



ARTIGO DE REVISÃO

## Monitorização não invasiva da hemoglobina em ensaios clínicos: uma revisão sistemática e metanálise



Tailyne Zortéa <sup>a,\*</sup>, Daniele Paola da Silva Wizbicki<sup>a</sup>, Kristian Madeira<sup>b,c</sup>, Pedro Gabriel Ambrosio<sup>a</sup>, Rafaela Okchstein Borges de Souza<sup>a</sup> e Edson Souza Machado Durães<sup>d,e,f</sup>

<sup>a</sup> Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, Brasil

<sup>b</sup> Universidade do Extremo Sul Catarinense, Ciências da Saúde com ênfase em Bioestatística e Epidemiologia, Criciúma, SC, Brasil

<sup>c</sup> Universidade do Extremo Sul Catarinense, Laboratório de Biomedicina Translacional, Grupo de Pesquisas em Métodos Quantitativos Aplicados, Criciúma, SC, Brasil

<sup>d</sup> Hospital São José, Jaraguá do Sul, SC, Brasil

<sup>e</sup> Hospital Unimed, Criciúma, SC, Brasil

<sup>f</sup> Sociedade Brasileira de Anestesiologia (SBA), Criciúma, SC, Brasil

Recebido em 18 de dezembro de 2018; aceito em 15 de maio de 2019

Disponível na Internet em 20 de junho de 2020

### PALAVRAS-CHAVE

Espectrofotometria;  
Oximetria;  
Análise química do sangue;  
Monitorização transcutânea dos gases sanguíneos;  
Ensaio clínico;  
Revisão sistemática;  
Metanálise

### Resumo

**Justificativa:** A medida da concentração de hemoglobina (Hb) por co-oximetria é uma técnica inovadora que oferece eficiência e agilidade no processamento das informações referentes à medida da concentração de hemoglobina obtida por meio de monitorização contínua, não-invasiva e rápida. Por conta desse atributo, evita exposições desnecessárias do paciente a procedimentos invasivos ao possibilitar redução da quantidade de amostras sanguíneas para avaliação e de outras terapêuticas desnecessárias. Além disso, auxilia à tomada de decisões quanto à necessidade de transfusão e quanto ao manejo da mesma.

**Objetivo:** Comparar o desempenho oferecido para a obtenção dos valores de concentração de hemoglobina entre medida não invasiva da Hb e a ferramenta padrão ouro (exame laboratorial).

**Conteúdo:** O estudo corresponde a uma revisão sistemática seguida de metanálise que incluiu ensaios clínicos devidamente registrados com texto completo, publicados a partir de 1990 até 2018. Foram investigadas as bases de dados PubMed, Cochrane, Medline, Embase e Web Of Science. A diferença média global encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de monitorização da hemoglobina foi de 0,23 (95% IC -0,16; 0,62), ou seja, não apresentou significância estatística ( $p = 0,250$ ). Os resultados da análise de heterogeneidade dentro e entre os estudos, apontou níveis elevados de inconsistência ( $Q = 461,63$ ,  $p < 0,0001$ ,  $I^2 = 98\%$ ).

**Conclusão:** Embora a diferença média entre as medidas não invasivas da Hb e o método padrão ouro sejam pequenas, o co-oxímetro pode ser utilizado como um monitor não invasivo de “tendência” na detecção de alterações inesperadas nos níveis de Hb.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondência.

E-mail: [tailynezortea@hotmail.com](mailto:tailynezortea@hotmail.com) (T. Zortéa).

**KEYWORDS**

Spectrophotometry;  
Oximetry;  
Blood chemical  
analysis;  
Blood gas monitoring  
transcutaneous;  
Clinical trial;  
Systematic review;  
Meta-analysis

**Noninvasive hemoglobin monitoring in clinical trials: a systematic review and meta-analysis****Abstract**

**Background and objectives:** The measurement of Hb by co-oximetry is an innovative technique that offers efficiency and agility in the processing of information regarding the measurement of Hemoglobin concentration (Hb) obtained through continuous, non-invasive and rapid monitoring. Because of this attribute, it avoids unnecessary exposures of the patient to invasive procedures by allowing a reduction in the number of blood samples for evaluation and other unnecessary therapies. It also helps to make decisions about the need for transfusion and how to handle it. The objective of this study is to compare the performance offered to obtain Hb values between the Masimo Corporation (Irvine, CA, USA) instrument and the standard gold tool (laboratory examination).

**Contents:** The study corresponds to a systematic review followed by meta-analysis, which included fully registered full-text clinical trials published from 1990 to 2018. PubMed, Cochrane, Medline, Embase and Web of Science databases were investigated. The mean overall difference found between the non-invasive and invasive methods of hemoglobin monitoring was 0.23 (95% CI -0.16, 0.62), that is, it did not present statistical significance ( $p = 0.250$ ). The results of the analysis of heterogeneity within and between the studies indicated high levels of inconsistency ( $Q = 461.63$ ,  $p < 0.0001$ ,  $I^2 = 98\%$ ), method for Hb values.

