

SUBSTITUIÇÃO DA SERINGA PELO SISTEMA A VÁCUO NA COLETA SANGUÍNEA: BENEFÍCIOS, INTERFERENTES PRÉ-ANALÍTICOS E GESTÃO DA QUALIDADE

REPLACEMENT OF THE SYRINGE WITH THE VACUUM SYSTEM IN BLOOD COLLECTION: BENEFITS, PRE-ANALYTICAL INTERFERENCES, AND QUALITY MANAGEMENT

¹POZZA, Paulo Ricardo Moretão, ²FERREIRA, Fabiana Duarte

^{1a3} Departamento de Biomedicina - Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos - Unifio/FEMM - Ourinhos, SP, Brasil

RESUMO

A fase pré-analítica é responsável pela maioria dos erros em análises clínicas, sendo a coleta sanguínea um ponto crítico. Tradicionalmente realizada por seringa, a coleta foi progressivamente substituída pelo sistema a vácuo, considerado padrão-ouro por diretrizes nacionais e internacionais. Este estudo revisa evidências científicas sobre a transição de métodos, interferentes associados e implicações na gestão da qualidade, incorporando referências de guias técnicos e literatura indexada. Os achados indicam reduções significativas em hemólise e amostras insuficientes com sistemas fechados, embora coletas via cateter com alto vácuo possam aumentar hemólise. Recomenda-se associação entre sistema a vácuo, protocolos padronizados, monitoramento por indicadores e educação continuada.

Palavras-chave: coleta de sangue; sistema a vácuo; erros pré-analíticos; hemólise; gestão da qualidade.

ABSTRACT

The pre-analytical phase is responsible for most laboratory errors, with blood collection being a critical step. Traditionally performed with syringes, blood collection has progressively been replaced by the vacuum system, considered the gold standard by national and international guidelines. This review synthesizes evidence on method transition, pre-analytical interferences and quality management implications. Findings support the adoption of closed systems combined with robust protocols and continuous training to reduce pre-analytical errors.

Keywords: blood collection; vacuum system; pre-analytical errors; hemolysis; quality management.

INTRODUÇÃO

A fase pré-analítica corresponde a todo o conjunto de procedimentos realizados desde a solicitação médica até o processamento inicial da amostra no laboratório. Essa etapa envolve diretamente o preparo do paciente, a coleta, o transporte, o armazenamento e a preparação para análise. Diversos estudos internacionais e nacionais apontam que a fase pré-analítica concentra a maior parte das falhas observadas em análises clínicas, respondendo por aproximadamente 60% a 90% dos

erros laboratoriais (Lippi et al., 2013; Almeida & Corrêa, 2020). Esses erros têm consequências diretas sobre a qualidade dos exames, podendo levar a resultados incorretos, repetição de testes, aumento de custos hospitalares, prolongamento do tempo de internação e até mesmo a condutas clínicas inadequadas que comprometem a segurança do paciente (Morais et al., 2015; Plebani, 2017).

As falhas mais comuns na fase pré-analítica incluem amostras hemolisadas, coleta em recipientes inadequados, preenchimento insuficiente dos tubos, presença de coágulos em tubos anticoagulados, identificação incorreta do paciente e transporte inadequado (Antonangelo et al., 2018). Estima-se que até 70% dos casos de hemólise estejam relacionados ao método de coleta, em especial à utilização inadequada de seringas ou ao manuseio incorreto de tubos (Oleske et al., 2017). Além de prejudicar a validade dos resultados, essas falhas sobrecarregam o sistema de saúde, aumentam a necessidade de recoletas e expõem os pacientes a desconfortos e riscos desnecessários.

