



ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA
CURSO BIOMEDICINA

NÍCOLAS LEOVIGILDO VIANA DE JESUS
TÁRSILA CATARINA BELIZÁRIO VITORIANO

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO LACTATO EM PACIENTES SUBMETIDOS A
CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA APÓS A ADMINISTRAÇÃO DE
VITAMINA C: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

SALVADOR – BA

2024

NÍCOLAS LEOVIGILDO VIANA DE JESUS
TÁRSILA CATARINA BELIZÁRIO VITORIANO

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO LACTATO EM PACIENTES SUBMETIDOS A
CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA APÓS A ADMINISTRAÇÃO DE VITAMINA C:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Me. Uenderson Conceição Rocha.

SALVADOR – BA

2024

NÍCOLAS LEOVIGILDO VIANA DE JESUS
TÁRSILA CATARINA BELIZÁRIO VITORIANO

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO LACTATO EM PACIENTES SUBMETIDOS A
CEC APÓS A ADMINISTRAÇÃO DE VITAMINA C: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do grau de Bacharel em Biomedicina e aprovada em sua forma final pelo Curso de Biomedicina da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.

Salvador, 9 de novembro de 2024.

Prof. Me. Uenderson Conceição Rocha
Faculdade Santa Casa

Prof. Me. Raquel Bispo de São Pedro
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

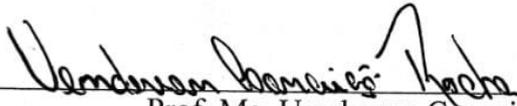
Prof. Me. Rômulo Ivisson Santos de Deus da Silva
Faculdade Santa Casa

NÍCOLAS LEOVIGILDO VIANA DE JESUS
TÁRSILA CATARINA BELIZÁRIO VITORIANO

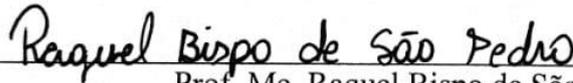
**ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO LACTATO EM PACIENTES SUBMETIDOS A
CEC APÓS A ADMINISTRAÇÃO DE VITAMINA C: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do grau de Bacharel em Biomedicina e aprovada em sua forma final pelo Curso de Biomedicina da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública.

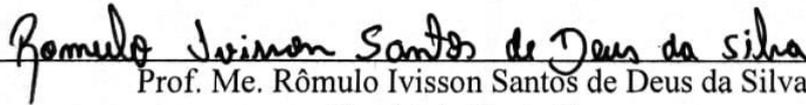
Salvador, 9 de novembro de 2024.



Prof. Me. Uenderson Conceição Rocha
Faculdade Santa Casa



Prof. Me. Raquel Bispo de São Pedro
Universidade Federal da Bahia (UFBA)



Prof. Me. Rômulo Ivisson Santos de Deus da Silva
Faculdade Santa Casa

*Dedicamos este trabalho a todas as
pessoas que, de alguma forma, fizeram
parte da nossa história e contribuíram
para nossa formação.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por nos proporcionar esta oportunidade única de concluir a graduação. A Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública que foi nossa segunda casa por quatro anos, e a todos os professores que nos transmitiram seus conhecimentos com tanto entusiasmo e dedicação.

Em especial, agradecemos os nossos orientadores, Prof^a Mara e Prof Uenderson, por terem sido nossos guias nesta jornada. Além de excelentes profissionais, tornaram-se nossos amigos e nos apoiaram em todos os momentos.

Realizar um TCC em dupla foi um desafio e uma grande oportunidade de aprendizado. A parceria, o diálogo e a paciência foram fundamentais para superarmos as dificuldades e construirmos este trabalho juntos.

Agradecemos aos nossos amigos, que sempre estiveram ao nosso lado, nos momentos de estudo e de lazer.

Nossos pais, que sempre acreditaram em nós e nos incentivaram a seguir nossos sonhos, merecem um agradecimento especial. Compartilhamos com eles cada etapa desta jornada, e sua presença constante foi fundamental para nossa realização.

Agradecemos também às nossas avós, que, mesmo ausentes fisicamente, celebram conosco esta conquista do alto.

Com gratidão,

Nicolas Viana e Társila Catarina

*Do biológico ao artificial, da atenção
para vida, de coração para coração.*

(Autor desconhecido)

RESUMO

A Circulação Extracorpórea (CEC) é um avanço significativo na medicina, permitindo a realização de cirurgias cardíacas complexas ao substituir temporariamente as funções do coração e dos pulmões por uma máquina. Desde sua introdução, a CEC tem sido essencial para o sucesso dessas cirurgias, mas também está associada a riscos, como o estresse oxidativo, que pode levar a hipóxia tecidual e aumento dos níveis de lactato, um indicador de metabolismo anaeróbico e comprometimento celular. A função do biomédico perfusionista é essencial durante o procedimento, monitorando parâmetros fisiológicos para minimizar riscos e garantir a estabilidade do paciente. A vitamina C, devido às suas propriedades antioxidantes, tem sido estudada como uma possível intervenção para reduzir o estresse oxidativo durante a CEC. Este projeto propõe uma revisão sistemática da literatura para avaliar o impacto da administração de vitamina C em pacientes submetidos à CEC, focando na redução da formação de radicais livres e na melhoria dos desfechos clínicos, como a diminuição dos níveis de lactato e a proteção contra danos miocárdicos. A pesquisa será realizada seguindo o protocolo PRISMA, buscando artigos científicos que discutam os efeitos da vitamina C em contextos de CEC, com o objetivo de fornecer uma compreensão mais clara sobre o papel dessa suplementação na melhoria dos resultados cirúrgicos e na qualidade de vida dos pacientes.

Palavras-chave: Circulação Extracorpórea; Vitamina C; Estresse Oxidativo; Cirurgia Cardíaca; Lactato.

