

# SUPOORTE VENTILATÓRIO E O ESTRESSE OXIDATIVO EM PREMATURO

## VENTILATOR SUPPORT AND OXIDATIVE PRESSURE IN PREMATURE

Francisco Eudison da Silva Maia<sup>a</sup>, Mércia Bezerra de Moraes Paiva<sup>b\*\*</sup>,  
Carla Janine Ernestina Clemente<sup>c\*</sup>

<sup>a</sup>eudisonmaia@yahoo.com.br, <sup>b</sup>mercia\_morais@yahoo.com.br, <sup>c</sup>carlafisiobr@hotmail.com

\*Universidade Potiguar – Mossoró (RN), Brasil.

\*\*Escola Baiana de Saude Pública – Salvador (BA), Brasil

Data de recebimento do artigo: 09/02/2016

Data de aceite do artigo: 25/08/2016

### ■ RESUMO

**Introdução:** O suporte ventilatório em neonatologia tem se apresentado como peça quase fundamental ao suporte à vida. Entretanto, quando utilizado em prematuros, deve ser monitorado devido às complicações do estresse oxidativo. **Objetivo:** Levando em consideração a importância do assunto em neonatologia, este trabalho tem o objetivo de apontar as peculiaridades e necessidade do suporte ventilatório em neonatologia, as causas do estresse oxidativo em prematuros e suas complicações. **Materiais e métodos:** Para tanto, foi realizado uma revisão integrativa da literatura, por meio da Biblioteca Virtual de Saúde, nas bases de dados SciELO, LILACS, MedLine e PubMed, utilizando os seguintes descritores: suporte ventilatório interativo, oxidação, neonatologia e fatores de risco, com seus respectivos em inglês, entre os meses de abril e setembro de 2015. **Resultados:** Pode-se perceber que o suporte ventilatório em neonatologia é peça fundamental para a sobrevivência de prematuros em estado grave, e que é necessário todo o rigor na administração do oxigênio, devido às complicações que o estresse oxidativo pode promover. Por fim, é necessária a constante atualização sobre o tema em questão por meio de estudos com um maior controle possível, devido às peculiaridades do público tratado.

**Palavras-chave:** Suporte ventilatório interativo; neonatologia; oxidação; fatores de risco.

### ■ ABSTRACT

**Introduction:** The ventilator support in neonatology has been an almost fundamental piece to life support. However, when used in premature babies, it should be monitored due to the complications of oxidative stress. **Objective:** Taking into consideration the importance of the subject in neonatology, the present work has the objective of pointing the peculiarities and need of the support ventilator in neonatology, the causes of the oxidative stress in premature babies and its complications. **Materials and methods:** For such, a integrative revision of the literature was made, through online health libraries, in the SciELO, LILACS, MedLine and PubMed databases, using the following descriptors: interactive ventilatory support, oxidation, neonatology and risk factors, between April and September 2015. **Results:** We reached the conclusion that the ventilator support in neonatology is fundamental to the survival of premature babies in severe conditions, and that strictness in the administration of the oxygen is necessary, due to the complications that the oxidative stress can promote. Finally, the constant updating of the discussed theme it is also necessary, through carefully and controlled studies, giving the peculiarities of the subjects.

**Keywords:** Interactive ventilatory support; neonatology; oxidation; risk factors.

## Introdução

O suporte ventilatório enriquecido com oxigênio em neonatos, especialmente em prematuros, em diversos momentos, torna-se imprescindível ao suporte à vida<sup>1,2</sup>.

Ao tratar sobre esse assunto, a literatura científica coloca que as intervenções utilizando o oxigênio, principalmente nas Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) são condutas de singular importância. Entretanto, devido a questões de adaptações extrauterina, como a deficiência das defesas antioxidantes, existe uma grande probabilidade da ineficiência das substâncias capazes de combater a citotoxicidade, gerando o denominado estresse oxidativo<sup>3</sup>.

Em síntese, o processo em análise é causado por radicais livres não pareados das moléculas de oxigênio, que por questão de estabilidade, precisam unir-se a outros elétrons, causando como consequência um ciclo vicioso, gerando uma desestabilização sistêmica em todo corpo<sup>4</sup>.