**Conclusions:** Although the mean difference between noninvasive measurements of Hb and the gold standard method is small, the co-oximeter can be used as a non-invasive "trend" monitor in detecting unexpected responses at Hb levels.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introdução**

Originada do latim, a palavra monitorização, *monere*, compreende o significado de prezar pela segurança por meio do acompanhamento e aconselhamento. Em 2008, foi introduzido no mercado um co-oxímetro de pulso com tecnologia capaz de fornecer a medida da Hb total de forma rápida, contínua e não invasiva. Portanto, esse monitor proporciona uma inovadora ferramenta na tomada de decisões a respeito do manejo de transfusões sanguíneas e na detecção de sangramentos ocultos. É um método que designa a tendência de alterações nos valores da concentração de Hb, o que o destaca em procedimentos com potencial hemorrágico, trazendo mais segurança aos pacientes e reduzindo os custos.<sup>1-4,6-8</sup>

O método de referência para análise da concentração de Hb é por meio tanto da amostra de sangue venoso como pela amostra de sangue capilar. Este método requer coleta de amostras de sangue arterial ou venoso e está associado a um inevitável atraso (tempo de coleta da amostra, transporte até o laboratório, análise do material e validação da amostra, tempo para os resultados chegarem até o anestesiológista), e isso pode gerar atrasos no gerenciamento das transfusões, levando à realização de transfusões desnecessárias (antes do recebimento dos resultados), aumentando os riscos para a saúde do paciente (relacionados ao atraso ou à transfusões inapropriadas) e aumentando os custos hospitalares.<sup>4-7,9,10</sup>

Portanto, o objetivo do presente estudo é comparar o desempenho oferecido entre a medida da Hb por

co-oximetria e a ferramenta padrão ouro (teste laboratorial) para a obtenção dos valores de Hb.

**Metodologia**

Este artigo de revisão sistemática e metanálise foi elaborado conforme as diretrizes estabelecidas nos Itens de Relatórios Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-análises (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*, PRISMA).<sup>11</sup>

Os critérios de inclusão estabelecidos para a seleção dos estudos exigiram artigos registrados como ensaios clínicos publicados a partir de 1990 até o ano de 2018, que abordem a monitorização não invasiva da hemoglobina e a comparação com o padrão ouro (teste laboratorial) em populações adultas e infantis excluindo neonatos.

A busca pelos artigos ocorreu em fontes de literatura médica; assim, as plataformas incluídas foram PubMed, Cochrane Library, Embase, Medline e Web of Science.

Para a elaboração da estratégia de pesquisa, foram destacados os principais termos relacionados ao assunto abordado. Dessa forma, os termos selecionados foram *Total Hemoglobin*, tHb, Hb, *Measurement*, *Oximeter*, *Cooximeter*, *Co-oximetry*, *Spectrophotometric*, *Spectrophotometry*, SpHb, *Noninvasive Hemoglobin Monitoring*, *Continuous*, *Noninvasive*, *Real-time*, *Beat-to-beat*, *Occlusion Spectroscopy*, MASIMO, Rad-57, Rad-87, Radical-7 e Monitor.

Em seguida, realizamos a pesquisa da literatura e aplicamos a estratégia de pesquisa em cada um dos bancos de dados selecionados, restringindo o período (optamos por

estudos dentro do intervalo de 1990 a 2018), o tipo de estudo (somente ensaios clínicos) e o tipo de população (ensaios avaliados em população humana).

Três avaliadores (DPSW, TZ e ESMD) selecionaram estudos potencialmente elegíveis. Inicialmente, foram lidos título e resumo, com a posterior exclusão dos artigos não relacionados ao tema em questão. Depois disso, os avaliadores buscaram o texto completo dos artigos restantes e avaliaram, na íntegra, a elegibilidade conforme critérios de inclusão anteriormente estabelecidos. Caso houvessem dúvidas ou discordâncias durante a seleção de determinado estudo, um quarto avaliador (KM) seria comunicado e realizaria a escolha final.

DPSL, TZ e ESMD realizaram a coleta de dados dos estudos de forma independente e, após, KM revisou todas as extrações efetuadas pelos avaliadores. Considerou-se informações como o país de origem do estudo, ambiente do experimento, características demográficas, nome e versão de software de dispositivos de monitorização e sensor não invasivo de Hb, nome do analisador do laboratório central, número de pacientes incluídos na análise e número total de amostras pareadas.

Dessa forma, os dados foram extraídos dos artigos selecionados a partir da diferença das médias observadas entre as mensurações não invasivas e invasivas de Hb. O desvio padrão foi obtido por meio da fórmula do Intervalo de Confiança (95% IC). Em seguida, os dados foram registrados e analisados no software RevMan versão 5.3.

A metanálise foi realizada utilizando-se o método do inverso da variância para efeitos randômicos. Foram calculadas as diferenças padronizadas entre as médias com um Intervalo de Confiança de 95%. A significância da estatística global obtida foi avaliada por meio da aplicação do teste z.

A heterogeneidade dentro e entre os estudos foi investigada por meio do cálculo da estatística Q de Cochran (que segue uma distribuição Qui-Quadrado) e do índice I<sup>2</sup>, além da estatística  $\tau^2$ . Foi realizada análise de sensibilidade para investigar as causas da heterogeneidade.

O viés de publicação foi avaliado por meio da construção de um gráfico de funil. Avaliou-se, assim, a simetria das publicações. Na ausência de viés, os estudos pareceriam um funil invertido simétrico.

