

Centro de força corporal e características vocais espectrográficas de mulheres

Core strength and spectrographic vocal characteristics in women

Centro de fuerza corporal y características vocales espectrográficas de mujeres

Recebido: 28/04/2020 | Revisado: 29/04/2020 | Aceito: 30/05/2020 | Publicado: 05/05/2020

Letícia Fernandez Friço

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5407-6607>

Universidade Franciscana, Santa Maria, Brasil

E-mail: leticia_friço@hotmail.com

Melissa Medeiros Braz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9138-0656>

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

E-mail: melissabraz@hotmail.com

Cláudio Timm Marques

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9984-0100>

Universidade Franciscana, Santa Maria, Brasil

E-mail: claudiomarques@gmail.com

Débora Bonesso Andriollo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6461-180X>

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

E-mail: deborabandriollo@gmail.com

Leila Susana Finger

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6754-2961>

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

E-mail: leilasusi@gmail.com

Carla Aparecida Cielo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7219-0427>

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

E-mail: cieloca@yahoo.com.br

Resumo

O suporte respiratório adequado garante ressonância, projeção, foco, estabilidade e melhor qualidade vocal. O objetivo deste estudo foi verificar a relação entre a ativação da musculatura do centro de força corporal e as características vocais acústicas espectrográficas em um grupo de mulheres adultas. Trata-se de um estudo transversal, observacional, analítico e quantitativo, com dez mulheres entre 19 e 28 anos de idade, sem queixas vocais e sem alterações laríngeas. Foram realizadas análises vocais acústicas espectrográficas, medida da pressão expiratória máxima e avaliação dos músculos multífidos, transverso e períneo. Os dados foram analisados pelo Teste de Correlação de *Spearman* com significância de 5%. Os resultados mostraram correlação positiva significativa entre a pressão expiratória máxima e a definição do segundo formante; entre a ativação do músculo perineal e a regularidade do traçado espectrográfico. E mostrou correlação negativa significativa entre a ativação dos músculos multífidos e a largura do segundo formante. Concluiu-se que quanto mais ativada a musculatura perineal, maior a regularidade do traçado espectrográfico; quanto maior a pressão expiratória máxima, maior a definição do segundo formante; e quanto maior a ativação dos músculos multífidos, menor é a largura de banda do segundo formante. Tais resultados demonstram o papel do centro de força corporal na qualidade vocal. Foi estabelecida uma relação entre a pressão expiratória máxima, a ativação dos músculos do centro de força corporal e as características vocais espectrográficas.

Palavras-chave: Acústica; Disfonia; Voz; Respiração; Expiração; Espectrografia.

Abstract

The adequate respiratory support ensures resonance, projection, focus, stability, and better vocal quality. The aim of this study was to verify the relationship between the activation of the core musculature and the spectrographic acoustic vocal characteristics in a group of adult women. This is a cross-sectional, observational, analytical, and quantitative study with ten women 19 to 28 years old, without vocal complaints, and without laryngeal disorders. Spectrographic vocal analysis, maximum expiratory pressure measurement, and evaluation of the multifidus, transverse and perineum muscles were performed. The data were analyzed using the Spearman Correlation Test at 5 %. The results showed significant positive correlation between the maximum expiratory pressure and the definition of the second formant; between the activation of the perineal muscle and the regularity of the spectrographic tracing. And showed significant negative correlation between the activation of the multifidus muscles and the width of the second formant. It was concluded that the more activated the

perineal musculature, the greater the regularity of the spectrographic tracing; the higher the maximum expiratory pressure, the greater the definition of the second formant; and the greater the activation of the multifidus muscles, the smaller the bandwidth of the second formant. Such findings demonstrate the role of the core strength in the vocal quality. A relationship was established among the maximum expiratory pressure, the activation of the core muscles, and the spectrographic vocal characteristics.

Keywords: Acoustics; Dysphonia; Voice; Respiration; Expiration; Spectrography.

Resumen

El soporte respiratorio adecuado asegura resonancia, proyección, enfoque, estabilidad y mejor calidad vocal. El objetivo de este estudio fue verificar la relación entre la activación de la musculatura de lo centro de fuerza corporal y las características vocales acústicas espectrográficas en un grupo de mujeres adultas. Este es un estudio transversal, observacional, analítico y cuantitativo con diez mujeres de 19 a 28 años de edad, sin dolencias vocales y sin trastornos laríngeos. Se realizaron análisis vocales espectrográficos, medición de la presión espiratoria máxima y evaluación de los músculos multifidus, transverso y perineo. Los datos se analizaron utilizando la prueba de correlación de Spearman al 5%. Los resultados mostraron una correlación positiva significativa entre la presión espiratoria máxima y la definición del segundo formante; entre la activación del músculo perineal y la regularidad del trazado espectrográfico. Y mostró una correlación negativa significativa entre la activación de los músculos multifidos y el ancho del segundo formante. Se concluyó que cuanto más activada es la musculatura perineal, mayor es la regularidad del trazado espectrográfico; cuanto mayor es la presión espiratoria máxima, mayor es la definición del segundo formante; y cuanto mayor es la activación de los músculos multifidos, menor es el ancho de banda del segundo formante. Tales resultados demuestran el papel de lo centro de fuerza corporal en la calidad vocal. Se estableció una relación entre la presión espiratoria máxima, la activación de los músculos de lo centro de fuerza corporal y las características vocales espectrográficas.

