TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO XII

Capítulo 1

PROTOCOLO DE TRANSFUSÃO MACIÇA NO TRAUMA: EVIDÊNCIAS ATUAIS E IMPACTO NA MORTALIDADE

ENZO MATHIAS FALCETTI[1]
GUSTAVO ANDREOLLA MAIA[1]
MARIA EDUARDA DOS SANTOS RODENAS[1]
SABRINA DALBEM TREPICHE[1]
HEITOR NEGRÃO LUNHANI[1]
FELIPE FOSTER PRATES[2]
GABRIELE MORAES MATIAS[1]
GABRIELA LONGO TOFANO[1]
MARIA JÚLIA NAVARRO DE SOUZA[1]
ELLEN BEATRIZ AMARO FARIA[1]
BRUNNO BRANDÃO BREVILHERI[1]

[1]Discente - Medicina na Universidade do Oeste Paulista.
[2]Discente - Medicina na Universidade Federal de Pelotas.

Palavras-chave: *Hemorragia Traumática; Transfusão Maciça; Trauma.*

DOI 10.59290/3911320612

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O trauma constitui uma das principais causas de morte no mundo, especialmente entre indivíduos jovens e economicamente ativos, configurando-se como relevante problema de saúde pública global (SAVIANO *et al*., 2024; ROSSAINT *et al*., 2023). Entre os múltiplos determinantes de mortalidade no trauma, a hemorragia não controlada destaca-se como uma das principais causas evitáveis de óbito nas primeiras horas após o atendimento inicial (BRILL *et al*., 2021; ROSSAINT *et al*., 2023). A rápida instalação do choque hemorrágico, associada à instabilidade hemodinâmica e à hipoperfusão tecidual, aumenta a complexidade do manejo clínico. Nesse cenário, são necessárias intervenções imediatas e coordenadas, baseadas em protocolos estruturados, com o objetivo de restaurar a volemia, corrigir distúrbios da coagulação e controlar o sangramento ativo (SEO *et al*., 2025; BRILL *et al*., 2021; ROSSAINT *et al*., 2023).

Do ponto de vista fisiopatológico, o trauma grave pode desencadear a chamada coagulopatia associada ao trauma, caracterizada por alterações hemostáticas precoces que incluem consumo de fatores de coagulação, disfunção plaquetária, hiperfibrinólise e comprometimento endotelial (SAVIANO *et al*., 2024; SEO *et al*., 2025; ROSSAINT *et al*., 2023). Esses mecanismos, frequentemente potencializados por acidose metabólica e hipotermia, integram a denominada "tríade letal", condição intimamente relacionada ao aumento da mortalidade (SAVIANO *et al*., 2024; ROSSAINT *et al*., 2023). Nesse contexto, a reposição isolada de cristaloides mostrou-se insuficiente e, em alguns cenários, potencialmente prejudicial, favorecendo hemodiluição, agravamento da coagulopatia e piora do desfecho clínico (SAVIANO *et al*., 2024; ROSSAINT *et al*., 2023).

Diante dessa realidade, consolidou-se o conceito de ressuscitação hemostática, com ênfase na reposição precoce e equilibrada de hemocomponentes, aproximando-se da composição do sangue total (BRILL *et al*., 2021; ROSSAINT *et al*., 2023). O Protocolo de Transfusão Maciça (PTM) emerge, nesse cenário, como estratégia organizada para garantir a rápida disponibilização e administração coordenada de concentrado de hemácias, plasma fresco congelado e plaquetas, geralmente em proporções previamente definidas. Além de padronizar condutas e reduzir atrasos logísticos, o PTM busca mitigar a progressão da coagulopatia e estabilizar precocemente o paciente politraumatizado (LIN *et al*., 2025; ROSSAINT *et al*., 2023).