A avaliação da qualidade dos estudos incluídos na metanálise foi realizada por meio da construção de gráficos obtidos seguindo as diretrizes de Avaliação da Qualidade de Estudos de Precisão Diagnóstica (*Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies*, QUADAS-2).<sup>12</sup> O risco para cada domínio de polarização e aplicabilidade foi considerado como baixo, alto ou pouco claro. Com esses critérios estabelecidos, dois avaliadores (DPSW e TZ) analisaram a qualidade independente em cada estudo. Em seguida, discordâncias foram resolvidas por um terceiro avaliador (KM).

## Resultados

Foram recuperados 1.192 artigos nas buscas de banco de dados e fabricantes. Após a remoção de duplicatas, restaram para avaliação 906. Três investigadores excluíram 838 estudos por título e seleção de resumo. Os 68 estudos restantes foram recuperados como artigos de texto completo e avaliados quanto à elegibilidade. Foram excluídos 60 estudos

após revisão de texto completo por falha no cumprimento dos critérios de inclusão ou dados insuficientes, apesar dos esforços para contatar autores para dados. Finalmente, 8 estudos foram incluídos na metanálise (fig. 1).

Um total de 1069 indivíduos foram incluídos nesta metanálise. As características dos estudos individuais são apresentadas na tabela 1. O tamanho da amostra dos estudos variou de 10 a 584 indivíduos.

Foram incluídos 8 (oito) estudos na metanálise, sendo dois publicados no ano de 2014,<sup>13,14</sup> quatro no ano de 2012,<sup>15-18</sup> um no ano de 2011<sup>19</sup> e um no ano de 2010.<sup>20</sup> Quatro estudos foram realizados durante cirurgias eletivas,<sup>13,17-19</sup> dois estudos foram realizados em voluntários durante experiências específicas (volume análise cinética e hemodiluição),<sup>15,19</sup> um estudo foi realizado no departamento de emergência<sup>16</sup> e um estudo foi realizado em Unidade de Terapia Intensiva Cirúrgica.<sup>14</sup> Três estudos foram conduzidos nos Estados Unidos,<sup>14,16,19</sup> dois estudos na Suécia,<sup>15,20</sup> um estudo foi realizado na Austrália,<sup>13</sup> um estudo foi realizado na Holanda e um estudo foi conduzido na Coreia do Sul.<sup>17</sup>

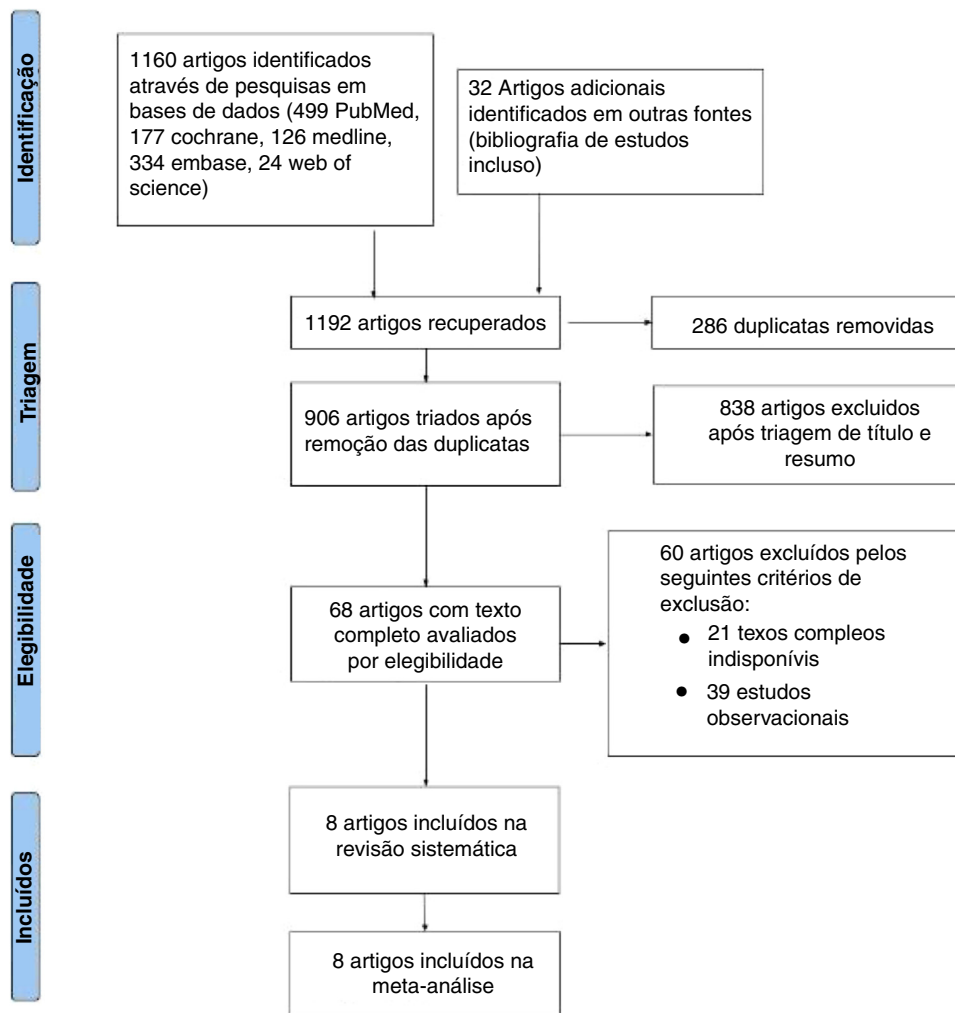
A diferença média global encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de mensuração da hemoglobina foi de 0,23 (95% IC -0,16; 0,62), ou seja, não apresentou significância estatística ( $p = 0,250$ ). Para interpretar essa informação de forma adequada, deve-se aliar a ela os resultados da análise de heterogeneidade dentro e entre os estudos, que apontou níveis elevados de inconsistência ( $Q = 461,63$ ;  $p < 0,0001$ ;  $I^2 = 98\%$ ) (fig. 2).