Palabras clave: Acústica; Disfonía; Voz; Respiración; Expiración; Espectrografía.

1. Introdução

Uma das teorias que explica a produção da voz é a teoria linear fonte-filtro que considera a vibração laríngea como a fonte e o trato vocal como o filtro. Nesse contexto,

laringe é um transdutor de energia aerodinâmica (nível respiratório) em acústica, por meio dos ciclos de abertura e fechamento das pregas vocais (nível fonatório), e o filtro se compõe das cavidades de ressonância que exercem efeitos sobre o som glótico, modificando-o (nível articulatorio/ressonantal) (Côrtes & Gama, 2010; Beber & Cielo, 2012; Sousa, Mello, Ferreira, & Silva, 2015; Tsai et al., 2016).

Desta forma, a qualidade vocal é produto de vários fatores relacionados às características anatômicas do aparato fonador e aos ajustes musculares envolvendo os três níveis da produção da voz. Dentre os principais fatores, estão o volume e a força do fluxo expiratório, fonte de energia para a vocalização. O adequado suporte respiratório garante à voz ressonância, projeção, foco, estabilidade e maior qualidade (Sousa et al., 2015; Sundberg & Thalen, 2015; Tsai et al., 2016).

A ação do diafragma, principal músculo inspiratório, e a sua sinergia com os demais grupos musculares como os abdominais é fundamental para o suporte respiratório (Valente et al., 2015; Frigo & Braz, 2016; Tsai et al., 2016). O inadequado desempenho da musculatura envolvida na respiração pode levar à diminuição da capacidade vital e do fornecimento de ar em nível glótico (Goffi-Fynn & Carroll, 2013; Traser et al., 2017). A região lombo-pélvica constitui o centro de força do corpo (CFC), uma cinta muscular que estabiliza a coluna e o tronco (Valente et al., 2015; Frigo & Braz, 2016; Santana, Prina, Albuquerque, Carvalho, & Caruso, 2016; Veron, Antunes, Milanese, & Correa, 2016) e também auxilia a formação de pressão expiratória positiva para a fonação com a ativação conjunta dos músculos abdominais, do tronco e do assoalho pélvico (Cielo, Gonçalves, Lima, & Christmann, 2012; Lima, Cielo, & Christmann, 2016; Nunes, 2018; Pinto, Saraiva, Camatti, & Luz, 2018).

O recrutamento da musculatura do CFC, a favor do trabalho respiratório (Valente et al., 2015; Frigo & Braz, 2016), permite melhora da atuação do diafragma e maior mobilidade da caixa torácica, podendo gerar maior fluxo aéreo expiratório e melhor qualidade da voz (Siqueira, Alencar, Oliveira, & Leite, 2014; Porolnik, Braz, Padilha, & Seidel, 2015).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a relação entre a ativação da musculatura que compõe o CFC e as características vocais acústicas espectrográficas de um grupo de mulheres adultas sem queixas vocais e sem afecções laríngeas.

2. Metodologia

Pesquisa transversal, observacional, analítica e quantitativa aprovada pela instituição

de origem. A população foi composta por mulheres adultas em idade fértil que receberam esclarecimentos e consentiram em participar da pesquisa.

Foram critérios de inclusão: ser do sexo feminino; nuligesta; faixa etária adulta de 19 a 40 anos, pois a mulher nesta fase não sofre mais as alterações hormonais da adolescência e ainda não possui alterações da fase climatérica (Cielo et al., 2012; Frigo & Braz, 2016; Lima et al., 2016); uso continuado de anticoncepcional para evitar possíveis influências na capacidade física influenciadas pelo ciclo menstrual; índice de massa corporal (IMC) calculado com medidas autorreferidas e classificado como normal: entre 18,5 e 24,9 kg/m (Beber & Cielo, 2012; Frigo, Cielo, Lima, & Braz, 2017; Pierce et al., 2017).

Crítérios de exclusão: ser múltípara ou gestante; estar em período pré-menstrual, com alergias, resfriados ou gripe no dia das avaliações; apresentar alterações de sensibilidade perineal; ter sido submetida a cirurgias ortopédicas ou abdominais; histórico ou queixa de déficit cognitivo; histórico de alteração neurológica, psiquiátrica, gástrica, respiratória, cirurgia laríngea e/ou qualquer procedimento cirúrgico de cabeça e pescoço; apresentar alteração orgânica e/ou funcional ao nível de laringe; ser fumante e/ou consumir álcool em excesso (Ministério da Saúde, 2007/2019); apresentar queixas vocais há, no mínimo, 15 dias; relatar doenças sistêmicas que pudessem contribuir para distúrbios vocais ou musculares; alteração auditiva devido à influência sobre o automonitoramento vocal.

Para a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, realizou-se anamnese; avaliação otorrinolaringológica, incluindo inspeção visual da laringe; e triagem auditiva (Frigo & Braz, 2016; Lima et al., 2016; Frigo et al., 2017).

