

O impacto da automação da fenotipagem eritrocitária estendida na rotina de um serviço de hemoterapia

The impact of automation of extended erythrocyte phenotyping in the routine of a blood transfusion center

Luciana Corrêa Carneiro¹, Lacy Cardoso de Brito Júnior², Carlos Eduardo de Melo Amaral³

Carneiro LC, Brito Junior LC, Amaral CEM. O impacto da automação da fenotipagem eritrocitária estendida na rotina de um serviço de hemoterapia / *The impact of automation of extended erythrocyte phenotyping in the routine of a blood transfusion center*. Rev Med (São Paulo). 2022 jul.-ago.;101(4):e-190105.

RESUMO: Objetivos. Avaliar o impacto da automação na fenotipagem eritrocitária expandida e o nível de concordância dessa com a metodologia manual em amostras de doadores de sangue atendidos no hemocentro coordenador da Fundação HEMOPA no período de janeiro a dezembro de 2019. Material e Métodos. Foram analisadas 2.700 fenotipagens eritrocitárias realizadas por metodologia manual e automatizada através do equipamento IH500 da BioRad®. Os resultados foram testados quanto ao nível de concordância através do teste de Coeficiente Kappa. Resultados. Das amostras fenotipadas 98,6% (2.662/2.700) foram concordantes em ambas as metodologias e apenas 1,4% (38/2700) foram discordantes. Das 38 amostras discordantes 31,6% referiram-se ao fenótipo Lu(b); 15,8% ao fenótipo Lu(a); 13,1% ao fenótipo Fy(b); 7,9% aos fenótipos Le(b), E, c; 5,3% aos fenótipos N, S, s, Kp(a), P1; e 2,6% aos fenótipos M, Jk(a), Jk(b), Fy(a). Conclusões. O nível de concordância entre os dados obtidos através das técnicas de fenotipagem eritrocitária manual e automatizada foi de 98,6%. Já a implantação dessa metodologia teve um impacto positivo com o aumento em 1.649 amostras processadas a mais em relação ao mesmo período do ano anterior.

Palavras-chave: Automação laboratorial; Antígenos de grupos sanguíneos; Incompatibilidade de grupos sanguíneos; Transfusão de eritrócitos.

ABSTRACT: Objective. Evaluate the impact of automation on expanded erythrocyte phenotyping and the level of agreement between it and the manual methodology in samples from blood donors treated at the blood center coordinating the Fundação HEMOPA from January to December 2019. Material and Methods. 2,700 erythrocyte phenotyping performed by manual and automated methodology using BioRad® IH500 equipment was analyzed. The results were tested for the level of agreement using the Kappa Coefficient test. Results. Of the phenotyped samples, 98,6% (2,662 / 2,700) were in agreement in both methodologies and only 1,4% (38/2700) were in disagreement. Of the 38 discordant samples, 31,6% referred to the Lu(b) phenotype; 15,8% to the Lu(a) phenotype; 13,1% to the Fy phenotype (b); 7,9% to Le(b), E, c phenotypes; 5,3% to N, S, s, Kp (a), P1 phenotypes; and 2,6% for phenotypes M, Jk(a), Jk(b), Fy(a). Conclusions. The level of agreement between data obtained through manual and automated erythrocyte phenotyping techniques was 98.6%. The implementation of this methodology had a positive impact, with an increase of 1,649 more processed samples compared to the same period of the previous year.

Keywords: Automation laboratory; Blood group antigens; Blood group incompatibility; Erythrocyte transfusion.

Programa de Pós-graduação em Análise Clínicas da Universidade Federal do Pará em parceria com a Fundação HEMOPA.