Embora tenha sido realizada análise de sensibilidade, a heterogeneidade não diminuiu significativamente. A análise foi realizada de acordo com o tipo de procedimento a que os pacientes foram submetidos (cirúrgicos/não cirúrgicos), faixa etária e sexo. Segundo a avaliação QUADAS-2, o risco alto de viés predominou na avaliação do padrão ouro. Afinal, em alguns estudos não estava claro se os resultados do teste laboratorial foram, de fato, interpretados sem o conhecimento prévio dos resultados do teste estudado.<sup>14,17,18,20</sup> O menor risco de viés foi observado no critério de seleção dos pacientes, visto que a maioria dos estudos apresentou uma amostra consecutiva ou aleatória, descreveu adequadamente o processo de seleção dos pacientes e executou exclusões apropriadas.<sup>14,16,17,19,20</sup> Apenas dois artigos foram considerados de baixo risco,<sup>13,19</sup> conforme o QUADAS-2. Os demais intercalaram entre alto e não claro risco (fig. 3).

Após a metanálise geral dos oito artigos incluídos, realizou-se cinco novas metanálises em cinco subgrupos. Os subgrupos avaliados foram formados conforme faixa etária, sexo, país, comorbidades e pacientes de caráter eletivo/não eletivo.

A diferença média padronizada encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de mensuração da Hb no subgrupo de artigos que apresentavam pacientes de caráter eletivo<sup>13,15,19,20</sup> foi de 0,02 (95% IC -0,43; 0,47) (fig. 4). Essa metanálise corroborou com o resultado encontrado na metanálise global, não apresentando diferença estatisticamente significativa entre os métodos ( $p = 0,910$ ), mas com níveis elevados de inconsistência ( $Q = 165,54$ ;  $p < 0,0001$ ;  $I^2 = 98\%$ ).

A diferença média padronizada encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de mensuração da Hb no



**Figura 1** Fluxograma do processo de seleção dos artigos. Fonte: Dados de pesquisa, 2018.

subgrupo de artigos que apresentavam pacientes de caráter não eletivo<sup>14,16-18</sup> foi de 0,43 (95% IC -0,11; 0,96) (fig. 5). Essa metanálise corroborou com o resultado encontrado na metanálise global, não apresentando diferença estatisticamente significativa entre os métodos ( $p = 0,120$ ), mas com níveis elevados de inconsistência ( $Q = 126,22$ ;  $p < 0,0001$ ;  $I^2 = 98\%$ ).

A diferença média padronizada encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de mensuração da Hb no subgrupo de artigos que apresentavam pacientes com faixa de idade<sup>14,15,19,20</sup> relativamente próxima foi de 0,38 (95% IC -0,22; 0,99) (fig. 6). Essa metanálise corroborou com o resultado encontrado na metanálise global, não apresentando diferença estatisticamente significativa entre os métodos ( $p = 0,220$ ), mas com níveis elevados de inconsistência ( $Q = 295,97$ ;  $p < 0,0001$ ;  $I^2 = 99\%$ ).

A diferença média padronizada encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de mensuração da Hb no subgrupo de artigos que apresentavam distribuição conforme o sexo<sup>13,14,16-18</sup> dos pacientes foi de 0,13 (95% IC -0,37; 0,63) (fig. 7). Essa metanálise corroborou com o resultado encontrado na metanálise global, não

apresentando diferença estatisticamente significativa entre os métodos ( $p = 0,600$ ), mas com níveis elevados de inconsistência ( $Q = 379,19$ ;  $p < 0,0001$ ;  $I^2 = 99\%$ ).

A diferença média padronizada encontrada entre os métodos não invasivo e invasivo de mensuração da Hb no subgrupo de artigos que apresentavam proximidade entre os locais<sup>14,16,19</sup> em que os estudos foram conduzidos (EUA) foi de 0,80 (95% IC 0,47; 1,13) (fig. 8). Essa metanálise não corroborou com o resultado encontrado na metanálise global, apresentando diferença estatisticamente significativa entre os métodos ( $p < 0,001$ ), mas com níveis elevados de inconsistência ( $Q = 22,28$ ;  $p < 0,0001$ ;  $I^2 = 91\%$ ).

