



## *ESTUDO DA FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL DA VOZ EM MULHERES JOVENS COM SÍNDROME PRÉ-MENSTRUAL\**

*Melissa Catrini Silva\*\**

*Noemi De Biase\*\*\**

### **Introdução**

Quando a corrente de ar que sai dos pulmões chega à laringe encontra as pregas vocais aduzidas, iniciando um conflito entre as forças da musculatura laríngea e o fluxo de ar (Maia, 1985). A pressão subglótica aumenta até vencer as forças que mantêm as pregas vocais fechadas e, ao fazê-lo, ocorre a passagem do ar pela região glótica. Com a passagem do ar, há formação de uma pressão negativa perpendicular ao fluxo aéreo, o efeito de Bernoulli, que, juntamente com

---

\* Pesquisa de Iniciação Científica com Bolsa Pesquisa CEPE – PUC-SP – março de 1999 a fevereiro de 2000. As autoras agradecem a colaboração de Sandra Madureira (doutora em Linguística, professora titular do Departamento de Linguística da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo) e de Mario Augusto Souza Fontes (professor assistente-mestre do Departamento de Linguística da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo).

\*\* Aluna de graduação do curso de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

\*\*\* Doutora em Medicina pela Universidade Federal de São Paulo, professora do curso de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

a força elástica dos tecidos, traz as pregas vocais de volta à linha mediana. Com novo aumento da pressão subglótica, inicia-se o próximo ciclo vibratório.

O movimento completo de abertura e fechamento das pregas vocais constitui um ciclo vibratório que resulta num processo físico de compressão e rarefação das moléculas de ar enquanto a glote abre e fecha. A velocidade de abertura e fechamento da glote determina a frequência fundamental ( $F_0$ ) da voz, a qual é expressa em Hertz ou ciclos por segundo. A  $F_0$  está relacionada à pressão subglótica e às características das pregas vocais como comprimento, espessura, tensão e massa (Scherer, 1995). Varia de acordo com a idade e o sexo, já que as próprias estruturas laríngeas são diferentes nos homens, mulheres e crianças.

Mudanças da voz associadas com hormônios sexuais são comumente encontradas na prática clínica (Sataloff et al., 1997). Os mais óbvios e profundos efeitos hormonais são fisiológicos e ocorrem no tempo da puberdade, em que alterações nas dimensões laríngeas provocam o abaixamento do tom da voz masculina em aproximadamente uma oitava e feminina em algumas notas.

No século XV era comum a castração de meninos entre 7 e 8 anos (antes dos sinais da puberdade, portanto) para manter a beleza da voz feminina no coro das capelas, porém sem a presença dessa. É ambígua, pois vem de um corpo masculino que nunca foi influenciado pela testosterona e conseqüentemente não apresenta as características típicas da voz masculina (Abitbol et al., 1999).

No sexo feminino ocorrem alterações hormonais durante o ciclo menstrual que, segundo Sataloff et al. (1997), determinam mudanças na voz associadas ao período do ciclo, embora estas sejam difíceis de quantificar. A primeira fase do ciclo é denominada estrogênica (ou folicular), em que a hipófise secreta o hormônio folículo estimulante (FSH), que promove o crescimento do folículo primário e a produção de estrógeno, que por sua vez promove a proliferação do endométrio com o crescimento de glândulas e vasos. Esta etapa dura aproximadamente a primeira metade do ciclo e é também conhecida como fase proliferativa. O nível crescente de estrogênio influi negativamente na liberação do FSH e positivamente na liberação do LH (hormônio luteinizante). Por volta do 14º dia do ciclo ocorre o pico de secreção de LH, que provoca a ovulação. Após a mesma o folículo se diferencia em corpo amarelo, o qual produz progesterona, sendo esta fase conhecida como progesterônica ou secretora. Não havendo fe-

cundação a produção de progesterona cessa, o corpo lúteo não evolui e o endométrio se descama, o que constitui a menstruação.

