

## Artigos de revisão

# Dose vocal: uma revisão integrativa da literatura

## *Vocal dose: an integrative literature review*

Joana Perpétuo Assad<sup>(1)</sup>  
Max de Castro Magalhães<sup>(2)</sup>  
Juliana Nunes Santos<sup>(3)</sup>  
Ana Cristina Côrtes Gama<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG / Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>(2)</sup> Departamento de Engenharia de Estruturas - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG / Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>(3)</sup> Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM/ Diamantina (MG), Brasil.

Fonte de auxílio: CAPES

Conflito de interesses: inexistente

Recebido em: 14/02/2017  
Aceito em: 24/04/2017

### Endereço para correspondência:

Joana Perpétuo Assad  
Av. Alfredo Balena, 190 – sala 249,  
Santa Efigênia, Belo Horizonte (MG), Brasil  
CEP: 30130-100  
E-mail: joanapassad@gmail.com

## RESUMO

O objetivo da pesquisa foi realizar uma revisão da literatura referente aos tipos de dose vocal e aos resultados destas medidas em diferentes situações comunicativas. Houve levantamento da literatura nacional e internacional, publicada nos idiomas Inglês, Espanhol ou Português, utilizando-se as bases de dados MEDLINE, LILACS, IBECs e ISI (Web of Science), dos últimos 21 anos, cujos artigos estavam disponíveis na íntegra. Quinze estudos contemplaram os critérios propostos. A maioria dos artigos estudou professores, visto que são mais vulneráveis para a ocorrência de disfonia. Os tipos de dose encontrados foram porcentagem de fonação, dose temporal, dose cíclica, dose de distância, dose de energia radiada e dose de energia dissipada. O aumento da dose vocal está associado ao uso excessivo e prolongado da voz na atividade docente, principalmente entre os professores da educação infantil e os de canto. As altas doses vocais correlacionam-se também à presença de disfonia, ao maior nível de ruído ambiental, à grande variação prosódica na fala e à autopercepção de fadiga vocal. Pacientes com disfonia comportamental (nódulos e pólipos) apresentam maiores doses vocais que pacientes com outros quadros disfônicos. Fatores como repouso de voz e uso do amplificador vocal indicam a diminuição da dose da voz.

**Descritores:** Dosagem; Voz; Disfonia; Distúrbios da Voz; Pregas Vocais

## ABSTRACT

This study aimed to perform a literature review about the vocal doses and the behavior of these measurements in different communicative situations. A review on MEDLINE, LILACS, IBECs and ISI Web of Science databases of the literature written in English, Spanish and Portuguese, within the past twenty-one years, of articles which were fully available, was performed. Fifteen studies met the set criteria. The majority of the articles studied teachers, since they belong to a vulnerable group for dysphonia. The doses found were phonation percentage, time dose, cycle dose, distance dose, energy dissipation dose and radiated energy dose. The vocal dose increase is associated with an excessive and prolonged voice use in teaching activity, especially when teaching young children and teaching music. The high vocal doses are also associated with the presence of dysphonia, the background noise, the large prosodic variation in speech and the self-perception of vocal fatigue. Patients with behavioral dysphonia (nodes and polyps) present higher vocal doses than patients with other types of dysphonia. Factors such as voice rest and use of voice amplifiers indicate a decrease of vocal dose.

**Keywords:** Dosage; Voice; Dysphonia; Voice Disorders; Vocal Cords

## INTRODUÇÃO

O termo “dose vocal” é utilizado para definir a exposição do tecido da prega vocal à vibração. Assim como a dose é utilizada para quantificar a exposição de outros tecidos do corpo humano a fatores como radiação solar ou produtos químicos, viu-se a necessidade de se quantificar a exposição do tecido da prega vocal à vibração, para investigar os efeitos do uso excessivo ou prolongado da voz nos profissionais que a utilizam como instrumento de trabalho<sup>1</sup>.

Essa medida de exposição é obtida por meio do dosímetro vocal, que é um equipamento que capta a vibração do tecido da prega vocal, através de um acelerômetro fixado no pescoço<sup>2</sup>. Para que somente a fonação seja analisada, não são captados, na gravação, o ruído ambiental e o conteúdo da fala, sendo mantida a confidencialidade do falante<sup>3</sup>.

As pesquisas definiram cinco parâmetros de medidas de dose vocal, considerando vários fatores que podem contribuir para problemas vocais, são elas: dose temporal, dose cíclica, dose de distância, dose de energia dissipada e dose de energia radiada<sup>1</sup>.

A dose temporal, definida como o tempo total de vibração da prega vocal no tempo, é obtida considerando-se o tempo total de gravação e o tempo de fonação. A dose cíclica quantifica o número total de períodos oscilatórios realizados pelas pregas vocais no tempo e é medida em milhares de ciclos por segundo<sup>1</sup>. Anteriormente, foi descrita como Índice de Carga Vocal (Vocal Loading Index – VLI)<sup>4</sup> e era medida em centenas de ciclos por segundo. Para o cálculo dessa dose, é considerada a frequência fundamental, além dos parâmetros do cálculo da dose temporal.

A dose de distância, que mede a distância total percorrida pela prega vocal durante a vibração, considera a amplitude desta, que muda com a intensidade da voz, além de utilizar os parâmetros do cálculo da dose cíclica. Teoricamente, as pregas vocais percorrem a distância de quatro vezes a amplitude de um ciclo, por isso, há na fórmula, o fator quatro. Esse tipo de dose apresenta como limitação a dificuldade de se medir a amplitude de vibração das pregas vocais. Por esse motivo, o valor da amplitude pode ser aproximado, considerando a referência do comprimento da prega vocal (0,016 m para homens e 0,01 m para mulheres), a pressão pulmonar (considerando a intensidade medida à distância de 50 cm da boca) e a pressão aérea subglótica (considerando a frequência fundamental durante a fala de 120 Hz para homens e 190 Hz para mulheres)<sup>1</sup>.

