

# MATERIAL DE APOIO PARA ESTUDO – LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS

## BIOLOGIA III

PROFESSOR: HERBERT ARRAIS

2º BIMETRE 2019

ASSUNTO: CONCENTRAÇÃO DAS SOLUÇÕES, FOTOSSÍNTESE E  
SISTEMA ABO E FATOR RH.

## Concentração Das Soluções

Nós sabemos que em uma dada quantidade de água podemos dissolver quantidades menores ou maiores de sal comum, desde que, evidentemente, não ultrapassemos o ponto de saturação da solução. Aliás, até pelo paladar podemos distinguir quando a água está “menos salgada” ou “mais salgada” (tome muito cuidado, pois não se deve “provar” qualquer solução desconhecida).

“Medir as coisas” é muito importante — em nosso dia-a-dia, no comércio, na indústria e, principalmente, na ciência. E iniciamos este capítulo dizendo que, em particular, é importante conhecer a quantidade de soluto existente em uma certa quantidade de solução. De fato, diariamente lemos ou ouvimos frases do tipo:

- o teor alcoólico do vinho é 12%;
- não devemos dirigir um automóvel quando houver, em nossa corrente sanguínea, mais de 0,2 g de álcool por litro de sangue;
- o teor normal de glicose, em nosso sangue, situa-se entre 75 e 110 mg/dL (valores acima dessa faixa indicam tendência à diabete);
- o teor normal de cálcio no sangue situa-se entre 8,5 e 10,5 mg/dL;
- o ar contém 0,94% de argônio em volume;

De modo geral, usamos o termo concentração de uma solução para nos referirmos a qualquer relação estabelecida entre a quantidade do soluto e a quantidade do solvente (ou da solução).

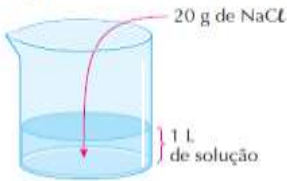
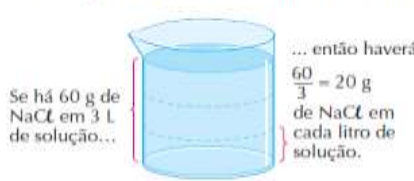
Lembrando que essas quantidades podem ser dadas em massa (g, kg, etc.), em volume (m<sup>3</sup>, L, mL, etc.) ou em mols, teremos então várias maneiras de expressar concentrações. É o que vamos estudar a seguir, adotando a seguinte convenção:

- índice 1, para as quantidades relativas ao soluto;
- índice 2, para as quantidades relativas ao solvente;
- sem índice, para as quantidades relativas à própria solução.

### Concentração comum ou, simplesmente, concentração (C)

A definição mais simples é: Concentração é a quantidade, em gramas, de soluto existente em 1 litro de solução.

Perceba o significado físico dessa definição comparando os dois exemplos seguintes:

<p>Havendo 20 g de NaCl em 1 litro de solução:</p>  <p>Neste caso, diremos que a concentração será:</p> $C = \frac{20}{1} \text{ ou } C = 20 \text{ g/L}$	<p>Havendo 60 g de NaCl em 3 litros de solução:</p>  <p>Se há 60 g de NaCl em 3 L de solução... então haverá <math>\frac{60}{3} = 20</math> g de NaCl em cada litro de solução.</p> <p>A concentração, neste caso, será também:</p> $C = \frac{60}{3} \text{ ou } C = 20 \text{ g/L}$
--	---

Generalizando o cálculo feito no segundo exemplo, temos:

$$C = \frac{\text{Massa do soluto (gramas)}}{\text{Volume do solvente (litros)}} \Rightarrow C = \frac{m_1}{V} \quad \text{Unidade: gramas por litro (g/L)}$$