1. Hospital Universitário Dr João de Barros Barreto, Universidade Federal do Pará, Biomédica, Mestre pelo do Programa de Pós-graduação em Análise Clínicas da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-4087-5605>. E-mail: lucianacarneiro1@hotmail.com.
2. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Patologia Geral - Imunopatologia e Citologia, Biomédico, Professor Doutor Associado III, Belém, Pará, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-9102-5817>. E-mail: lcdbrito2@gmail.com.
3. Fundação Centro de Hemoterapia e Hematologia do Pará (HEMOPA), Gerência de Biologia Molecular, Responsável pelo Laboratório de Biologia Molecular, Biomédico, Doutor pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-1245-3851>. E-mail: carlosamaral23@hotmail.com.

Correspondência: Prof. Dr. Lacy Cardoso de Brito Junior. Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Biológicas. Laboratório de Patologia Geral - Imunopatologia e Citologia. Av. Augusto Corrêa n 01. Bairro Guamá - CEP 66075-900. Belém – Pará. e-mail: lcdbrito@ufpa.br, lcdbrito2@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017¹, recomenda a realização de fenotipagem eritrocitária para antígenos dos sistemas Rh (E, e, C, c), Kell (K), Duffy (Fya, Fyb), Kidd (Jka, Jkb) e MNS (S, s) em amostras de sangue de receptores, sempre que possível, antes de qualquer transfusão sanguínea de modo a identificar a presença de possíveis anticorpos antieritrocitários irregulares nesses pacientes. Principalmente quando se tratar de pacientes aloimunizados contra antígenos eritrocitários, ou que estão ou poderão entrar em esquema de transfusão crônica.

Nesse sentido, quanto maior for o número de doadores fenotipados corretamente menor é o risco de ocorrências de reações transfusionais, imediatas ou tardias, nos receptores²⁻⁶. Convergindo para esse princípio vários autores têm se dedicado a estudos com considerável número de testes de fenotipagem de doadores de sangue para os grupos sanguíneos de maior importância transfusional^{7,8,9}.

Sendo por vezes esse trabalho realizado de forma manual, fato que exige operador experiente e dedicado à tarefa em função do grande volume de amostras diárias, tornando esse um trabalho árduo, maçante e muitas vezes associado a falhas no processamento e análise das amostras; demora na liberação final dos resultados; e ainda à afastamento para tratamento de saúde do operador por lesões por esforço repetitivo (LER)¹⁰⁻¹⁵.

Dessa forma vários fabricantes de insumos para laboratórios têm ofertado ao mercado equipamentos de fenotipagem eritrocitária automatizada capazes de tornar o processo mais célere e seguro. Assim, a partir de 2017, por recomendação da Associação Americana de Bancos de Sangue (AABB), a Gerência de Imunohematologia Eritrocitária (GEMER) da Fundação Hemopa adquiriu o equipamento IH500 da (BioRad®) para uso no processo de fenotipagem eritrocitária de doadores.

Esse estudo então buscou-se avaliar o impacto da automação no método de fenotipagem eritrocitária expandida em amostras de doadores de sangue, a partir do quantitativo de resultados liberados anualmente após a implantação dessa metodologia; e o nível de concordância entre os conjuntos de dados obtidos através do comparativo entre as técnicas de fenotipagem eritrocitária expandida manual e automatizada.

MÉTODO

Casuística

Estudo transversal e analítico realizado no período de janeiro a dezembro de 2019 com dados de 2.700

amostras de doadores de sangue da rotina da Gerência de Imunohematologia Eritrocitária (GEMER) do Hemocentro Coordenador da Fundação HEMOPA.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos no estudo resultados de fenotipagem eritrocitária de doadores de sangue com idade igual ou superior a 16 anos, de ambos os sexos, que: (1) possuíam residência fixa na área metropolitana de Belém (Ananindeua, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará); (2) fossem preferencialmente doadores de repetição e que já tivessem realizado no mínimo duas doações de sangue no Hemocentro coordenador da Fundação HEMOPA; e (3) apresentassem resultado negativo em todos os testes de triagem sorologia e para doenças hematológicas. Foram excluídos doadores inaptos ou que apresentassem dados incompletos no seu cadastro ou em fenotipagem eritrocitária prévia.