Nas últimas décadas, evidências observacionais e ensaios clínicos têm explorado diferentes proporções transfusionais, o papel do uso precoce de antifibrinolíticos, a incorporação de testes viscoelásticos na orientação terapêutica e a comparação entre estratégias baseadas em protocolos fixos versus abordagem guiada por exames laboratoriais (ROSSAINT *et al*., 2023; BRILL *et al*., 2021; LIN *et al*., 2025). Embora resultados indiquem potencial benefício na redução da mortalidade quando adotadas estratégias de transfusão balanceada e ativação precoce do protocolo, persistem controvérsias quanto à proporção ideal de hemocomponentes, ao momento de ativação do PTM e aos riscos associados, como eventos tromboembólicos e complicações infecciosas (SEO *et al*., 2025; BRILL *et al*., 2021; LIN *et al*., 2025).

Apesar do avanço das recomendações internacionais e da maior padronização dos fluxos assistenciais, observa-se heterogeneidade metodológica entre os estudos, variações nos critérios de definição de transfusão maciça e diferenças nos sistemas de atendimento ao trauma, fatores que dificultam a consolidação de diretrizes universalmente aplicáveis (SEO *et al*., 2025; LIN *et al*., 2025; ROSSAINT *et al*.,

2023). Ademais, o impacto do PTM pode variar conforme o contexto institucional, os recursos disponíveis e a integração entre equipes de emergência, cirurgia, anestesia e hemoterapia (LIN *et al*., 2025). Apesar dos avanços na ressuscitação hemostática, ainda persistem divergências quanto à proporção ideal de hemocomponentes e aos critérios de ativação do protocolo de transfusão maciça, especialmente em diferentes contextos institucionais.

Diante da relevância epidemiológica do trauma e da necessidade de intervenções rápidas e baseadas em evidências para redução de mortes potencialmente evitáveis, torna-se fundamental analisar criticamente os dados mais recentes acerca do Protocolo de Transfusão Maciça. O objetivo deste estudo foi revisar as evidências atuais sobre a implementação do PTM no trauma, discutindo seus fundamentos fisiopatológicos, principais estratégias transfusionais e impacto na mortalidade, bem como suas limitações e perspectivas futuras, com vistas a subsidiar a prática clínica baseada em evidências e aprimorar os desfechos em pacientes gravemente traumatizados (ROSSAINT *et al*., 2023; LIN *et al*., 2025).

O objetivo deste estudo foi revisar as evidências atuais sobre a implementação do protocolo de transfusão maciça no manejo do trauma, abordando seus fundamentos fisiopatológicos, as principais estratégias de ressuscitação hemostática e seu impacto na mortalidade em pacientes com hemorragia traumática.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura realizada no período de fevereiro a março de 2026. As bases de dados utilizadas incluíram PubMed/MEDLINE e SciELO, além da análise de diretrizes e consensos oficiais de sociedades científicas relevantes, como o *American College of Surgeons*, a *Eastern Association for the Surgery of Trauma* e a *European Society of Intensive Care Medicine*. Foram utilizados os descritores "*massive transfusion protocol", "trauma hemorrhage", "damage control resuscitation",* "transfusão maciça", "hemorragia no trauma" e "*trauma-induced coagulopathy"*, combinados por meio de operadores booleanos (*AND/OR*).

Foram priorizados artigos publicados entre 2021 e março de 2026, nos idiomas inglês e português. Os critérios de exclusão incluíram estudos que não abordavam especificamente a aplicação do protocolo de transfusão maciça no contexto do trauma ou que não analisassem desfechos clínicos relevantes, especialmente mortalidade. A seleção do material considerou a relevância clínica, a consistência metodológica e a aplicabilidade prática dos estudos.

Inicialmente, foram identificados 88 estudos. Após a triagem de títulos e resumos, 32 artigos foram selecionados para leitura na íntegra. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 19 estudos foram incluídos na análise final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 19 estudos incluídos evidenciou que a hemorragia traumática permanece como uma das principais causas de mortalidade precoce em pacientes com trauma grave, estando frequentemente associada ao desenvolvimento da coagulopatia induzida pelo trauma (MOORE *et al*., 2021; SCHÖCHL *et al*., 2024; SAVIANO *et al*., 2024). Os estudos revisados destacam a importância da ressuscitação hemostática e da implementação precoce do protocolo de transfusão maciça como estratégias centrais no manejo do choque hemorrágico e na tentativa de reduzir a mortalidade relacionada à exsanguinação nas fases iniciais do trauma (ROSSAINT *et al*., 2023; LIER & HOSSFELD, 2024; LIN *et al*., 2025).