**Não confunda concentração (C) com densidade (d) da solução**

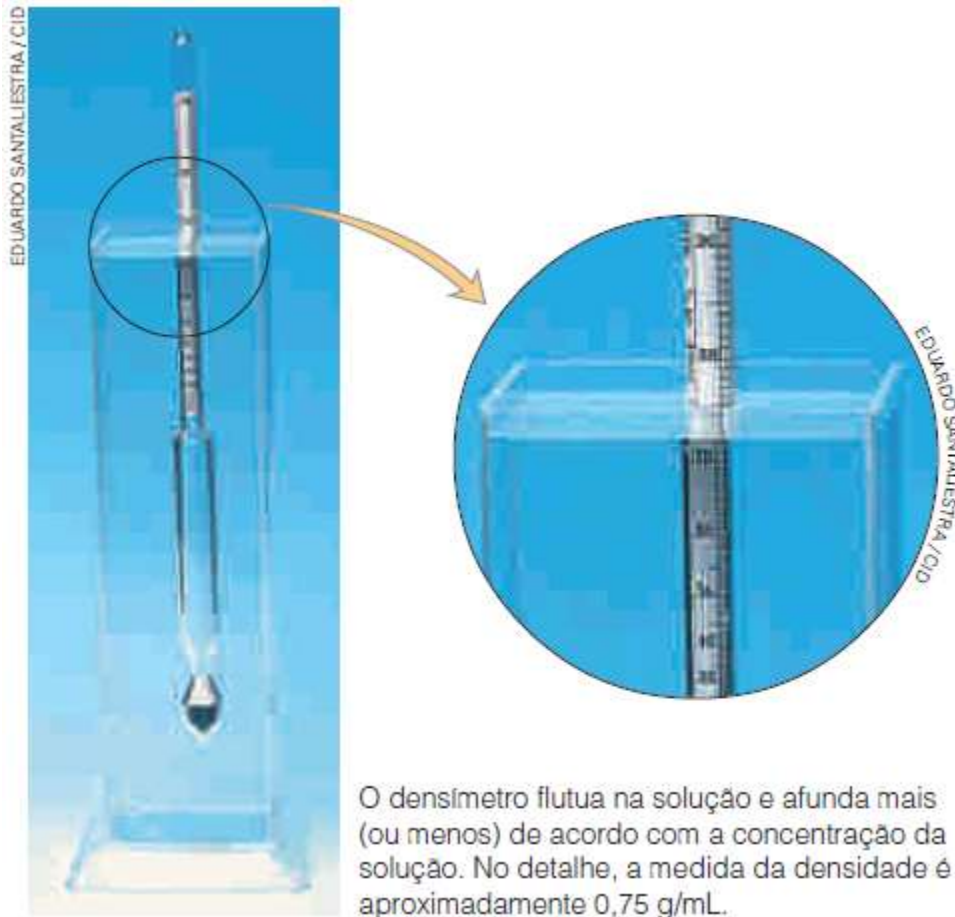
Confronte as definições:

$$C = \frac{\text{Massa do soluto}}{\text{Volume da solução}} \Rightarrow C = \frac{m_1}{V} \quad \text{Unidade (em geral): gramas por litro (g/L)}$$
$$d = \frac{\text{Massa da solução}}{\text{Volume da solução}} \Rightarrow d = \frac{m}{V} \quad \text{Unidade (em geral): gramas por mililitro (g/mL)}$$

A densidade da solução relaciona, portanto, a massa como volume da própria solução. Ela indica a massa da solução correspondente a uma unidade de volume (por exemplo: 1 mililitro).

A densidade da solução não é uma forma de expressar a concentração da solução. No entanto, a densidade aparece com frequência em problemas que envolvem a concentração das soluções, pois:

- a densidade de uma solução depende de sua concentração;
- e, na prática, é facilmente medida por um densímetro.



Por esses motivos, são muito comuns tabelas que relacionam densidades com concentrações de soluções. Por exemplo, para soluções aquosas de ácido sulfúrico, temos:

Densidade a 20 °C (g/mL)	Concentração (g/L)	Porcentagem em massa de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> na água
1,0680	106,6	10%
1,1418	228,0	20%
1,2213	365,7	30%

É muito usual a utilização de densidades em aplicações práticas, como por exemplo:

- o leite de vaca de boa qualidade deve ter densidade entre 1,028 e 1,033 g/mL;
- em exames de urina, o resultado normal se situa entre 1,010 e 1,030 g/mL;
- a gasolina de boa qualidade deve ter densidade entre 0,700 e 0,750 g/mL.