Historicamente, o método predominante de coleta sanguínea foi a seringa, utilizada em todo o mundo durante décadas pela sua simplicidade e baixo custo. A seringa se mantém presente em alguns contextos até hoje, principalmente em locais com infraestrutura limitada ou em situações específicas, como pacientes com acesso venoso difícil. Suas vantagens incluem o controle manual da aspiração e a possibilidade de punções mais delicadas. Entretanto, suas limitações superam os benefícios. A técnica exige transferência manual do sangue para os tubos, aumentando a chance de acidentes perfurocortantes e de contaminação biológica (Sumita et al., 2010). Além disso, a pressão exercida pelo êmbolo durante a aspiração pode ser irregular, favorecendo hemólise e prejudicando análises bioquímicas, hematológicas e imunológicas (Antonangelo et al., 2018).

A introdução do sistema a vácuo representou uma mudança de paradigma no processo de coleta de sangue. Com tubos herméticos e calibrados para volumes específicos, o sistema reduz a variabilidade da coleta, elimina a etapa de transferência manual e minimiza a manipulação da amostra. Esses fatores contribuem para maior padronização, rastreabilidade e segurança tanto para o paciente quanto para o profissional de saúde (Giannelli et al., 2012). Estudos multicêntricos evidenciaram que

os sistemas fechados reduzem em até 100 vezes as taxas de hemólise e em 70 vezes a presença de coágulos, quando comparados à coleta com seringa (Hegedus *et al.*, 2016). Além disso, diminuem os alarmes em equipamentos hematológicos e a necessidade de recoleta, o que reflete diretamente em menor desperdício de insumos e maior eficiência operacional.

Apesar dos benefícios, o sistema a vácuo não é isento de limitações. Em coletas realizadas por cateter intravenoso, o uso de tubos com alto vácuo foi associado a taxas mais elevadas de hemólise, exigindo adaptações como tubos de menor pressão negativa ou técnicas alternativas de coleta (Oleske *et al.*, 2017). Ainda assim, o consenso internacional, apoiado por instituições como o *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) e a Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML), reconhece o sistema a vácuo como o método de referência para coleta sanguínea (Sumita *et al.*, 2010; Antonangelo *et al.*, 2018).

Nesse cenário, a gestão da qualidade desempenha papel fundamental. Mais do que substituir um instrumento, a adoção do sistema a vácuo deve estar inserida em um modelo de gestão total da qualidade (*Total Quality Management* – TQM), que inclui treinamento contínuo dos profissionais, padronização de procedimentos, monitoramento de indicadores e análise crítica de resultados (Plebani, 2017). Indicadores como taxa de hemólise, amostras rejeitadas, recoletas e incidentes ocupacionais são utilizados internacionalmente como parâmetros de controle da fase pré-analítica (EFLM WG-PRE, 2022). Esses dados permitem identificar pontos críticos, planejar intervenções corretivas e avaliar a efetividade de protocolos institucionais.

A coleta de sangue deve ser vista como ponto de convergência entre técnica, biossegurança e gestão. Não se trata apenas de perfurar uma veia, mas de realizar um procedimento que impacta diretamente a confiabilidade diagnóstica, a segurança do paciente e a credibilidade do laboratório. Para o profissional biomédico, compreender os riscos e benefícios de cada método de coleta é essencial não apenas para a prática diária, mas também para consolidar uma postura crítica e baseada em evidências científicas.

Diante disso, a análise da substituição da seringa pelo sistema a vácuo se torna relevante não apenas em termos técnicos, mas também como um reflexo da evolução

da gestão da qualidade laboratorial. Avaliar benefícios, interferentes e implicações práticas dessa transição é fundamental para fortalecer a segurança do paciente, reduzir falhas pré-analíticas e alinhar o laboratório clínico aos padrões internacionais de excelência.

METODOLOGIA

Trata-se de revisão narrativa aplicada, baseada nos documentos fornecidos pelo autor (manuais SBPC/ML, estudo de caso e guias sobre interferentes) e em literatura indexada selecionada (estudos PubMed/PMC e revisões). Foram sintetizados achados sobre: (a) comparativo técnico entre seringa e sistema a vácuo; (b) principais interferentes pré-analíticos; (c) gestão da fase pré-analítica e indicadores; (d) estudos de caso e intervenções educativas.