Dezessete mulheres passaram pelos critérios de seleção, mas houve exclusão de uma por apresentar afecção laríngea (nódulos), de quatro por apresentarem IMC acima do normal e de duas por não compareceram a todas as avaliações, resultando num grupo de dez mulheres para o estudo. As avaliações da ativação da musculatura do CFC foram realizadas por fisioterapeuta e as coletas das amostras vocais, bem como a sua análise acústica, foram realizadas por fonoaudióloga.

Utilizou-se o esfigmomanômetro (Bic) como unidade de *biofeedback* pressórico para avaliar a ativação do músculo transversal do abdome (Valente et al., 2015; Frigo & Braz, 2016). As voluntárias foram posicionadas em supino, inicialmente foram ensinadas a ativar a musculatura profunda abdominal com instruções verbais, como encolher o abdome levando o umbigo em direção à coluna no tempo expiratório. Era necessário assumir a posição neutra da coluna e tentar mantê-la, enquanto encolhiam-se suavemente e deprimiam-se os músculos abdominais.

Iniciando a mensuração, as voluntárias assumiram a posição prona sobre a unidade de *biofeedback*. O esfigmomanômetro foi nivelado junto ao centro da parede abdominal e o manômetro foi insuflado até 70 mmHg. A voluntária foi instruída a “puxar” o abdome para dentro para a ativação total da musculatura abdominal, incluindo o transverso do abdome. O resultado considerado satisfatório após a contração era que a pressão caísse de quatro a 10 mmHg e fosse mantida por 10 s (Valente et al., 2015; Frigo & Braz, 2016; Frigo et al., 2017). Nesse teste, registrou-se a mudança da pressão gerada pela ativação, bem como o tempo de sua manutenção.

A avaliação da capacidade de ativação do multífido foi realizada com as voluntárias na posição de quatro apoios, mantendo a pelve em posição neutra e recrutando a musculatura para a manutenção da postura. Realizaram-se, então, as seguintes manobras: fletir um membro superior até 90° e mantê-lo nessa posição, posteriormente elevar o membro inferior estendido e mantê-lo e, por fim, associar os dois movimentos de forma contralateral.

Os escores considerados foram: normal = capaz de realizar a elevação do membro inferior e do superior contralateral, em ambos os lados, enquanto mantinha a pelve neutra por 20 a 30 s; bom = capaz de manter a pelve neutra enquanto realizava a elevação simples do membro inferior e a mantinha por 15 a 20 s; regular = capaz de realizar a elevação simples do membro superior enquanto mantinha a pelve neutra por 15 a 20 s; fraco = incapaz de manter a pelve neutra enquanto realizava a elevação simples do membro superior; traço = incapaz de elevar o braço ou a perna da maca até a posição estendida (Frigo & Braz, 2016; Frigo et al., 2017).

O recrutamento da musculatura perineal foi realizado com o aparelho Perina (*Quark* – São Paulo, Brasil). As voluntárias foram orientadas a assumir a posição ginecológica na maca, em sala privada, com os membros inferiores desnudos. Para a mensuração da contração do assoalho pélvico, foram dados comandos verbais como “impeça a passagem de urina” até que foi observada a contração da musculatura perineal. Realizaram-se as contrações perineais no tempo expiratório da respiração. Uma vez que as contrações corretas foram realizadas e as substituições evitadas, obtiveram-se as condições ideais para avaliar a contração.

A haste de látex do aparelho, previamente revestida por um preservativo descartável, foi introduzida na vagina. O nível de pressão na escala numérica foi zerado e solicitou-se à mulher a contração perineal com o máximo de esforço. Foi realizada uma sequência de cinco contrações com intervalo de 1 min entre cada uma. O resultado foi a média de cinco contrações. Essa medida indica a capacidade de recrutamento das fibras musculares e do fechamento do esfíncter uretral (Frigo & Braz, 2016; Frigo et al., 2017).

Ainda, foi realizada a palpação vaginal com luva lubrificada descartável a fim de quantificar o recrutamento através da escala de *Oxford*. A fisioterapeuta introduziu o segundo e terceiro dedos no canal vaginal avaliando a força e funcionalidade dos músculos do assoalho pélvico por meio de solicitação de contração muscular pela voluntária (Valente et al., 2015; Frigo et al., 2017).

Para a realização da medida da pressão expiratória máxima (PE_{máx.}), utilizou-se manovacuômetro analógico (Suporte - Campinas, SP, Brasil) e as voluntárias estavam em bipedestação e com as narinas ocluídas com clipe nasal. Foram instruídas a inalar até a capacidade pulmonar total antes de serem estimuladas a exalar com esforço máximo dentro do bocal para mensurar a PE_{máx.} Foram orientadas a evitar o colapso das bochechas durante a mensuração para não aumentar a pressão da cavidade oral, gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com fechamento da glote. Foram realizadas três manobras máximas, aceitáveis e reprodutíveis (diferença de 10% ou menos entre os esforços), com intervalo de descanso entre os esforços de aproximadamente 1 min, sendo registrado o maior valor (Frigo & Braz, 2016; Frigo et al., 2017).

A avaliação da voz foi realizada com a voluntária em posição ortostática, sustentando durante toda uma expiração a vogal /a/ em *pitch* e *loudness* habituais, após uma inspiração máxima (Behlau, Madazio, Feijó, & Pontes, 2013). Utilizou-se gravador digital profissional (*Zoom*, H4n), regulado em 50% do nível de gravação do sinal de entrada, fixado em pedestal e posicionado em 90° e a 4 cm da boca para a emissão da vogal (Behlau et al., 2013; Lima et al., 2016).