ABSTRACT

Extracorporeal Circulation (ECC) is a significant medical advancement that allows complex cardiac surgeries by temporarily replacing the functions of the heart and lungs with a machine. Since its introduction, ECC has been essential for the success of these surgeries but is also associated with risks such as oxidative stress, which can lead to tissue hypoxia and elevated lactate levels, an indicator of anaerobic metabolism and cellular impairment. The role of the perfusionist is crucial during the procedure, as they monitor physiological parameters to minimize risks and ensure patient stability. Vitamin C, due to its antioxidant properties, has been studied as a potential intervention to reduce oxidative stress during ECC. This project proposes a systematic review of the literature to evaluate the impact of vitamin C administration in patients undergoing ECC, focusing on reducing free radical formation and improving clinical outcomes, such as decreasing lactate levels and protecting against myocardial damage. The research will be conducted following the PRISMA protocol, searching for scientific articles that discuss the effects of vitamin C in ECC contexts, aiming to provide a clearer understanding of the role of this supplementation in improving surgical outcomes and patient quality of life.

Keywords: Extracorporeal Circulation; Vitamin C; Oxidative Stress; Cardiac Surgery; Lactate

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
METODOLOGIA	17
PERGUNTA INVESTIGATIVA	17
BANCO DE DADOS, DESCRITORES E OPERADORES BOOLEANOS	18
CRITÉRIOS DE ELIGIBILIDADE.....	19
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	19
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	19
ORGANIZAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS.....	19
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE.....	19
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28
REGRAS PARA SUBMISSÃO	30

Análise da variação do Lactato em Pacientes submetidos a CEC após administração de Vitamina C: Uma revisão Sistemática

Analysis of Lactate Variation in patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass After Vitamin C Administration: A Systematic Review

Nícolas L. Viana, Társila C. Belizário, Mara D. Pires, Uenderson C. Rocha.

Resumo:

A Circulação extracorpórea (CEC) pode gerar problemas ao paciente, como a formação e liberação de radicais livres. Sendo assim, suplementação de vitamina C se encontra como uma opção para reduzir o estresse oxidativo e seus efeitos adversos, como o estresse oxidativo marcado pelo aumento dos níveis de lactato, melhorando a integridade vascular e a função celular durante a cirurgia. Objetivo: Revisar a literatura sobre os efeitos da Circulação extracorpórea na geração de estresse oxidativo, medido pelo aumento do lactato, e descrever os efeitos da administração de vitamina C na redução da formação de radicais livres em pacientes submetidos a CEC. Métodos: A metodologia consiste em uma revisão sistemática seguindo o protocolo PRISMA, realizada entre janeiro de 2010 e dezembro de 2024. A estratégia de busca foi baseada nos componentes PICOS e utilizou descritores em português e inglês nas bases de dados PubMed e LILACS e a qualidade dos estudos foi avaliada segundo o Joanna Briggs Institute. Resultados: Foi visto que o lactato se mostrou como um preciso marcador para pacientes que estão passando por estresse oxidativo, já o ácido ascórbico (AA) se mostrou um antioxidante eficaz, contudo as outras condições, como arritmias, se mostra necessário mais estudos para uma conclusão mais adequada. Conclusão: Apesar dos benefícios comprovados do uso do AA na redução do estresse oxidativo, é necessário realizar mais pesquisas para entender seus efeitos na prevenção de complicações pós-operatórias, como arritmias. Já o lactato continua sendo um biomarcador crucial e eficaz para monitorar o estresse oxidativo e a análise metabólica durante a cirurgia.

Palavras-chave: Circulação Extracorpórea; Vitamina C; Estresse Oxidativo; Cirurgia Cardíaca; Lactato

1. INTRODUÇÃO

A introdução da cirurgia cardíaca com Circulação Extracorpórea (CEC) foi uma das principais conquistas médicas e biológicas do século XX,^[1] sendo considerada um procedimento médico no qual o sangue é desviado do corpo para uma máquina que assume as funções do coração e dos pulmões, incluindo o bombeamento sanguíneo, a oxigenação e a remoção de dióxido de carbono (CO₂) do sangue, possibilitando assim a realização de cirurgias cardíacas.^[1-2] A CEC consiste em um sistema de máquinas e aparelhos que são ligados ao coração do paciente, sempre preservando a integridade celular, a estrutura, a função e o metabolismo do paciente. As cânulas usadas nos procedimentos são inseridas nas veias cavas inferior e superior, como também na aurícula do átrio direito, fazendo o sangue venoso ser desviado do átrio direito para um reservatório chamado cardiostomia, o sangue então é transportado, através de circuitos, oxigenado e filtrado, e então logo após o sangue rico em oxigênio é reinfundido, através de bombas, ao paciente pela aorta ascendente.^[3]

Porém, mesmo com as vantagens trazidas pela técnica, durante a realização da CEC, pode ocorrer a hipóxia tecidual devido à interrupção temporária do fluxo sanguíneo para os tecidos, que ocorre quando a demanda de oxigênio se torna insuficiente, havendo a formação de radicais livres, elevando os níveis de lactato.^[4] O lactato é um produto do metabolismo anaeróbico, e quando observado na CEC, em altos níveis, é frequentemente associados à hipóxia tecidual resultante desse estresse oxidativo, já que a CEC pode desencadear uma resposta inflamatória sistêmica e liberação de espécies reativas de oxigênio.^[5] Estes processos podem comprometer a função mitocondrial e levar a um desequilíbrio entre a produção de energia e demanda celular, resultando no acúmulo de lactato.^[5]

A literatura sugere que a suplementação da vitamina C pode, não somente melhorar a função vascular endotelial, mas também manter a integridade dos tecidos vasculares, além de impedir a deformabilidade dos eritrócitos e as alterações metabólicas observadas durante a cirurgia, que ocorrem com frequência nas cirurgias que utilizam CEC.^[6-7] Sendo assim, a compreensão do papel da vitamina C como antioxidante no contexto da CEC adiciona uma nova dimensão à prática do Biomédico perfusionista que, diante dessas alterações, precisará fazer ajustes hemodinâmicos através de modificações na máquina de CEC, por conseguinte, proporcionando uma melhor qualidade de vida para os pacientes durante e após a cirurgia.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática elaborada seguindo o protocolo do Preferred Report Items for Systematics Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), realizada no período de fevereiro de 2024 a dezembro de 2024, por meio da busca de artigos científicos.^[8] Para realização da pesquisa bibliográfica, a estratégia de busca para cada base de dados foi baseada na pergunta investigativa da revisão: “*Quais são os impactos da administração de Vitamina C em pacientes submetidos a CEC através da análise laboratorial de lactato?*” que teve como suporte para sua formulação a estratégia PICOS (Patient, Intervention, Comparison, Outcome, and Study Design).