Tal fato se constitui por excelência uma condição/processo contínuo e de características metabolicamente normais, sendo uma função em organismos aeróbicos completamente biológica<sup>5</sup>. Essa situação torna-se desencadeadora de complicações em casos excepcionais, como por exemplo, nos recém-nascidos, principalmente em *pré-termos*, pois existe potencialmente um desequilíbrio entre a geração de substâncias oxidantes e a interação do sistema de defesa antioxidante<sup>6</sup>.

Diante das particularidades dos recém-nascidos, o estresse oxidativo pode ter seu processo agravado consideravelmente: em média, com aumento de cinco vezes, quando há oferta acrescida de oxigênio aos pré-maturos<sup>7</sup>.

Assim, diante dessa realidade descrita, este trabalho tem como objetivo apontar as peculiaridades e necessidades do suporte ventilatório em neonatologia, bem como as causas do estresse oxidativo em prematuros e suas possíveis complicações.

## Metodologia

Este artigo é uma revisão integrativa da literatura, método que consiste na síntese de determinado assunto a partir da literatura já publicada, podendo identificar a necessidade para a realização de novos estudos, como também reflexões sobre melhorias na prática clínica<sup>8</sup>.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), nas bases de dados SciELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências

da Saúde) MedLine (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*) e PubMed. Foram incluídos artigos completos, publicados nas línguas portuguesa e inglesa, sem delimitação de período de publicação. A pesquisa foi realizada no período entre abril e setembro de 2015.

Para construir este manuscrito, foram seguidas as seguintes etapas: o estabelecimento das questões e objetivos da revisão integrativa; o estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão de artigos; a definição das informações a serem extraídas dos artigos selecionados; a análise dos resultados; a discussão e a apresentação dos resultados e, por último, a apresentação da revisão<sup>8</sup>.

O estudo foi desenvolvido com base na seguinte questão norteadora: que fatores de riscos e complicações são provenientes do estresse oxidativo em prematuros relacionados à atenção à saúde?

Para a delimitação dos artigos, foram utilizados como critérios de inclusão: estudos que investigassem ou relatassem os fatores associados às complicações do estresse oxidativo em prematuros; e estudos que estivessem disponíveis no idioma português e/ou inglês. Foram também incluídos na amostra os editoriais e as cartas ao editor, pelo entendimento de que esse modelo de texto pode também disponibilizar informações para alcançar os objetivos propostos.

Utilizou-se a seguinte estratégia de busca: cruzamento das palavras-chave “neonatos em suportes ventilatórios”, “complicações do estresse oxidativo”, e “fatores de risco”, com os descritores “suporte ventilatório interativo”, “oxidação”, “neonatologia” e “fatores de risco” e seus respectivos em inglês: “interactive ventilatory support”, “oxidation”, “neonatology” e “risk factors”.

Após a aplicação desses critérios, a busca resultou em um total de 171 publicações. Posteriormente à aplicação dos critérios de inclusão, foram eliminados 88. Nessa etapa restaram 83 artigos. No momento exploratório, foi empreendida a leitura dos resumos dos artigos selecionados, evitando concomitantemente artigos duplicados e indexados em mais de uma base. Do montante dos 83, foram utilizados 24, sendo 11 oriundos da base de dados SciELO, 4 do LILACS, 3 do MedLine e 5 do PubMed (Tabela 1).

## Resultados

A Tabela 1 apresenta os artigos encontrados na BVS e seus respectivos periódicos e bases de dados.

**Tabela 1:** Distribuição e quantidade dos artigos por periódicos, bases de dados com suas respectivas áreas temáticas e ano de publicação.

Periódico/Base de dados	Quant.	Ano de publicação	Área temática
Rev Bras Ter Intensiva/SciELO	2	2014/2012	Medicina
Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum./LILACS	1	2007	Multiprofissional
Rev Nutr./SciELO	2	1999/2010	Nutrição
Rev Paul Pediatria/MedLine	1	2006	Medicina
Pediatr Crit Care Med./PubMed	1	2008	Medicina
Neonatal Netw./PubMed	1	2002	Medicina
Pharmacogn Rev./PubMed	1	2010	Medicina
Rev enferm UFPE/SciELO	2	2014	Enfermagem
Pediatria/LILACS	1	2007	Medicina
Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum./LILACS	1	2011	Multiprofissional
Fisioter Mov./SciELO	1	2011	Fisioterapia
J Pediatr./SciELO	1	2011	Medicina
Online Braz J Nurs./SciELO	1	2010	Enfermagem
Toxicol Appl Pharmacol./MedLine	1	2002	Medicina
Pediatr Pulmonol/LILACS	1	2008	Medicina
Rev Paul Pediatr/SciELO	1	2007	Medicina
Br J Pharmacol/MedLine	1	2004	Medicina
J Pediatr/SciELO	1	2007	Medicina
Cancer Metastasis Rev/PubMed	1	2004	Medicina
Cancer Res./PubMed	1	2006	Medicina
Rev Bras Oftalmol./SciELO	1	2006	Medicina

Fonte: Biblioteca Virtual de Saúde.