### Título ou fração em massa (T)

Imagine uma solução formada por 10 g de cloreto de sódio e 90 g de água. A massa total será: 10 g + 90 g = 100 g de solução. Assim, podemos dizer que:

- $\frac{10}{100} = 0,1$  é a fração da massa total que corresponde ao NaCl;
- $\frac{90}{100} = 0,9$  é a fração da massa total que corresponde ao H<sub>2</sub>O.

A fração em massa do soluto costuma ser chamada de título em massa da solução ( $\zeta$ ). Assim, definimos:

Título em massa de uma solução (T) é o quociente entre a massa do soluto e a massa total da solução (soluto + solvente).

Essa definição é representada matematicamente pelas fórmulas:

$$\zeta = \frac{m_1}{m} \quad \text{ou} \quad \zeta = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \quad \text{em que: } \begin{cases} \zeta \text{ é o título em massa} \\ m_1 \text{ é a massa do soluto} \\ m_2 \text{ é a massa do solvente} \\ m \text{ é a massa total da solução} \end{cases}$$

O título não tem unidade (é um número puro) e independe da unidade usada em seu cálculo; se no exemplo anterior falássemos em 10 kg de NaCl e 90 kg de H<sub>2</sub>O, os resultados seriam os mesmos. Note também que o título varia entre zero e um.

No mesmo exemplo, poderíamos ainda dizer que a solução contém 10%, em massa, de NaCl. É o que se chama título percentual em massa da solução ou porcentagem em massa do soluto (T%). Evidentemente, vale a relação:

$$\zeta_{\%} = 100 \zeta \quad (0 < \zeta_{\%} < 100\%)$$

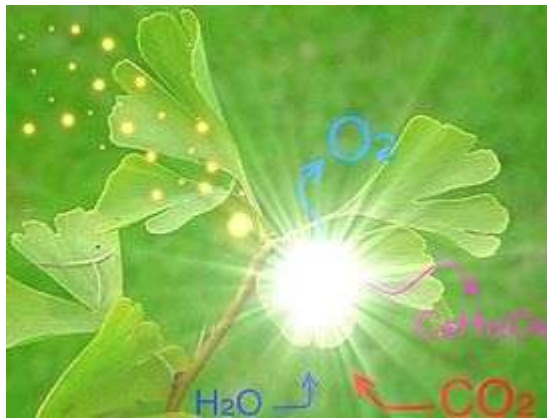
Essa maneira de expressar a concentração de uma solução é muito usada na prática. Assim, por exemplo, o soro fisiológico empregado em medicina é a 0,9% de NaCl (significa que há 0,9 g de NaCl em cada 100 g de soro).

# Fotossíntese

**Fotossíntese** é um processo físico-químico, a nível celular, realizado pelos seres vivos clorofilados, que utilizam dióxido de carbono e água, para obter glicose através da energia da luz.  $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightarrow 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

Este é um processo do anabolismo, em que a planta acumula energia a partir da luz para uso no seu metabolismo, formando adenosina trifosfato, o ATP, a moeda energética dos organismos vivos.

A fotossíntese inicia a maior parte das cadeias alimentares na Terra. Sem ela, os animais e muitos outros seres heterotróficos seriam incapazes de sobreviver porque a base da sua alimentação estará sempre nas substâncias orgânicas proporcionadas pelas plantas verdes.



## A relação da cor verde das plantas com a luz

Aristóteles tinha observado e descrito que as plantas necessitavam de luz solar para adquirir a sua cor verde. Só em 1771, o estudo fotossintético começou a ser observado por Joseph Priestley. Este químico inglês, confinando uma planta numa redoma de cristal comprovou a produção de uma substância que permitia a combustão e que, em certos casos, *avivava* a chama de um carvão em brasa. Posteriormente, concluiu-se que a substância observada era o gás oxigênio.