A dose de energia dissipada leva em conta a agitação térmica do tecido dentro das pregas vocais e mede a quantidade de calor produzido nas pregas vocais durante a vibração. Para o cálculo, são utilizados os seguintes parâmetros: viscosidade do tecido e espessura vertical das pregas vocais (derivados a partir da frequência fundamental) e a frequência angular da vibração da prega vocal<sup>1</sup>.

A dose de energia radiada quantifica a energia total radiada da boca, no tempo. Não é uma medida de exposição das pregas vocais, mas uma potencial exposição sonora para o ouvinte. Para se obter o valor desse tipo de dose, leva-se em conta a distância entre a boca e o local onde a intensidade da voz é registrada<sup>1</sup>.

Todos os tipos de dose vocal podem ser obtidos a partir desses três parâmetros: tempo de fonação, frequência fundamental e intensidade vocal. As doses temporal, cíclica e de energia radiada são doses medidas a partir dos dados acústicos da voz da pessoa avaliada, enquanto que as doses de distância e de energia dissipada são estimadas a partir de dados típicos de amplitude de vibração, espessura e viscosidade das pregas vocais femininas e masculinas<sup>1</sup>.

A dose vocal, que pode ser obtida durante a jornada de trabalho, através do dosímetro, contribui para o entendimento dos limites do uso da voz, definindo o quanto a pessoa produziu a voz em um intervalo de tempo. Assim, o profissional da voz pode se proteger do risco de causar maior dano vocal<sup>5</sup>, a partir da compreensão do quanto utilizou a musculatura fonatória para exercer sua atividade profissional.

O primeiro aparelho que mediu o tempo de vibração das pregas vocais por meio de um pequeno microfone de contato fixado ao pescoço foi criado em 1983<sup>6</sup>. A dose vocal foi primeiramente descrita na literatura em 1999, com o nome de Índice de Sobrecarga Vocal (Vocal Loading Index)<sup>4</sup> e novas medidas de dose vocal foram introduzidas em 2003<sup>7</sup>. Desde então, poucos estudos científicos foram desenvolvidos, porém esta medida pode contribuir vastamente para a clínica vocal. Para melhor compreender a dose vocal, torna-se necessário coletar e analisar trabalhos que abordem esse tema e, conseqüentemente, verificar os resultados destas medidas em diferentes situações comunicativas.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura referente aos tipos de dose vocal e aos resultados destas medidas em diferentes situações comunicativas.

## MÉTODOS

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, com as seguintes etapas: identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; estabelecimento de palavras-chave e de critérios para inclusão e exclusão de estudos; definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; categorização dos estudos; avaliação dos estudos incluídos na revisão bibliográfica; interpretação dos resultados; apresentação da revisão e síntese do conhecimento<sup>8</sup>.

A pergunta que norteou o presente estudo foi: “Quais os tipos de dose vocal e qual os resultados destas medidas em diferentes situações comunicativas?”. Para seleção dos artigos, houve levantamento na literatura nacional e internacional, publicada em todos os idiomas, utilizando-se as bases de dados MEDLINE, LILACS, IBECs e ISI (Web of Science), pelo fato destas bases possuírem credibilidade científica, e usarem mecanismos de busca para localização do material bibliográfico. Foram incluídos artigos publicados nos últimos vinte e um anos (1995 a 2016) e que estivessem disponíveis na íntegra.

As palavras-chave utilizadas foram: dose temporal OR dose vocal OR dosímetro OR carga vocal OR dose cíclica OR dose de distância, interligadas pelo

operador booleano AND às palavras: frequência OR voz OR distúrbios da voz OR preta vocal OR dissonância OR fonação. Também foram utilizadas as palavras equivalentes em Inglês e Espanhol: *temporal dose, dosis temporal, vocal dose, dosis vocal, dosimeter, load vocal, cargar vocal, cycle dose, cyclical dose, dosis cíclica, distance dose, dosis de distancia, frequency, frecuencia, voice, voice disorders, trastornos de la voz, vocal cords, pliegues vocales, dysphonia, disfonía, phonation e fonación*.

Os artigos encontrados na busca foram analisados por duas pesquisadoras, independentemente, quanto à pertinência ou não da seleção e inclusão no estudo. Foram excluídos os artigos que não se relacionavam diretamente ao tema, os artigos de revisão bibliográfica e os artigos sobre metodologia de registro da dose vocal, análise dos cálculos das medidas e formas de uso do dosímetro. Após a análise do título, resumo e palavras-chave e dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados os artigos para a análise na íntegra. Houve discordância entre as pesquisadoras em três artigos, que foram incluídos, após análise por consenso.

O percurso realizado para seleção e análise dos textos está representado na Figura 1.