Os artigos avaliados apontam que o suporte ventilatório em neonatologia se apresenta como necessário, sendo que seu uso, frequentemente, visa a assegurar as trocas gasosas necessárias à vida, pois tem se mostrado uma intervenção prioritária por promover a otimização da função respiratória, a facilitação correlacionada das trocas gasosas, a otimização da relação ventilação-perfusão e a manutenção da permeabilidade das vias aéreas<sup>9,10,11</sup>.

Contudo, visando a prevenir as complicações do estresse oxidativo nos prematuros, entre as quais as mais relatadas são a displasia broncopulmonar, a retinopatia da prematuridade, a depressão respiratória, a a supressão de eritropoetina e a vasoconstrição sistêmica arterial, torna-se imprescindível o monitoramento do desenvolvimento da ventilação-perfusão nos prematuros nos ambientes das UTINs, de forma a detectar precocemente

possíveis desvios patogênicos, visando a prevenir, intervir ou minimizar sequelas, pois quanto mais cedo for o diagnóstico de comprometimentos e sua intervenção, menor será o impacto na vida futura da criança<sup>6,12,13</sup>.

## Discussão

### *Importância do suporte ventilatório*

Os recém-nascidos em condição de prematuridade apresentam diversas situações de risco, por possuírem instabilidade fisiológica e/ou hemodinâmica<sup>1,11,14</sup>.

Após o nascimento, o ambiente extrauterino condiciona o neonato a uma série de adaptações à vida, que

incluem a maturação morfofisiológica e bioquímica do parênquima pulmonar e suas estruturas correlacionadas. Nesse contexto, os prematuros apresentam uma maior vulnerabilidade, por não possuírem uma função pulmonar adequada, necessitando frequentemente do uso da oxigenoterapia ou suporte ventilatório invasivo<sup>9</sup>.

Vieira e Linhares<sup>15</sup>, após a realização de um estudo longitudinal, apontam que quanto mais baixo o peso e a idade gestacional, maior a probabilidade de riscos biológicos para os recém-nascidos e maior a probabilidade do uso de suporte ventilatório, podendo gerar consecutivamente ou desenvolver problemas com sequelas de difícil reversão, como os relacionados ao desenvolvimento físico, cognitivo, de aprendizagem e comportamental.

Ao se voltar para os motivos do uso do suporte ventilatório nas internações em UTIN, Vasconcelos, Almeida e Bezerra<sup>11</sup> argumentam que os números são voltados às intercorrências decorrentes dos diagnósticos de prematuridade, muito baixo peso ao nascer, anoxia perinatal, má formação, entre outros. Diante dessa realidade, os autores afirmam que a implantação desse tipo de ambiente e os avanços tecnológicos têm acarretado em uma potencialização dos diagnósticos precoces e uma maior chance de sobrevivência aos recém-nascidos pré-termo com problemas de saúde.

Mesmo com as constantes evoluções nos ambientes das UTINs com relação ao aporte ventilatório, Sassá et al.<sup>16</sup> enfocam que a prematuridade associada ao aumento da oferta de oxigênio provoca várias intercorrências no processo de crescimento e desenvolvimento dos recém-nascidos pré-termo. Embora apresente uma maior sobrevida, uma intervenção prolongada nas unidades de terapia intensiva com suporte de oxigênio pode promover ou potencializar uma série de agravos ao desenvolvimento neuro-sensório-motor decorrente do estresse oxidativo.

Nessa discussão, para Vasconcelos, Almeida e Bezerra<sup>11</sup> os avanços da assistência ao recém-nascido, em especial aos que necessitam de cuidados intensivos, é capaz de proporcionar um aumento na sobrevida e reduzir sequelas sistêmicas.