DESENVOLVIMENTO

O confronto entre o método tradicional com seringa e o sistema a vácuo mostra diferenças substanciais tanto em aspectos técnicos quanto em termos de qualidade e biossegurança. No método com seringa, a coleta é dependente da habilidade manual do profissional, que controla a pressão negativa exercida sobre o êmbolo. Essa variabilidade pode gerar hemólise, formação de coágulos e volumes inconsistentes, além da necessidade de transferir o sangue para tubos secundários, etapa que aumenta o risco de contaminação e de acidentes com perfurocortantes (Antonangelo *et al.*, 2018). Já o sistema a vácuo proporciona maior padronização, uma vez que os tubos contêm pressão negativa calibrada para aspirar volume pré-determinado de sangue. Esse mecanismo reduz a manipulação da amostra, melhora a rastreabilidade e diminui significativamente os riscos ocupacionais (Sumita *et al.*, 2010). Um estudo envolvendo mais de 26 mil amostras relatou redução de até 100 vezes na ocorrência de hemólise e de volumes insuficientes quando comparado ao uso da seringa (Giannelli *et al.*, 2012). Outro trabalho demonstrou que os sistemas fechados reduziram em 70 vezes a formação de coágulos em tubos com EDTA e diminuíram alarmes em equipamentos hematológicos, reforçando a vantagem técnica do método (Hegedus *et al.*, 2016). No entanto, limitações também devem ser consideradas. Em

situações de coleta por cateter intravenoso, o uso de tubos com alto vácuo foi associado a taxas significativamente maiores de hemólise. Alternativas como tubos de vácuo reduzido (“*partial draw*”) ou mesmo a aspiração manual nesses contextos demonstraram resultados mais seguros (Oleske *et al.*, 2017). Esses achados destacam a importância de protocolos adaptados ao tipo de paciente e à condição clínica, evitando a aplicação indiscriminada de um único método. Assim, observa-se que a substituição da seringa pelo sistema a vácuo não deve ser entendida apenas como modernização tecnológica, mas como estratégia de gestão da qualidade, capaz de reduzir perdas de amostras, otimizar recursos laboratoriais e aumentar a confiabilidade diagnóstica.

A hemólise é outro aspecto central a ser considerado, já que constitui um dos principais motivos de rejeição da amostra. Suas causas são variadas e incluem a aspiração excessiva com seringa, o uso de agulhas de calibre inadequado, a transferência violenta do sangue para o tubo, a coleta por cateter e o tempo prolongado de garroteamento (Antonangelo *et al.*, 2018; Lippi *et al.*, 2013). Estudos mostram que altos níveis de vácuo associados a coletas por cateter aumentam a ocorrência de hemólise, enquanto o uso de tubos com vácuo reduzido (“*partial draw*”) pode apresentar taxas comparáveis à aspiração manual (PMID:28107171; PMID:23894864). Esses dados reforçam a importância de selecionar adequadamente o material de coleta de acordo com a condição clínica do paciente, visando minimizar interferentes.

Outro fator crítico é a ordem de coleta e o manuseio dos tubos. A sequência incorreta pode causar carreação de aditivos e comprometer os resultados laboratoriais. De acordo com recomendações do CLSI e da SBPC/ML, a ordem correta é: hemocultura, citrato, soro (com ou sem gel), heparina, EDTA e fluoreto (Sumita *et al.*, 2010). Além da ordem, a homogeneização dos tubos é essencial. Inversões suaves, em número específico conforme cada tipo de tubo, previnem a formação de coágulos e garantem a proporção adequada entre sangue e anticoagulante (Antonangelo *et al.*, 2018).