A vogal /a/ de cada participante foi analisada pelo programa *Real Time Spectrogram* (RTS) (*Kay Pentax*®), sendo extraídos os traçados espectrográficos em filtro de banda larga (EBL) (100 points; 646 Hz) e em filtro de banda estreita (EBE) (1024 points; 63,09 Hz), A taxa de amostragem foi de 11 kHz, com 16 bits de conversão analógico-digital e janela de análise de 5 kHz (Bastilha, Pagliarin & Cielo, *in press*).

O tempo de duração da janela de análise foi de 6 s para todas as voluntárias. Esse valor foi determinado tomando-se como base para a edição da amostra de voz o menor tempo da vogal /a/ realizado entre todas as voluntárias da pesquisa. Foram excluídos o ataque vocal e o final da emissão devido às características naturais de instabilidade (Cielo, Ribeiro, Bastilha, & Schilling, 2015; Bastilha et al., *in press*).

Foram avaliados os seguintes aspectos na EBL: intensidade da cor do traçado dos formantes (F) (10 Formante-F1, 20 Formante-F2, 30 Formante-F3 e 40 Formante-F4); intensidade da cor do traçado das altas frequências e de todo o espectrograma; definição dos F

(F1, F2, F3, F4); regularidade do traçado; presença de ruído nas frequências altas e em todo o espectrograma; largura de banda dos F (F1, F2, F3 e F4) (Valentim, Cortes & Gama, 2010; Cielo et al., 2015; Bastilha et al., *in press*).

Na EBE, foram avaliadas: intensidade da cor do traçado das altas frequências e de todo o espectrograma; presença de ruído entre os harmônicos nas frequências altas e em todo o espectrograma; definição de harmônicos; regularidade do traçado (Valentim et al., 2010; Cielo et al., 2015; Bastilha et al., *in press*).

Na avaliação da intensidade da cor do traçado (dos F, das altas frequências e em todo o espectrograma), foi avaliado o grau de escurecimento do traçado. O escurecimento poderia variar de preto (forte intensidade) a cinza claro (fraca intensidade) (Cielo et al., 2015; Bastilha et al., *in press*), e deveria ser classificado em forte, médio ou fraco. O ruído é visualizado no espectrograma como uma imagem sombreada ou pontilhada; conforme o grau de escurecimento do sombreado/pontilhado (Valentim et al., 2010; Cielo et al., 2015; Bastilha et al., *in press*), poderia ser classificado em presente, pouco presente ou ausente. A largura de banda dos F deveria ser classificada em aumentada, adequada ou reduzida. A definição dos F e dos harmônicos foi avaliada conforme sua visibilidade, demarcação e simetria (Cielo et al., 2015; Bastilha et al., *in press*), como definidos, pouco definidos ou ausentes. A regularidade do traçado está relacionada a sua continuidade e estabilidade (Cielo et al., 2015; Bastilha et al., *in press*) e poderia ser classificada em alta, média ou baixa.

A análise das imagens espectrográficas contou com a avaliação individual e independente de três fonoaudiólogas juízas com experiência na área de voz, que não participaram como autoras do estudo e que foram cegadas em relação aos objetivos da pesquisa, sendo informadas apenas sobre o sexo e a faixa etária do grupo (Cielo et al., 2015; Lima et al., 2016). As juízas receberam um DVD, no qual as imagens espectrográficas foram gravadas, sem o áudio da voz das voluntárias, a fim de evitar a influência da qualidade vocal auditiva sobre sua avaliação visual dos espectrogramas. Para fins de resultado, foi considerada a opinião predominante entre as juízas.

As imagens espectrográficas foram codificadas em números e 25% foram replicadas, a fim de verificar a confiabilidade intra e interavaliadoras através do coeficiente de *Kappa*. Consideraram-se os valores entre 0,8 e 1 como confiabilidade quase perfeita; 0,6 e 0,79, boa; 0,4 e 0,59, moderada; 0,2 e 0,39, regular; zero e 0,19, pobre; zero e -1, nenhuma confiabilidade. A confiabilidade intra-avaliadora foi de 0,367 para a juíza 1 (regular); 0,488 para a juíza 2 (moderada) e 0,61 para a juíza 3 (boa). A confiabilidade interavaliadoras foi de 0,382 (regular).

Após, foi calculado o Coeficiente de Correlação de *Spearman* para todas as variáveis. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$). Como todos os valores de ativação do músculo transverso do abdome foram iguais a 1 (satisfatório), não foi possível calcular a correlação.

3. Resultados

Na Tabela 1, estão expostos os resultados da correlação entre a EBL, a PEmáx e a ativação dos grupos musculares de mulheres adultas sem queixas vocais e sem afecções laríngeas. Houve correlação positiva significativa entre a PEmáx e a definição do F2 e entre as medidas de avaliação perineal e a regularidade do traçado espectrográfico; e correlação negativa significativa entre a largura do F2 e a ativação dos multífidos.

