

2

Conservação do sangue e hemocomponentes

Alguns problemas de saúde hematológicos ou hemodinâmicos podem ser tratados utilizando produtos hemoterápicos, como por exemplo, problemas ligados à coagulação, grande perda sanguínea, hemofilia entre outras. A hematologia moderna separa o sangue em hemocomponentes e hemoderivados, e efetua a transfusão somente do componente necessário, possibilitando que uma única bolsa de sangue total possa ser utilizada por vários pacientes. Depois de coletado o sangue passa por vários exames e permanece armazenado até sua utilização.

2.1.

Conceito e composição do sangue

O sangue faz parte do aparelho cardiovascular, juntamente com o coração e vasos sanguíneos. Abrange de 7 a 8% da massa corporal humana, correspondendo a um volume de cerca de 5 L para uma pessoa cuja massa seja de 70 kg. Por meio do sistema fechado de vasos, o sangue circula por todo o corpo, desempenhando importantes funções de transporte (gases, resíduos do metabolismo celular para serem desintoxicados e removidos pelo fígado e rins, nutrientes absorvidos no trato digestivo para células de todo o corpo, hormônios, enzimas, etc.) e regulação (temperatura, pH, concentração de eletrólitos, etc.) [9].

A Figura 1 ilustra a composição do sangue que consiste em uma parte líquida, o plasma, e uma parte sólida constituída por elementos figurados. Estes últimos consistem em glóbulos vermelhos (hemácias ou eritrócitos), glóbulos brancos (leucócitos) e plaquetas (trombócitos). Os glóbulos brancos podem ser: granulócitos, que se subdividem em neutrófilos, eosinófilos e basófilos; e agranulócitos, subdivididos em monócitos e linfócitos.

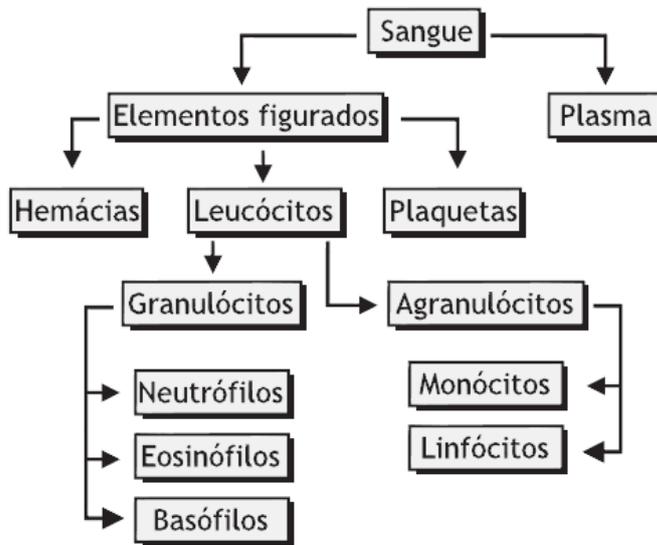


Figura 1: Diagrama da composição sanguínea [10]

As hemácias são responsáveis pelo transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos e do dióxido de carbono resultante do metabolismo celular, para os pulmões. O transporte dos gases oxigênio e dióxido de carbono é realizado pela hemoglobina, que também contribui para o equilíbrio ácido-base do organismo [9].

Considerados unidades móveis do sistema protetor do organismo, os leucócitos são transportados pelo sangue para diversas partes do organismo, podendo deixar a corrente sanguínea e migrar para locais onde sua ação seja necessária, fazendo uma defesa rápida contra os agentes infecciosos [9,10].

As plaquetas ou trombócitos são responsáveis pela coagulação sanguínea. Esta função se dá através da liberação de substâncias que promovem agregação entre as próprias plaquetas, pela liberação de substâncias vasoconstritoras, pela alteração nas glicoproteínas da membrana da plaqueta, que levam a aderência ao colágeno e a outras plaquetas e pela ativação da cascata da coagulação [9,11].