O transporte da amostra também representa um ponto vulnerável. Procedimentos inadequados, como agitação excessiva, transporte em posição

horizontal e ausência de controle térmico, comprometem a estabilidade de analitos como enzimas, bilirrubinas e hormônios. A literatura recomenda que os tubos sejam transportados sempre na posição vertical e com temperatura controlada, de acordo com o tipo de exame e o tempo previsto entre a coleta e a análise (Sumita *et al.*, 2010; Morais *et al.*, 2015). Essa etapa, muitas vezes negligenciada, pode ser determinante para a validade do exame.

A gestão da fase pré-analítica exige o monitoramento de indicadores de qualidade que reflitam a eficiência do processo. Indicadores como taxa de rejeição de amostras, incidência de hemólise, índices de coleta e número de acidentes perfurocortantes são amplamente utilizados para avaliar o desempenho e propor melhorias. Programas de qualidade que incluem treinamentos periódicos, feedback contínuo e acompanhamento de indicadores têm mostrado redução sustentada de erros (Morais *et al.*, 2015). No estudo de Sete Lagoas-MG, por exemplo, observou-se que a intervenção educativa foi capaz de reduzir significativamente o erro relacionado a “exame não cadastrado”, mas erros persistentes, como hemólise e volume inadequado, continuaram a ocorrer. Esse achado evidencia que treinamentos pontuais são importantes, mas não suficientes, sendo necessária a implementação de ações sistemáticas e de caráter contínuo (Almeida; Corrêa, 2020).

Por fim, inovações tecnológicas vêm surgindo como alternativas complementares à venopunção tradicional. Dispositivos minimamente invasivos e sem agulha, como o PIVO™, demonstraram redução substancial de erros pré-analíticos e aumento da longevidade dos cateteres em ambiente hospitalar, segundo estudos multicêntricos (Lippi *et al.*, 2022). Esses resultados sugerem que novas tecnologias podem contribuir para a melhoria da coleta, sobretudo em pacientes com acesso venoso difícil, e apontam para um futuro em que a coleta sanguínea será cada vez mais padronizada, segura e adaptada às necessidades individuais.

PROTOCOLO PRÁTICO RECOMENDADO

As boas práticas de coleta sanguínea exigem protocolos padronizados que assegurem a integridade da amostra e a segurança do paciente. Inicialmente, a identificação deve ser realizada de forma ativa e passiva, com conferência da

requisição e rotulagem do tubo no momento da coleta. A higiene de mãos do profissional e a antissepsia adequada da pele do paciente são passos indispensáveis para reduzir riscos de contaminação (Sumita *et al.*, 2010; Almeida; Corrêa, 2020).

Quanto ao material, recomenda-se a utilização preferencial do sistema a vácuo, que assegura volumes corretos e reduz manipulações adicionais. O uso de seringas deve ser reservado apenas a situações específicas, como pacientes com acesso venoso extremamente frágil, e nunca deve ser associado à prática de perfuração da tampa dos tubos para transferência, por se tratar de procedimento inseguro e contraindicado (Antonangelo *et al.*, 2018).

A ordem de coleta dos tubos deve seguir a sequência internacionalmente recomendada para prevenir interferências químicas entre aditivos: hemocultura, citrato, soro, heparina, EDTA e fluoreto. Cada tubo precisa ser homogeneizado por inversões suaves conforme instruções do fabricante, garantindo a proporção correta de anticoagulante e sangue (Sumita *et al.*, 2010). Durante a punção, o garrote deve ser mantido pelo menor tempo possível, evitando estase sanguínea que pode alterar resultados laboratoriais.

Após a coleta, o transporte deve ser feito em posição vertical e com controle adequado de temperatura, de modo a preservar a estabilidade de analitos sensíveis. Critérios de rejeição como presença de hemólise visível, coágulos em tubos com anticoagulante, volume inadequado ou identificação incorreta devem ser rigidamente aplicados, sempre com comunicação imediata ao solicitante para recoleta (Moraes *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição da seringa pelo sistema a vácuo representa um avanço significativo na fase pré-analítica, promovendo redução de erros, maior padronização das coletas e aumento da segurança ocupacional. Essa tecnologia minimiza interferentes como hemólise, coágulos e volumes insuficientes, resultando em maior confiabilidade dos exames laboratoriais.