Comungando com esse pensamento, Johnston et al.<sup>13</sup> dizem que intervenção clínica com esse tipo de conduta visa a evitar agravamentos nas síndromes aspirativas, na síndrome do desconforto respiratório, atelectasias, na prevenção de complicações provenientes de secreções nas vias aéreas, nos casos com evoluções desfavoráveis à gasometria e/ou ao exame radiológico, sinais indicativos de possíveis problemas com a depuração ciliar, na redução das incidências de complicações pulmonares e causar efeito positivo no prognóstico, entre outros.

Nesse ínterim, a literatura é homogênea ao colocar que, se houver uma assistência adequada, os agravantes para os neonatos prematuros podem ser minimizados, com evoluções promissoras. Para isso, é importante monitorar

o desenvolvimento deles nos ambientes das UTINs, de forma a detectar precocemente possíveis desvios patogênicos relacionados aos fatores oxidativos<sup>10,12,17,18</sup>.

Por fim, mesmo diante dos dados, Silva e Gardenghi<sup>19</sup> colocam que o tema em questão está em ascensão e que há uma evidente tendência ao crescimento da submissão de projetos de pesquisa na área neonatal e pediátrica, voltados para esse assunto, mas, mesmo dentro dessa tendência, tais submissões ainda representam muito pouco. Para o autor em questão, as pesquisas voltadas para a área em apreço ainda tem um longo caminho em termos de pesquisa científica.

### *Causa e complicações do estresse oxidativo em prematuro*

É conhecimento comum que o oxigênio é essencial para o metabolismo e vida dos seres que se utilizam dele nos processos de geração de energia dos músculos, ossos, neurônios, entre outros. Entretanto, o uso exacerbado e de forma prolongada em prematuros, com concentrações >60% e uma exposição de mais de 15 dias pode provocar complicações<sup>2,20</sup>.

Tal fato se deve pela baixa capacidade das defesas antioxidantes dos prematuros, cujo sistema ainda se apresenta deficiente das substâncias capazes de combater a citotoxicidade, forjados pelos fatores de maturação do organismo e nutricional<sup>12,22,23</sup>.

Halliwell e Whiteman<sup>24</sup>, ao tratarem sobre este tema dizem que os neonatos, principalmente os prematuros, estão mais sujeitos aos efeitos das espécies reativas tóxicas de oxigênio devido ao meio uterino não dispor de ofertas significativas desse produto; depois do parto, as concentrações passam a representar em média 28% dos gases que circundam o meio extrauterino, o que acaba gerando os ciclos aeróbicos de forma abrupta, levando concomitante a um aumento significativo na produção de radicais livres de oxigênio na cadeia respiratória mitocondrial.

Tal fato tende a agravar-se quando os prematuros são submetidos às condições nais quaid a concentração de oxigênio atinge valores maiores que 80 mmHg, criando assim uma situação propícia para a instalação do estresse oxidativo, podendo consecutivamente gerar diversos comprometimentos, como as já citadas dessaturações prolongadas, depressão respiratória, displasia broncopulmonar, supressão de eritropoetina e vasoconstrição sistêmica arterial<sup>6</sup>.

Para Barbosa et al.<sup>5</sup> e Halliwell e Whiteman<sup>24</sup>, tal processo conduz à perda da homeostasia corporal, gerando um dano potencial contra células e tecidos, além de numerosas enfermidades crônicas não transmissíveis, entre elas a diabetes, aterosclerose e obesidade.

Estudos revelam dados assustadores associados ao estresse oxidativo em prematuros, entre os quais podem ser citados os dados apontados por Filho et al.<sup>25</sup>. Conforme esses autores, entre 1986 e 1987, nos Estados Unidos, foram monitoradas 4.099 crianças, constatando-se que 81,6% das nascidas com menos de mil gramas apresentaram comprometimentos associados à exposição prolongada e em altas concentrações de oxigênio.

Anteriormente, conforme dados apontados por Spitz, Azzam e Li<sup>26</sup>, em alguns países da Europa foi detectado o aparecimento tardio de comprometimentos associados ao uso indiscriminado de oxigênio. De acordo com esses registros, 25,5% das 392 crianças estudadas apresentaram sequelas resultantes de estresse oxidativo. Em países como a França, entre os anos de 1997 e 1999, foi apontado, em 2004, que, das 502 crianças avaliadas, um montante de 46 desenvolveu enfermidade relacionada a fatores oxidativos.