2.1 PERGUNTA INVESTIGATIVA

Para a realização da pesquisa bibliográfica, a estratégia de busca para cada base de dados foi baseada na pergunta investigativa da revisão: “*Quais são os impactos da administração de Vitamina C em pacientes submetidos a CEC através da análise laboratorial de lactato?*”, que teve como suporte para sua formulação a estratégia PICOS (Tabela 1).

Tabela 1. Elementos da estratégia PICOS para elaboração da pergunta de pesquisa

Acrônimo	Componente	Português	Inglês
P	<i>Population</i>	CEC em cirurgia cardíaca	Extracorporeal Circulation and Cardiac Surgery
I	<i>Intervention</i>	Vitamina C	Vitamin C and Ascorbic Acid
C	<i>Comparison</i>	Não empregado	Não empregado
O	<i>Outcome</i>	Lactato	Lactate

S	Study	Ensaaios clínicos e casos clínicos publicados	Clinical Trials and Case Report Present
---	-------	---	---

Tabela 1. Estratégia de coleta nas bases de dados

Busca de dados	Frase de busca
PubMed	((Vitamin C OR Ascorbic Acid) AND Cardiac Surgery), (Vitamin C OR Ascorbic Acid) AND Oxidative Stress), (Extracorporeal Circulation AND Oxidative Stress), (Lactate AND Extracorporeal Circulation), (Lactate AND Cardiac Surgery), (Lactate AND Clinical Trials)) ((Vitamina C OU Ácido Ascórbico) E Cirurgia Cardíaca), (Vitamina C OU Ácido Ascórbico) E Estresse Oxidativo), (Circulação Extracorpórea E Estresse Oxidativo), (Lactato E
	Circulação Extracorpórea), (Lactato E Cirurgia Cardíaca), (Lactato E Ensaios Clínicos)
LILACS	((Extracorporeal Circulation AND Oxidative Stress), (Extracorporeal Circulation AND Cardiac Surgery), (Extracorporeal Circulation AND Lactate), (Cardiac Surgery AND Oxidative Stress), (Lactate AND Cardiac Surgery), (Extracorporeal Circulation AND Vitamin C), (Vitamin C AND Cardiac Surgery), (Lactate AND Extracorporeal Circulation AND Cardiac Surgery), (Lactate AND Oxidative Stress AND Clinical Trials), (Extracorporeal Circulation AND Oxidative Stress AND Case Present Report)) ((Circulação Extracorpórea E Estresse Oxidativo), (Circulação Extracorpórea E Cirurgia Cardíaca), (Circulação Extracorpórea E Lactato), (Cirurgia Cardíaca E Estresse Oxidativo), (Lactato E Cirurgia Cardíaca), (Circulação Extracorpórea E Vitamina C), (Vitamina C E Cirurgia Cardíaca), (Lactato E Circulação Extracorpórea E Cirurgia Cardíaca), (Lactato E Estresse Oxidativo E Ensaios Clínicos), (Circulação Extracorpórea E Estresse Oxidativo E Casos Clínicos))

2.2 BANCO DE DADOS, DESCRITORES E OPERADORES BOOLEANOS

Os descritores utilizados nas plataformas Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH) para a procura dos artigos científicos nas bases de dados PubMed e LILACS foram descritos em duas línguas, português e inglês, para a descoberta das palavras-chaves e elaboração da frase de busca que foi utilizada nos bancos de dados descritos no item 2.1. ^[9]

2.3 CRITÉRIOS DE ELIGIBILIDADE

2.3.1 Critérios De Inclusão

Artigos originais disponíveis na íntegra e relatos de casos, publicados no período entre janeiro de 2010 a dezembro de 2024, nas línguas inglesa e portuguesa tendo como objeto de pesquisa modelos humanos. O desenho do estudo não é considerado um fator de exclusão para a presente revisão.

2.3.2 Critérios De Exclusão

Os critérios de exclusão compreenderam estudos que não abordaram a temática, artigos duplicados, estudos de ponto de vista, artigos em formato de revisão de literatura, e trabalhos em modelo de experimentação animal.

2.4 ORGANIZAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A princípio, a busca de artigos científicos nas bases de dados foi realizada por meio da seleção por títulos e, posteriormente, pelos resumos, sendo realizada, por fim, a análise do artigo na íntegra. Os dados bibliográficos dos estudos foram organizados no software Microsoft Excel, no qual títulos e resumos foram avaliados, quanto aos critérios de inclusão. Os textos completos que não atenderam aos critérios foram excluídos.

2.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Visando aprimorar o rigor científico e metodológico dos artigos encontrados, a revisão foi alicerçada em um protocolo previamente estabelecido e preconizado pelo *Joanna Briggs Institute (JBI)*, uma organização que avalia revisões sistemáticas e tem como objetivo verificar o nível de evidência, considerando viabilidade, praticidade, adequação, ajuste de intervenção e significado do estudo por meio da avaliação de risco de viés. Os estudos foram classificados como baixo risco de viés (acima de 70%), moderado risco de viés (50% a 69%) e alto risco de viés (abaixo de 50%). Os resultados das buscas e avaliações foram reportados no fluxograma PRISMA^[10].

3. RESULTADOS

Na busca inicial nas bases PubMed e LILACS, foram identificados 269 e 17 artigos respectivamente, e, destes 286 artigos, foram excluídos 243 da base PubMed e 6 da LILACS, por não atenderem aos critérios de inclusão e por estarem fora do período de publicação escolhido para o respectivo estudo. Na etapa seguinte, foram selecionados 26 artigos da base PubMed e 11 da LILACS para a exclusão a partir da leitura do título/resumo e revisão da aplicabilidade dos critérios de inclusão e exclusão, bem como artigos que não abordaram a temática, para, posteriormente, passarem por outra seleção com a leitura dos respectivos artigos na íntegra.