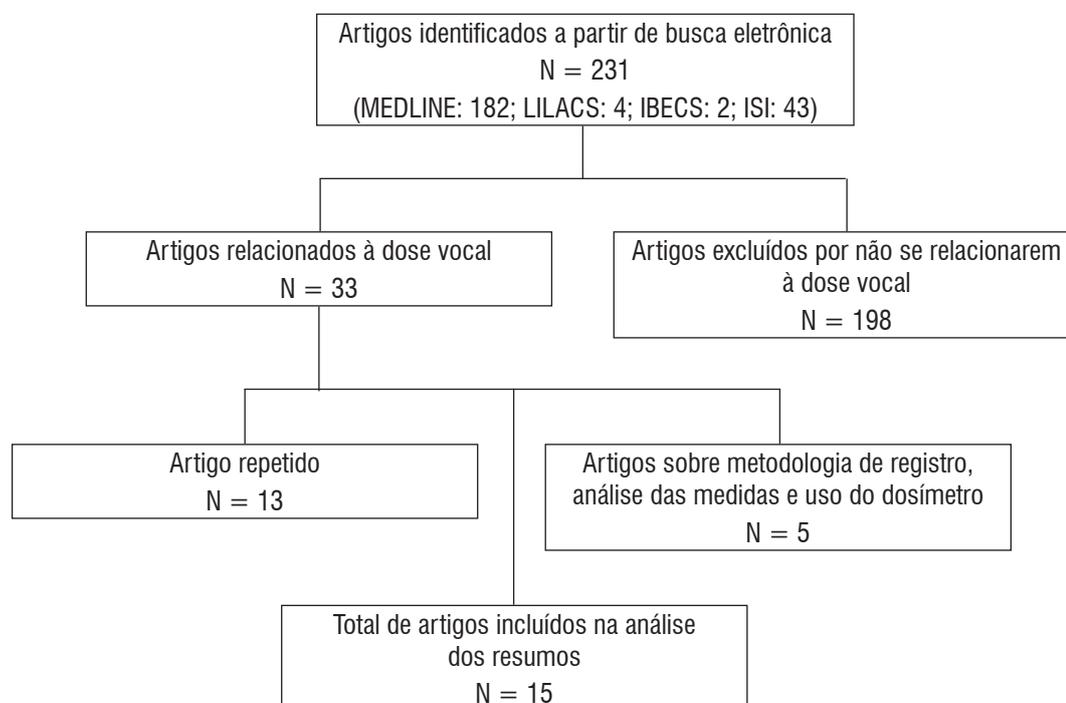


Figura 1. Fluxograma da seleção e identificação dos estudos

Na análise dos estudos selecionados, foram considerados os seguintes dados: ano de publicação, tipos de dose vocal analisadas, país em que a pesquisa foi desenvolvida, delineamento do estudo, e amostra (tamanho e tipo de atividade profissional).

## REVISÃO DA LITERATURA

Após aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão, foram encontrados 15 estudos, sendo 14 em Inglês e um em Português, de 2003 a 2016. Destes, 86,7% são dos últimos cinco anos.

A Figura 2 apresenta os tipos de dose vocal encontrados nos estudos, suas definições e fórmulas.

| Tipo de dose vocal                  | Definição  | Fórmula  |
|-------------------------------------|--|--|
| Porcentagem de fonação              | Tempo relativo gasto na fonação, comparado com o tempo decorrido do período monitorado <sup>(9)</sup> .  | $\frac{\text{Tempo de fonação} \times 100}{\text{Tempo de gravação}} = \%$                                 |
| Dose temporal ( $D_t$ )             | Quantifica o tempo total de vibração das pregas vocais durante a fala <sup>(1)</sup> .   | $D_t = \int_0^{t_p} k_v dt \text{ segundos}$   |
| Dose cíclica ( $D_c$ )              | Quantifica o número de oscilações das pregas vocais durante o período gravado. É calculada a partir do tempo de fonação e da média da frequência fundamental <sup>(1)</sup> .  | $D_c = \int_0^{t_p} k_v F_0 dt \text{ milhares de ciclos/segundo}$   |
| Dose de distância ( $D_d$ )         | Distância total percorrida pelo tecido das pregas vocais na trajetória cíclica durante a vibração. Depende do tempo total de fonação, da $F_0$ e da amplitude da vibração da prega vocal (intensidade vocal - dB NPS) <sup>(1)</sup> . | $D_d = 4 \int_0^{t_p} k_v A F_0 dt \text{ metros}$   |
| Dose de energia dissipada ( $D_e$ ) | Leva em conta a agitação térmica do tecido dentro das pregas vocais e mede a quantidade de calor produzido nas pregas vocais durante a vibração <sup>(1)</sup> .   | $D_e = \int_0^{t_p} k_v P_a dt = \frac{1}{2} \int_0^{t_p} k_v \eta (A/T)^2 \omega^2 dt \text{ joules/m}^3$ |
| Dose de energia radiada ( $D_r$ )   | Quantifica a total energia radiada da boca no tempo <sup>(1)</sup> .   | $D_r = 4\pi R^2 \int_0^{t_p} k_v 10^{(SPL-120)/10} dt \text{ joules}$                                      |

$t_p$ : tempo em que o indivíduo utiliza a sua voz, falando ou cantando;

$k_v = \begin{cases} 1 & \text{(para voz emitindo som)} \\ 0 & \text{(para voz não sendo utilizada);} \end{cases}$

$F_0$ : frequência fundamental das pregas vocais;

$A$ : amplitude de vibração das pregas vocais no topo e base;

$\eta$ : viscosidade do tecido da prega vocal;

$T$ : espessura vertical das pregas vocais;

$\omega = 2\pi F_0$ : frequência angular da vibração da prega vocal;

$R$ : distância da boca, em que o nível de pressão sonora (NPS) da voz é registrado<sup>(1)</sup>.

### Figura 2. Tipos de dose vocal

A maioria desses estudos foi desenvolvida nos Estados Unidos (73%), um estudo foi desenvolvido na Bélgica (6,7%), um na Alemanha (6,7%), um na Itália (6,7%) e um no Brasil (6,7%).

Na análise das características metodológicas dos artigos selecionados, foram identificados cinco estudos transversais (53%), seis estudos de caso (40%), e um estudo longitudinal (6,7%).

O número de participantes dos estudos variou de dois a 103, com mediana de 12 sujeitos. Do total de artigos analisados, nove estudaram a dose vocal em professores (60%), dois em cantores (13%), dois em

mulheres disfônicas com profissões variadas (13%), um em funcionários do Centro Nacional de Voz e Fala (*National Center for Voice and Speech - NCVS*) (6,7%) e um não teve identificação da profissão dos participantes (6,7%). Foram estudados professores da educação infantil, ensino fundamental e de música.