Aspectos éticos

Por se tratar de estudo sem contato direto dos pesquisadores com os sujeitos da pesquisa ou o uso de dados pessoais desses, os pesquisadores comprometeram-se com a guardar sigilo dos dados obtidos através de assinatura de um Termo de Responsabilidade de Uso, Sigilo e Guarda de Dados junto à instituição responsável pela concessão dos dados. Situação prevista na Resolução CNS N.º 466/2012, e fizeram a identificação dos mesmos apenas pelo uso da numeração própria da Fundação HEMOPA.

Fenotipagem eritrocitária por metodologia manual

Todas as amostras de doadores de sangue selecionadas, conforme os critérios de inclusão, foram submetidas à fenotipagem eritrocitária para os antígenos Rh (E, e, C, c), Kell (K), k, Kp (Kpa, Kpb), Duffy (Fya, Fyb), Kidd (Jka, Jkb), MNS (S, s), Lewis (Lea, Leb), P1 e Lutheran (Lua, Lub) por metodologia manual e, posteriormente, por metodologia automatizada através do equipamento IH500 (BioRad®).

A técnica de fenotipagem eritrocitária manual foi realizada utilizando antissoros específicos para cada antígeno presente nos cartões de microtubos da BioRad® (fabricante: DiaMed) suspensos em gel Sephadex.

Para a fenotipagem dos sistemas Rh (C, c, E, e) e Kell foram preparadas suspensões de hemácias na proporção 1:20, isto é, 0,5 ml do diluente-2 (Liss) e 25 µl do concentrado de hemácias com posterior dispensação de 12,5 µl desta solução em cada microtubo do cartão que contém anticorpos anti-C, anti-c, anti-E, anti-e e anti-K de origem humana, suspensos em gel.

Para a fenotipagem dos sistemas MNS (S e s) e Duffy (Fya, Fyb), por sua vez, foram preparadas suspensões de hemácias na proporção 1:100, isto é, 1.000 µl do diluente-2 (Liss) e 10 ou 12,5 µl do concentrado de hemácias, com posterior dispensação de 50 µl desta solução em cada microtubo do cartão que contém 2 microtubos com gel neutro e 4 microtubos com antiglobulina humana poliespecífica (anti-IgG de coelho e anti-C3d monoclonal) suspensos em gel. Posteriormente, foram adicionados, em cada microtubo, os respectivos anti-soros anti-M, anti-N, anti-S, anti-s, anti-Fya e anti-Fyb, com incubação por 10 minutos em temperatura ambiente (18-25°C).

Já para a fenotipagem dos sistemas P1, Lewis (Lea, Leb) e Lutheran (Lua, Lub) foram preparadas suspensões de hemácias a 5% com diluente-1 (Bromelina) na proporção 1:20, isto é, 0,5 ml do diluente-1 e 25 µl do concentrado de hemácias, com incubação à temperatura ambiente por 10 minutos, e posterior dispensação de 10 µl desta solução em cada microtubo do cartão que contém anticorpos monoclonais anti-P1, anti-Lea, anti-Leb, e policlonais anti-Lua, anti-Lub de origem humana suspensos em gel.

E por fim, a fenotipagem dos sistemas k, Kp (Kpa, Kpb) e Kidd (JKa, JKb) que foi realizada através da preparação de suspensões de hemácias também a 5% com diluente-1 (Bromelina) e na proporção 1:20, isto é, 0,5 ml do diluente-1 e 25 µl do concentrado de hemácias com incubação à temperatura ambiente por 10 minutos, e posterior dispensação de 10 µl em cada microtubo do cartão que contém anticorpos policlonais anti-k humano, anti-Kpa humano, anti-Kpb humano, anti-Jka monoclonal e anti-Jkb monoclonal suspensos em gel.