Com isso, 18 artigos foram excluídos com a leitura do título/resumo e/ou por se apresentar duplicados, sendo 13 da base PubMed e 5 da base LILACS, e 12 foram excluídos após leitura na íntegra, por não abordarem a temática, sendo 9 PubMed e 3 da LILACS. Ao final da seleção foram incluídos 4 artigos da base de dados PubMed, e 3 da base LILACS, totalizando 7 artigos adicionados no estudo. A descrição do processo de seleção dos artigos está sintetizada na Figura 1. Os resumos dos estudos incluídos estão nas Tabelas 1 e 2. A Tabela 1 apresenta um resumo dos artigos sobre vitamina C, organizado por: Estudo e ano de publicação, Dose de Vitamina C aplicada, Efeitos Observados, e Problemas encontrados. A Tabela 2 resume os artigos sobre lactato, organizada por: Estudo e ano de publicação, Tempo de Medição do Lactato e Validação do Uso do Lactato.

Figura 1. Fluxograma de Seleção dos Artigos

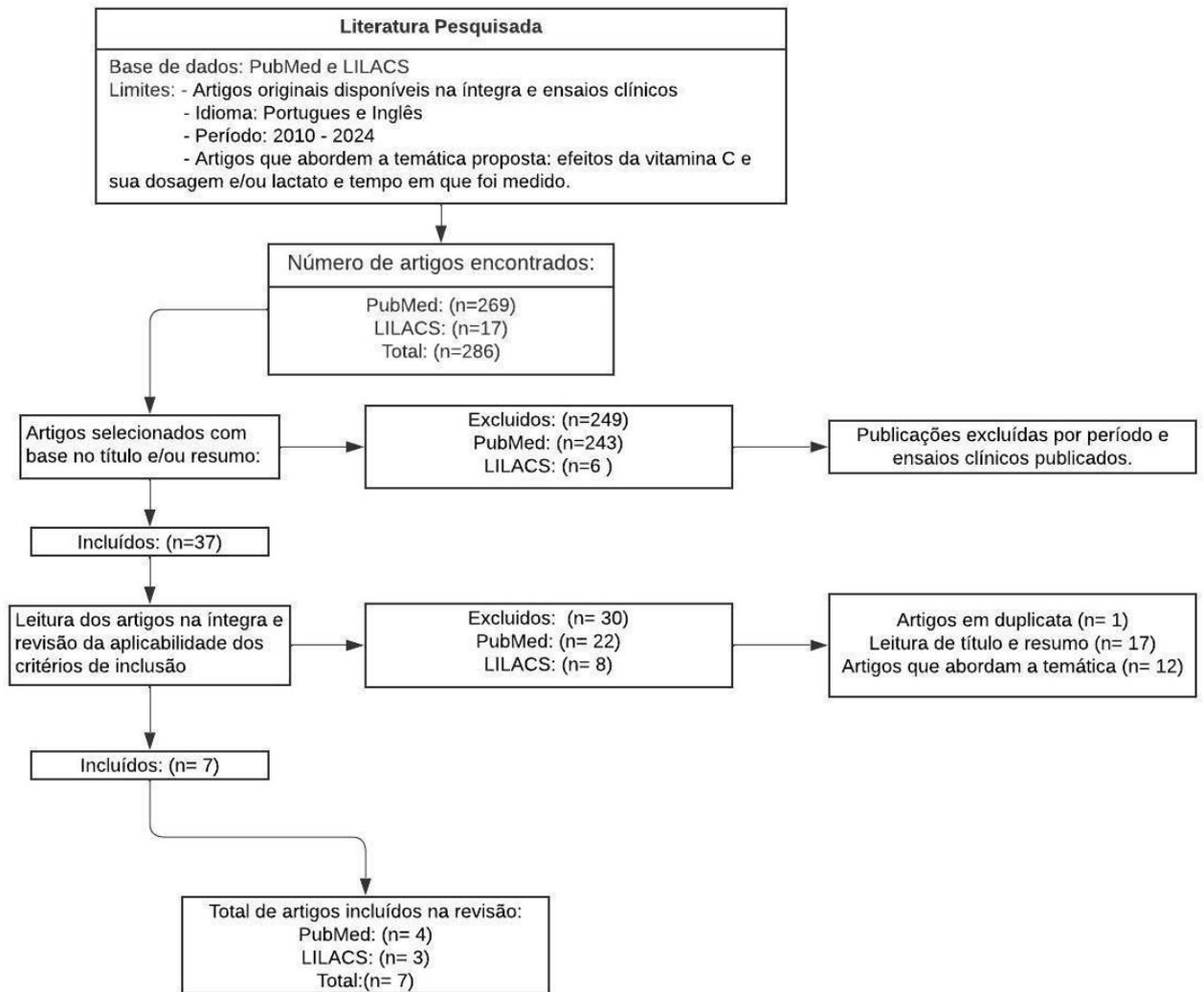


Tabela 1. Resumo dos Artigos Incluídos sobre Vitamina C

Estudo e Ano de publicação	Dose de Vitamina C	Efeitos Observados	Problemas encontrados
NASER SAFAEI et al., 2017	25 mg/kg durante a circulação da bomba	Aumento da capacidade antioxidante total e melhora da função ventricular esquerda pós-operatória em comparação ao grupo controle.	Estresse oxidativo elevado e função ventricular prejudicada.
PAVLOS PAPOULIDIS et al., 2011	2 g antes da CEC, 500 mg duas vezes ao dia por 5 dias pós-operatório	Redução significativa na incidência de fibrilação atrial pós-operatória, consequente da redução de EROs e	Aumento de EROs, e Consequentemente, maior incidência de fibrilação atrial.
		redução significativa dos níveis de peróxidos totais.	
EMADI et al., 2019	5 g antes da anestesia e 5 g na solução de cardioplegia.	Melhora da função ventricular 72 horas após a cirurgia, e consequentemente, de EROs, com níveis de biomarcadores cardíacos mais baixos, embora sem redução significativa de na incidência de arritmias.	Formação de EROs, e biomarcadores cardíacos mais elevados.
STANGER et al., 2014	500 mg de ácido ascórbico antes e após a cirurgia	Ajudou a aliviar o estresse oxidativo, mas sem efeito significativo na fibrilação atrial.	Aumento do estresse oxidativo, maior carga de radicais livres e possível dano oxidativo sem a proteção adequada.