A Figura 3 apresenta os estudos categorizados por: 1) Autor do estudo e ano de publicação; 2) Tipo de delineamento da pesquisa e país em que a pesquisa foi desenvolvida; 3) Características da amostra (tamanho e profissão); 4) Objetivo do estudo; 5) Tipo de dose vocal analisada; 6) Conclusão da pesquisa.

| Autor / ano                                 | Delineamento/ Local             | Amostra   | Objetivo   | Dose vocal   | Conclusão  |
|---|---------------------------------|---|--|--|--|
| Titze et al (2003) <sup>(7)</sup>           | Estudo de caso / Estados Unidos | Três homens e três mulheres sem problemas vocais (funcionários do NCVS)   | Comparar a dose vocal na fala normal, monótona e com maior variação prosódica.               | Doses temporal ( $D_t$ ), cíclica ( $D_c$ ), de distância ( $D_d$ ), de energia dissipada ( $D_e$ ) e de energia radiada ( $D_r$ ) | Todos os tipos de dose, com exceção da $D_t$ , tiveram maiores valores na fala com maior variação prosódica.   |
| Carroll et al (2006) <sup>(2)</sup>         | Estudo de caso/ Estados Unidos  | Sete cantores: cinco homens e duas mulheres   | Comparar as medidas de dose vocal no canto com a autopercepção da fadiga vocal.              | Doses temporal ( $D_t$ ), cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )   | O sintoma de fadiga vocal surgiu após o uso vocal em doses mais altas. Quando o uso da voz em altas doses foi precedido de repouso vocal, a fadiga reduziu.  |
| Schloneger MJ (2011) <sup>(12)</sup>        | Estudo de caso/ Estados Unidos  | Duas estudantes e professoras assistentes de canto.   | Medir a dose vocal nos períodos de ensaio de ópera, ensaio individual e docência em canto.   | Doses temporal ( $D_t$ ) e de distância ( $D_d$ )  | As $D_t$ e $D_d$ foram maiores durante o ensaio individual e a docência.   |
| Morrow SL; Connor NP (2011) <sup>(13)</sup> | Estudo de caso/ Estados Unidos  | Sete professores de música  | Medir a dose na docência em música, com e sem amplificação de voz.                           | Doses cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )   | Significativa diminuição nas $D_c$ e $D_d$ , no período do uso do amplificador vocal.  |
| Morrow SL; Connor NP (2011) <sup>(14)</sup> | Transversal/ Estados Unidos     | Doze professores: sete de música e cinco do ensino elementar  | Comparar a dose da voz na docência em música e no ensino fundamental                         | Doses cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )   | Professores de música apresentaram maiores valores de tempo de fonação, $D_c$ e $D_d$ .  |
| Gaskill et al (2012) <sup>(9)</sup>         | Estudo de caso/ Estados Unidos  | Professores do ensino elementar: um com e um sem histórico de problemas vocais                                  | Medir a dose vocal profissional com e sem amplificador vocal.                                | Porcentagem de fonação, doses cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )   | O uso do amplificador de voz reduziu a $D_d$ de ambos professores. A $D_c$ e a porcentagem de fonação não foram afetadas.  |
| Nacci et al (2013) <sup>(5)</sup>           | Transversal/ Itália             | Dez professoras do ensino elementar: cinco sem disфонia e lesões laringeas e cinco com nódulos em pregas vocais | Medir a dose do uso profissional em mulheres disfônicas e sem queixa vocal                   | Porcentagem de fonação e dose de distância ( $D_d$ )   | Professoras com nódulos vocais apresentaram leve redução na $D_d$ , mas sem significância estatística. Não houve mudança significativa na porcentagem de fonação nos dois grupos.  |
| Echternach et al (2014) <sup>(10)</sup>     | Transversal/ Alemanha           | Cento e um jovens professores sem queixa vocal  | Analisar a dose vocal em 10 minutos de testes de sobrecarga vocal e 45 minutos de docência.  | Doses temporal ( $D_t$ ), cíclica ( $D_c$ ), de distância ( $D_d$ ), de energia dissipada ( $D_e$ ) e de energia radiada ( $D_r$ ) | A $D_d$ (nas mulheres) e a $D_e$ foram maiores no teste de sobrecarga vocal. A $D_t$ foi maior na docência (nos homens). Não houve diferença na $D_c$ . As $D_t$ , $D_d$ , $D_e$ e $D_r$ foram maiores nos homens e a $D_c$ nas mulheres. Há uma forte relação entre a intensidade da voz e o ruído ambiental. |
| Remacle et al (2014) <sup>(11)</sup>        | Transversal/ Bélgica            | Trinta e duas professoras sem problemas vocais: doze de educação infantil e vinte do ensino fundamental.        | Comparar a dose vocal no ensino infantil e fundamental, nos ambientes profissional e social. | Doses temporal ( $D_t$ ), cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )   | $D_c$ e $D_d$ foram maiores nas professoras de educação infantil, nos dois ambientes. $D_t$ , $D_c$ e $D_d$ maiores no ambiente profissional, nos dois grupos.   |
| Misono et al (2015) <sup>(25)</sup>         | Transversal/ Estados Unidos     | Onze sujeitos saudáveis e onze sujeitos em repouso vocal após cirurgia em prega vocal                           | Medir, através do dosímetro vocal, a adesão às recomendações de repouso vocal.               | Porcentagem de fonação   | Diminuição da porcentagem de fonação após o repouso vocal. Nos indivíduos saudáveis, a porcentagem de fonação foi associada à auto percepção do uso vocal.   |