É comum a ocorrência de alterações físicas, psíquicas ou comportamentais no período pré-menstrual, que caracterizam a Síndrome Pré-menstrual (SPM); Diegoli et al. (1994) encontraram incidência de 35% desta síndrome em estudo realizado no Hospital das Clínicas de São Paulo, sendo os sintomas mais freqüentes dismenorréia, irritabilidade, cefaléia, depressão e mastalgia. Além destes sintomas são relatados ingurgitamento mamário, fadiga, aumento do apetite, nervosismo, dificuldade de concentração, incoordenação motora e alterações da libido (Resener et al., 1991).

O impacto hormonal se dá não somente sobre o trato genital, mas também sobre as mucosas, os músculos, os tecidos ósseos, a laringe e o córtex cerebral (Abitbol et al., 1999). Este autor, em estudo com 97 mulheres, profissionais da voz apresentando disfonia pré-menstrual, referiu-se à ação da progesterona e do estrogênio sobre os músculos e a mucosa do complexo vocal e seus efeitos vascular, secretor, energético e sobre a hidratação. Segundo o autor, um terço das mulheres sofre com a síndrome vocal pré-menstrual, caracterizada por fadiga vocal, diminuição de alcance, com perda de tons agudos, aspereza da voz e perda do poder vocal, além de edema e congestão das pregas vocais.

Davis e Davis (1993), em estudo sobre os efeitos da SPM em cantoras, descrevem os diversos sintomas vocais e gerais que ocorrem neste período. Os distúrbios laríngeos mais freqüentes são rouquidão, hemorragia, edema e hipermia das pregas vocais; observaram também congestão nasal e aumento da susceptibilidade a alergias, com repercussão na respiração; desordens auditivas, geralmente hipersensibilidade a volume, do metabolismo com mudança no apetite e peso; outros sintomas relativos a desordens psicológicas e neurológicas são também relacionados a este período do ciclo.

Há muitos relatos de casos de profissionais da voz, principalmente cantoras líricas (Frable, 1961; Brodnitz, 1971), que tornam-se roucas durante o período pré-menstrual, talvez como resultado, segundo os mesmos autores, de edemas aumentando irregularmente a massa das pregas vocais. Sataloff et al. (1997) mencionam que, embora muitos autores e médicos estejam mais impressionados com

as mudanças da voz no período pré-menstrual que com aquelas ocorridas no meio do ciclo, estas podem ser mais pronunciadas no período da ovulação.

A atividade da progesterona e do estrogênio no período pré-menstrual causa vasodilatação pelo relaxamento dos músculos lisos, aumentando o volume de sangue e resultando em edema de prega vocal (Sataloff et al., 1997). Além disso, os níveis elevados desses hormônios determinam retenção de sódio e água (Halbe, 1981) e, assim, a variação destes pode modificar a hidratação das pregas vocais, o que poderia acarretar variação na Fo, conforme o período do ciclo menstrual.

Nosso objetivo é o estudo da Fo da voz em mulheres de 20 a 40 anos de idade, que apresentam ciclos menstruais regulares e sintomas característicos de SPM, nos períodos pré-menstrual, menstrual e meio do ciclo.

### **Material e método**

Foram selecionadas ao acaso dez mulheres que apresentavam regularidade menstrual e que não se utilizavam de anticoncepcionais orais. As mulheres não faziam uso profissional da voz, não apresentavam queixa alguma em relação à mesma e a idade variou de 20 a 25 anos. Todas relataram sintomas associados à SPM, ou seja, sofrer com fortes cólicas, dores nas mamas e de cabeça, inchaço das mamas, mudança de humor, nervosismo ou depressão no período pré-menstrual (Resener et al., 1991; Diegoli et al., 1994).