A avaliação do viés de publicação foi realizada por meio da construção de um gráfico de funil, tendo no eixo das abscissas a diferença padronizada entre as médias e no eixo das ordenadas, o erro padrão das diferenças padronizadas entre as médias. Os estudos deveriam se distribuir simetricamente formando visualmente um funil invertido, demonstrando, assim, a ausência de viés de publicação, no entanto, isso não ocorreu, o que sugere a existência desse tipo de viés (fig. 9).

**Tabela 1** Características dos estudos incluídos na metanálise sobre a comparação de método invasivo (laboratorial) e não invasivo (co-oxímetro de pulso) para mensuração de Hb

Autor	Ano	País	Características da população	Idade (Média±DP), média (amplitude) ou mediana (amplitude)	Sexo	Dispositivo testado (versão do software, versão do sensor)	Análise laboratorial de Hb	Tamanho da amostra / número de medições pareadas	Subgrupos (tamanho da amostra/número de medições pareadas)	Dispositivo testado <sup>a</sup>	Análise laboratorial <sup>b</sup>	DMP	DP
Bergek C, Zdolsek JH, Hahn RG[16]	2012	Suécia	Voluntários de estudo, fluidos de infusão	22 (18-28)	Masculino 100%	Radical-7 (7.6.0.1, A singleuse adhesive sensor of type R2-25a)	Beckman Coulter Act-5 diff	10/956		NR	NR	-0,07	1,17
Butwick A, Hilton G, Carvalho B[20]	2011	EUA	Cesárea eletiva	32 (5)	Feminino 100%	Radical-7 (7.6.0.4, Sensor Rev E)	Coulter LH 750 ou LH 780 ou CELLDYN Sapphire ou CELL-DYN 1800	50/150	Linha de base (50/50)	NR	NR	1,22	1,08
Gayat E et al.[17]	2012	EUA	Departamento de emergência	57 (43-75)	Masculino 51,5%	Masimo Pronto-7 (versão 2.1.9, Masimo, Sensor Rainbow 4D DC)	ADVIA 2120	272/272	Dor abdominal (21%), dor torácica (13%), dispneia (12%), sepse (8%) e sangramento (7%).	NR	13,2 (11,9-14,3)	0,56	1,21
Hahn RG, Li Y, Zdolsek J[21]	2010	Suécia	Voluntários, infusão de fluidos	22 (19-37)	Masculino 100%	Radical-7 (7.4.0.9, Sensor handheld R.7.7.1.0, D-station R5.1.2.7)	Cell-Dyn Sapphire	10/680	Grupo 1: voluntários hidratados, receberam 5 mL.kg <sup>-1</sup> de acetato de Ringer ao longo de 15 min. (10/167);	13,425 (0,998)	13,368 (0,862)	-0,37	1,03

Tabela 1 (Continuação)

Autor	Ano	País	Características da população	Idade (Média±DP), média (amplitude) ou mediana (amplitude)	Sexo	Dispositivo testado (versão do software, versão do sensor)	Análise laboratorial de Hb	Tamanho da amostra / número de medições pareadas	Subgrupos (tamanho da amostra/número de medições pareadas)	Dispositivo testado <sup>a</sup>	Análise laboratorial <sup>a</sup>	DMP	DP
Khalafallah AA et al.[14]	2014	Australia	Cirurgia eletiva	Masculino 65,6 (12) / Feminino 61,1 (14,9)	Masculino 50,34%	Masimo Pronto-7 (version 2.1.9, Masimo Corporation, Rainbow 4D Sensor)	Sysmex XE-5000	584/584	<p>Grupo 2: voluntários desidratados, receberam 5 mL.kg<sup>-1</sup> de acetato de Ringer durante 15 min. (10/187);</p> <p>Grupo 3: voluntários hidratados, receberam 10 mL.kg<sup>-1</sup> de acetato de Ringer ao longo de 15 min. (10/168);</p> <p>Grupo 4: voluntários desidratados, receberam 10 mL.kg<sup>-1</sup> de acetato de Ringer ao longo de 15 min. (10/158).</p> <p>Pré-operatório: 638 pré-avaliação com expectativa de Hb normal e 88 pacientes oncológicos com expectativa de Hb reduzida.</p>	NR	NR	-0,71	1,30

Tabela 1 (Continuação)