Tabela 1 - Correlação entre os aspectos da EBL, a PEmáx e a ativação dos grupos musculares avaliados.

| | | Ativação muscular | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | PEmáx. | Multífido | Períneo | Oxford | |
| Intensidade da cor do traçado | F1 | r = 0 p = ns | r = 0,0747 p = 0,8375 | r = -0,0761 p = 0,8346 | r = -0,0761 p = 0,8346 | |
| | F2 | r = 0,2315 p = 0,5199 | r = 0,5321 p = 0,1133 | r = 0,0691 p = 0,8496 | r = 0,0691 p = 0,8496 | |
| | F3 | r = -0,1021 p = 0,7790 | r = -0,0945 p = 0,7981 | r = 0,3849 p = 0,2720 | r = 0,3849 p = 0,2720 | |
| | F4 | r = -0,4082 p = 0,2414 | r = -0,1417 p = 0,6961 | r = 0,4811 p = 0,1591 | r = 0,4811 p = 0,1591 | |
| | nas altas frequências | r = -0,4082 p = 0,2414 | r = -0,1417 p = 0,6961 | r = 0,4811 p = 0,1591 | r = 0,4811 p = 0,1591 | |
| | em todo o espectrograma | r = 0,3043 p = 0,3926 | r = 0,4014 p = 0,2501 | r = 0,2941 p = 0,4095 | r = 0,2941 p = 0,4095 | |
| | Presença de ruído | em todo o espectrograma | r = 0,1667 p = 0,6454 | r = -0,5401 p = 0,1070 | r = -0,2750 p = 0,4419 | r = 0,4260 p = 0,2195 |
| | | nas altas frequências | não existe | não existe | não existe | não existe |

| | | | | | |
|--------------------------------|----|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Largura dos F | F1 | r = 0,3563 p = 0,3121 | r = -0,2474 p = 0,4906 | r = 0,2520 p = 0,4825 | r = 0,2520 p = 0,4825 |
| | F2 | r = 0,8165 p = 0,0039 | r = -0,6425 p = 0,0451* | r = -0,2694 p = 0,4515 | r = 0,2694 p = 0,4515 |
| | F3 | r = 0,2500 p = 0,4860 | r = 0,2315 p = 0,5199 | r = -0,0786 p = 0,8292 | r = -0,0786 p = 0,8292 |
| | F4 | r = 0,2722 p = 0,4468 | r = 0,5040 p = 0,1374 | r = -0,3208 p = 0,3662 | r = -0,3208 p = 0,3662 |
| Definição dos F | F1 | r = 0,6124 p = 0,0598 | r = 0,0945 p = 0,7921 | r = 0,0481 p = 0,8950 | r = 0,0481 p = 0,8950 |
| | F2 | r = 0,8165 p = 0,0039* | r = -0,1512 p = 0,6767 | r = -0,6158 p = 0,0579 | r = -0,6158 p = 0,0579 |
| | F3 | r = -0,1667 p = 0,6454 | r = 0,5401 p = 0,1070 | r = -0,0786 p = 0,8292 | r = 0,0786 p = 0,8292 |
| | F4 | r = 0,2722 p = 0,4468 | r = 0,5040 p = 0,1374 | r = -0,3208 p = 0,3662 | r = -0,3208 p = 0,3662 |
| Regularidade do traçado | | r = -0,3563 p = 0,3121 | r = 0,2474 p = 0,4906 | r = 0,7139 p = 0,0203* | r = 0,7139 p = 0,0203* |

*: Correlação de *Spearman* com valor de significância de 5%

Legenda: PEmáx.: pressão expiratória máxima; Multífido: ativação dos músculos multífidos; Períneo: ativação do músculo períneo avaliada através do perineômetro; Transverso: ativação do músculo transverso do abdome; *Oxford*: ativação da musculatura perineal através da escala de *Oxford*; F: formante; r: coeficiente de correlação; p: nível de significância; ns: valor de p sem significância.

Na Tabela 2, estão expostos os resultados da correlação entre a EBE, a PEmáx e a ativação dos grupos musculares de mulheres adultas sem queixas vocais e sem afecções laríngeas. Não houve resultados significantes.

Tabela 2 - Correlação entre os aspectos da EBE, a PEmáx e a ativação dos grupos musculares avaliados.

| | | Ativação muscular | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------|------------------|----------------|---------------|
| | | PEmáx. | Multífido | Períneo | Oxford |
| Intensidade da cor do traçado | nas altas | r = 0 | r = -0,5494 | r = 0,3873 | r = 0,3873 |
| | frequências | p = ns | p = 0,0999 | p = 0,2688 | p = 0,2688 |
| | em todo o | r = -0,2750 | r = -0,2219 | r = 0,6074 | r = 0,6074 |
| | espectrograma | p = 0,4419 | p = 0,5379 | p = 0,0625 | p = 0,0625 |
| Presença de ruído | em todo o | r = 0 | r = -0,5379 | r = 0,4260 | r = 0,4260 |
| | espectrograma | p = ns | p = 0,1087 | p = 0,2195 | p = 0,2195 |
| | nas altas | r = 0 | r = -0,1952 | r = -0,2236 | r = -0,2236 |
| | frequências | p = ns | p = 0,5889 | p = 0,5346 | p = 0,5346 |
| Definição dos harmônicos | | r = 0,5345 | r = -0,0825 | r = -0,2520 | r = -0,2520 |
| | | p = 0,1114 | p = 0,8208 | p = 0,4825 | p = 0,4825 |
| Regularidade do traçado | | r = -0,4082 | r = 0,1890 | r = 0,5774 | r = 0,5774 |
| | | p = 0,2414 | p = 0,6010 | p = 0,0804 | p = 0,0804 |

*: Correlação de *Spearman* com valor de significância de 5%

Legenda: PEmáx.: pressão expiratória máxima; Multífido: ativação dos músculos multífidoss; Períneo: ativação do músculo períneo avaliada através do perineômetro; *Oxford*: ativação da musculatura perineal segundo a escala de *Oxford*; r: coeficiente de correlação; p: nível de significância; ns: valor de p sem significância.