| Autor / ano                               | Delineamento/ Local          | Amostra   | Objetivo  | Dose vocal   | Conclusão   |
|---|------------------------------|---|---|--|---|
| Gama et al (2015) <sup>(21)</sup>         | Estudo de caso/ Brasil       | Cinco professoras disfônicas e cinco sem queixa vocal   | Comparar a dose vocal de professoras com disfonia e de professoras sem alteração de voz   | Porcentagem de fonação e dose cíclica ( $D_c$ )  | Professoras disfônicas apresentam um maior tempo de fonação e de dose cíclica quando comparadas com professoras sem alteração vocal.  |
| Schloneger, Hunter (2015) <sup>(23)</sup> | Transversal/ Estados Unidos  | 19 alunos de canto  | Comparar os valores de dose vocal e medidas acústicas em diferentes usos da voz: canto coral, canto solo e voz cantada.   | Porcentagem de fonação, e doses temporal ( $D_t$ ), cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )         | Maiores valores de doses vocais se correlacionam com maior intensidade vocal, mais clareza vocal e menores medidas acústicas de perturbação (jitter, shimmer e Proporção Harmônico Ruído).  |
| Mehta et al (2015) <sup>(15)</sup>        | Longitudinal/ Estados Unidos | 61 mulheres com disfonia foram avaliadas antes e após tratamento vocal (fonoterápico e/ ou cirúrgico) e comparadas com um grupo de 42 mulheres sem alteração vocal (grupo controle) | Comparar os valores de dose vocal em mulheres com disfonia de origem comportamental, com mulheres com disfonia não comportamental, e mulheres sem alteração de voz. | Porcentagem de fonação, e doses cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )                             | Mulheres com disfonia comportamental (nódulos e pólipos) apresentam maiores valores de dose vocal quando comparadas com mulheres com disfonia sem etiologia comportamental. As medidas de dose de voz são mais úteis para analisar o comportamento vocal, do que para auxiliar o diagnóstico clínico.   |
| Titze, Hunter (2015) <sup>(16)</sup>      | Transversal/ Estados Unidos  | 57 professores (45 mulheres e 12 homens) foram avaliados durante duas semanas   | Analisar as medidas de dose vocal em professores e desenvolver marcadores acústicos de dano vocal.  | Doses temporal ( $D_t$ ), cíclica ( $D_c$ ), de distância ( $D_d$ ), e de energia dissipada ( $D_e$ ). | As medidas de dose vocal cíclica ( $D_c$ ), de distância ( $D_d$ ), de energia dissipada ( $D_e$ ) e de energia radiada ( $D_r$ ) têm correlação com tempo de fala, a intensidade da voz, e a variação de frequência fundamental. Os autores propõem uma nova medida acústica para identificar risco de dano vocal ( <i>equal-energy-dissipation</i> ). |
| Van Stan et al (2015) <sup>(26)</sup>     | Transversal/ Estados Unidos  | 35 mulheres com disfonia comportamental (nódulos e pólipos) foram comparadas com um grupo de 35 mulheres sem alteração vocal (grupo controle)                                       | Comparar os valores de dose vocal em mulheres com disfonia comportamental, com mulheres sem alteração de voz.   | Porcentagem de fonação, doses cíclica ( $D_c$ ) e de distância ( $D_d$ )                               | Mulheres com disfonia comportamental não apresentam maiores valores de dose vocal quando comparadas com mulheres sem disfonia.  |

**Figura 3.** Categorização dos estudos selecionados

O tipo de dose vocal mais utilizada nos estudos foi a dose de distância (86,7%), seguida da dose cíclica (80%) e temporal (46,7%).

A maior utilização da dose de distância, descrita como a distância total percorrida pelo tecido das pregas vocais na trajetória cíclica durante a vibração, nesses estudos<sup>2,5,7,9-14</sup> pode ser justificada pelo fato de esta ser derivada a partir da intensidade vocal, do tempo de fonação e da frequência fundamental, portanto, dos três parâmetros vocais mensurados pelo dosímetro. A mudança causada na glote pelo uso de uma voz mais intensa pode contribuir de maneira mais efetiva

para a alteração da qualidade vocal do que a causada somente por um maior tempo de fonação. A experiência clínica mostra que paciente com nódulos vocais geralmente falam muito e numa forte intensidade, o que pode contribuir para altas doses de distância<sup>9,15</sup>, porcentagem de fonação<sup>15</sup> e dose cíclica<sup>15</sup>.

Os Estados Unidos são o país que mais publicaram sobre dose vocal, provavelmente porque os estudos que desenvolveram e implementaram os cálculos das doses vocais<sup>1,7,16</sup> foram realizados por centros de pesquisas americanos.

Na literatura analisada, observou-se maior preocupação das pesquisas com a saúde vocal dos professores, visto que a maioria delas privilegiou esses profissionais, provavelmente devido ao fato de pertencerem ao grupo mais vulnerável para a ocorrência de disfonia<sup>16-21</sup>. Professores têm grande necessidade da sua função fonatória e um dos motivos mais comuns de queda da qualidade do ensino e absentismo é o comprometimento da capacidade vocal<sup>10,17,22</sup>. O segundo grupo de profissionais da voz mais estudados quanto à dose vocal foi o de cantores, que também são dependentes de uma boa produção vocal para o exercício profissional<sup>13, 23</sup>.

Estudos de prevalência revelam que a presença da disfonia em professores é de duas a três vezes mais frequente do que na população em geral<sup>19,24</sup>. A disfonia neste grupo profissional apresenta-se associada à acústica inadequada da sala de aula, ao ruído ambiental excessivo, às condições individuais de saúde, aos hábitos vocais inadequados e aos abusos da voz<sup>24</sup>.