As proteínas plasmáticas (albumina, globulinas e fibrinogênio) são importantes nos processos de nutrição, coagulação e regulação do equilíbrio ácido-base, além da imunidade do organismo. [9,10].

Após o nascimento, a grande maioria das células do sangue é produzida pela medula óssea, o núcleo gelatinoso que preenche o interior dos ossos longos e do esterno. Os tecidos linfóides, localizados no baço, timo, amígdalas, gânglios linfáticos e placas de Peyer no intestino, também colaboram nesta tarefa. A própria medula óssea contém tecido linfóide e, em situações especiais, encarrega-se sozinha da produção de todas as células do sangue. A medula óssea de praticamente todos os ossos produz eritrócitos até os cinco anos de idade [9]. A partir daí, a medula dos ossos longos torna-se mais gordurosa, exceto o úmero e a tíbia, e deixam de produzir células após os vinte anos de idade. Acima dos vinte anos, a medula dos ossos membranosos, como as vértebras, as costelas, o esterno e a pelve são os grandes produtores dos eritrócitos.

2.2. Hemoterapia

O sangue pode ser utilizado tanto para fins diagnósticos, quanto terapêuticos. A hemoterapia consiste na utilização do sangue como medicamento, que pode ser empregado em variadas situações clínicas como: doenças hemolíticas, situações de grande perda sanguínea, disfunções associadas à coagulação, entre outras.

Um primeiro relato de utilização do sangue como tratamento ocorreu no século XV, quando o Papa Inocêncio VIII recebeu transfusão do sangue três jovens saudáveis. Até o início do século XX, muitos pacientes morreram em decorrência de transfusões de sangue, fazendo com que essa atividade terapêutica ficasse ameaçada. Por volta de 1900, os estudos de Karl Landsteiner, identificando os grupos sanguíneos em ABO e o sistema Rh, fizeram com que passassem a ser realizados exames de compatibilidade sanguínea, reduzindo, assim, as reações transfusionais, o que fortaleceu a utilização do procedimento terapêutico por transfusão sanguínea [1,12] e essa prática voltasse a ser acreditada. Outro importante avanço se deu por volta de 1915, com a introdução do uso de citrato de sódio como anticoagulante [1,12,13], possibilitando o armazenamento de maior quantidade de sangue e por mais tempo, o que resultou no surgimento de bancos de sangue. Esses desenvolvimentos possibilitaram o tratamento de diversos combatentes durante a Segunda Guerra Mundial [1,12,13].

Na década de 1950, deu-se início à separação do sangue em componentes, possibilitando a transfusão específica do componente sanguíneo necessário [1,12,13].

O ciclo do sangue para realização da hemoterapia inicia-se no momento da doação e finaliza com a transfusão. O doador passa por uma triagem e, se julgado apto, realiza-se a coleta. Esta coleta pode ser realizada de duas formas: sangue total ou aférese [14,15,16]. A maneira mais comum de doação é a de sangue total (ST), na qual o sangue é coletado em sua totalidade para uma bolsa contendo anticoagulante/conservantes. Em seguida, o ST coletado passa por processamento físico (centrifugação). Na doação por aférese, o sangue é coletado e separado por centrifugação e filtração, restando somente o componente desejado e retornando os demais componentes ao doador, tudo realizado concomitantemente. Uma coleta por aférese contém oito vezes mais plaquetas que uma doação de ST [15]. Em ambas as formas de doação, a coleta é realizada com um único doador por bolsa, em sistema fechado. Na coleta não se pode adicionar ou retirar componentes ou produtos, sendo obtidas amostras de sangue para exames sorológicos (hepatite B e C, malária, doença de Chagas, sífilis, HIV/AIDS, HTLV I/II) e imuno-hematológicos (tipagem sanguínea e pesquisa de anti-corpos) [14,15,16,17].