Os cartões foram centrifugados a 910 rpm por 10 minutos e, posteriormente, foi realizada a leitura das reações conforme os padrões da aglutinação em gel.

Fenotipagem eritrocitária por metodologia automatizada

Em seguida as amostras de doadores de sangue da unidade coordenadora da Fundação Hemopa foram fenotipadas no equipamento IH500 (BioRad®) para os fenótipos Rh (E, e, C, c), Kell (K), k, Kp (Kpa, Kpb), Duffy (Fya, Fyb), Kidd (Jka, Jkb), MNS (S, s), Lewis (Lea, Leb), P1 e Lutheran (Lua, Lub).

O equipamento IH500 (BioRad®) utiliza como metodologia de análise a técnica de Gel-centrifugação, uma microtécnica baseada no uso de cartões contendo microtubos com Gel Sephadex ou Poliacrilamida que são analisados quanto às reações de aglutinação entre o complexo antígeno-anticorpo (positivo para o antígeno pesquisado) ou hemácias sem reatividade (negativo para o antígeno pesquisado) através do software de gerenciamento de dados e interpretação de resultados - IH-Com (BioRad®).

Análise estatística

A partir dos dados obtidos sobre os fenótipos eritrocitários de doadores de sangue por essas duas metodologias os pesquisadores acessaram os cadernos de registro de fenotipagem eritrocitária manual ou o sistema de bancos de sangue (SBS), para as fenotipagens obtidas de forma automatizada, com posterior análise comparativa e estatística.

Como métodos estatísticos empregados para essas avaliações foram aplicados métodos de estatística descritiva das variáveis qualitativas para determinação das frequências absolutas e relativas, e estimada para margem de erro esperada que não ocorram resultados discordantes em mais de 5% do total de amostras analisadas.

Os dados discordantes entre as duas técnicas foram avaliados por análise comparativa através da aplicação do Teste Coeficiente Kappa, para descrever a intensidade de concordância entre os dois métodos utilizando-se o software Bioestat 5.0, sendo considerado como significativo os valores de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

O método de automação para a fenotipagem eritrocitária em amostras de doadores de sangue da unidade coordenadora da Fundação HEMOPA só foi implantado no ano de 2018. Contudo, foi somente no ano seguinte (2019) que todas as amostras de doadores de sangue dessa fundação passaram a ser efetivamente fenotipadas e confirmadas pela metodologia automatizada. Assim, nesse ano foram realizadas um total de 7.542 fenotipagens de amostras de doadores de sangue por essa metodologia.

Desse total somente 2.700/7.542 (35,8%) amostras fenotipadas foram incluídas neste estudo após fenotipagem eritrocitária manual e automatizada, conforme critérios de exclusão estabelecidos, para a efetiva análise comparativa dos resultados. Desse total 2.662/2.700 (98,6%) amostras fenotipadas foram concordantes para todos os fenótipos pesquisados através das duas metodologias, e 38/2.700 (1,4%) amostras foram discordantes entre as duas metodologias.

Das 38 amostras discordantes entre as duas metodologias, 35/38 das amostras discordâncias ocorreu para apenas 01 fenótipo de cada amostra (Tabela 1). Para as outras 3/38 amostras em que houve discordância essas ocorreram para dois fenótipos na mesma amostra. E em 1/38 das amostras discordantes foi observada discordância para cinco fenótipos na mesma amostra. Desta forma, foram considerados para a análise estatística o total de 46 fenótipos discordantes em uma somatória de 38 amostras.