Entre 1989 e 1997, em uma pesquisa avaliativa retrospectivamente, realizada por Kim, Fiskum e Morgan<sup>27</sup> com dados do John Dempsey Hospital da University of Connecticut School of Medicine (Estados Unidos), foram analisados 950 recém-nascidos prematuros, nos quais foi encontrado um percentual de 21,3% de algum comprometimento associado ao uso indiscriminado de oxigênio. Em um pesquisa semelhante, desenvolvida por Filho et al.<sup>25</sup> durante o período entre 1996 e 2000, foram identificados 10.596 neonatos prematuros com comprometimentos oxidativos.

Concentrando-se nos dados do Brasil, uma pesquisa realizada entre os anos de 1992 e 1993 por Filho<sup>28</sup> mostrou que de um total de 202 prematuros nascidos com menos de 1.500 gramas, 29,09% apresentavam sequelas associadas a altas concentrações e/ou pelo uso prolongado de oxigênio, o que, conforme o autor, são situações que deveriam demandar maiores cuidados nos programas de triagem<sup>3</sup>.

Porém, mesmo diante dos dados e apesar da grande incidência desses comprometimentos em um nível mundial, infelizmente ainda é difícil determinar o número atual e preciso de crianças com deficiência em decorrência das causas e complicações do estresse oxidativo quando prematuras, principalmente no Brasil. Ainda não existe nenhum programa de diagnóstico ou tratamento em nível nacional aplicado exclusivamente para tratar sobre o assunto em questão. Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria<sup>29</sup>, somente algumas iniciativas isoladas lutam para permanecer ativas, em algumas unidades públicas e privadas, que acabam utilizando diferentes critérios de diagnóstico e tratamento, complicando ainda mais as análises e dados estatísticos.

Nesse sentido, se faz necessário aprimorar, incentivar, promover e difundir estudos e pesquisas dados a esse fim, sendo preciso melhorar a qualidade dos cuidados e estabelecer padrões na pedopneumologia e métodos de tratamento.

## Considerações finais

O suporte ventilatório com oxigênio pode ser utilizado caso seja necessário garantir a sobrevivência de prematuros em estado grave. Porém, todo o processo deve ser monitorado e usado de uma forma bastante racional.

Se tais cuidados não foram tomados, pode-se agravar ou promover os fatores relacionados ao estresse oxidativo – no caso, em prematuros, gerando sequelas graves, como depressão respiratória, supressão de eritropoetina e vasoconstrição sistêmica arterial.

Por fim, o nosso intuito não é finalizar esse assunto, e sim levantar questionamentos sobre algo praticamente constantemente em neonatologia e que precisa de contínuas atualizações.

Com isso podemos concluir que, levando em consideração os artigos que foram revisados, o tratamento em questão necessita constantemente realizar mais pesquisas em caráter experimental, com maior controle sobre as variáveis.

## Referências

1. Selestrin CC, Oliveira AG, Ferreira C, Siqueira AAF, Abreu LC, Murad N. Avaliação dos parâmetros fisiológicos em recém-nascidos pré-termo em ventilação mecânica após procedimentos de fisioterapia neonatal. *Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum.* 2007;17(1):146-55.
2. Yan Z, Thomas LM, Clifford JS, Thomas HS, Aaron C. Effects of oxygen concentration and exposure time on cultured human airway epithelial cells. *Pediatr Crit Care Med.* 2008;9(2):224-9.
3. Bianchi MLP, Antunes LMG. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev. Nutr.* 1999;12(2):123-30.
4. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. *Pharmacogn Rev.* 2010;4(8):118-26.
5. Barbosa KBF, Costa NM, Alfenas RCG, Paula SO, Minim VPR, Bressan J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Rev Nutr.* 2010;23(4):629-43.
6. Costa ACO, Schettino RC, Ferreira SC. Fatores preditivos para falha de extubação e reintubação de recém-nascidos submetidos à ventilação pulmonar mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2014;26(1):51-56.
7. Maia FES. Retinopatia da prematuridade é grave. *Rev Fac Ciênc Méd Sorocaba.* 2015;17(4):247.
8. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto Enferm.* 2008;17(4):758-64.
9. Siqueira VSA, Alves VH, Barbosa MTSR, Rodrigues DP, Vieira BDG, Silva LA. Indicadores de qualidade na assistência ventilatória em um hospital universitário: saber fazer na enfermagem. *Rev Enferm UFPE.* 2014;8(4):797-807.

