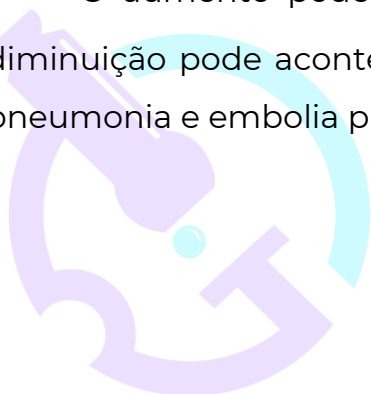
11.2. pO_2

Avalia a eficácia dos pulmões em oxigenar o sangue. Indica a pressão exercida pelo oxigênio dissolvido no sangue. É um parâmetro usado para acompanhar a terapia com O_2 e, quando abaixo do normal, pode indicar hipoxemia arterial.

Os valores normais são:

- 80 – 100 mEq/L.

O aumento pode estar relacionado às altas doses de O_2 . E a diminuição pode acontecer, por exemplo, na hipoventilação, anemia, pneumonia e embolia pulmonar.



**FARMA
CEUTICANDO**

11.3. pCO₂

Avalia a eficácia da ventilação alveolar, definindo se existe um distúrbio respiratório e o grau de intensidade, relativo à eliminação de dióxido de carbono.

O CO₂ produzido pelo metabolismo celular é dissolvido no sangue de acordo com a velocidade e profundidade da respiração. Reagindo com a água, há formação de ácido carbônico. Os pulmões regulam a quantidade de CO₂ para manter o pH dentro da normalidade, aumentando ou diminuindo a respiração.

Valores normais:

- 35 – 45 mmHg.

Quando o pCO₂ estiver > 45 mmHg e o pH < 7,35, é indicativo de acidose respiratória. Quando o pCO₂ estiver < 35 mmHg e o pH > 7,45, é indicativo de alcalose respiratória.

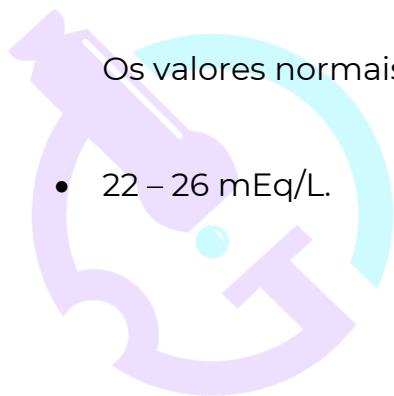
11.4. Bicarbonato

O sistema tampão bicarbonato é o mais importante no equilíbrio ácido-base. Se houver uma grande quantidade de H^+ , o HCO_3 (bicarbonato) se liga ao hidrogênio, formando ácido carbônico, que dará origem ao $CO_2 + H_2O$. Com isso, o CO_2 é eliminado na respiração.

A produção elevada de bicarbonato pode acarretar uma alcalose, ou normalizar uma acidose. E a situação contrária também é possível, onde a redução de bicarbonato pode normalizar a alcalose, ou levar a uma acidose.

Os valores normais de HCO_3 são:

- 22 – 26 mEq/L.



**FARMA
CEUTICANDO**

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

11.5. BE

O excesso de base (BE) reflete o aumento ou diminuição de bases tampão. Auxilia na definição de desequilíbrio de origem metabólica ou respiratória. Os valores normais são:

- -3 a 3.

Quando > 3 , pode indicar alcalose metabólica, pois existe um excesso de base. Quando < -3 , pode indicar perda de base ou acidose metabólica.



**FARMA
CEUTICANDO**

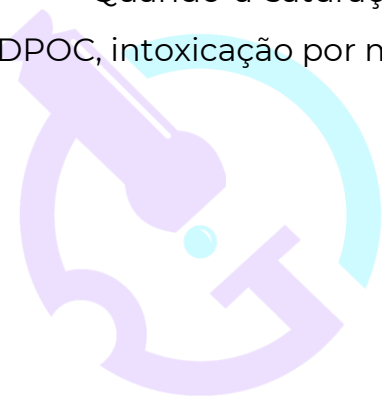
Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

11.6. sO_2

A saturação de oxigênio é uma relação entre a capacidade da hemoglobina de transportar oxigênio e a quantidade de O_2 que a hemoglobina realmente está transportando. Ou seja, se a hemoglobina está transportando a quantidade total de oxigênio que ela é capaz, a saturação é 100%. Se ela transporta apenas 98% da sua capacidade, a saturação é 98%. O valor normal é:

- 95 – 100%.