Tabela 1. Frequência de fenótipos eritrocitários em amostras de doadores de sangue que obtiveram resultados discordantes quando testadas pelas metodologias manual e automatizada na unidade coordenadora da fundação HEMOPA, no período de janeiro a dezembro de 2019

Fenótipo	Número de repetições do fenótipo Discordante	Frequência (%)	Fenótipo	Número de repetições do fenótipo Discordante	Frequência (%)
Lu(b)	12	28,9	s	02	5,3
Lu(a)	06	15,8	Kp(a)	02	5,3
Fy(b)	05	13,1	P1	02	5,3
Le(b)	03	7,9	M	01	2,6
E	03	7,9	Jk(a)	01	2,6
c	03	7,9	Jk(b)	01	2,6
N	02	5,3	Fy(a)	01	2,6
S	02	5,3			

Para essas amostras que tiveram fenótipos eritrocitários discordantes foi realizada análise estatística através do teste de coeficiente Kappa que permite avaliar tanto se a concordância está além do esperado tão somente pelo acaso quanto o grau dessa concordância entre as

amostras. Assim, nossos resultados evidenciaram que existe uma excelente replicabilidade para todos os fenótipos envolvidos e testados entre as metodologias manual e automatizada (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados do teste de coeficiente Kappa que tiveram fenótipos eritrocitários discordantes em amostras de doadores de sangue, e que ocorreram ao mesmo tempo quando testados pelas metodologias manual e automatizada na unidade coordenadora da Fundação HEMOPA, no período de janeiro a dezembro de 2019

Fenótipos discordantes em ambas as metodologias	Concordância Observada	Kappa	p (unilateral)	Conclusão de Replicabilidade
Lu(b)	0.9960	0.8716	<0,0001	Excelente
Lu(a)	0.9978	0.9257	<0,0001	Excelente
Fy(b)	0.9982	0.9374	<0,0001	Excelente
Le(b),E,c	0.9989	0.9615	<0,0001	Excelente
N,S,s,Kp(a),P1	0.9993	0.9740	<0,0001	Excelente
M,Jk(a),Jk(b),Fy(a)	0.9996	0.9868	<0,0001	Excelente

Legenda: p – nível de significância estatística; Lu(a) - antígeno do sistema Lutheran-A; Lu(b) – antígeno do sistema Lutheran-B; Fy(a) - antígeno do sistema Duffy-A; Fy(b) - antígeno do sistema Duffy-B; Le(b) - antígeno do sistema Lewis-B; P1 - antígeno do sistema P; M,N,S,s – antígenos do Sistema MNSs; Jk(a) – antígeno do sistema Kidd-A; Jk(b) - antígeno do sistema Kidd-B; Kp(a) – antígeno do sistema Kell-A; E – antígeno do sistema Rh; c - antígeno do sistema Rh.

DISCUSSÃO

Os avanços científicos e tecnológicos recentes têm favorecido a implementação da automação nos vários ramos da medicina laboratorial, especificamente por gerar benefícios importantes ao paciente como: menor tempo no processamento e análise das amostras, menor tempo na liberação dos resultados, além de maior precisão e segurança no diagnóstico¹³⁻¹⁸.

O emprego da automação na prática laboratorial, de um modo geral, tem trazido também vantagens para as instituições que os hospedam e seus colaboradores como: aumento da produtividade, redução da exposição

dos colaboradores a riscos biológicos e ergonômicos e, principalmente, maior nível de segurança em todas as fases do processamento das amostras com a obtenção de resultados mais precisos¹⁴⁻¹⁸.

Especificamente em bancos de sangue têm se observado que a implementação de metodologias automatizadas tem aumentado a segurança transfusional por minimizar possíveis erros associados ao processamento manual de amostras, além de melhorar a otimização do uso de insumos e o tempo de liberação dos resultados em função do interfaceamento entre o equipamento e o sistema de resultados^{10,11,14,15,17-20}.

Neste sentido o presente estudo sobre a implantação

de metodologia automatizada para a fenotipagem eritrocitária de doadores de sangue mostrou resultados semelhantes aos observados por outros autores na literatura^{13-19,21} que também compararam o impacto da automação em laboratórios de imunohematologia em bancos de sangue e sua concordância de resultados entre as técnicas manual e automatizada.