Entretanto, o sucesso dessa transição depende da implementação de protocolos claros, treinamento contínuo das equipes e monitoramento sistemático de

indicadores de qualidade. Em contextos específicos, como coletas via cateter, adaptações técnicas são necessárias para minimizar riscos de hemólise, reforçando a importância de protocolos individualizados.

Por fim, a adoção plena do sistema a vácuo deve ser compreendida como parte de um processo maior de gestão da qualidade. Trata-se não apenas de substituir um instrumento, mas de consolidar uma cultura organizacional voltada à segurança do paciente, à biossegurança ocupacional e à excelência.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S.; CORRÊA, F. Análise de erros da fase pré-analítica em laboratório de análises clínicas de Sete Lagoas-MG. 2020. Trabalho acadêmico.

ANTONANGELO, G.; ANDRIOLO, A.; SUMITA, N.; *et al.* Fatores pré-analíticos e interferentes em ensaios laboratoriais. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial – SBPC/ML**, 2018.

EFLM WORKING GROUP FOR PREANALYTICAL PHASE (WG-PRE). Recommendations and harmonization of quality indicators in the preanalytical phase. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 60, n. 2, p. 201–210, 2022.

GIANNELLI, G.; *et al.* Open versus closed systems for blood sampling: evaluation of preanalytical quality indicators. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 50, n. 1, p. 83–88, 2012. DOI: 10.1515/cclm.2011.723.

HEGEDUS, C.; *et al.* Closed system blood collection reduces clotting and instrument alarms in hematology samples. **Journal of Clinical Pathology**, v. 69, n. 12, p. 1105–1108, 2016. DOI: 10.1136/jclinpath-2016-203863.

LIPPI, G.; *et al.* Needle-free blood collection with PIVO™: a multicenter study. **Journal for Healthcare Quality**, v. 44, n. 2, p. 98–107, 2022. DOI: 10.1097/JHQ.0000000000000347.

LIPPI, G.; *et al.* Preanalytical variability: the dark side of the moon in laboratory testing. **Clinica Chimica Acta**, v. 432, p. 5–13, 2013. DOI: 10.1016/j.cca.2013.04.022.

LIPPI, G.; AVANZINI, P.; ALOE, R.; CERVELLIN, G. Hemolysis of blood samples collected from intravenous catheters. **Transfusion**, v. 53, n. 10, p. 2246–2252, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/trf.12120>.

LIPPI, G.; SIMUNDIC, A. M.; PLEBANI, M. Potential preanalytical and analytical vulnerabilities in the laboratory diagnosis of coronavirus disease 2019 (COVID-19). **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 59, n. 6, p. 1030–1036, 2021. DOI: 10.1515/cclm-2021-0015.

MORAIS, R.; *et al.* Impacto de treinamentos na redução de erros pré-analíticos em laboratórios hospitalares. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 47, n. 1, p. 23–29, 2015.

OLESKE, D. M.; *et al.* Hemolysis rates with evacuated tubes and catheters: effect of vacuum strength. **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, v. 31, n. 1, p. e22019, 2017. DOI: 10.1002/jcla.22019.

PLEBANI, M. Exploring the iceberg of errors in laboratory medicine. **Clinica Chimica Acta**, v. 463, p. 84–91, 2017. DOI: 10.1016/j.cca.2016.10.007.

SUMITA, N. M.; *et al.* Gestão da fase pré-analítica. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial – SBPC/ML**, 2010.

THACHIL, J.; *et al.* Quality in laboratory hemostasis and thrombosis testing. **Thrombosis Journal**, v. 14, p. 24, 2016. DOI: 10.1186/s12959-016-0123-z.