## A descoberta da fotossíntese

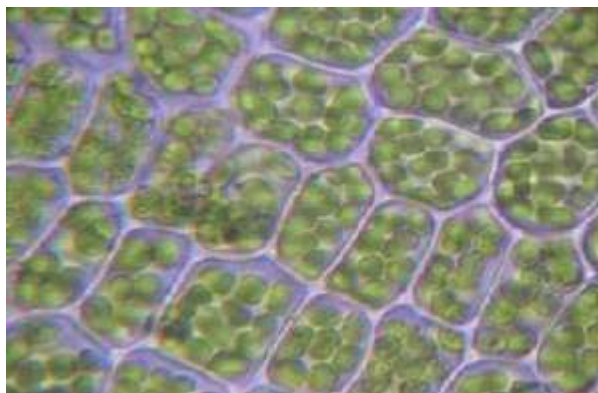
Em 1778, Jan Ingenhousz, físico-químico neerlandês, verificou que uma vela colocada dentro de um frasco fechado não se apagava, desde que houvesse também no frasco partes verdes de plantas e o frasco estivesse exposto à luz, ou seja, que na presença de luz, as plantas libertam oxigênio.<sup>1</sup>

## A incorporação da água pelas plantas

Nicolas-Théodore de Saussure, já no início do século XIX descobriu que os vegetais incorporavam água em seus tecidos. Com o passar do tempo, os avanços no campo óptico e as

tecnologias de estudo aprimoradas, possibilitaram os conhecimentos em relação a nutrição vegetal.

### **A descoberta da retirada de nutrientes do solo**



Células vegetais com cloroplastos visíveis.

Uma observação importante foi que o azoto, assim como diversos sais e minerais, era retirado do solo pelas plantas e que a energia proveniente do Sol se transformava em energia química, ficando armazenada numa série de produtos em virtude de um processo que então acabou por ser chamado de fotossíntese.

A substância chamada de clorofila foi isolada na segunda década do século XIX. Ainda naquele século, descobriu-se que a clorofila era a responsável pela cor verde das plantas, além de desempenhar um papel importante na síntese da matéria orgânica. Julius von Sachs demonstrou que a clorofila se localizava nos chamados organelas celulares, que, por meio de estudos mais apurados, foram chamados de cloroplastos.

### **A reprodução do ciclo da clorofila em laboratório**

Ao avançarem as técnicas bioquímicas, em 1954 foi possível o isolamento e extração destas organelas. Foi Daniel Israel Arnon quem obteve cloroplastos a partir das células do espinafre, conseguindo reproduzir em laboratório as reações completas da fotossíntese.

### **As etapas da fotossíntese**

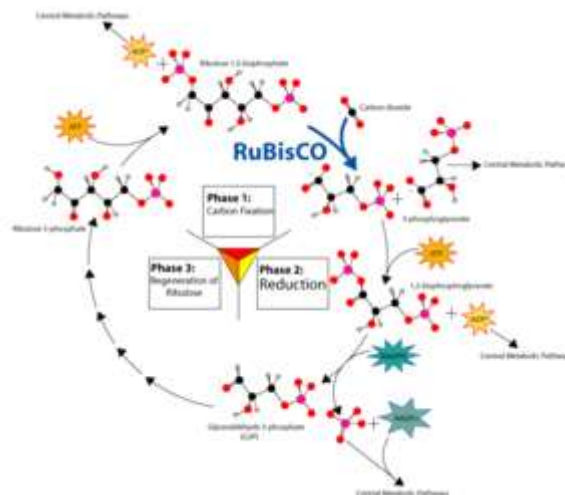
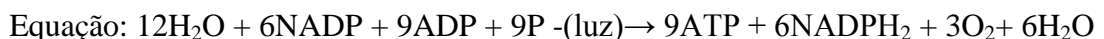
Com estas técnicas, descobriu-se, por exemplo, que a fotossíntese ocorre ao longo de duas etapas:

- A fase fotoquímica, fase luminosa ou fase clara (fase dependente da luz solar) é a primeira fase do processo fotossintético essa fase ocorre nos Tilacóides ou (Lamelas dos Tilacóides), seu evento principal é a [Fotofosforilação-que é a adição do fósforo (p) ao ADP. A energia luminosa é captada por meio de pigmentos fotossintetizantes, capazes de conduzi-la até o centro de reação. Tal centro é composto por um par de clorofilas 'a' também denominado P<sub>700</sub> porque absorve a onda luminosa com 700 nanômetros de comprimento. Os elétrons excitados da P<sub>700</sub> saem da molécula e



são transferidos para uma primeira substância aceptora de elétrons, a ferredoxina. Esta logo os transfere para outra substância, e assim por diante, formando uma cadeia de transporte de elétrons. Tais substâncias aceptoras estão presentes na membrana do tilacóide. Nessa transferência entre os aceptores, os elétrons vão liberando energia gradativamente e esta é aproveitada para transportar hidrogênio iônico de fora para dentro do tilacóide, reduzindo o pH do interior deste. A redução do pH ativa o complexo proteico "ATP sintetase". O fluxo de hidrogênios iônicos através do complexo gira, em seu interior, uma espécie de "turbina proteica", que promove a fosforilação de moléculas de adenosina difosfato dando origem à adenosina trifosfato. Ao chegarem ao último aceptor, os elétrons têm nível energético suficientemente baixo e retornam ao par de clorofilas 'a', fala-se em fotofosforilação cíclica.

- Porém, existe outra forma de fosforilação, a fotofosforilação acíclica onde os elétrons das moléculas de clorofila 'a' ( $P_{700}$ ), excitados pela luz, são captados pela ferredoxina, mas ao em vez de passarem pela cadeia transportadora são captados pelo NADP (nicotinamida adenina dinucleotídeo Fosfato) e não retornam para o  $P_{700}$ . Este fica temporariamente deficiente de elétrons. Esses elétrons são repostos por outros, provenientes de outro fotossistema onde o par de clorofilas 'a', dessa vez  $P_{680}$ , excitado pela energia luminosa, libera elétrons que são captados por uma primeira substância aceptora: a plastoquinona. Em seguida passa aos citocromos e plastocianina até serem captados pelo  $P_{700}$ , que se recompõe. Este processo de transporte também promove a síntese do ATP. Já o  $P_{680}$  fica deficiente de elétrons. Esses elétrons serão repostos pela fotólise da água. A quebra da molécula da água por radiação (fotólise da água) produz íons de hidrogênios e hidróxidos. Os elétrons dos íons hidróxidos são utilizados para recompor o  $P_{680}$  e os íons hidrogênio são aceptados pelo NADP, com isso ocorre a formação de água oxigenada ( $H_2O_2$ ) oriunda da reação de síntese entre as hidroxilas. A água oxigenada é decomposta pela célula em água e  $O_2$  sendo este último liberado do processo como resíduo. Com a repetição do processo forma-se o aporte energético e de NADPHs necessários para a fase escura.



Ciclo de Calvin e fixação do carbono.

- A fase química ou "fase escura" é um ciclo descoberto pelos cientistas Melvin Calvin, Andrew Benson e James Bassham. Nessa fase chamada de ciclo de Calvin ou ciclo das pentoses, que ocorre no estroma do cloroplasto, o tilacóide fornece ATP e NADPH<sub>2</sub> ao estroma do cloroplasto, onde se encontra a pentose (ribulose fosfato), essa pentose ativada por um fosfato, fixa o carbono que provém do dióxido de carbono do ar sob a ação catalisadora da "RuBisCO" (ribulose bifosfato carboxilase-oxidase) e em seguida é hidrogenada pelo NADPH<sub>2</sub> formando o aldeído que dará origem à glicose. Para a síntese de uma molécula de glicose são fixadas seis de dióxido de carbono, permitindo que o processo recicle a ribulose fosfato, devolvendo-a ao estroma. Desta fase resulta a formação de compostos orgânicos como a glicose, necessária à atividade da planta. Esta fase é denominada fase escura, no entanto é um termo utilizado de forma inadequada pois para a "RuBisCO" entrar em atividade determinando a fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico para a formação de moléculas de glicose, ela precisa estar num estado reduzido, e para isso acontecer é necessário que a luz esteja presente.

Equação:  $6\text{CO}_2 + 12\text{NADPH}_2 + 18\text{ATP} - (\text{enzimas}) \rightarrow 12\text{NADP} + 18\text{ADP} + 18\text{P} + 6\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Plantas jovens consomem mais dióxido de carbono e libertam mais oxigénio, pois o carbono é incorporado a sua estrutura física durante o crescimento.