10. Nicolau CM, Lahóz AL. Fisioterapia respiratória em terapia intensiva pediátrica e neonatal: uma revisão baseada em evidências. *Pediatria*. 2007;29(3):216-21.
11. Vasconcelos GAR, Almeida RCA, Bezerra AL. Repercussões da fisioterapia na unidade de terapia intensiva neonatal. *Fisioter Mov*. 2011;24(1):65-73.
12. Nicolau CM, Costa APBM, Hazime HO, Krebs VLJ. Desempenho motor em recém-nascidos pré-termo de alto risco. *Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum*. 2011;21(2):327-34.
13. Johnston C, Zanetti NM, Comaru T, Ribeiro SNS, Andrade LB, Santos SLL. I Recomendação brasileira de fisioterapia respiratória em unidade de terapia intensiva pediátrica e neonatal. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(2):119-29.
14. Zani AV, Tonete VLP, Parada CGL. Cuidados a recém-nascidos de baixo peso por equipes de saúde da família: revisão integrativa. *Rev Enferm UFPE*. 2014;8(5):1347-56.
15. Vieira MEB, Linhares MBM. Desenvolvimento e qualidade de vida em crianças nascidas pré-termo em idades pré-escolar e escolar. *J Pediatr*. 2011;87(4):281-91.
16. Sassá AH, Schmidt KT, Teston EF, Marcon SS. A prática alimentar e o crescimento do bebê nascido com muito baixo peso ao longo do primeiro ano de vida: estudo descritivo. *Online Braz J Nurs*. 2010;9(2).
17. Moreira EG, Grave MTQ. Avaliação do desenvolvimento motor de crianças prematuras nascidas em uma pequena cidade do vale do rio dos Sinos. *Revista Destaques Acadêmicos*. 2014;6(3):64-71.
18. Brasil. Ministério da Saúde. Atenção à saúde da criança de 0 a 12 anos. Porto Alegre: Hospital Nossa Senhora da Conceição; 2009. p. 200.
19. Silva COS, Gardenghi G. Análise quantitativa da submissão de projetos de pesquisa científica realizados em Fisioterapia Pediátrica e Neonatal cadastrados no sistema CEP/CONEP de 2002 a 2010. *ASSOBRAFIR Ciência*. 2012;3(1):33-43.
20. Weinberger B, Laskin DL, Heck DE, Laskin JD. Oxygen toxicity in premature infants. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2002;181(1):60-7.
21. Danan C, Durrmeyer X, Brochard L, Decobert F, Benani M, Dassieu G. A randomized trial of delayed extubation for the reduction of reintubation in extremely preterm infants. *Pediatr Pulmonol*. 2008;43(2):117-24.
22. Teixeira AB, Xavier CC, Lamounier JA, Tavares EC. Hiperóxia e risco aumentado de displasia broncopulmonar em prematuros. *Rev Paul Pediatr*. 2007;25(1):47-52.
23. Pilcher J. Free radicals. *Neonatal Netw*. 2002;21:33-7
24. Halliwell B, Whiteman M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? *Br J Pharmacol*. 2004;142(2):231-55.
25. Filho JBF, Barros CK, Costa MC, Procianny RS. Resultados de um programa de prevenção da cegueira pela retinopatia da prematuridade na região Sul do Brasil. *J Pediatr*. 2007;83(3):209-16.
26. Spitz DR, Azzam EI, Li JJ, Gius D. Metabolic oxidation/reduction reactions and cellular responses to ionizing radiation: a unifying concept in stress response biology. *Cancer Metastasis Rev*. 2004;23(3-4):311-22.
27. Kim GJ, Fiskum GM, Morgan WF. A role for mitochondrial dysfunction in perpetuating radiation-induced genomic instability. *Cancer Res*. 2006;66(21):10377-83.
28. Filho JBF. Retinopatia da prematuridade. *Rev Bras Oftalmol*. 2006;65(4):246-58.
29. Sociedade Brasileira de Pediatria. Prevenção de cegueira infantil causada por retinopatia da prematuridade: estratégia de exame e critérios de triagem [Internet]. São Paulo: CBO. [citado em 2016 nov 6]. Disponível em: <http://bit.ly/2fpZNDE>

---

#### Como citar este artigo:

Silva LN, Coertjens M, Costa TPS. Existem métodos alternativos para avaliação da repercussão funcional da pneumoconiose em mineiros? Uma revisão narrativa. *Rev. Aten. Saúde*. 2016;14(50):105-110.