4. Discussão

Vozes normais tendem a apresentar um traçado espectrográfico regular e bem definido. O traçado irregular ocorre em vozes instáveis, roucas, soprosas e astênicas. Quebras de sonoridade ou variações de frequência levam a variações na espectrografia como um traçado harmônico irregular e presença de espaços falhos (Beber & Cielo, 2012; Cielo et al., 2015; Lima et al., 2016). No presente estudo, obteve-se correlação positiva significativa entre a regularidade do traçado na EBL e a ativação da musculatura perineal tanto na avaliação com o

perineômetro quanto pela escala de *Oxford* (Tabela 1). Tal resultado mostra que, quanto mais ativada essa musculatura, mais regular é o traçado da EBL. A regularidade do traçado espectrográfico é característica de uma voz com maior estabilidade, maior suporte e controle expiratório e adequadas condições de vibração das pregas vocais e ressonância adequada (Christmann, Scherer, Cielo & Hoffmann, 2013; Frigo et al., 2017; Bastilha et al., *in press*).

Durante a expiração, o diafragma sobe, reduzindo a pressão e facilitando a contração voluntária do assoalho pélvico, havendo sinergismo entre as musculaturas respiratória e pélvica. Em pesquisa realizada com dez mulheres, mediu-se a força dos músculos do períneo no momento das manobras de Pressões Respiratórias Máximas, sem solicitação verbal de contração voluntária do períneo. Verificou-se que a contração da musculatura ocorria como resposta sinérgica à contração dos músculos respiratórios devido ao aumento da pressão da cavidade abdominal e que a contração do períneo era maior durante as manobras de PEmáx. (Metering, Cruz, Takaki, & Carbone, 2014).

Além disso, a adequada expiração, com uso abdominal, facilita a sustentação e a estabilidade da emissão vocal, gerando um traçado espectrográfico mais regular. Quando há redução do suporte respiratório, a vibração das pregas vocais pode não ser mantida ou se alterar, gerando instabilidade, além de redução da pressão sonora e dos tempos máximos de fonação (Christmann et al., 2013; Frigo et al., 2017).

A literatura destaca que a intensidade do escurecimento do traçado espectrográfico se relaciona com a *loudness* vocal (sensação psicofísica do NPS) e com o NPS que dependem da pressão expiratória (Beber & Cielo, 2010; Behlau et al., 2013; Cielo et al., 2015; Lima et al., 2016).

Assim, a estabilidade vocal relaciona-se ao equilíbrio do NPS, ao fluxo aéreo pulmonar e ao adequado controle neuromuscular da laringe, articulação da fala e respiração (Cielo et al., 2015; Lima et al., 2016) e traduz-se num traçado espectrográfico mais regular.

Neste estudo, evidenciou-se correlação positiva significativa entre a PEmáx e a definição de F2 (Tabela 1). Na análise do traçado espectrográfico, a definição de F relaciona-se a maior projeção, ressonância e qualidade vocal que podem ser influenciadas pelo suporte expiratório. O apoio respiratório pode modificar as características espectrais, bem como a qualidade, extensão e dinâmica vocais (Behlau et al., 2013; Cielo et al., 2015).

Ainda, o multífido, músculo essencial à estabilidade do CFC, quando ativado corretamente pode influenciar a qualidade vocal como foi evidenciado pela correlação negativa significativa entre a sua ativação e a largura de F2 na EBL (Tabela 1), uma vez que a literatura aponta a existência de relação entre a largura de banda dos três primeiros F e a

presença de nasalidade (desequilíbrio ressonantal) e escape de ar à fonação (Magri, Stamado & Camargo, 2009; Bastilha et al., *in press*).

A voz, com adequado suporte respiratório, mostra diferentes características espectrográficas em relação ao NPS, máximo fluxo de ar e pressão subglótica do que a voz sem suporte (Côrtes & Gama, 2010; Cielo et al., 2015; Sundberg & Thalen, 2015; Tsai et al., 2016). Do ponto de vista da percepção, a voz com apoio respiratório está diretamente relacionada a um bom controle da emissão vocal (Gava Júnior, Ferreira, & Andrada e Silva, 2010; Traser et al., 2017).

O treinamento do apoio respiratório com seis profissionais da voz mostrou benefícios como o alívio das tensões laríngeas e melhora da qualidade da voz, beneficiando a saúde e a longevidade vocal (Gava Júnior et al., 2010). Quando se adquire melhor condição de respiração, observa-se maior potência, projeção e ressonância da voz (Gava Júnior et al., 2010; Sundberg & Thalen, 2015; Tsai et al., 2016; Traser et al., 2017).