Bhagwat et al.¹³ por exemplo, em seus estudos na Índia, observaram 95,1% de concordância entre os resultados de tipagem ABO/Rh de 1.000 amostras testadas através das técnicas manual e automatizada. Schoenfeld et al.¹¹ por sua vez, analisando a fenotipagem eritrocitária de 304 amostras para os grupos sanguíneos ABO/Rh e Rh+Kell obtiveram 100% de concordância entre as técnicas manual e automatizada.

Park et al.¹⁴ utilizando equipamento de automação para fenotipagem eritrocitária semelhante ao utilizado em nosso estudo (IH500 - BioRad®) observaram 100% de concordância entre as técnicas manual e automatizada para a fenotipagem eritrocitária de 200 amostras para os grupos sanguíneos ABO/Rh. Contudo, não foi encontrado na literatura nenhum relato de caso semelhante ao nosso que tenha realizado estudo comparativo de fenotipagem

eritrocitária expandida utilizando as técnicas manual e automatizada.

Neste sentido ainda, em nosso estudo, verificamos que a implantação da metodologia de automação para fenotipagem eritrocitária expandida para amostras de doadores de sangue, utilizando o equipamento IH500 (BioRad®), gerou um aumento de 1.649 amostras processadas em relação ao mesmo período do ano anterior, quando a metodologia utilizada era exclusivamente manual. Fato que amplia em muito a possibilidade de detecção de doadores com fenótipos raros na população e ainda de transfusões de bolsas de concentrados de hemácias fenótipo-compatível.

CONCLUSÃO

O nível de concordância entre os conjuntos de dados obtidos através das técnicas de fenotipagem eritrocitária expandida, manual e automatizada, foi de 98,6%. Por sua vez, a implantação da metodologia automatizada aumentou em 1.649 o número de amostras de doadores de sangue processadas em relação ao mesmo período do ano anterior, quando a metodologia utilizada era exclusivamente manual.

Participação dos autores: *Carneiro LC* - concepção da obra; aquisição, análise e interpretação de dados de pesquisa; na redação e revisão crítica. *Brito Junior LC* - concepção e desenho da obra; análise e interpretação dos dados da pesquisa; na redação e revisão crítica com contribuição intelectual; e na aprovação final da versão a ser publicada. *Amaral CEM* - aquisição e análise de dados de pesquisa.

Fontes de auxílio à pesquisa: Universidade Federal do Pará.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 05 de 28/07/2017, do Ministério da Saúde. Brasília: Diário Oficial da União; 2017.
2. Baiocchi E, Nardoza LMM. Aloimunização. Rev Bras Ginecol Obstet. 2009;31(6):311-9. <https://doi.org/10.1590/S0100-72032009000600008>
3. da Silva SF, Ferreira GM, Silva SL, et al. Red blood cell and leukocyte alloimmunization in patients awaiting kidney transplantation. Rev Bras Hematol Hemoter. 2013;35(3):185-8. doi: <https://doi.org/10.5581/1516-8484.20130043>
4. Bolton-Maggs PH, Cohen H. Serious Hazards of Transfusion (SHOT) haemovigilance and progress is improving transfusion safety. Br J Haematol. 2013;163(3):303-14. doi: <https://doi.org/10.1111/bjh.12547>
5. Sousa Neto AL, Barbosa MH. Incidentes transfusionais imediatos: revisão integrativa da literatura. Acta Paul Enferm. 2012;25(1):146-50. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002012000100025>
6. Alves VM, Martins PRJ, Soares S, Araújo G, Schmidt LC, Costa SSM, Langhi DM, Moraes-Souza H. Alloimmunization screening after transfusion of red blood cells in a prospective study. Rev Bras Hematol Hemoter. 2012;34(3):206-11. doi: <https://doi.org/10.5581/1516-8484.20120051>
7. Arora S, Doda V, Maria A, Kotwal U, Goyal S. Maternal anti-M induced hemolytic disease of newborn followed by prolonged anemia in newborn twins. Asian J Transfus Sci. 2015;9(1):98-101. doi: <https://doi.org/10.4103/0973-6247.150968>
8. Li S, Mo C, Huang L, Shi X, Luo G, Ji Y, Fang Q. Hemolytic disease of the fetus and newborn due to alloanti-M: three Chinese case reports and a review of the literature. Transfusion. 2019;59(1):385-395. doi: <https://doi.org/10.1111/trf.15054>
9. Machado AC, Sell AM, Macedo LC, Reis PG, Visentaine JEL. Frequências fenotípicas dos grupos sanguíneos Kell, Duffy e Kidd em doadores de sangue do Hemonúcleo de Apucarana, Sul do Brasil. RBAC. 2018;50(1):76-9. doi: <https://doi.org/10.21877/2448-3877.201800605>
10. Bajpai M, Kaur R, Gupta E. Automation in immunohematology. Asian J Transfus Sci. 2012;6(2):140-4. doi: <https://doi.org/10.4103/0973-6247.98914>
11. Schoenfeld H, Pretzel KJ, von Heymann C, Neuner B, Kalus U, Kiesewetter H, Pruss A. Validation of a hospital-laboratory workstation for immunohematologic methods. Transfusion. 2010;50(1):26-31. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2009.02359.x>
12. Campana GA, Oflustil CP. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura. J Bras Patol