De modo geral, as evidências indicam que a transfusão balanceada de hemocomponentes,

associada ao uso precoce de antifibrinolíticos e à incorporação de métodos diagnósticos como testes viscoelásticos, pode contribuir para melhorar o controle da hemorragia e orientar de forma mais precisa a ressuscitação hemostática em pacientes traumatizados (BRILL *et al*., 2021; SAVIANO *et al*., 2024; ROSSAINT *et al*., 2023). Além disso, estudos recentes também têm investigado novas estratégias terapêuticas, como o uso de sangue total e abordagens endovasculares para controle do sangramento, que podem representar avanços no manejo do trauma hemorrágico (MEIZOSO *et al*., 2024; STEIN *et al*., 2025).

Os principais achados da literatura foram organizados em três eixos temáticos: as bases fisiopatológicas da hemorragia traumática e da coagulopatia induzida pelo trauma; a evolução das estratégias de ressuscitação e das práticas transfusionais; e o impacto do protocolo de transfusão maciça na mortalidade e nos desafios relacionados à sua aplicação clínica (ROSSAINT *et al*., 2023; LIN *et al*., 2025).

Bases fisiopatológicas da hemorragia traumática e da coagulopatia induzida pelo trauma

A hemorragia traumática figura entre os principais fatores associados à mortalidade precoce em pacientes com trauma grave, sendo considerada uma das principais causas de morte potencialmente evitáveis nas primeiras horas após a lesão. Em muitos desses casos, a perda sanguínea maciça está acompanhada do desenvolvimento precoce da coagulopatia induzida pelo trauma (*trauma-induced coagulopathy* – TIC), um distúrbio complexo da hemostasia que pode surgir logo após a agressão inicial e comprometer a formação adequada de coágulos, dificultando o controle do sangramento (MOORE *et al*., 2021; SCHÖCHL *et al*., 2024). Esse quadro decorre de alterações na resposta hemostática fisiológica do organismo frente ao trauma e pode manifestar-se inicialmente como um estado hipocoagulável, caracterizado por sangramento difuso. Em fases posteriores, entretanto, o equilíbrio hemostático pode deslocar-se para um estado hipercoagulável, aumentando o risco de eventos tromboembólicos e de disfunção orgânica em pacientes traumatizados (CAPPONI & ROSTAGNO, 2025).

A coagulopatia induzida pelo trauma resulta de um conjunto de mecanismos fisiopatológicos interligados que envolvem extensa lesão tecidual, choque hemorrágico, disfunção endotelial, ativação plaquetária e alterações nos processos fibrinolíticos. A interação entre esses eventos desencadeia uma resposta sistêmica capaz de alterar o equilíbrio fisiológico entre os sistemas pró-coagulante e anticoagulante, comprometendo a capacidade do organismo de estabelecer hemostasia eficaz em pacientes com trauma grave (IBA *et al*., 2023; CAPPONI & ROSTAGNO, 2025).

Outro elemento relevante na fisiopatologia da coagulopatia induzida pelo trauma é a chamada endotelopatia associada ao trauma, caracterizada por ativação e dano ao endotélio vascular. Evidências indicam que a hipoperfusão tecidual, associada à resposta inflamatória sistêmica desencadeada pelo trauma, pode levar à degradação do glicocálix endotelial, uma estrutura protetora que regula a interação entre as células sanguíneas e a superfície endotelial. A perda dessa camada resulta na liberação de mediadores com atividade anticoagulante na circulação, além de contribuir para alterações na coagulação e aumento da permeabilidade vascular, fatores que têm sido associados à maior gravidade clínica e a piores desfechos em pacientes traumatizados (MOORE *et al*., 2021; ZANZA *et al*., 2023; CAPPONI & ROSTAGNO, 2025).