De uma única bolsa de ST (bolsa satélite) podem-se obter hemocomponentes e hemoderivados (Figura 2) [15, 16,17].

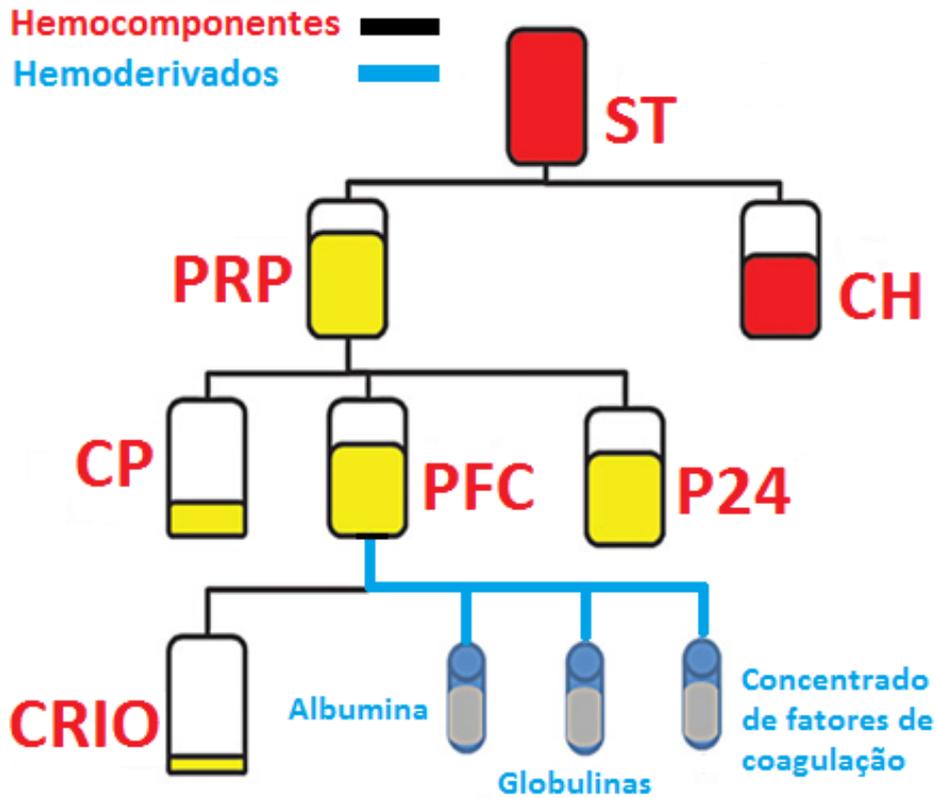


Figura 2: Produtos hemoterápicos (hemocomponentes e hemoderivados) obtidos a partir do sangue total. ST (sangue total), PRP (plasma rico em plaquetas), CH (concentrado de hemácias), CP (concentrado de plaquetas), PFC (plasma fresco congelado), P24 (plasma de 24 h) e CRIO (crioprecipitado) [adaptado de 18]

Na Figura 3 são ilustrados os hemocomponentes, que podem ser obtidos nos serviços de hemoterapia ou em bancos de sangue, por processos físicos (centrifugação refrigerada e congelamento) [16,18,19].

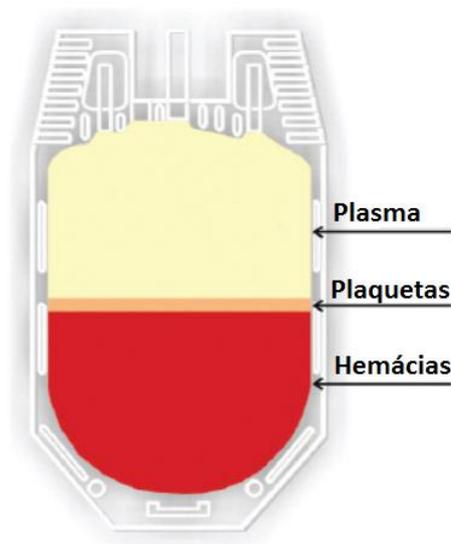


Figura 3: Hemocomponentes obtidos por processo de centrifugação refrigerada de bolsa com sangue total [18].