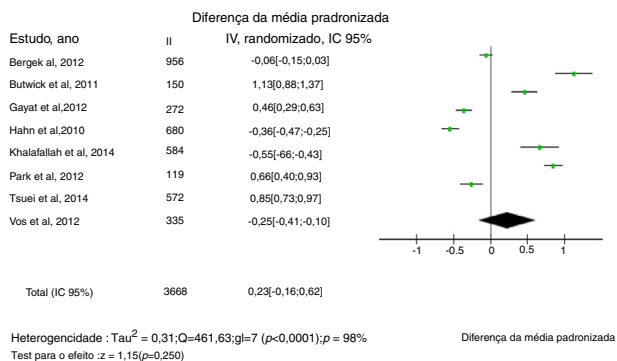
Autor	Ano	País	Características da população	Idade (Média±DP), média (amplitude) ou mediana (amplitude)	Sexo	Dispositivo testado (versão do software, versão do sensor)	Análise laboratorial de Hb	Tamanho da amostra / número de medições pareadas	Subgrupos (tamanho da amostra/número de medições pareadas)	Dispositivo testado <sup>a</sup>	Análise laboratorial <sup>a</sup>	DMP	DP
Park YH et al.[18]	2012	Coreia do Sul	Neurocirurgia, pediatria	6.4±3.0	Masculino 62,5%	Radical-7 (7.6.1.1, Sensor Rev E)	ABL820	40/119	Após reposição volumétrica (NR/47); após administração de coloide (NR/32); após reposição de hemácias (NR/15); tHb < 9 (NR/NR); 9 ≤ tHb < 11 (NR/NR); 11 ≤ tHb (NR/NR).	NR	NR	0,9	1,35
Tsuei BJ et al.[15]	2014	EUA	UTI cirúrgica	> 18	Masculino 60%	Radical-7 (NR, NR)	iSTAT Abbott Point of Care e CBC LH 780	88/572		CBC	NR	1,49	1,76
Vos JJ et al.[19]	2012	Holanda	Ressecção hepática	56 (19-76)	Masculino 27%	Radical-7 (7.6.0.1, Sensor R2-25, Rev E)	ABL 800	15/335	Infusão de cristalóide (15/335)	NR	NR	-0,27	1,06

DMP, Diferença das Médias Padronizadas; DP, Desvio Padrão; NR, Não Reportado.

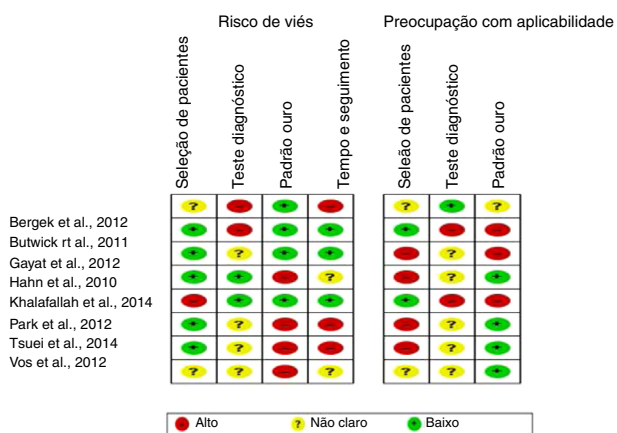
Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

<sup>a</sup> Hb (Média±DP), Média (Amplitude) ou Mediana (Amplitude).





**Figura 2** Gráfico de floresta da análise geral. Fonte: Dados de pesquisa, 2018.



**Figura 3** Gráfico de QUADAS-2 resultados por estudo. Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

### Discussão

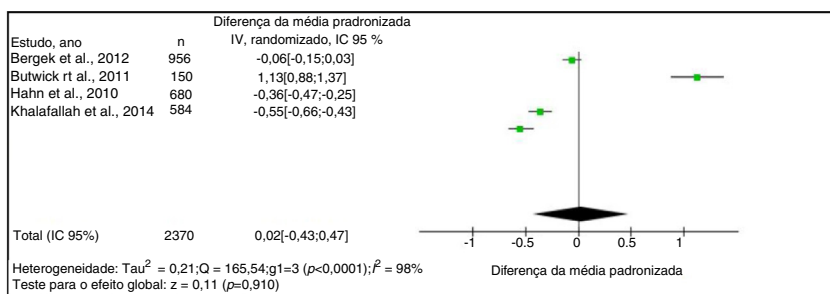
A monitorização não invasiva da Hb por co-oximetria oferece eficiência e agilidade no processamento das informações referentes a concentração de Hb obtida de maneira contínua e rápida nos atendimentos de diversos setores (destaque para centro cirúrgico, UTI e emergência).<sup>13,14,19</sup> Além disso, tem um enorme potencial em populações pediátricas nas quais a coleta seriada de exames é menos aceitável. A medida não invasiva da Hb também seria ideal para pacientes que sofrem de fobia de agulha.<sup>13</sup>

O presente estudo avaliou a acurácia e precisão da monitorização não-invasiva da Hb em comparação com a monitorização fornecida pelo método laboratorial (padrão-ouro) de 1069 indivíduos correspondentes a oito artigos de ensaios clínicos.

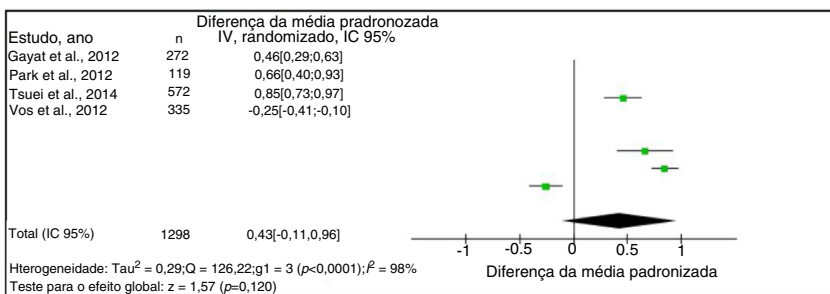
A avaliação cuidadosa da qualidade dos artigos selecionados possui grande importância em metanálises.<sup>12</sup> Infelizmente, o resultado obtido pelo QUADAS-2 neste estudo, no qual somente dois estudos foram considerados como baixo risco de viés e de aplicabilidade, revelou a baixa qualidade dos trabalhos que envolvem o tema abordado.