Além dos mecanismos fisiopatológicos primários relacionados ao trauma e ao choque hemorrágico, a TIC pode ser agravada por fatores

secundários decorrentes tanto da evolução clínica quanto das intervenções terapêuticas iniciais. Entre esses fatores destacam-se a hemodiluição decorrente da reposição volêmica, a hipotermia e a acidose metabólica, componentes clássicos da chamada tríade letal do trauma, que comprometem a atividade das enzimas da cascata de coagulação e a função plaquetária (ZANZA *et al*., 2023; ROSSAINT *et al*., 2023). Essas alterações contribuem para a progressão da disfunção hemostática e para a persistência do sangramento, reforçando a importância do reconhecimento precoce da coagulopatia e da implementação de estratégias adequadas de controle da hemorragia e ressuscitação hemostática no manejo do trauma grave (JAMES *et al*., 2025; SAVIANO *et al*., 2024).

Evolução das estratégias de ressuscitação e evidências atuais sobre transfusão maciça

As estratégias de ressuscitação no trauma hemorrágico têm evoluído de forma significativa nas últimas décadas, acompanhando os avanços na compreensão da fisiopatologia do choque hemorrágico e da coagulopatia associada ao trauma (LIER & HOSSFELD, 2024; LIN *et al*., 2025). Historicamente, o manejo inicial desses pacientes baseava-se na administração de grandes volumes de soluções cristaloides para reposição volêmica, com a transfusão de hemocomponentes sendo realizada de forma mais tardia ao longo da ressuscitação. Entretanto, com o aprimoramento do conhecimento sobre os mecanismos envolvidos na hemorragia traumática e suas complicações hemostáticas, essa abordagem passou a ser progressivamente questionada, uma vez que o uso excessivo de cristaloides pode contribuir para hemodiluição, agravamento da coagulopatia e piora do sangramento em pacientes com trauma grave (SAVIANO *et al*., 2024; LIER & HOSSFELD, 2024).

Entretanto, evidências acumuladas demonstraram que a reposição volêmica excessiva com cristaloides pode contribuir para a hemodiluição dos fatores de coagulação, agravamento da coagulopatia e aumento do sangramento. Além disso, essa estratégia pode favorecer o desenvolvimento da chamada tríade letal do trauma, caracterizada pela combinação de acidose metabólica, hipotermia e coagulopatia, fatores que se associam a pior prognóstico em pacientes com trauma grave (SAVIANO *et al*., 2024; LIER & HOSSFELD, 2024; ROSSAINT *et al*., 2023). Diante dessas limitações, consolidou-se o conceito de *Damage Control Resuscitation* (DCR), estratégia que prioriza a restrição do uso de cristaloides, o controle precoce da hemorragia e a reposição rápida e direcionada de hemocomponentes (ROSSAINT *et al*., 2023; SAVIANO *et al*., 2024).

Nesse contexto, a ressuscitação hemostática com transfusão balanceada passou a ocupar papel central no manejo do trauma hemorrágico. Protocolos que utilizam proporções próximas de 1:1:1 entre concentrado de hemácias, plasma fresco congelado e plaquetas têm sido amplamente adotados com o objetivo de mimetizar, de forma aproximada, a composição do sangue total e reduzir o agravamento da coagulopatia associada ao trauma (ROSSAINT *et al*., 2023; LIER & HOSSFELD, 2024). A implementação de Protocolos de Transfusão Maciça (PTM) contribui para padronizar o atendimento e garantir a rápida disponibilização de hemocomponentes em pacientes com hemorragia grave, permitindo uma resposta mais ágil das equipes de trauma (ROSSAINT *et al*., 2023; SEO *et al*., 2025).

Além da transfusão balanceada, outras intervenções têm demonstrado impacto relevante na ressuscitação de pacientes traumatizados. O uso precoce do ácido tranexâmico, por exemplo, tem sido associado à redução da mortalidade relacionada ao sangramento quando administrado nas primeiras horas após o trauma, especialmente quando iniciado precocemente no

atendimento inicial (LIER & HOSSFELD, 2024; ROSSAINT *et al*., 2023). Paralelamente, a incorporação de testes viscoelásticos, como a tromboelastografia (TEG) e a tromboelastometria rotacional (ROTEM), tem permitido uma avaliação mais dinâmica da coagulação, possibilitando orientar de maneira mais precisa a reposição de fatores de coagulação e hemocomponentes durante a ressuscitação (BRILL *et al*., 2021; SAVIANO *et al*., 2024).