As medidas de Fo foram realizadas 2 a 3 dias antes da menstruação, 2º ou 3º dia de menstruação e por volta do 14º dia do ciclo, por meio da emissão sustentada da vogal /a/ em intensidade e altura habituais da pessoa. As emissões foram gravadas em fita e gravador DAT (Digital Audio Tape) da marca Sony, modelo TDC-D8, frequência de 44.1 kHz, padrão CD e com microfone audio-tchenica ATM-25, unidirecional, posicionado a 30 cm da boca. As gravações foram realizadas no estúdio de rádio da Faculdade de Jornalismo da PUC-SP, em cabina com isolamento acústico e sempre no período da tarde para excluir possíveis variações relativas ao ciclo circadiano do cortisol. O ciclo circadiano é o ritmo biológico próprio a cada espécie, controlado pelo hipotálamo. A luz é o principal fator de influência sobre ele, alterando o sono e a vigília. Conforme o momento do dia vão sendo produzidas alterações nas funções biológicas como

respiração, circulação, digestão e secreções endócrinas. A secreção do cortisol pelas adrenais varia com um máximo no amanhecer, por volta de 6 horas, e modifica-se horas antes do despertar, diminuindo a níveis baixos durante a tarde e atingindo o mínimo ao redor de 18 horas. Este hormônio interfere com o metabolismo proteico, de hidratos de carbono, gorduras, no aparelho digestivo, sistema imunológico, entre outros, bem como no metabolismo da água por sua ação sobre os eletrólitos, em especial o sódio, acarretando retenção hídrica e expansão do líquido extracelular (Houssay, 1974). Dessa forma o estado de hidratação dos tecidos modifica-se em função deste ciclo circadiano, sendo maior no final da manhã e mais baixo no fim da tarde (Ormezano e Elbaz, 1991), o que explica nosso cuidado em realizar as gravações sempre no mesmo horário.

Após a digitalização das 30 gravações, as frequências fundamentais foram obtidas no Laboratório Integrado de Análise Acústica da PUC-SP, sendo utilizado o programa CSRE 45 da Avaaz Comporation, dentro do processo Cepstrum de análise da onda sonora e com *overlap* de 60%. A média das frequências fundamentais de um intervalo de 1.500 ms do material analisado foi extraída por meio do programa Microsoft Excel.

Os valores obtidos foram submetidos a análise estatística para comparar as Fo nos três períodos do ciclo menstrual, por meio do teste de Friedman (Siegel, 1975), com nível de significância de 5%. O teste de Friedman é um teste não paramétrico, indicado quando se quer comparar três ou mais grupos de informações quantitativas de amostras pareadas e não se deseja assumir suposições acerca das amostras analisadas.

## Resultados

Os resultados são apresentados em forma de tabela e, abaixo desta tabela, a análise estatística. Na tabela 1, são apresentados os valores das frequências fundamentais nos três períodos do ciclo menstrual em que foram obtidos para cada mulher participante do nosso estudo.

**Tabela 1.** Médias das Fo em Hertz, obtidas de cada mulher nos períodos pré-menstrual, menstrual, e meio de ciclo.

Identificação	Pré-menstrual	Menstrual	Meio do Ciclo
1	219,34	219,09	213,59
2	203,78	200,52	217,87
3	204,62	205,88	202,29
4	216,84	201,59	204,85
5	210,94	197,48	204,97
6	191,23	201,11	192,44
7	209,16	201,53	203,92
8	203,01	188,64	190,11
9	213,07	196,28	205,86
10	227,52	219,89	211,93
Média	209,95	203,20	204,78
Desvio-padrão	10,11	9,71	8,66

Teste de Friedman

Valor crítico a 5%: 0,05

Valor obtido: 0,0608 , não significante

## Discussão

As mudanças na Fo relacionam-se a vários fatores e refletem a contribuição da atividade muscular, da pressão subglótica, da resistência glótica e da viscosidade dos tecidos da prega vocal, especialmente da cobertura (Colton e Woo, 1995).

Em nosso estudo obtivemos valores de Fo que variaram muito pouco, não indicando assim mudança nos parâmetros determinantes da frequência fundamental nos três períodos estudados. A análise estatística dos dados mostrou que não há diferença significativa entre os valores de Fo obtidos nos períodos pré-menstrual, menstrual e meio do ciclo.