Devido a heterogeneidade de dados presentes nos estudos incluídos, estes foram divididos em subgrupos para uma abordagem comparativa mais fidedigna. A comparação dos resultados no estudo em questão foi concordante; assim, conclui-se que os subgrupos não representaram fatores de interferência ao resultado final.

Os artigos utilizados no presente estudo não apenas reiteram questões discutidas, como também corroboram os resultados alcançados na metanálise global.<sup>21</sup> Ou seja, a presente pesquisa não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os métodos.

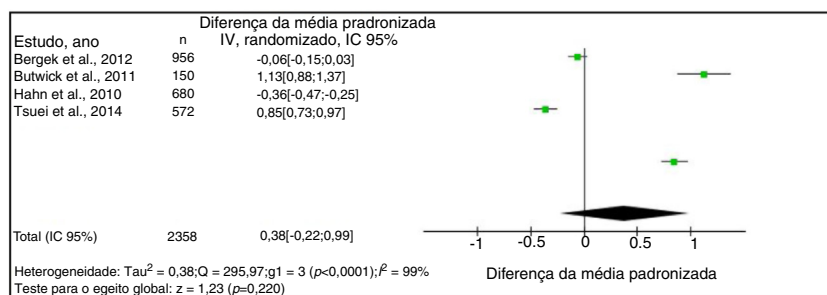


**Figura 4** Gráfico de floresta de subgrupos (pacientes de caráter eletivo). Fonte: Dados de pesquisa, 2018.

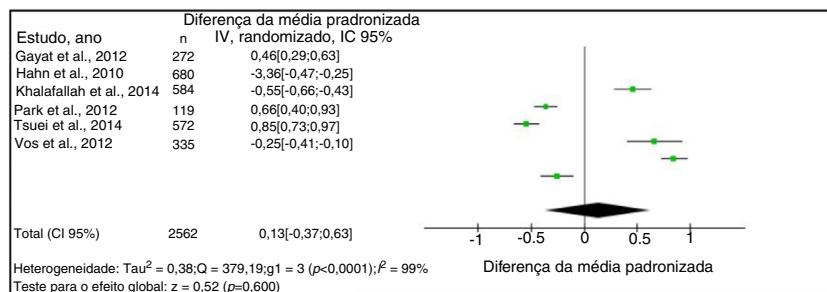


**Figura 5** Gráfico de floresta de subgrupos (pacientes de caráter não eletivo). Fonte: Dados de pesquisa, 2018.

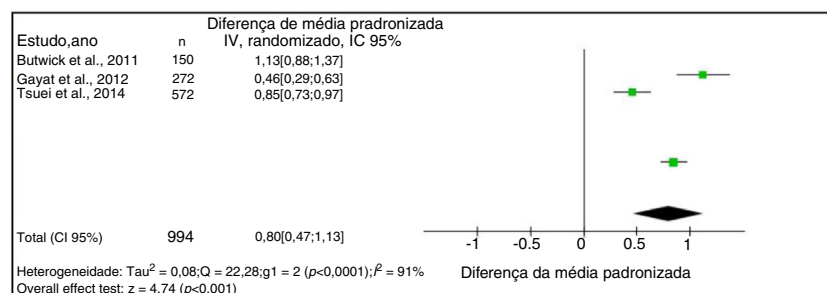




**Figura 6** Gráfico de floresta de subgrupos (idade). Fonte: Dados de pesquisa, 2018.



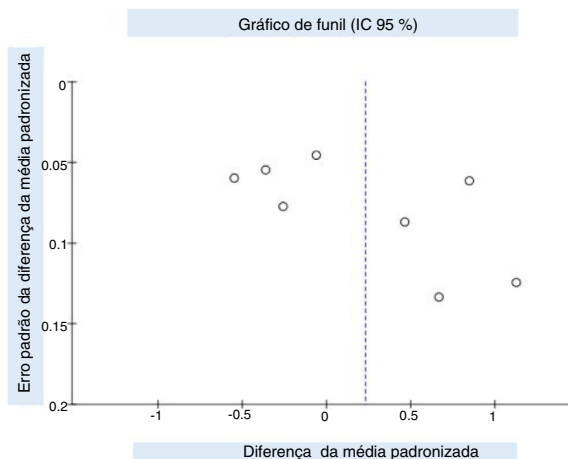
**Figura 7** Gráfico de floresta de subgrupos (ambos os sexos). Fonte: Dados de pesquisa, 2018.