Ferramentas preditivas também têm sido utilizadas para auxiliar na identificação precoce de pacientes com maior risco de necessitar transfusão maciça. Entre elas, destaca-se o *Assessment of Blood Consumption* (ABC *score*), que utiliza parâmetros clínicos simples para estimar a probabilidade de sangramento significativo e pode favorecer a ativação precoce dos protocolos transfusionais (SAVIANO *et al*., 2024; ROSSAINT *et al*., 2023).

Mais recentemente, a ressuscitação com sangue total tem ressurgido como alternativa terapêutica no manejo do trauma hemorrágico. Essa estratégia busca restaurar simultaneamente a capacidade de transporte de oxigênio, os fatores de coagulação e as plaquetas, aproximando-se das características fisiológicas do sangue circulante (MEIZOSO *et al*., 2024). Evidências recentes sugerem que o uso de sangue total pode reduzir a necessidade de transfusões adicionais nas primeiras horas de atendimento, embora os dados ainda sejam limitados quanto ao impacto definitivo na mortalidade (MEIZOSO *et al*., 2024).

Além das estratégias transfusionais, novas abordagens para controle da hemorragia e ressuscitação têm sido investigadas, incluindo técnicas endovasculares como o *Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta* (REBOA). Esse método permite o controle temporário do sangramento por meio da oclusão endovascular da aorta, redirecionando o fluxo sanguíneo para órgãos vitais enquanto se busca o controle definitivo da hemorragia (STEIN *et al*., 2025).

Apesar dos avanços observados nas últimas décadas, ainda existem controvérsias quanto à definição de transfusão maciça e à proporção ideal de hemocomponentes utilizada durante a ressuscitação de pacientes traumatizados (LIER & HOSSFELD, 2024). Embora a ressuscitação hemostática represente um importante avanço no manejo do trauma hemorrágico, estudos adicionais ainda são necessários para aprimorar e padronizar essas estratégias terapêuticas, especialmente no que se refere à individualização do tratamento e à otimização dos protocolos de transfusão (ROSSAINT *et al*., 2023; LIN *et al*., 2025).

Impacto do protocolo de transfusão maciça na mortalidade e desafios na aplicação clínica

A adoção do protocolo de transfusão maciça (PTM) representa um avanço significativo no manejo da hemorragia traumática grave, uma das principais causas de mortalidade precoce em pacientes traumatizados e responsável por grande parte das mortes potencialmente evitáveis nas primeiras horas após o trauma (SEO *et al*., 2025). Evidências da literatura indicam que estratégias transfusionais baseadas na administração balanceada de hemocomponentes, especialmente em proporções próximas de 1:1:1 entre concentrado de hemácias, plasma fresco congelado e plaquetas, estão associadas à redução da mortalidade por hemorragia nas fases iniciais do atendimento ao trauma, particularmente durante as primeiras horas após a lesão (LIN *et al*., 2025; SEO *et al*., 2025; LIER & HOSSFELD, 2024).

Estudos multicêntricos demonstraram que a adoção de protocolos estruturados de transfusão maciça está associada a melhora da sobrevida nas primeiras 24 horas, principalmente em pacientes com choque hemorrágico grave e alto

risco de sangramento maciço (ARNOLD *et al*., 2025; BRUNSKILL *et al*., 2025). Esse benefício está relacionado à administração precoce e balanceada de hemocomponentes, que favorece a correção da coagulopatia associada ao trauma, contribui para limitar o agravamento da acidose metabólica e reduz os efeitos adversos da hemodiluição. Nesse contexto, o protocolo de transfusão maciça atua como estratégia central da ressuscitação hemostática, auxiliando na interrupção do ciclo fisiopatológico conhecido como "tríade letal do trauma", caracterizado pela interação entre coagulopatia, hipotermia e acidose (CAPPONI & ROSTAGNO, 2025).