Os resultados da literatura mostram que o aumento da dose vocal está ligado ao uso excessivo e prolongado da voz que ocorre na docência<sup>5,9-14</sup>, ao ruído ambiental<sup>11</sup>, ao canto<sup>14,23</sup>, ao aumento da intensidade da voz<sup>15</sup>, e à grande variação de frequência<sup>15</sup> e intensidade na fala (fala com grande variação prosódica)<sup>7</sup>, e que fatores como repouso vocal e uso do amplificador vocal diminuem a dose da voz<sup>9,14,25</sup>. A literatura evidencia também que o aumento da dose vocal está associado com uma autopercepção de cansaço vocal, mecanismo que pode ser entendido como um processo de fadiga muscular, decorrente do uso intenso da voz<sup>2</sup>.

A literatura sugere também que os valores de dose vocal são maiores em professoras disfônicas, quando comparadas a professoras sem queixa vocal<sup>21</sup>. Um estudo relatou que mulheres com disfonia comportamental não apresentam maiores valores de dose vocal quando comparadas a mulheres sem disfonia<sup>26</sup>. Nos quadros disfônicos, os de etiologia comportamental (nódulos e pólipos) apresentam maiores doses vocais dos outros quadros disfônicos<sup>15</sup>. Pesquisas futuras são necessárias para se compreender a real interferência dos aspectos profissionais e de comportamento vocal nos valores de dose vocal.

O aumento da dose vocal devido ao uso excessivo e prolongado da voz na docência foi evidenciado no estudo que comparou 10 minutos de teste de sobrecarga vocal (leitura de texto numa intensidade acima

de 80 dBNPS, medido à distância de 30 cm da boca) com 45 minutos de docência, não sendo encontradas diferenças significativas entre eles, ou seja, a dose vocal de 10 minutos de teste corresponde à dose vocal de, aproximadamente, 45 minutos de aula<sup>10</sup>. A dose de distância nas mulheres, no teste de sobrecarga vocal, foi de 771 metros e na docência, de 658 metros<sup>10</sup>. Tais resultados sugerem que a atividade docente, mesmo tendo mais momentos de repouso, que pode ser associado à recuperação muscular, causa sobrecarga vocal.

Além dessas, outra pesquisa que revelou maior dose vocal na docência, foi o estudo de caso de duas estudantes e professoras assistentes de canto<sup>12</sup>. Foram observadas maiores doses no período de ensaio individual ( $D_t = 44,84$  e  $28,30\%$ ) e docência em música ( $D_t = 25,35$  e  $29,45\%$ ), se comparadas ao período de ensaio da ópera ( $D_t = 9,71$  e  $13,71\%$ ) e o período sem ensaio ( $D_t = 5,9$  e  $7,49\%$ ), mesmo havendo consciência dessas profissionais quanto à necessidade de cuidados com a voz. Esses resultados confirmam o alto risco dos docentes desenvolverem disfonia, principalmente se esta estiver associada com outro tipo de uso da voz, como o canto. No caso de professoras disfônicas, estas apresentam maiores doses cíclicas e de porcentagem de fonação ( $D_c = 238,1$  e  $30,7\%$ ) do que professoras não disfônicas ( $D_c = 188,8$  e  $23,9\%$ )<sup>21</sup>. O acúmulo de atividades vocais intensas (docência e canto) gera um aumento na dose vocal. Na comparação entre professores de música e professores do ensino regular<sup>14</sup>, os primeiros apresentaram maiores valores nos parâmetros vocais medidos ( $D_a = 7001$  e  $3688$  metros, respectivamente), o que corrobora com a literatura, que afirma que os professores de música podem desenvolver problemas vocais mais frequentemente do que os outros professores. Além de ministrar longas horas de aulas, com poucos intervalos de repouso vocal, geralmente os professores de música participam de ensaios extras e apresentações de canto<sup>14</sup>. Alunos de canto apresentam maiores valores de dose vocal em atividades de voz cantada do que de voz falada<sup>23</sup>. Problemas vocais crônicos foram encontrados mais frequentemente em professores de música, o que sugere que cantar regularmente pode aumentar a chance de se desenvolver lesão do tecido da prega vocal<sup>27</sup>.

Com relação aos níveis para os quais o professor leciona, professoras de educação infantil apresentaram maior dose vocal do que as do ensino fundamental, o que sugere que há mais ciclos oscilatórios e maior

distância percorrida pelas pregas vocais nos professores que trabalham com crianças mais novas<sup>11</sup>. Essa diferença pode estar relacionada à necessidade de fala mais constante para manter a atenção dos alunos. Vale destacar também que os professores do ensino infantil utilizam mais estratégias didáticas de contação de histórias, que necessitam de fala com maior variação prosódica para a interpretação dos personagens e de cantos temáticos. A literatura mostra que estratégias vocais com maior variação prosódica<sup>7</sup> e canto<sup>14</sup> propiciam um aumento da dose vocal.

A grande variação de frequência e intensidade na fala resulta num aumento da dose vocal. Participantes foram solicitados a ler um texto em três variações melódicas: monótona, normal e exagerada (como se estivesse lendo para captar a atenção de crianças pequenas) e as  $D_c$ ,  $D_d$ ,  $D_r$  e  $D_e$  tiveram maiores valores na presença de maior variação prosódica<sup>7</sup>. Tal resultado sugere que diferentes variações prosódicas modificam a dose vocal, com maiores valores para emissões com maior contorno melódico e de intensidade.

Outro fator que mostrou-se associado ao aumento da dose vocal foi a presença de ruído ambiental<sup>11</sup>, e ao aumento da intensidade da voz<sup>15</sup>. A literatura refere que quanto maior o ruído em sala com o aluno, maior a intensidade da voz do professor<sup>28</sup>. Esse é o chamado Efeito Lombard, definido como uma resposta vocal involuntária do falante à presença de ruído ambiental. À medida que o ruído ambiental aumenta, a intensidade da voz também aumenta<sup>29</sup>. Estudo que avaliou a associação entre níveis de ruído presentes em centros de educação infantil e alterações vocais em educadoras, observou que as disfonias foram mais prevalentes em instituições de ensino com ruído mais intenso<sup>30</sup>.