Tabela 2. Resumo dos Artigos Incluídos sobre Lactato

Estudo e Ano de Publicação	Tempo de Medição do Lactato	Validação do Uso do Lactato
EBRAHIM SHAFIEI et al., 2018	Medido 15 minutos após a reperfusão	O estudo validou o lactato como marcador de estresse
		oxidativo e lesão cardíaca.
DUMARESQ et al., 2011	Medido em T1 (30 minutos após o início da CEC)	O estudo validou o lactato como marcador útil para monitorar alterações metabólicas e estresse oxidativo durante a cirurgia, mesmo sem um estresse oxidativo acentuado.
CUEVA et al., 2013	Medido 3 horas após o início do procedimento	O estudo validou o lactato como marcador de estresse metabólico, especialmente ao comparar técnicas cirúrgicas diferentes.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principais objetivos revisar a literatura sobre os efeitos da CEC na geração de estresse oxidativo, medido pelo aumento do lactato, e descrever os efeitos da administração de vitamina C na redução da formação de radicais livres em pacientes submetidos a CEC. Foram incluídos 7 artigos no estudo, sendo que 4 deles explicam sobre quais efeitos foram observados com a aplicação do ácido ascórbico, e 3 deles avaliaram a utilização do lactato como um marcador de estresse oxidativo. Na análise de estudos incluídos, foi observado que o lactato é um marcador importante do metabolismo anaeróbico, acumulando-se durante a isquemia e a reperfusão, e sugerindo que o mesmo pode ser um marcador útil para monitorar as alterações metabólicas que ocorrem em resposta ao estresse oxidativo durante a cirurgia.^[11] Isso pode ajudar os médicos a avaliarem a condição metabólica dos pacientes, e da cirurgia em tempo real.^[11]

No estudo de CUEVA, 2013, os pacientes que passaram por cirurgia cardíaca com CEC foram separados em dois grupos de acordo com a técnica cirúrgica utilizada, sendo o lactato utilizado para medir os níveis de estresse oxidativo nos pacientes em cada uma das duas técnicas, a primeira conhecida como *beating heart surgery* e a segunda *arrested heart surgery*.^[11] Nas 3 primeiras horas de cirurgia, os pacientes dos dois grupos apresentaram, em média, um aumento de 2,15 mmol/L nos níveis de lactato, indicando uma resposta do corpo ao estresse causado pela cirurgia, que se estabilizou após este período.^[11] O aumento nos níveis de lactato nas primeiras 3 horas de cirurgia mostrou uma resposta clara ao estresse metabólico causado pelo procedimento.^[11] Além disso, a estabilização demonstrada pelos níveis de lactato após o pico das 3 horas, sugere que o corpo começou a se adaptar ao estresse cirúrgico.^[11] Assim, o lactato demonstrou ser útil para avaliar a intensidade e o progresso do estresse oxidativo no período operatório.^[11]

EBRAHIM SHAFIEI, 2018, utilizou os níveis de lactato para avaliar o estresse oxidativo e a isquemia durante a cirurgia.^[12] Os resultados mostraram uma correlação significativa entre o lactato e outros marcadores de lesão cardíaca, como troponina I e TNF-a, indicando que o aumento do mesmo reflete diretamente o estresse oxidativo.^[12]

Nas análises realizadas por DUMARESQ, 2011, nota-se um caso diferente dos demais estudos que avaliaram o lactato pois, não foi observado um aumento significativo nos níveis do mesmo no primeiro momento em que ele foi medido, após a canulação da artéria radial.^[13] Então para avaliar se esta situação se tratava de um problema dele como um marcador, ou não, foi realizada uma nova coleta após o

início da CEC, sendo feita uma correlação entre as concentrações do mesmo com o piruvato, “L/P”, um metabolito que, junto com o lactato, é utilizado para avaliar o estado metabólico dos pacientes durante a cirurgia, para fornecer uma validação adicional dos níveis de lactato observados nos pacientes.^[13] O resultado da correlação L/P foi elevada, sugerindo que, mesmo com os níveis de lactato não elevados, os pacientes não estavam experimentando um estresse oxidativo significativo.^[13] Isso indica que sua produção não estava aumentada devido a uma resposta metabólica adversa, mas sim que os pacientes realmente mantiveram um perfil metabólico estável durante a cirurgia, mesmo com o estresse cirúrgico.^[13] E por tal razão o lactato se mostrou como um marcador coeso as situações em que ele se encontrou, seja nos casos de pacientes que tiveram um estresse oxidativo acentuado, ou neste caso em que ele se adaptou ao contexto de baixo estresse oxidativo.^[11-13]

Por outro lado, o estresse oxidativo se encontra como um fator importante na lesão celular durante a reperfusão.^[14] Outrossim, o ácido ascórbico (AA), também chamado de vitamina C, reconhecido como o antioxidante solúvel em água mais abundante no plasma humano, desempenhando um papel fundamental na neutralização das EROs e na proteção contra danos oxidativos.^[14] A suplementação de AA durante o período de CEC tem sido considerada uma abordagem para reduzir o estresse oxidativo e, conseqüentemente, diminuir a elevação dos níveis de lactato, proporcionando um efeito protetor ao miocárdio.^[14]

Em alguns estudos, observou-se que a administração de ácido ascórbico pode ter contribuído para a redução dos níveis de lesão oxidativa, sugerindo uma ação antioxidante que reduz o impacto da isquemia e da subsequente reperfusão.^[14,15,16,17] Essa ação parece estar associada à capacidade da vitamina C de mitigar os processos inflamatórios e oxidativos, diminuindo os danos celulares.^[16]