É importante realçar que a fase escura não ocorre apenas à noite ou na ausência de luz, o nome refere-se ao facto desta fase não necessitar da luz para funcionar. Ela acontece logo após a fase clara numa reação em cadeia até que o substrato se esgote.

A equação geral da formação de glicose é resultado da soma das duas equações:

Equação simplificada da fase fotoquímica:  $12\text{H}_2\text{O} + 12\text{NADP} + 18\text{ADP} + 18\text{P} - (\text{luz}) \rightarrow 18\text{ATP} + 12\text{NADPH}_2 + 6\text{O}_2$

Equação simplificada da fase química:  $6\text{CO}_2 + 12\text{NADPH}_2 + 18\text{ATP} - (\text{enzimas}) \rightarrow 12\text{NADP} + 18\text{ADP} + 18\text{P} + 6\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Somando-as e simplificando, obtém-se a equação geral da fotossíntese:  $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightarrow 6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$

### **Organismos fotossintetizadores**

Além das plantas verdes, incluem-se entre os organismos fotossintéticos, as algas (como as diatomáceas, as euglenófitas), as cianofíceas (algas verde azuladas) e diversas bactérias.

### **Fatores que afetam a fotossíntese**

- Comprimento de onda e intensidade da luz: A velocidade da fotossíntese está diretamente relacionada com a quantidade de luz, até ser atingido o *nível de saturação*.



- Concentração de dióxido de carbono: É geralmente o fator limitante da fotossíntese para as plantas terrestres em geral, devido a sua baixa concentração na atmosfera, que é em torno de 0,04%.
- Temperatura: Para a maioria das plantas, a temperatura ótima para os processos fotossintéticos está entre 30 e 38 °C. Acima dos 45°C a velocidade da reação decresce, pois cessa a atividade enzimática.
- Água: A água é fundamental como fonte de hidrogênio para a produção da matéria orgânica. Em regiões secas as plantas têm a água como um grande fator limitante.
- Morfologia foliar

### **Ponto de compensação fótico**

É chamado "ponto de compensação fótico" o instante em que as velocidades de fotossíntese e respiração são exatamente as mesmas. Neste instante toda a glicose produzida na fotossíntese é "quebrada" na respiração, e todo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gasto na fotossíntese é produzido na respiração.

### **A importância da fotossíntese**

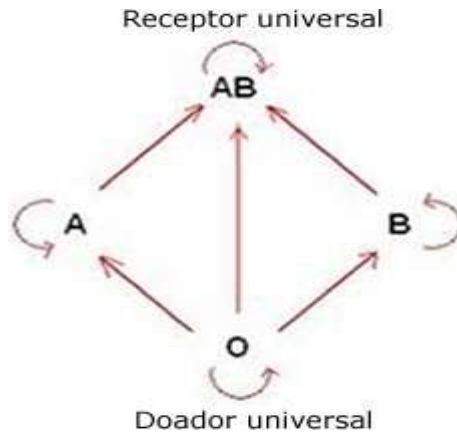
A fotossíntese é o principal processo de transformação de energia na biosfera. Ao alimentarmos-nos, parte das substâncias orgânicas, produzidas graças à fotossíntese, entram na nossa constituição celular, enquanto outras (os nutrientes energéticos) fornecem a energia necessária às nossas funções vitais, como o crescimento e a reprodução. Além do mais, ela fornece oxigênio para a respiração dos organismos heterotróficos. É essencial para a manutenção da vida na Terra.

### **Subprodutos remotos da fotossíntese**

De acordo com a teoria da geração orgânica do petróleo, indiretamente energia química presente no petróleo e no carvão, que são utilizados pelo ser humano como combustíveis, têm origem na fotossíntese, pois, são produtos orgânicos provenientes de seres vivos (plantas ou seres que se alimentavam de plantas) de outras eras geológicas.

## Sistema ABO e fator Rh

Karl Landsteiner foi o médico austríaco que, juntamente com sua equipe, descobriu o sistema ABO e também o fator Rh.