Estudo, realizado com fonoaudiólogos e profissionais de canto, mostrou unanimidade entre os grupos estudados quanto à afirmação de que o apoio respiratório apresenta relação direta com o diafragma, mencionando-se a musculatura abdominal como fundamental nesse apoio (Gava Júnior et al., 2010). A regulação contínua dos músculos respiratórios na mudança dos volumes pulmonares pode ser referida como suporte respiratório ou apoio no canto (Traser et al., 2017).

A estabilidade da parede abdominal, além da sustentação das vísceras, promove a efetividade do diafragma durante a inspiração e a estabilidade dos músculos paravertebrais lombares auxilia na excursão diafragmática, pois suas inserções ocorrem nessa região vertebral. A atuação conjunta dos músculos paravertebrais e diafragma impede a elevação em bloco da caixa torácica e, portanto, a favorece ocorrência de ciclos respiratórios eficientes. Assim, a respiração afeta a estabilidade da coluna e, reciprocamente, a posição da coluna afeta a qualidade da respiração (Frigo & Braz, 2016).

Os músculos do CFC possibilitam, por meio de uma ação sinérgica dos músculos do assoalho pélvico e abdominais, maior estabilidade corporal (Valente et al., 2015; Frigo & Braz, 2016; Nunes, 2018; Pinto et al., 2018), influenciando positivamente a respiração (Frigo & Braz, 2016) e promovendo o apoio respiratório necessário à emissão vocal com qualidade.

Este estudo inédito evidenciou relações significativas entre variáveis relacionadas ao CFC e à respiração e às características espectrográficas da voz de um grupo de mulheres sem

queixas vocais ou afecções laríngeas, fomentando a interdisciplinaridade entre a Fonoaudiologia e a Fisioterapia.

Sugerem-se mais pesquisas, com maior número de sujeitos (uma limitação dessa pesquisa) e populações diferentes, enriquecendo os atuais resultados e produzindo mais evidências científicas.

5. Conclusão

No grupo de mulheres adultas sem queixas vocais e sem afecções laríngeas estudado, quanto mais ativada estava a musculatura perineal, maior foi a regularidade do traçado espectrográfico; quanto maior a PEmáx., maior foi a definição do F2; e quanto maior foi a ativação dos músculos multífidos, menor foi a largura de banda do F2. Tais achados evidenciam o papel positivo do CFC na qualidade vocal. Assim, estabeleceu-se relação entre a PEmáx. e a ativação dos músculos do CFC e as características vocais espectrográficas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. C. A. Cielo agradece o suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (*Grant* 301326/2017-7).

Referências

Bastilha, G.R., Pagliarin, K.C., & Cielo, C.A. (In press). Development and evidence of content validity of the Spectrographic Vocal Assessment Protocol (SVAP). *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.12.008>

Beber, B.C., & Cielo, C.A. (2010). Acoustic measurements of the glottal source of normal male voices. *Revista Pró-Fono de Atualização Científica*, 22(3), 299-304. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872010000300024>

Beber, B.C., & Cielo, C.A. (2012). Features of wide and narrow band spectrogram as for vocal emission of men with larynx without diseases. *Revista CEFAC*, 14(2), 290-297. doi: 10.1590/S1516-18462012005000008

Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P.A. (2013). Avaliação da voz. In: Behlau M. Voz - O livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter, 85-245.

Brasil, Ministério da Saúde (2007). I levantamento nacional sobre os padrões de consumo de álcool na população brasileira: Secretaria Nacional Antidrogas, 2007. Recuperado em 03/09/2019: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_padroes_consumo_alcool.pdf.

Christmann, M.K., Scherer, T.M., Cielo, C.A., & Hoffmann, C.F. (2013). Maximum phonation time of future professional voice users. *Revista CEFAC*, 15(3), 622-630. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462013005000019>

Cielo, C.A., Gonçalves, B.F.T., Lima, J.P.M., & Christmann, M.K. (2012). Laryngeal disorders, maximum phonation times and vital capacity in women with organofunctional dysphonia. *Revista CEFAC*, 14(3), 481-488. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462011005000126>

Cielo, C.A., Ribeiro, V.V.; Bastilha, G.R., & Schilling, N.O. (2015). Quality of life in voice, perceptual-auditory assessment and voice acoustic analysis of teachers with vocal complaints. *Audiology-Communication Research*, 20(2), 130-140. doi:10.1590/S2317-64312015000200001511

Côrtes, M.G., & Gama, A.C.C. (2010). Visual analysis of spectrographic parameters before and after dysphonia therapy. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 15(2), 243-249. <https://doi.org/10.1590/S1516-80342010000200016>

Frigo, L.F., & Braz, M.M. (2016). Evaluation of muscular activation of center of force for women nulliparous. *Cinergis*, 17(2), 102-107. http://docplayer.com.br/docview/59/43398561/#23_CINERGIS_02_2016.indd%3A.207428%3A20173

Frigo, L.F., Cielo, C.A., Lima, J.P.M., & Braz, M.M. (2017). Body power center, maximum phonation time and sound pressure of healthy women. *Audiology-Communication Research*, 22, e1685. doi:10.1590/2317-6431-2016-1685