Um dos problemas ligados ao aumento do estresse oxidativo visto nos artigos, é o aumento da incidência de fibrilação atrial (FA), já que durante a cirurgia, o fluxo sanguíneo é interrompido e reiniciado, o que gera um fenômeno chamado lesão de isquemia-reperfusão, esse processo aumenta a produção de EROs.^[15] Um dano oxidativo impacta diretamente o sistema elétrico cardíaco, causando instabilidade elétrica, que é um dos principais fatores para o surgimento de arritmias, como a fibrilação atrial.^[14-15]

Ademais, o estresse oxidativo provoca inflamação nos tecidos cardíacos, elevando a propensão para o aparecimento de arritmias cardíacas, particularmente nos primeiros dias após a intervenção cirúrgica.^[15]

Nos estudos feitos pela Papoulidis, (2011) e Stanger, (2014) foram

investigados o efeito da vitamina C na prevenção da FA após cirurgia de revascularização miocárdica.^[14-15] Sendo feita uma administração intravenosa de vitamina C, 2 g antes da CEC e 500 mg duas vezes ao dia por cinco dias durante o pós-operatório, o que resultou em uma redução significativa da incidência de FA no grupo tratado em comparação ao controle.^[15] Esse resultado é importante, por ser tratar de uma complicação comum após cirurgias cardíacas, e a redução observada sugere que o ácido ascórbico pode ter um papel protetor em arritmias, possivelmente devido à sua capacidade de mitigar o estresse oxidativo.^[15] Além disso o mesmo, atuou como um antioxidante capaz de neutralizar os radicais livres, incluindo o superóxido.^[15] Ao reduzir a quantidade de superóxido disponível, o ácido ascórbico pode, indiretamente, diminuir a formação de peroxinitrito, já que este é formado quando o óxido nítrico (NO) reage com o superóxido(O₂•-).^[15] Isso é importante porque a redução do peroxinitrito pode ajudar a proteger as células do coração e os tecidos adjacentes de danos oxidativos, que são considerados fatores de risco para a AF.^[15] Já Stanger, (2014) avaliaram os efeitos de um coquetel antioxidante contendo vitamina C (500 mg) em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. A suplementação reduziu significativamente os níveis de peróxidos totais no soro, indicando menor estresse oxidativo.^[14] Além disso, a atividade de peroxidase endógena foi reduzida nos primeiros dias pós-operatórios, sugerindo que o AA pode aliviar a carga oxidativa.^[14] No entanto, não houve efeito significativo na incidência ou duração da fibrilação atrial, corroborando os achados de Emadi, (2019), que também não observaram benefícios claros do ácido ascórbico na redução de arritmias.^[16]

Safaei, (2017) e Emadi, (2019) analisaram os efeitos de altas doses de vitamina C em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio com CEC.^[16-17] No primeiro estudo, a dose de 25 mg/kg da vitamina foi administrada durante a circulação da bomba, e os resultados mostraram um aumento na capacidade antioxidante total, com a redução de EROs, além de melhora na função ventricular esquerda pós-operatória em comparação ao grupo controle.^[17] Esses achados reforçam a ação antioxidante do ácido ascórbico na redução do estresse oxidativo, o que pode impactar positivamente a função cardíaca.^[17]

Porém, no segundo estudo foi feita a administração de 5 g de vitamina C antes da anestesia e outros 5 g na solução de cardioplegia, sendo notada uma melhora na função ventricular 72 horas após a cirurgia, e os níveis de biomarcadores de lesão miocárdica (CK-MB, troponina I e LDH), eram mais baixos no grupo tratado com vitamina C, sugerindo que a vitamina pode ter um efeito protetor ou redutor sobre a lesão miocárdica, mas não houve efeitos significativos nos biomarcadores.^[16] Ou

seja, apesar dos níveis dos biomarcadores serem mais baixos no grupo tratado, o ácido ascórbico não apresentou impacto significativo na redução da incidência de arritmias.^[16] Esses resultados sugerem que, embora ela possa melhorar a função cardíaca no pós-operatório imediato, seus efeitos sobre lesão miocárdica e arritmias permanecem incertos.^[16] A relação entre AA e a redução da incidência FA ainda é um tema controverso.^[15,16]

Embora estudos indiquem que o AA seja eficaz em reduzir os níveis de EROs e, conseqüentemente, a incidência de arritmias, que ocorrem devido ao impacto dessas moléculas no sistema elétrico e estrutural do coração, os resultados sobre sua influência direta na FA são inconclusivos.^[16] Considerando que a FA está associada a um desequilíbrio oxidativo, a vitamina C poderia desempenhar um papel protetor. No entanto, a literatura científica apresenta resultados divergentes, com alguns estudos demonstrando sua eficácia e outros não, sendo necessário mais estudos para comprovar sua eficácia quanto a esta situação.^[15,16]

5. CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia o papel fundamental da vitamina C na atenuação do estresse oxidativo em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. A suplementação de ácido ascórbico demonstra potencial para elevar a capacidade antioxidante total e mitigar os danos oxidativos, incluindo a formação de radicais livres. Porém, embora os benefícios dessa vitamina na redução dos níveis de estresse oxidativo e na prevenção de arritmias sejam promissores, estudos adicionais são necessários para elucidar completamente seu mecanismo de ação e o impacto na morbimortalidade. Paralelamente, o lactato provou ser como um biomarcador confiável para monitorar o estresse metabólico induzido por isquemia e reperfusão durante a CEC, pois, ele se mostrou como um marcador preciso para um acompanhamento do estado oxidativo.

Em suma, embora a vitamina C ofereça vantagens comprovadas na diminuição do estresse oxidativo, seus impactos na prevenção de complicações pós-operatórias, como arritmias, ainda requerem mais pesquisas para uma compreensão mais detalhada, e a utilização do lactato como biomarcador persiste como um instrumento crucial e eficaz para o acompanhamento do estresse oxidativo e a análise metabólica durante a cirurgia.