Apesar dos benefícios observados na fase inicial, a literatura apresenta resultados heterogêneos em relação à mortalidade tardia. Evidências indicam que estratégias transfusionais balanceadas podem reduzir mortes por exsanguinação nas primeiras horas após o trauma, porém seu impacto sobre a mortalidade hospitalar global permanece menos consistente, possivelmente devido à influência de fatores como a gravidade das lesões, falência de múltiplos órgãos e complicações infecciosas subsequentes (TORRES *et al*., 2024; ARNOLD *et al*., 2025).

Outro aspecto relevante refere-se às complicações associadas à transfusão de grandes volumes de hemocomponentes durante a ressuscitação de pacientes com trauma grave. Entre os eventos adversos mais descritos destacam-se a lesão pulmonar aguda relacionada à transfusão (TRALI), a sobrecarga circulatória associada à transfusão (TACO) e alterações metabólicas como hipocalcemia, hipercalemia e acidose metabólica. Além disso, a transfusão maciça pode desencadear alterações imunológicas, aumentando a suscetibilidade a infecções e outras complicações durante a evolução hospitalar. Embora esses eventos não anulem os benefícios da transfusão maciça no controle da hemorragia, eles ressaltam a importância do monitoramento rigoroso do paciente e da utilização criteriosa dos hemocomponentes durante o manejo do trauma grave (SAVIANO *et al*., 2024; LIER & HOSSFELD, 2024).

Além dos aspectos clínicos, desafios logísticos também podem dificultar a implementação eficaz do protocolo de transfusão maciça. A ativação do protocolo exige coordenação entre diferentes setores hospitalares, como emergência, cirurgia, laboratório e banco de sangue, para garantir a rápida disponibilidade de hemocomponentes. Falhas na comunicação entre equipes ou na organização institucional podem gerar atrasos operacionais e desperdício de produtos sanguíneos, evidenciando a importância de protocolos bem estruturados e treinamento adequado das equipes para otimizar a resposta transfusional (PAGANINI *et al*., 2021). Em muitos serviços de saúde, fatores logísticos ainda representam barreiras para a implementação eficaz do protocolo de transfusão maciça. A disponibilidade imediata de hemocomponentes, a realização rápida de exames laboratoriais e a coordenação entre as equipes de emergência, cirurgia e hemoterapia são essenciais para sua adequada execução. No entanto, limitações nesses aspectos podem atrasar a resposta transfusional e dificultar o manejo oportuno da hemorragia grave, especialmente em hospitais de menor porte ou em regiões com infraestrutura limitada, realidade observada em parte do contexto brasileiro (SAVIANO *et al*., 2024; MEIZOSO *et al*., 2024).

Nesse contexto, a identificação precoce dos pacientes com risco de hemorragia maciça e a ativação oportuna do protocolo de transfusão maciça tornam-se fundamentais para otimizar o manejo da hemorragia traumática. Essa decisão geralmente é baseada em critérios clínicos associados a escores preditivos que auxiliam na detecção rápida de pacientes com maior probabilidade de necessitar de transfusão maciça (VAN GENT *et al*., 2025). A identificação precoce de pacientes com alto risco de sangramen-

to permite que os recursos necessários sejam mobilizados rapidamente e que a transfusão de hemocomponentes seja iniciada de forma imediata e em proporções adequadas, aumentando as chances de controle eficaz da hemorragia (LIN *et al*., 2025). Nesse contexto, o sucesso do protocolo de transfusão maciça não depende apenas da disponibilidade de sangue e derivados, mas também da organização institucional, do treinamento das equipes e da integração entre os diferentes setores envolvidos no atendimento ao paciente traumatizado (SAVIANO *et al*., 2024).