O aumento da dose vocal também está relacionado a uma autopercepção de cansaço da voz, como apontado no estudo com cantores, em que o sintoma de fadiga vocal surgiu após o uso vocal em doses mais altas, sendo que houve melhora desses sintomas quando essas altas doses foram precedidas por 48 horas de repouso vocal<sup>2</sup>. A fadiga vocal geralmente se refere ao cansaço da voz seguido do uso prolongado desta, o que exige um maior esforço para continuar a falar. Pode vir acompanhada de mudanças na qualidade vocal, no *pitch*, na *loudness* e de desconforto laríngeo. Em geral, ocorre em seguida ao uso anormal da frequência, da intensidade, da qualidade vocal, ou de fala contínua por mais de uma hora<sup>31</sup>.

A literatura aponta que, ao final do dia de trabalho, professores referem maior cansaço vocal<sup>32</sup>.

A utilização de amplificação vocal foi um dos fatores que indicaram a diminuição da dose vocal<sup>9,13</sup>. Um estudo de caso, que avaliou professores de música, observou diminuição da  $D_c$  (1,63 e 1,24 milhões, respectivamente sem e com amplificação vocal) e da  $D_d$  (7001 e 4053 milhões, respectivamente sem e com amplificação vocal)<sup>13</sup>. Outro estudo de caso com professores do ensino fundamental encontrou que o uso da amplificação vocal diminuiu a  $D_d$  de 3058 metros para 2793 metros, com efeitos mais positivos no professor com disfonia<sup>9</sup>. Tais resultados sustentam os achados da literatura que apontam que o uso da amplificação da voz protege os professores de esforço vocal durante as longas horas de aula, promovendo um melhor uso da voz no ambiente profissional<sup>33,34</sup> e produz significativa melhora da percepção dos professores sobre o impacto das suas limitações vocais<sup>34</sup>. Além disso, melhora a qualidade vocal do professor e diminui o grau do prejuízo do tecido da prega vocal, causado pela força de colisão, decorrentes da diminuição da dose de vibração<sup>33,34</sup>.

Outro fator associado à diminuição da dose da voz é o repouso vocal. Um estudo encontrou que o repouso vocal gerou 12% de diminuição da porcentagem de fonação no pós-operatório, em comparação com o pré-operatório<sup>25</sup>. O repouso vocal, juntamente com a hidratação, são apontados na literatura como medidas preventivas de fadiga vocal<sup>31</sup>, por gerarem uma menor pressão aérea subglótica (mínima pressão do fluxo aéreo expirado necessário para iniciar a oscilação da prega vocal) que pode ser percebida pelo falante como baixo esforço respiratório e fonatório<sup>32</sup>.

Os professores frequentemente falam em forte intensidade, por longos períodos, em ambientes ruidosos e em situações estressantes<sup>18,20,24</sup>, o que os tornam os profissionais com maior chance de desenvolver problemas vocais. Entretanto, há a necessidade de se avaliar a dose vocal de outros profissionais que utilizam a voz como instrumento de trabalho, como atores, atendentes de telemarketing, padres e pastores etc., para que medidas de prevenção sejam tomadas, evitando prejuízo no desenvolvimento profissional. Estudos com amostras maiores e, conseqüentemente, maior validade externa também são importantes para avançarmos na compreensão dos resultados da dose vocal em diferentes situações comunicativas.

As medidas de dose vocal permitem quantificar a exposição do tecido da prega vocal à vibração<sup>1</sup>, e várias

medidas estão atualmente disponíveis na literatura<sup>1,7</sup>. Pesquisas futuras que analisem as diferenças nas sensibilidades e especificidades destas medidas de dose vocal são importantes para uma melhor definição do valor e aplicação clínica destas avaliações de voz.

## CONCLUSÃO

Os tipos de dose encontrados na literatura foram porcentagem de fonação, dose temporal, dose cíclica, dose de distância, dose de energia radiada e dose de energia dissipada.

O aumento da dose vocal está associado ao uso da voz na atividade docente, principalmente entre os professores que atuam na educação infantil e os professores de canto. As altas doses vocais correlacionam-se também à presença de disfonia, ao maior nível de ruído ambiental, à grande variação prosódica na fala e à autopercepção de fadiga vocal. Pacientes com disfonia comportamental (nódulos e pólipos) apresentam maiores doses vocais que pacientes com outros quadros disfônicos. Fatores como repouso de voz e uso do amplificador vocal indicam a diminuição da dose da voz.