Silverman e Zimmer (1978) estudaram a presença de rouquidão no período pré-menstrual e na ovulação. Para isso analisaram acusticamente a emissão sustentada de três vogais (/a/, /i/, /u/) quanto à presença de rouquidão e aos valores de frequência fundamental, já que a primeira pode estar associada com o abaixamento da Fo. Os resultados com relação à Fo indicaram não haver essencial

diferença entre a  $F_0$  na ovulação (em média 217 Hz) e no período pré-menstrual (216 Hz), ou seja, a diferença entre elas não foi estatisticamente significativa. Nossos resultados são semelhantes aos encontrados pelos autores, com médias próximas às obtidas por eles e sem diferenças significativas entre os grupos nos três períodos observados. Valor próximo a estes foi obtido por nós também no período menstrual e sem diferença significativa de acordo com a análise estatística.

Higgins e Saxman (1989) também citam, em pesquisa sobre variações na frequência de perturbação vocal durante o ciclo menstrual, que parece não haver diferença significativa entre a frequência fundamental no período pré-menstrual comparada a outras fases do ciclo menstrual em mulheres com ou sem treino vocal. Embora os autores façam referência à  $F_0$ , esta não é descrita, pois o estudo visava apenas a modificações no *jitter*.

Ao contrário, Frable (1961) sugere que a influência dos hormônios femininos durante o ciclo menstrual traz alterações na voz, como consequência de edemas nas pregas vocais, que aumentariam sua massa, mas também não estudou a  $F_0$  neste período. É sabido que mudanças tanto na massa como no comprimento das pregas vocais refletem-se nos valores da frequência fundamental. É o que ocorre, por exemplo, na muda vocal, quando, sob a ação dos hormônios sexuais, há o aumento desigual do comprimento e da massa das pregas vocais das crianças, que culmina na diferença dos valores de  $F_0$  conforme o sexo, nos homens ao redor de 130 Hz e nas mulheres de 230 Hz.

Sataloff (1997) e Abitbol (1999) referem-se a uma disfonia pré-menstrual causada pela ação do estrogênio e da progesterona sobre as pregas vocais resultando em edema e retenção hídrica, entre outros. As dez mulheres que participaram de nossa pesquisa relataram sintomas característicos da Síndrome de Tensão Pré-menstrual (SPM), como fortes cólicas, dor nos seios e na cabeça, inchaço dos seios, mudança de humor, nervosismo ou depressão. No entanto nenhuma mencionou sentir qualquer mudança na voz durante o período, não configurando assim uma disfonia pré-menstrual como a descrita pelos autores.

A maioria dos casos relatados na literatura apresentando variação da voz refere-se a profissionais da voz, principalmente cantoras, as quais queixam-se freqüentemente da diferença no alcance e na qualidade dos agudos. Por isso as

casas de ópera européias permitem às cantoras se abster da performance durante os dias antecedentes à menstruação e no primeiro dia da mesma (Brodnitz, 1971; Davis e Davis, 1993; Abitbol et al., 1999).

Davis e Davis (1993), em estudo sobre os efeitos da SPM em cantoras, descrevem os diversos sintomas vocais e gerais que levam a uma performance insatisfatória. Distúrbios laríngeos como rouquidão, hemorragia, edema e vermelhidão das pregas vocais; distúrbios respiratórios causados por desordens nasais tais como congestão nasal e aumento da suscetibilidade a alergias; desordens auditivas como hipersensibilidade a volume; desordens oftalmológicas, do metabolismo, apetite e peso; fadiga pré-menstrual e desordens psicológicas e neurológicas são reconhecidos por otorrinolaringologistas e especialistas da voz como aspectos que podem afetar o desempenho de cantoras durante o ciclo menstrual. Para a população em geral muitas dessas mudanças são insignificantes, porém para as cantoras, cujo instrumento de trabalho é a própria voz, pequenas variações, muitas vezes imperceptíveis até para os ouvintes, podem afetar sua atuação. No entanto, em seu estudo, os autores não mencionam dados a respeito da Fo.