Quando a saturação é $< 95\%$, pode indicar enfisema pulmonar, DPOC, intoxicação por monóxido de carbono, etc.



**FARMA
CEUTICANDO**

11.7. Como interpretar a gasometria arterial?

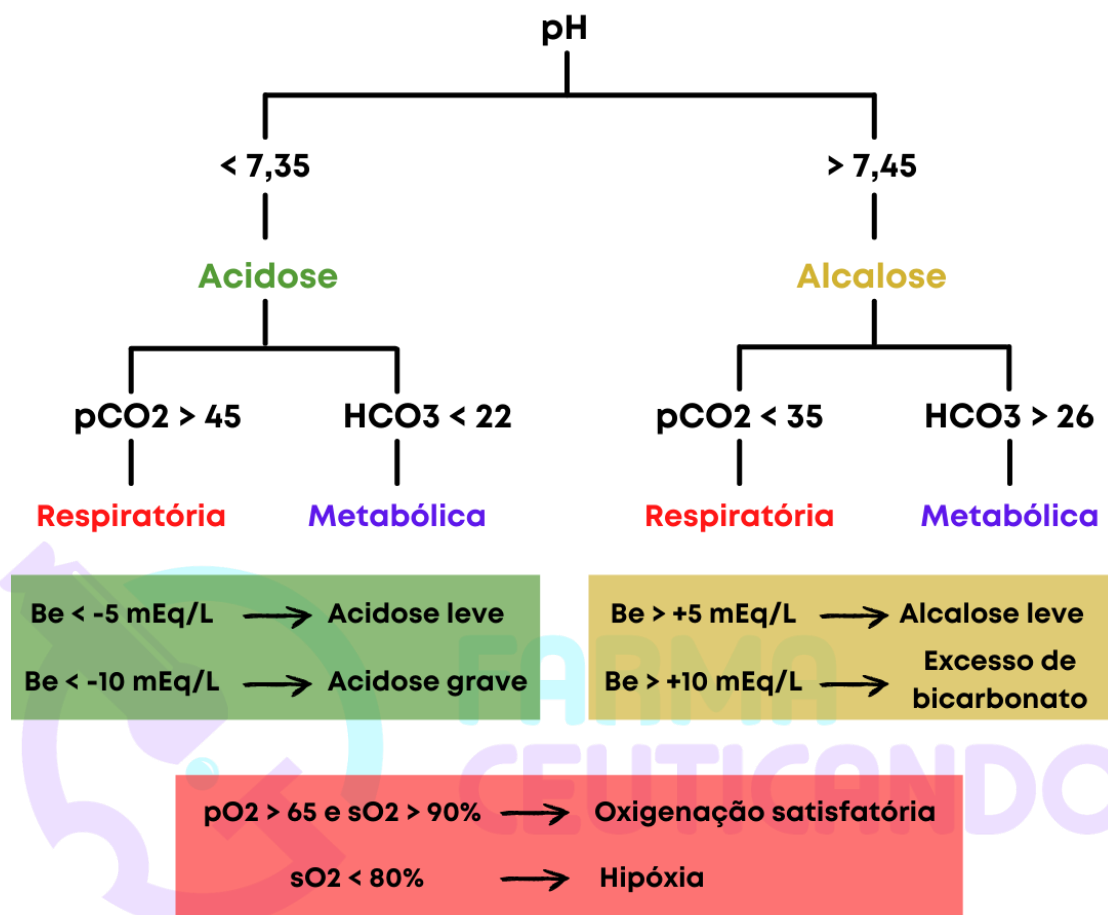


Figura 15. Resumo de interpretação da gasometria arterial. Fonte: Adaptado de Exames Bioquímicos: Guia Prático para o Clínico, 2016.

pCO ₂ > 45 com pH normal	Compensação da acidose respiratória?
pCO ₂ < 35 com pH normal	Compensação da alcalose respiratória?
HCO ₃ ⁻ > 26 com pH normal	Compensação da alcalose metabólica?
HCO ₃ ⁻ < 22 com pH normal	Compensação da acidose metabólica?