De modo geral, as evidências disponíveis apontam que o protocolo de transfusão maciça é uma ferramenta essencial no manejo do choque hemorrágico em pacientes traumatizados, contribuindo para a redução da mortalidade nas fases iniciais do atendimento (LIER & HOSSFELD, 2024). No entanto, na prática, a efetividade desse protocolo depende de diversos fatores, como a identificação precoce dos pacientes que realmente necessitam dessa abordagem, a aplicação adequada do protocolo e a capacidade dos serviços de saúde de lidar com desafios logísticos e estruturais que podem surgir durante o atendimento (SEO *et al*., 2024).

CONCLUSÃO

A hemorragia traumática é um dos fatores mais relevantes associados à mortalidade nas fases iniciais do trauma grave, sendo responsável por um número significativo de mortes potencialmente evitáveis nas primeiras horas após as lesões (MOORE *et al*., 2021; ROSSAINT *et al*., 2023; SAVIANO *et al*., 2024). Nesse contexto, como estratégia central para o manejo do choque hemorrágico, o protocolo de transfusão maciça torna-se fundamental, ao possibilitar a administração rápida e organizada de hemocomponentes e contribuir para a correção da coagulopatia associada ao trauma (LIN *et al*., 2025; LIER & HOSSFELD, 2024; ROSSAINT *et al*., 2023).

De acordo com as evidências atuais, a ressuscitação hemostática baseada na transfusão balanceada de hemocomponentes, aliada à ativação precoce do protocolo de transfusão maciça, pode contribuir para a redução da mortalidade por exsanguinação nas fases iniciais do atendimento ao paciente traumatizado (BRUNSKILL *et al*., 2025; TORRES *et al*., 2024; VAN GENT *et al*., 2025). No entanto, ainda persistem desafios relacionados à heterogeneidade na definição de transfusão maciça, às limitações operacionais para implementação dos protocolos e à determinação das proporções ideais de hemocomponentes durante a ressuscitação (LIN *et al*., 2025; SEO *et al*., 2025; LIER & HOSSFELD, 2024).

Dessa forma, torna-se necessário o aprimoramento dos critérios de ativação do protocolo, a individualização das estratégias transfusionais e o fortalecimento da organização dos serviços de saúde, com o objetivo de otimizar o manejo da hemorragia traumática e melhorar o prognóstico de pacientes com trauma grave (ROSSAINT *et al*., 2023; SAVIANO *et al*., 2024; PAGANINI *et al*., 2021).

Nesse sentido, a consolidação de protocolos transfusionais baseados em evidências e a integração entre equipes multidisciplinares representam elementos essenciais para aprimorar o manejo do trauma hemorrágico e reduzir mortes potencialmente evitáveis. Além disso, novos estudos são necessários para ampliar a padronização dos protocolos transfusionais e otimizar as estratégias terapêuticas no manejo do trauma grave.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, M. & SHARMA, B. Analysis of Massive Transfusion Protocol Utilization in Trauma Across Sociodemographic Groups. Medicina (Kaunas), v. 61, n. 7, p. 1133, 2025. DOI: 10.3390/medicina61071133.

BRILL, J. B., BADIEE, J.; ZARZAUR, B. L. *et al*. The Role of TEG and ROTEM in Damage Control Resuscitation. Shock, v. 56, n. 1 s., p 52–61, 2021. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001686.

BRUNSKILL, S. J., HUGHES, D. A.; KIRWAN, C. C. *et al*. Blood Transfusion Strategies for Major Bleeding in Trauma. Cochrane Database of Systematic Reviews, n. 4, art. CD012635, 2025. DOI: 10.1002/14651858.CD012635.pub2.

CAPPONI, A. & ROSTAGNO, C. Trauma-Induced Coagulopathy: A Review of Specific Molecular Mechanisms. Diagnostics (Basel), v. 15, n. 11, p. 1435, 2025. DOI: 10.3390/diagnostics15111435.

IBA, T., LEVI, M.; LEVY, J. H. *et al*. Mechanisms and Management of the Coagulopathy of Trauma and Sepsis. Journal of Thrombosis and Haemostasis, v. 21, n. 12, p. 3360–3372, 2023. DOI: 10.1111/jth.16270.