6. REFERÊNCIAS

1. SOUZA, MARIA HELENA L.; ELIAS, Decio O. Fundamentos da Circulação Extracorpórea. 2. ed. Rio de Janeiro/RJ: Centro Editorial Alfa Rio, 2006.
2. ROMAY, E.; FERRER, R. Eliminación extracorpórea de CO₂: fundamentos fisiológicos y técnicos y principales indicaciones. *Medicina Intensiva*, v. 40, n. 1, p. 33–38, jan. 2016.
3. DIENSTMANN, C.; CAREGNATO, R. C. A. Circulação extracorpórea em cirurgia cardíaca: um campo de trabalho para o enfermeiro. *Rev. SOBECC*, p. 35–43, 2013.
4. HISSA, M. N. O uso pré-operatório da l-alanil glutamina em pacientes submetidos a revascularização cardíaca com circulação extracorpórea e sua repercussão sobre as concentrações séricas de indicadores do estresse oxidativo, de mediadores inflamatórios, de metabolitos e controle glicêmico [manuscrito]. pesquisa.bvsalud.org, 2008.
5. CANTERO, M. A. Expressão de proteínas de choque térmico e avaliação de marcadores de perfusão tecidual e escore de risco euroscore como preditores de morbimortalidade em pacientes com função ventricular normal submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio com circulação extracorpórea. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFGD-2_041912ef3e98ffbb21b7f9e6f19c0973>. Acesso em: 24 abr. 2024.
6. GOMES, W. J.; SABA, J. C.; BUFFOLO, E. 50 anos de circulação extracorpórea no Brasil: *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, v. 20, n. 4, p. iii–viii, dez. 2005.
7. BRITO, H. K. M. et al. Os benefícios da utilização de vitamina C no perioperatório de cirurgias cardíacas/ The benefits of the use of vitamin C in the perioperatory of cardiac surgeries. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 4, p. 18267–18275, 29 ago. 2021.
8. MOHER D., LIBERATI A, TETZLAFF J, ALTMAN DG, The PRISMA Group (2009) Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>
9. PEREIRA, M. G. e GALVÃO, T. F. Etapas de busca e seleção de artigos em revisões sistemáticas da literatura. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online]. 2014, v. 23, n. 2, pp. 369-371.
10. AROMATARIS E, Munn Z (Editors). *JBIM Manual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-24-01>
11. CUEVA, C. N. C. et al. Clinical and ultramicroscopic myocardial randomized

- study of beating versus arrested heart for mitral surgery. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, v. 28, n. 2, p. 270–280, 2013.
12. EBRAHIM SHAFIEI et al. Effects of N-acetyl cysteine and melatonin on early reperfusion injury in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Medicine*, v. 97, n. 30, p. e11383–e11383, 1 jul. 2018.
 13. DUMARESQ, D. M. H. et al. Metabolic and oxidative effects of sevoflurane and propofol in children undergoing surgery for congenital heart disease. *Acta Cirurgica Brasileira*, v. 26, n. suppl 1, p. 66–71, 2011.
 14. STANGER, O. et al. Antioxidant Supplementation Attenuates Oxidative Stress in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, v. 232, n. 2, p. 145–154, 2014.
 15. PAVLOS PAPOULIDIS et al. The role of ascorbic acid in the prevention of atrial fibrillation after elective on-pump myocardial revascularization surgery: a single-center experience - a pilot study. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, v. 12, n. 2, p. 121–124, 1 fev. 2011.
 16. EMADI, N. et al. The Effect of High-Dose Vitamin C on Biochemical Markers of Myocardial Injury in Coronary Artery Bypass Surgery. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, v. 34, n. 5, 2019.
 17. NASER SAFAEI et al. Comparative effect of grape seed extract (*Vitis vinifera*) and ascorbic acid in oxidative stress induced by on-pump coronary artery bypass surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, v. 20, n. 1, p. 45–45, 1 jan. 2017.

REGRAS PARA SUBMISSÃO

REVISTA CIENTÍFICA: Arquivo Brasileiros de Cardiologia (ABC Cardiol)

Link das regras para autores: <https://abccardiol.org/artigo-original/>

1. REGRAS PARA OS AUTORES

a. Pagina de título:

- Deve conter o título completo do trabalho (com até 150 caracteres, incluindo espaços) de maneira concisa e descritiva em português.
- Deve conter o título completo em inglês (com até 150 caracteres, incluindo espaços).
- Deve conter o título resumido (com até 50 caracteres, incluindo espaços) para ser utilizado no cabeçalho das demais páginas do artigo.
- Devem ser incluídos de três a cinco descritores (palavras-chave), assim como a respectiva tradução para as *keywords* (*descriptors*). As palavras-chave devem ser consultadas nos sites: <http://decs.bvs.br/>, que contém termos em português, espanhol e inglês ou www.nlm.nih.gov/mesh, para termos somente em inglês.
- Deve informar o número de palavras do manuscrito (word-count).

b. Resumo:

- Resumo de até 250 palavras.
- Estruturado em cinco seções:
- Fundamento (racional para o estudo);
- Objetivos;
- Métodos (breve descrição da metodologia empregada);
- Resultados (apenas os principais e mais significativos);
- Conclusões (frase(s) sucinta(s) com a interpretação dos dados).
- Solicita-se não citar referências no resumo.
- Solicita-se incluir números absolutos dos resultados juntamente com a sua significância estatística comprovada através do valor do p, % e outros métodos de análise. Não serão aceitos dados sem significância estatística devidamente comprovada, por exemplo: “a medida aumentou, diminuiu” etc.).

c) Corpo do artigo:

- Deve ser dividido em cinco seções: introdução, métodos, resultados, discussão e conclusões.
- Introdução: Sugerimos não ultrapassar 350 palavras. Faça uma descrição dos fundamentos e do racional do estudo, justificando com base na literatura e destacando a lacuna científica do qual o levou a fazer a investigação e o porquê. No último parágrafo, dê ênfase aos objetivos do estudo, primários e secundários, baseados na lacuna científica a ser investigada.