Tabela 4. Distúrbios compensados na gasometria arterial. Fonte: Adaptado de Exames Bioquímicos: Guia Prático para o Clínico, 2016.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

12. Referências

LIMA, L. M. Exames Bioquímicos: Guia Prático para o Clínico. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2016.

DALTON, R. N. Serum creatinine and glomerular filtration rate: perception and reality. J Bras Patol Med Lab, vol. 47, nº 1. 2011.

SBD – Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes. Editora: Clannad, 2019 – 2020.

SBD - Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes. Aplicação de insulina: dispositivos e técnica de aplicação. 2014 – 2015.

SBC – Sociedade Brasileira de Cardiologia. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 2017.

MARANHÃO, R. C. Metabolismo dos quilomícrons e risco de desenvolvimento de doença arterial coronária. Atheros 2002; 13 (3): 73-76.

MARTELLI, A. Síntese e metabolismo da bilirrubina e fisiopatologia da hiperbilirrubinemia associados à Síndrome de Gilbert: revisão de literatura. Ver Med Minas Gerais, 2012; 22(2):216-220.

ABENSUR, H. Biomarcadores na Nefrologia. Sociedade Brasileira de Nefrologia, 2011.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

STIVANIN, S.C.B. Desequilíbrio eletrolítico: sódio, potássio e cloro. Seminário apresentado na disciplina Transtornos Metabólicos dos Animais Domésticos, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 10p.

SBC – Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial, 2020.

NUNES, P. P.; MOREIRA, A. L. Fisiologia hepática. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 2006/2007.

MOREIRA, MEL., LOPES, JMA and CARALHO, M., orgs. *O recém-nascido de alto risco: teoria e prática do cuidar* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2004. 564 p. ISBN 85-7541-054-7. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

ALVES, C.; ARRUTI, R. Hiperfosfatemia transitória benigna da infância. Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia, 2007.

MARTINS, F.S.M. Mecanismos de ação da insulina. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016. 13 p.

PAIVA, M. C. O papel fisiológico da insulina e dos hormônios contra regulatórios na homeostase glicêmica. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica Funcional*, ano 14, nº 61, 2014.

SEVERO, J. S.; MORAIS, J. B; *et al.* Aspectos Metabólicos e Nutricionais do Magnésio. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 2015.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

JARROS, I. C.; JUNIOR, G. Z. Avaliação de risco cardíaco e o diagnóstico do infarto agudo do miocárdio no laboratório de análises clínicas. Revista Uningá. Vol. 19, n.3, pp.05-13, 2014.

NETO, O. M. V.; NETO, M. M. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico. Medicina, Ribeirão Preto, 2003.

TAXA DE FILTRAÇÃO GLOMERULAR ESTIMADA (TFGe). Associação Portuguesa de Insuficientes Renais, 2016.

Alterações do Equilíbrio Ácido-base. Disponível em: <https://ppgbqa.ufsc.br/files/2011/07/material-para-estudo-de-Equilibrio-acido-base.pdf>

CUNHA, A. M. G.; GOMES, F. A. Coleção Manuais da Farmácia: Análises Clínicas. Salvador: Editora Sanar, 2019.

BRITO, T. N. S.; OLIVEIRA, A. R. A.; SILVA, A. K. C. Taxa de filtração glomerular estimada em adultos: características e limitações das equações utilizadas. 2016.

Interpretação de Exames em Bioquímica Clínica – Por Giovani Lavieri

E aí, curtiu o conteúdo? Espero que sim. Se você precisar de alguma coisa, pode entrar em contato comigo:

- e-mail: contato@farmaceuticando.com
- Instagram: [@farmaceuticando](https://www.instagram.com/farmaceuticando)
- WhatsApp: [\(84\) 99102-1799](https://wa.me/5511991021799)
- Site: <https://farmaceuticando.com>

Ah, só para lembrar que o conteúdo desse e-book não pode ser compartilhado sem a minha autorização, tá? Se gostou do material, dá uma olhada no meu site, lá tem artigos gratuitos e outros e-books para você se especializar! Obrigado pela confiança e até a próxima.



**FARMA
CEUTICANDO**