- Med Lab. 2011;47(2):119-27. <https://doi.org/10.1590/S1676-24442011000200005>
13. Bhagwat SN, Sharma JH, Jose J, Modi CJ. Comparison between conventional and automated techniques for blood grouping and crossmatching: experience from a tertiary care centre. *J Lab Physicians*. 2015;7(2):96-102. doi: <https://doi.org/10.4103/0974-2727.163130>
 14. Park SH, Kim J, Lim JH, Jeong J, Lee SH. Performance Evaluation of Automated Immunohematology Analyzer IH-500 for Blood Bank Testing. *Indian J Hematol Blood Transfus*. 2019;35(4):731-5. doi: <https://doi.org/10.1007/s12288-019-01127-4>
 15. Shin KH, Kim HH, Chang CL, Lee EY. Economic and workflow analysis of a blood bank automated system. *Ann Lab Med*. 2013;33(4):268-73. doi: <https://doi.org/10.3343/alm.2013.33.4.268>
 16. Chang C, Brown M, Davies L, Pointon L, Brown R, Barker D. Evaluation of Erytra® fully automated analyser for Routine Use in Transfusion Laboratory. *Transfus Med*. 2014;24(1):33-8. doi: <https://doi.org/10.1111/tme.12073>
 17. Cheng YW, Wilkinson JM. An experience of the introduction of a blood bank automation system (Ortho AutoVue Innova) in a regional acute hospital. *Transfus Apher Sci*. 2015;53(1):58-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.transci.2015.03.007>
 18. Shin JW, Shin WY, Lee DL. Comparison of ABO Blood Group Typing between Automated Blood Bank Analyzer IH-500 and Manual Method. *Korean J Blood Transfus*. 2017;28(2):126-33. doi: <https://doi.org/10.17945/kjbt.2017.28.2.126>
 19. Gupte SC. Automation in Blood Centre: its impact on blood safety. *Asian J Transfus Sci*. 2015;9(Suppl 1):S6-S10. doi: <https://doi.org/10.4103/0973-6247.157016>
 20. Hamilton JK. Kidd Blood Group System: outwardly simple with hidden complexity. *ISBT Science Series*. 2018;0:1-6. <https://doi.org/10.1111/voxs.12458>
 21. Roback JD, Barclay S, Moulds JM, Denomme GA. A multicenter study on the performance of a fully automated, walk-away high-throughput analyzer for pretransfusion testing in the US population. *Transfusion*. 2015;55(62):1522-8. doi: <https://doi.org/10.1111/trf.13053>

Recebido: 28.08.2021

Aceito: 25.04.2022