- **Métodos:** Descreva detalhadamente como foram selecionados os sujeitos da pesquisa observacional ou experimental (pacientes ou animais de experimentação, incluindo o grupo controle, quando houver), incluindo idade e sexo.
A definição de raças deve ser utilizada quando for possível e deve ser feita com clareza e quando for relevante para o tema explorado.
Identifique os equipamentos e reagentes utilizados (incluindo nome do fabricante, modelo e país de fabricação, quando apropriado) e dê detalhes dos procedimentos e técnicas utilizados de modo a permitir que outros investigadores possam reproduzir os seus dados.
Descreva os métodos empregados em detalhes, informando para que foram usados e suas capacidades e limitações.
Descreva todas as drogas e fármacos utilizados, doses e vias de administração.
Descreva o protocolo utilizado (intervenções, desfechos, métodos de alocação, mascaramento e análise estatística).
Em caso de estudos em seres humanos, indique se o trabalho foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa, se os pacientes assinaram os termos de consentimento livre e esclarecido e se está em conformidade com o descrito na resolução 466/2012.
Descreva os métodos estatísticos utilizados para obtenção dos resultados e justifique.
- **Resultados:** Exibidos com clareza, devem estar apresentados subdivididos em itens, quando possível, e apoiados em número moderado de gráficos, tabelas, quadros e figuras.
Evitar a redundância ao apresentar os dados, como no corpo do texto e em tabelas.
É de extrema importância que a sua significância estatística seja devidamente comprovada.
- **Discussão:** Relaciona-se diretamente ao tema proposto quando analisado à luz da literatura, salientando aspectos novos e importantes do estudo, suas implicações e limitações. A comparação com artigos previamente publicados no mesmo campo de investigação é um ponto importante, salientando quais são as novidades trazidas pelos resultados do estudo atual e suas implicações clínicas ou translacionais. O último parágrafo deve expressar conclusões ou, se pertinentes, recomendações e implicações clínicas.
- **Conclusões:** Devem responder diretamente aos objetivos propostos no estudo e serem estritamente baseadas nos dados. Conclusões que não encontrem embasamento definitivo nos resultados apresentados no artigo podem levar à não aceitação direta do artigo no processo de revisão. Frases curtas e objetivas

devem condensar os principais achados do artigo, baseados nos resultados.

d) Agradecimentos

- Devem vir após o texto. Nesta seção, é possível agradecer a todas as fontes de apoio ao projeto de pesquisa, assim como contribuições individuais.
- Cada pessoa citada na seção de agradecimentos deve enviar uma carta autorizando a inclusão do seu nome, uma vez que pode implicar em endosso dos dados e conclusões.
- Não é necessário consentimento por escrito de membros da equipe de trabalho, ou colaboradores externos, desde que o papel de cada um esteja descrito nos agradecimentos.

e) Figuras e Tabelas:

- O número de tabelas e figuras indicados para este tipo de artigo pode ser encontrado ao acessar o quadro resumido.
- Tabelas: Numeradas por ordem de aparecimento e adotadas quando necessário à compreensão do trabalho. As tabelas não deverão conter dados previamente informados no texto. Indique os marcadores de rodapé na seguinte ordem: *, †, ‡, §, //, ¶, #, **, ††, etc. As tabelas devem ser editadas em Word ou programa similar.
- Orientamos os autores que utilizem os padrões de tabelas e figuras adotados pela ABNT. Conforme normas, a tabela deve ter formatação aberta, ter a sua identificação pelo número e pelo título, que devem vir acima da tabela, a fonte, mesmo que seja o próprio autor, abaixo.
- Figuras: Devem apresentar boa resolução para serem avaliadas pelos revisores. Conforme normas da ABNT, as ilustrações devem apresentar palavra designativa, o número de acordo com a ordem que aparece no texto, e o título acima da imagem. Abaixo, a fonte. As abreviações usadas nas ilustrações devem ser explicitadas nas legendas.
- É obrigatório o envio de uma figura central que resuma melhor os dados principais do artigo, ou seja, uma ilustração central dos resultados do artigo. Pode-se usar montagens de outras figuras do artigo ou criar uma nova imagem.
- Exemplo de figura central: <https://abccardiol.org/article/posicionamento-sobre-seguranca-cadiovascular-das-vacinas-contracovid-19-2022/>
- As figuras e ilustrações devem ser anexados em arquivos separados, na área apropriada do sistema, com extensão JPEG, PNG ou TIFF.
- Imagens e vídeos: Os artigos aprovados que contenham exames (exemplo: ecocardiograma e filmes de cinecoronariografia) devem ser enviados através do sistema de submissão de artigos como imagens em movimento no formato MP4.

f) Referências Bibliográficas:

- A ABC Cardiol adota as Normas de Vancouver – *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journal* (www.icmje.org).
- As referências devem ser citadas numericamente, por ordem de aparecimento no texto, e apresentadas em sobrescrito.
- Se forem citadas mais de duas referências em sequência, apenas a primeira e a última devem ser digitadas, separadas por um traço (Exemplo: 5-8).
- Em caso de citação alternada, todas as referências devem ser digitadas, separadas por vírgula (Exemplo: 12, 19, 23). As abreviações devem ser definidas na primeira aparição no texto.
- As referências devem ser alinhadas à esquerda.
- Comunicações pessoais e dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas apenas mencionados no texto e em nota de rodapé na página em que é mencionado.
- Citar todos os autores da obra se houver seis autores ou menos, ou apenas os seis primeiros seguidos de et al., se houver mais de seis autores.
- As abreviações da revista devem estar em conformidade com o *Index Medicus/Medline* – na publicação *List of Journals Indexed in Index Medicus* ou por meio do site <http://locatorplus.gov/>.
- Só serão aceitas citações de revistas indexadas. Os livros citados deverão possuir registro ISBN (*International Standard Book Number*).
- Resumos apresentados em congressos (*abstracts*) só serão aceitos até dois anos após a apresentação e devem conter na referência o termo “resumo de congresso” ou “*abstract*”.
- O número de referências indicado para cada tipo de artigo pode ser encontrada no [quadro resumido](#).
- Política de valorização: Os editores estimulam a citação de artigos publicados na ABC Cardiol e oriundos da comunidade científica nacional.