JAMES, A., SPINELLA, P. C.; MOORE, H. B. *et al*. Acute Traumatic Coagulopathy: What You Should Know, What Is Debated and What Should Come Next. Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine, v. 44, n. 4, art. 101543, 2025. DOI: 10.1016/j.accpm.2025.101543.

LIER, H. & HOSSFELD, B. Massive Transfusion in Trauma. Current Opinion in Anaesthesiology, v. 37, n. 2, p. 117–124, 2024. DOI: 10.1097/ACO.0000000000001347.

LIN, T. L., LIU, H. T.; HSIEH, C. H. Current Controversies and Advances in Massive Transfusion: Balancing Evidence and Practice. Journal of the Formosan Medical Association, 2025. DOI: 10.1016/j.jfma.2025.07.016.

MEIZOSO, J. P., MOORE, E. E.; SPINELLA, P. C. *et al*. Whole Blood Resuscitation for Injured Patients Requiring Transfusion: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Practice Management Guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, v. 97, n. 3, p. 460–470, 2024. DOI: 10.1097/TA.0000000000004327.

MOORE, E. E., MOORE, H. B.; GONZALEZ, E. *et al*. Trauma-Induced Coagulopathy. Nature Reviews Disease Primers, v. 7, n. 1, art. 30, 2021. DOI: 10.1038/s41572-021-00264-3.

PAGANINI, M., RAGAZZI, R.; DALLA CORTE, F. *et al*. Quality Improvement Project of a Massive Transfusion Protocol to Reduce Wastage of Blood Components. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 4, p. 1859, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18041859.

ROSSAINT, R., BOFFA, C.; CIONI, G. *et al*. The European Guideline on Management of Major Bleeding and Coagulopathy Following Trauma: Sixth Edition. Critical Care, v. 27, art. 80, 2023. DOI: 10.1186/s13054-023-04327-7.

SAVIANO, A., BATTISTELLA, F.; TOSATO, F. *et al*. Blood Transfusion for Major Trauma in Emergency Department. Diagnostics, v. 14, art. 708, 2024. DOI: 10.3390/diagnostics14070708.

SCHÖCHL, H., SCHMITT, F. C. F.; MAEGELE, M. Pathophysiology of Trauma-Induced Coagulopathy. Hamostaseologie, v. 44, n. 1, p. 31–39, 2024. DOI: 10.1055/a-2215-8936.

SEO, D., KIM, Y. J.; LEE, J. H. *et al*. Toward Standardized Massive Transfusion Protocols: A Multicenter Evaluation of Practice Variability within a National Trauma System. Healthcare, v. 13, n. 15, p. 1848, 2025. DOI: 10.3390/healthcare13151848.

STEIN, J., WUTTIG, H.; MAEGELE, M. *et al*. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA): In Action or on the Shelf? A Comprehensive Analysis of Current Practices in Germany, Austria and Switzerland – Insights from the Traumaregister DGU. BMC Emergency Medicine, v. 25, art. 251, 2025. DOI: 10.1186/s12873-025-01417-3.

TORRES, C. M., SPINELLA, P. C.; MOORE, H. B. *et al*. Timing to First Whole Blood Transfusion and Survival among Trauma Patients with Severe Hemorrhage. JAMA Surgery, v. 159, n. 4, p. 374–381, 2024. DOI: 10.1001/jamasurg.2023.7178.

VAN GENT, J. M., NORMAN, M. A.; COTTON, B. A. *et al*. Impact of Massive Transfusion Activation on Time to Delivery of the First Cooler and Patient Survival: A Study of Four Thousand Three Hundred Thirteen Consecutive Activations. Journal of the American College of Surgeons, v. 240, n. 4, p. 578–585, 2025. DOI: 10.1097/XCS.0000000000001282.

ZANZA, C., LONGHITANO, Y.; FRANCESCHI, F. *et al*. Severe Trauma-Induced Coagulopathy: Molecular Mechanisms Underlying Critical Illness. International Journal of Molecular Sciences, v. 24, n. 8, art. 7118, 2023. DOI: 10.3390/ijms24087118.