Gava Júnior, W., Ferreira, L.P., & Andrada e Silva, M.A. (2010). Support and singing voice: Perspective of singing teachers and speech language pathologists. *Revista CEFAC*, 12(4): 551-62. doi:10.1590/S1516-18462010005000047

Goffi-Fynn, J.C., & Carroll, L.M. (2013). Collaboration and conquest: MTD as viewed by voice teacher (singing voice specialist) and speech-language pathologist. *Journal of Voice*, 27(3), 391.e9 - e14. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.12.009>

Lima, J.P.M., Cielo, C.A., & Christmann, M.K. (2016). Speech therapy with phonation into tubes in patients with vocal fold paralysis surgically medialized: A case study. *Revista CEFAC*, 18(6), 1466-1474. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201618619515>

Magri, A., Stamado, T., & Camargo, Z.A. (2009). Formant bandwidth influences in voice quality. *Revista CEFAC*, 11(2), 296-304. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462009005000010>

Metering, N.L., Cruz, F.C.A., Takaki, M.R., & Carbone, E.S.M. (2014). Pelvic floor effects of physical therapy techniques using respiratory mechanisms: A systematic review. *Revista Fisioterapia e Saúde Funcional*, 3(1), 23-32.

Nunes, E.F.C. (2018). Análise do tempo de resposta de contração dos músculos do assoalho pélvico provocado pela tosse entre mulheres continentas e com incontinência urinária de esforço (Tese de Doutorado), São Paulo (SP), Universidade Nove de Julho.

Pierce, J.R., Degroot, D.W., Grier, T.L., Hauret, K.G., Nindl, B.C., East, W.B., MCGurk, M.S., & Jones, B.H. (2017). Body mass index predicts selected physical fitness attributes but is not associated with performance on military relevant tasks in U.S. army soldiers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20 (Suppl4), s79-s84. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.08.021>

Pinto, F.R., Saraiva, A., Camatti, J.R., & Luz, C.S. (2018). Evaluation of abdomino-pelvic synergy during functional activities in nulphary women: case series. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, 8(1), 110-118. doi: 10.17267/2238-2704rpf.v8i1.1795

Porolnik, S., Braz, M.M., Padilha, J.F., & Seidel, E.J. (2015). Core and respiratory muscles activation in elderly women with and without stress urinary incontinence. *Revista Fisioterapia Brasil*, 16(2), 101-106.

Santana, P.V., Prina, E., Albuquerque, A.L.P., Carvalho, C.R.R., & Caruso, P. (2016). Identifying decreased diaphragmatic mobility and diaphragm thickening in interstitial lung disease: The utility of ultrasound imaging. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 42(2), 88-94. <https://dx.doi.org/10.1590%2FS1806-37562015000000266>

Siqueira, G.R., Alencar, G.G., Oliveira, N.K., & Leite, F.N.T.S. (2014). Efficacy of vertebral segmental stabilization in the increase of thophism of the multifidus and improvement of pain in individuals with lumbar disc herniation. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 22(1), 81-91.

Sousa, N.B., Mello, E.L., Ferreira, L.P., & Silva, M.A.A. (2015). Vocal projection concepts by classical singing teachers. *Revista Distúrbios da Comunicação*, 27(3), 520-529. doi: 10.1590/permusi20163307

Sundberg, J., & Thalen, M. (2015). Respiratory and acoustical differences between belt and neutral style of singing. *Journal of Voice*, 29(4), 418-425. doi: 10.1016/j.jvoice.2014.09.018.

Traser, L., Özen, A.C., Burk, F., Burdumy, M., Bock, M., Richter, B., & Echternach, M. (2017). Respiratory dynamics in phonation and breathing - A real-time MRI study. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 236, 69-77. doi: 10.1016/j.resp.2016.11.007

Tsai, Y.C., Huang, S.W., Che, W.C., Huang, Y.C., Liou, T.H., & Kuo, Y.C. (2016). The effects of expiratory muscle strength training on voice and associated factors in medical professionals with voice disorders. *Journal of Voice*, 30(6), 759.e21-759.e27. doi: 10.1016/j.jvoice.2015.09.012

Valente, M.G., Freire, A.B., Real, A.A., Pozzebon, N.M., & Braz, M.M., Hommerding, PX (2015). Effects of abdominal hypopressive gymnastics on the pelvic muscle in incontinent women. *Cinergis*, 16(4), 237-241. <https://dx.doi.org/10.17058/cinergis.v16i5.6471>

Valentim, A.F., Cortes, N.G., & Gama, A.C.C. (2010). Spectrographic analysis of the voice: Effect of visual training on the reliability of evaluation. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 15(3), 335-342. doi: 10.1590/S1516-80342010000300005

Veron, H.L., Antunes, A.G., Milanesi, J.M., & Correa, E.C.R. (2016). Implications of mouth breathing on the pulmonary function and respiratory muscles. *Revista CEFAC*, 18(1), 242-251. doi: 10.1590/1982-0216201618111915

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Letícia Fernandez Frigo – 40%

Melissa Medeiros Braz – 10%

Cláudio Timm Marques – 5%

Débora Bonesso Andriollo – 10%

Leila Susana Finger – 10%

Carla Aparecida Cielo – 25%