**Figura 8** Gráfico de floresta de subgrupos (país). Fonte: Dados de pesquisa, 2018.

Desse modo, a discussão levantada a respeito da técnica contínua baseia-se no princípio de que o monitor apontaria, em especial, direção de mudança, isto é, de tendência a mudanças nos valores acompanhados em tempo real. Além disso, o instrumento é uma ferramenta útil na diminuição das transfusões desnecessárias e, simultaneamente, na indicação de intervenção precoce quando necessário.<sup>2</sup> Sendo assim, é importante ressaltar que a conduta na prática médica deverá ser cautelosa na tomada de decisões com base apenas nos valores da monitorização não invasiva da Hb, devido à subestimação nos valores de Hb mais baixos.<sup>19</sup>

Uma das limitações enfrentadas por essa pesquisa foi a pequena quantidade de estudos sobre o tema escolhido. Embora exista um maior número de ensaios observacionais, a disponibilidade de ensaios clínicos ainda é bastante limitada. Além disso, a baixa qualidade dos estudos avaliados limitou o grau de consistência do estudo realizado. Quanto a faixa etária, há concentração dos estudos em adultos com poucas evidências do dispositivo em populações pediátricas. Por fim, apesar de uma busca apurada em diversas



**Figura 9** Gráfico de Funil. Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

plataformas de pesquisa, muitos artigos selecionados para serem lidos na íntegra não estavam disponíveis e, assim, foram excluídos sem a devida extração de dados.

A elaboração de critérios que padronizem a forma de condução dos estudos a respeito do tema poderá contribuir para o desenvolvimento de pesquisas com dados mais consistentes. Além disso, sugere-se o cálculo da regressão de Egger para avaliar formalmente a existência de viés de publicação. O desenvolvimento de estudos em outros subgrupos, como na pediatria, poderá evidenciar potenciais benefícios e, assim, ampliar ainda mais o uso do método não invasivo.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Cavalcante IL, et al. Monitorização em Anestesia, Rio de Janeiro. Sociedade de Anestesiologia do Estado do Rio de Janeiro/SAERJ. 2011.
2. Amaral JLG, Ferreira ACP, Ferez D, Geretto P. Monitorização da respiração: oximetria e capnografia. *Rev Bras Anestesiol*. 1992;42:51–8.
3. Bruells CS, Menon AK, Rossaint R, et al. Accuracy of the Masimo Pronto-7<sup>®</sup> system in patients with left ventricular assist device. *J Cardiothorac Surg*. 2012;24:8–159.
4. Shah N, Osea EA, Martinez GJ. Accuracy of noninvasive hemoglobin and invasive point-of-care hemoglobin testing compared with a laboratory analyzer. *Int J Lab Hematol*. 2014;36:56–61.
5. Ardin S, Störmer M, Radojska S, et al. Comparison of three noninvasive methods for hemoglobin screening of blood donors. *Transfusion*. 2015;55:379–87.
6. Riou B. Continuous Measurement of Hemoglobin. *Anesthesiology*. 2013;118:497–9.
7. Awada WFN, Maher F. Reduction in red blood cell transfusion during neurosurgery with noninvasive and continuous hemoglobin monitoring. In: Proceedings of the society for technology in anesthesia annual meeting. 2013.
8. Martin JR, Camp CL, Stitz A, et al. Noninvasive Hemoglobin Monitoring: a rapid, reliable, and cost-effective method following total joint replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98:349–55.
9. Patino M, Schultz L, Hossain M, et al. Trending and accuracy of noninvasive hemoglobin monitoring in pediatric perioperative patients. *Anesth Analg*. 2014;119:920–5.
10. Adel A, Awada W, Abdelhamid B, et al. Accuracy and trending of non-invasive hemoglobin measurement during different volume and perfusion statuses. *J Clin Monit Comput*. 2018;32:1025–31.
11. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6:e1000097.
12. Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, et al. QUADAS-2 Group. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med*. 2011;155:529–36.
13. Khalafallah AA, Chilvers CR, Thomas M, et al. Usefulness of non-invasive spectrophotometric haemoglobin estimation for detecting low haemoglobin levels when compared with a standard laboratory assay for preoperative assessment. *Br J Anaesth*. 2015;114:669–76.
14. Tsuei BJ, Hanseman DJ, Blakeman MJ, et al. Accuracy of noninvasive hemoglobin monitoring in patients at risk for hemorrhage. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77 3 Suppl 2:S134–9.
15. Bergeck C, Zdolsek JH, Hahn RG. Accuracy of noninvasive haemoglobin measurement by pulse oximetry depends on the type of infusion fluid. *Eur J Anaesthesiol*. 2012;29:586–92.
16. Gayat E, Aulagnier J, Matthieu E, Boisson M, Fischler M. Non-invasive measurement of hemoglobin: assessment of two different point-of-care technologies. *PLoS One*. 2012;7:e30065.
17. Park YH, Lee JH, Song HG, Byon HJ, Kim HS, Kim JT. The accuracy of noninvasive hemoglobin monitoring using the radical-7 pulse CO-Oximeter in children undergoing neurosurgery. *Anesth Analg*. 2012;115:1302–7.
18. Vos JJ, Kalmar AF, Struys MM, et al. Accuracy of non-invasive measurement of haemoglobin concentration by pulse co-oximetry during steady-state and dynamic conditions in liver surgery. *Br J Anaesth*. 2012;109:522–8.
19. Butwick A, Hilton G, Carvalho B. Non-invasive haemoglobin measurement in patients undergoing elective Caesarean section. *Br J Anaesth*. 2012;108:271–7.
20. Hahn RG, Li Y, Zdolsek J. Non-invasive monitoring of blood haemoglobin for analysis of fluid volume kinetics. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010;54:1233–40.
21. Kim SH, Lilot M, Murphy LS, et al. Accuracy of continuous noninvasive hemoglobin monitoring: a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg*. 2014;119:332–46.