O esquema acima mostra os tipos sanguíneos e o doador e receptor universais

Em 1902, o médico austríaco Karl Landsteiner e alguns cientistas conseguiram classificar o sangue humano em quatro tipos: **A**, **B**, **AB** e **O**. Durante as pesquisas, descobriu-se que alguns tipos sanguíneos eram incompatíveis, e essa incompatibilidade devia-se a uma reação imunológica entre substâncias dissolvidas no plasma sanguíneo e substâncias presentes nas células do sangue, as hemácias. Passou-se então a chamar as substâncias aglutinogênicas da membrana das hemácias de **aglutinogênios**; e as substâncias aglutinadoras do plasma de **aglutininas**. Abaixo podemos ver um quadro ilustrando os aglutinogênios e aglutininas do sistema ABO.

<b>Grupo sanguíneo</b>	<b>Agglutinogênios</b> (nas hemácias)	<b>Agglutininas</b> (no plasma sanguíneo)
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>anti – B</b>
<b>B</b>	<b>B</b>	<b>anti – A</b>
<b>AB</b>	<b>AB</b>	---
<b>O</b>	---	<b>anti – A e anti – B</b>

A descoberta dos tipos sanguíneos foi muito importante, pois antes disso muitos acidentes foram causados, inclusive com pacientes indo a óbito por terem recebido um sangue incompatível com o seu. Dessa forma, é de extrema importância que, antes de se fazer uma transfusão sanguínea, se saiba o tipo sanguíneo da pessoa.

Se uma pessoa tiver o sangue **tipo A**, que apresenta **aglutinina anti-B** no plasma, ela **não poderá receber sangue do tipo B e nem do tipo AB**. O mesmo acontece com uma pessoa que tem o sangue **tipo B**, que, por apresentar **aglutinina anti-A** no plasma, **não pode receber sangue tipo A e nem tipo AB**. Quem apresenta o tipo sanguíneo **AB não possui aglutininas no plasma** e por isso **pode receber qualquer tipo de sangue**, sendo por isso chamado de **receptor universal**. Entretanto, as pessoas que apresentam o sangue **tipo O** e que **possuem os dois tipos de aglutininas no plasma só poderão receber sangue tipo O**. Por outro lado, essas pessoas podem doar sangue para qualquer indivíduo, pois **não apresentam aglutinogênios A e B, e por isso são chamados de doadores universais**.

<b>Grupo sanguíneo</b>	<b>Pode receber sangue de:</b>	<b>Pode doar sangue para:</b>
<b>A</b>	A e O	A e AB
<b>B</b>	B e O	B e AB
<b>AB</b>	A, B, AB e O	AB
<b>O</b>	O	A, B, AB e O

### **Sistema Rh de grupos sanguíneos**

O **sistema Rh** também foi descoberto por Karl Landsteiner e sua equipe, em uma experiência com um macaco da espécie *Rhesus*. Eles observaram que quando injetavam o sangue desse macaco em cobaias, as cobaias produziam anticorpos, que eles chamaram de **anti-Rh** (abreviatura de anti-rhesus).

Fazendo essa mesma experiência, mas com sangue humano, os pesquisadores observaram que 85% das amostras de sangue humano testadas com o **anticorpo Rh** sofreram aglutinação, o que sugere a presença de **antígeno Rh** no sangue. As pessoas que tiveram as hemácias aglutinadas pelo **anticorpo Rh** foram chamadas **Rh positivas (Rh<sup>+</sup>)**, indicando que suas hemácias têm um antígeno semelhante ao dos macacos, o **fator Rh**. As hemácias dos 15% restantes não se aglutinaram e por isso foram chamadas de **Rh negativas (Rh<sup>-</sup>)**, indicando a ausência do fator Rh em suas hemácias.

Para saber se uma pessoa tem Rh positivo ou negativo, basta misturar uma gota de sangue da pessoa a uma solução com anticorpos Rh. Caso as hemácias se aglutinem, essa pessoa tem sangue **Rh<sup>+</sup>**; caso elas não se aglutinem, essa pessoa tem sangue **Rh<sup>-</sup>**.