Ormezzano e Elbaz (1991), em estudo com nove homens e nove mulheres, não conseguiram estabelecer correlação entre a variação da hidratação tecidual observada no decorrer do dia, conseqüente ao ritmo circadiano do cortisol, e Fo da voz. Os autores encontraram diminuição da hidratação traduzida pela diminuição da circunferência do dedo no decorrer do dia, que, no entanto, não foi acompanhada pela correspondente variação da Fo. Os autores esperavam que a diminuição da hidratação fosse acompanhada do aumento da Fo.

Resener, De Sá e Dos Santos (1991) estudaram a variação do teor de água corporal durante o ciclo menstrual em mulheres normais e em pacientes com SPM. O grupo de normais não mostrou diferença significativa entre as fases do ciclo; ao contrário, as pacientes com SPM apresentaram níveis significativamente mais elevados de água corporal no final da fase lútea. Embora todas as mulheres de nosso estudo apresentassem algum tipo de queixa relacionada à SPM, tal fato não se traduziu em modificação na mucosa das pregas vocais suficiente para provocar variação significativa da Fo.

As proteínas intersticiais presentes na lâmina própria da prega vocal, em especial o ácido hialurônico, o proteoglicano encontrado em maior quantidade,



encontram-se ligadas a moléculas de água por possuírem muitos radicais hidrófilos. Dessa forma, a maior parte da água presente na lâmina própria da prega vocal não se encontra livre na matriz extracelular, mas ligada a estas macromoléculas (Gray et al.,1999). Tal fato poderia explicar, em parte, por que a modificação do estado de hidratação conseqüente às variações hormonais, tanto do cortisol como dos hormônios sexuais, não se manifesta com a variação da Fo. É possível que a mudança não se traduza por edema significativo nas pregas vocais e por isso apenas pequenas variações são notadas, principalmente no alcance dos agudos e em particular pelos próprios cantores. É provavelmente também esse o motivo pelo qual não há modificação do quadro no edema de Reinke com a utilização de diuréticos, que provocam a diminuição da água corporal mas não interferem com a quantidade de macromoléculas na lâmina própria da prega vocal. Assim, mesmo a laringe sendo também um órgão “alvo” dos hormônios ovarianos, a retenção hídrica e o edema provocados por eles no organismo no período pré-menstrual não implica uma modificação da frequência fundamental.

### **Conclusão**

Do estudo da Fo da voz em mulheres de 20 a 40 anos, com ciclos menstruais regulares e sintomas associados à Síndrome Pré-menstrual, podemos concluir que não houve diferença significativa nos valores da Fo obtidos nos períodos pré-menstrual, menstrual e meio do ciclo.

### **Resumo**

*No sexo feminino ocorrem mudanças nos níveis hormonais durante o ciclo menstrual que provocam modificações nos tecidos como a retenção hídrica no período pré-menstrual que pode determinar mudanças na voz, geralmente em pacientes com Síndrome Pré-menstrual (SPM). A frequência fundamental (Fo) da voz pode variar conforme a hidratação das pregas vocais. Realizamos o estudo da Fo da voz em 10 mulheres jovens com SPM, nos períodos menstrual, pré-menstrual e meio do ciclo. Suas vozes foram gravadas durante a emissão sustentada da vogal “a” 2 a 3 dias antes da menstruação, no 2º ou 3º dia de menstruação e no meio do*

ciclo. As medidas da *Fo* foram extraídas pelo programa CSRE-45. A análise estatística dos dados obtidos não mostrou diferença significativa entre os valores de *Fo* nos três períodos estudados.

**Palavras-chave:** voz, síndrome pré-menstrual, frequência fundamental.

### Abstract

Women present changes in the hormonal levels during the menstrual period that cause changes in the tissues. These, in turn, can determine changes in the voice, usually in patients with premenstrual syndrome (PMS). The fundamental frequency (*Fo*) of the voice can vary according to the vocal fold hydration. 10 young women with regular menstrual cycles and PMS were selected and their voice *Fo* was studied in the menstrual and premenstrual periods and in the middle of the cycle. Their voices were recorded during the vocal emission of the vowel "a" 2 or 3 days before and after menstruation, and at the middle of the cycle. The *Fo* measures were extracted by the CSRE-45 program. The statistical analysis of the data did not show a significant difference between the *Fo* values in the three studied periods.