Os hemoderivados, por sua vez, são obtidos por meio do fracionamento do plasma humano, em escala industrial, através de processos físico-químicos [16,18,19].

Na Figura 4 são apresentadas aplicações clínicas associadas ao uso terapêutico de sangue total, hemocomponentes hemoderivados.

Componente/Produto (volume aproximado)	Composição	Aplicação ou indicação quando há necessidade de:
Sangue total (500 ml)	hemácias, plasma, leucócitos e plaquetas	aumento da massa de hemácias e do volume de plasma
Concentrado de hemácias (250 ml)	concentrado de hemácias, com pequeno volume de plasma, leucócitos e plaquetas	aumento do volume de hemácias em tratamento de certas anemias
Concentrado de plaquetas (50 ml)	cerca de $0,5 \times 10^{10}$ plaquetas	tratamento ou prevenção de sangramentos devido à diminuição do número de plaquetas no sangue
Plasma fresco congelado (220 ml)	Plasma, contendo todos os fatores da coagulação (menos plaquetas)	tratamento de problemas de coagulação do sangue e queimaduras
Crioprecipitado (15 ml)	Fibrinogênio; fatores de coagulação VIII e IX	deficiência do fator VIII (hemofilia A) e do fator IX (hemofilia B)
Fator de coagulação VIII (25 ml)	Fator VIII	hemofilia A
Fator de coagulação IX (25 ml)	Fator IX	hemofilia B
Fatores II, VII, IX, X (25 ml)	Fatores II, VII, IX, X	deficiências hereditárias destes fatores

Figura 4: Composição e aplicações clínicas da hemoterapia com sangue total, hemocomponentes e hemoderivados [18]

Depois de realizada a coleta, tanto o sangue total quanto os hemocomponentes necessitam de conservação em temperatura adequada e constante, pois são produtos termolábeis/biológicos, isto é, se deterioram quando expostos a variações de temperatura inadequadas e podem sofrer contaminação bacteriana [20].

Para que o armazenamento do sangue e seus componentes se deem de maneira adequada, não perdendo suas características e propriedades hemoterápicas, devem ser utilizados equipamentos específicos para este fim. Segundo a Organização Mundial da saúde (OMS) estes equipamentos são classificados como cadeia de frio, e tem por objetivo assegurar a qualidade durante o armazenamento e transporte do sangue e seus componentes até o momento da transfusão [20].

O armazenamento não adequado do concentrado de hemácias faz com que estes componentes possam sofrer danos biomecânicos e bioquímicos. Danos biomecânicos estão ligados às propriedades da membrana, esta pode sofrer danos e deformidades assim não desempenhar sua função de transporte. Já os danos bioquímicos, estão ligados ao funcionamento da hemoglobina, produção de produção de óxido nítrico, da substância 2,3-DPG (2,3-difosfoglicerato), ATP (ATP-platelet adenosine triphosphate – metabolizar a glicose) [21,22,23].

As complicações apresentadas no armazenamento de plaquetas estão: perda de suas funções e contaminação bacteriana. As plaquetas coletadas por aférese apresentam-se mais resistentes ao armazenamento, devido às técnicas de coleta [24].

O presente trabalho tem por foco o estudo da confiabilidade metrológica de equipamentos da cadeia de frio, constituintes importantes do ciclo do sangue, e cujo adequado funcionamento é fundamental para a garantia do sucesso de tratamentos hemoterápicos e prevenção de eventos adversos.

Abordagem mais detalhada da cadeia de frio e os requisitos para garantia da confiabilidade metrológica de seus equipamentos é apresentada no capítulo 4: Confiabilidade metrológica aplicada à conservação de sangue e hemocomponentes.