## REFERÊNCIAS

1. Svec JG, Popolo PS, Titze IR. Measurement of vocal doses in speech: experimental procedure and signal processing. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2003;28(4):181-92.
2. Carroll T, Nix J, Hunter E, Emerich K, Titze I, Abaza M. Objective measurement of vocal fatigue in classical singers: a vocal dosimetry pilot study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;135(4):595-602.
3. Cheyne HA, Hanson HM, Genreux RP, Stevens KN, Hillman RE. Development and testing of a portable vocal accumulator. *J Speech Lang Hear Res*. 2003;46(6):1457-67.
4. Rantala L, Vilkman E. Relationship between subjective voice complaints and acoustic parameters in female teachers' voices. *J Voice*. 1999;13(4):484-95.
5. Nacci A, Fattori B, Mancini V, Panicucci E, Ursino F, Cartaino FM et al. The Use and Role of the Ambulatory Phonation Monitor (APM) in Voice Assessment. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2013;33(1):49-55.
6. Ryu S, Komiyama S, Kannae S, Watanabe H. A newly devised speech accumulator. *J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 1983;45(2):108-14.
7. Titze IR, Svec JG, Popolo PS. Vocal dose measures: quantifying accumulated vibration exposure in vocal fold tissues. *J Speech Lang Hear Res*. 2003;46(4):919-32.
8. Galvão TF, Pereira MG. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. *Epidemiol Serv Saúde*. 2014; 23(1):183-184.
9. Gaskill CS, O'Brien SG, Tinter SR. The effect of voice amplification on occupational vocal dose in elementary school teachers. *J Voice*. 2012;26(5):667.e19-27.
10. Echternach M, Nusseck M, Dippold S, Spahn C, Richter B. Fundamental frequency, sound pressure level and vocal dose of a vocal loading test in comparison to a real teaching situation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014;271(12):3263-8.
11. Remacle A, Morsomme D, Finck C. Comparison of vocal loading parameters in kindergarten and elementary school teachers. *J Speech Lang Hear Res*. 2014;57(2):406-15.
12. Schloneger MJ. Graduate student voice use and vocal efficiency in an opera rehearsal week: a case study. *J Voice*. 2011;25(6):e265-73.
13. Morrow SL, Connor NP. Voice amplification as a means of reducing vocal load for elementary music teachers. *J Voice*. 2011;25(4):441-6.
14. Morrow SL, Connor NP. Comparison of voice-use profiles between elementary classroom and music teachers. *J Voice*. 2011;25(3):367-72.
15. Mehta DD, Van Stan JH, Zañartu M, Ghassemi M, Gutttag JV, Espinoza VM et al. Using Ambulatory Voice Monitoring to Investigate Common Voice Disorders: Research Update. *Front Bioeng Biotechnol*. 2015;3(155):1-14.
16. Titze IR, Hunter EJ. Comparison of Vocal Vibration-Dose Measures for Potential-Damage Risk Criteria. *J Speech Lang Hear Res*. 2015;58(5):1425-39.
17. Assunção AA, Bassi IB, de Medeiros AM, Rodrigues CS, Gama ACC. Occupational and individual risk factors for dysphonia in teachers. *Occupational Medicine*. 2012;62(7):553-9.
18. Giannini SPP, Latorre MRD, Ferreira LP. Distúrbio de voz e estresse no trabalho docente: um estudo caso-controle. *Cad. Saúde Pública*. 2012;28(11):2115-24.
19. Behlau M, Zambon F, Guerrireri AC, Roy N. Epidemiology of Voice Disorders in Teachers and Nonteachers in Brazil: Prevalence and Adverse Effects. *J Voice*. 2012;26(5):665.e9-665.e18.

20. Rossi-Barbosa LAR, Barbosa MR, Morais RM, Sousa KF, Silveira MF, Gama ACC, Caldeira AP. Self-Reported Acute and Chronic Voice Disorders in Teachers. *J Voice*; 2016, *in press*.
21. Gama AC, Santos JN, Pedra EF, Rabelo AT, Magalhães MC, Las Casas EB. Dose vocal em professores: correlação com a presença de disfonia. *CoDAS*. 2016;28(2):190-2.
22. Medeiros AM, Assunção AA, Barreto SM. Absenteeism due to voice disorders in female teachers: a public health problem. *Int Arch Occup Environ Health*. 2012;85(8):853-64.
23. Schloneger MJ, Hunter EJ. Assessments of Voice Use and Voice Quality Among College/University Singing Students Ages 18-24 Through Ambulatory Monitoring With a Full Accelerometer Signal. *J Voice*. 2017 Jan;31(1):124.e21-124.e30.
24. Martins RH, Pereira ER, Hidalgo CB, Tavares EL. Voice disorders in teachers: a review. *J Voice*. 2014;28(6):716-24.
25. Misono S, Banks K, Gaillard P, Goding GS Jr, Yueh B. The clinical utility of vocal dosimetry for assessing voice rest. *Laryngoscope*. 2015;125(1):171-6.
26. Van Stan JH, Mehta DD, Zeitels SM, Burns JA, Barbu AM, Hillman RE. Average ambulatory measures of sound pressure level, fundamental frequency, and vocal dose do not differ between adult females with phonotraumatic lesions and matched control subjects. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2015; 124(11): 864-74.
27. Thibeault SL, Merrill RM, Roy N, Gray SD, Smith EM. Occupational risk factors associated with voice disorders among teachers. *Ann Epidemiol*. 2004;14(10):786-92.
28. Guidini RF, Fabiana Bertoncetto F, Zanchetta S, Dragone ML. Correlações entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. *Rev. soc. bras. fonoaudiol*. 2012;17(4):398-404.
29. Zollinger SA, Brumm H. The Lombard effect. *Current Biology*. 2011;21(16):R614-R615.
30. Simões-Zenari M, Bitar ML, Nemr NK. Efeito do ruído na voz de educadoras de instituições de educação infantil. *Rev. Saúde Pública*. 2012;46(4):657-64.
31. McHenry M, Evans J, Powitzky E. Vocal Assessment Before, After, and the Day After Opera Performance. *J Voice*; 2016, *in press*.
32. Solomon NP, DiMattia MS. Effects of a vocally fatiguing task and systemic hydration on phonation threshold pressure. *J Voice*. 2000;14(3):341-62.
33. Teixeira LC, Behlau M. Comparison Between Vocal Function Exercises and Voice Amplification. *J Voice*. 2015;29(6):718-26.
34. Bovo R, Trevisi P, Emanuelli E, Martini A. Voice amplification for primary school teachers with voice disorders: a randomized clinical trial. *Int J Occup Med Environ Health*. 2013 Jun;26(3):363-72.