**Key-words:** voice, premenstrual syndrome, fundamental frequency.

### Referências bibliográficas

- ABITBOL, J.; ABITBOL, P. e ABITBOL, B. (1999). Sex Hormones and the Female Voice, *J Voice*, 13 (3), pp. 424-46.
- BRODNITZ, F. S. (1971). Hormones and the Human Voice, *Bull. N. Y. Acad. Med*, 47 (2), pp. 183-91.
- COLTON, R. H e WOO, P. (1995). Measuring vocal function. In: RUBIN, J. S.; SATALOFF, R. T.; KOROVIN, G. S. e GOULD, W. J. *Diagnosis and treatment of voice disorders*. Nova York, Ygaku-shoin, pp. 290-315.
- DAVIS, C. B. e DAVIS, M. L. (1993). The effects of Premenstrual Syndrome (PMS) on the female singer. *Jf Voice* , 7 (4 ), pp. 337-353.
- DIEGOLI, M. S. C; FONSECA, A. M.; DIEGOLI, C. A; HALBE, H. W.; BAGNOLI, V. B. e PINOTTI, J. A. (1994). Síndrome Pré-menstrual: estudo

- da incidência e variações sintomatológicas. *Rev. Ginecol. Obstet.*, 5(4), pp. 238-42.
- FRABLE, M. A. S. (1961). Hoarseness, a symptom of premenstrual tension. *Arch. Otolaryng.*, 75, pp. 66-8,.
- GRAY, S. D.; TITZE, I.R.; CHAN, R. e HAMMOND, T. H. (1999). Vocal proteoglycans and their influence on biomechanics. *Laryngoscope*, 109: 845-54, 1999.
- HALBE, H. W. (1981). Progestogênios. In:\_\_\_\_\_. *Ginecologia Endócrina 1*. São Paulo, pp. 107-112.
- HIGGINS, M. B. e SAXMAN, J. H. (1989). Variations in vocal frequency perturbation across the menstrual cycle. *J Voice*, 3 (3), pp. 233-43.
- HOUSSAY, B. A. (1974). Suprarrenales. *Fisiologia Humana*. 4ª ed. Buenos Aires, El Atheneo, pp. 734-65.
- MAIA, E. M. (1985). *No reino da fala – a linguagem e seus sons*. São Paulo, Ática.
- ORMEZZANO, Y. e ELBAZ, P. (1991). Évaluation de la Fréquence Fondamentale de la voix au cours de la journée. *Ann. Oto-Laryng.*, 108, pp. 472-76.
- RESENER, E. V.; SÁ, M. F. S. e SANTOS, J. E. (1991). Variações do teor corporal de água durante o ciclo menstrual em pacientes com síndrome pré-menstrual. *Reprodução*, 6(2), pp. 89-99.
- SATALOFF, R. T.; EMERICH, K. A. e HOOVER, C. A. . Endocrin dysfunction. In: SATALOFF, R. T. (1997). *Professional voice: the science and art of clinical care*. 2 ed. San Diego, Singular Publishing Group, pp. 291-7.
- SCHERER, R. C. (1995). Laryngeal function during phonation. In: RUBIN JS; SATALOFF, R. T.; KOROVIN, G. S. e GOULD, W. J. *Diagnosis and Treatment of Voice Disorders*. Nova York, Ygaku-shoin, pp. 86-104.
- SIEGEL, S. (1975). *Estatística não paramétrica (Para as ciências do Comportamento)*. São Paulo, McGraw-Hill.
- SILVERMAN, E. e ZIMMER, C. H. (1978). Effect of the menstrual cycle on voice quality. *Arch. Otolaryngol.*, 104, pp. 7-10.