

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**FONOARTICULAÇÃO E TRAÇOS SUPRASEGMENTAIS DE ADOLESCENTES  
NAS FASES FOLICULAR E LUTEAL DOS CICLOS MENSTRUAIS**

**ELISÉA MARIA MEURER**

Orientador: Prof. Dr. Edison Capp  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Helena Von Eye Corleta

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Medicina: Ciências Médicas, UFRGS, como requisito  
para obtenção do título de Doutor

Porto Alegre, dezembro de 2005.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Meurer, Eliséa Maria

M598f

Fonoarticulação e Traços Suprasegmentais de Adolescentes nas Fases Folicular e Luteal dos Ciclos Menstruais / Eliséa Maria Meurer. Porto Alegre: UFRGS, 2005

116 f.:il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas

Orientador: Edison Capp

*... a cultura não está nos livros, neles nós estudamos as  
tradições e, para interpretá-las é preciso viver ...*

*Antonio Gades*

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho tornou-se possível com as participações de muitos colaboradores. Agradeço a todos e, em especial, refiro-me a pessoas com quem contatei em locais como:

- Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas: coordenação, professores, funcionários e colegas;

- Hospital de Clínicas de Porto Alegre: Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação, Fundo de Incentivo a Pesquisa, Departamento de Engenharia, Ambulatório de Ginecologia, médicos, residentes, funcionários, voluntárias;

- Laboratório de Endocrinologia Molecular e Neuroendocrinologia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Fisiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: coordenadores, colegas e funcionários.

De modo particular, agradeço ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Edison Capp, com quem há mais de dez anos tenho o privilégio de trilhar o desenvolvimento científico, o que, sem dúvidas, também repercute para a minha atuação profissional.

Sou grata, ainda, à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Helena von Eye Corleta, co-orientadora desta tese; as componentes da minha banca Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Irene Queiroz Marchesan, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Celeste Osório Wender; Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriane Teixeira e; suplente, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriane Galão. Acrescento agradecimentos a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilma Simoni Brum da Silva; Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Mattos (*in memoriam*); Prof. Dr. Luiz Kurchaski, Prof. Gilson Mottola, colegas Débora, Antonio e Rafael, pesquisadas.

Francisco, familiares e amigos também foram essenciais para o alcance desta meta e, a eles também expressei minha gratidão.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	6
INTRODUÇÃO .....	7
CICLO MENSTRUAL .....	9
ELEMENTOS BÁSICOS DA FONOARTICULAÇÃO.....	11
Mecânica ventilatória na fonoarticulação .....	12
Fonação.....	13
Ressonância .....	14
Articulação .....	15
ORGANIZAÇÃO DA FALA.....	17
INFLUÊNCIAS HORMONAIS SOBRE HABILIDADES EXPRESSIVAS .....	19
FONOARTICULAÇÃO E FONÉTICA ACÚSTICA.....	22
JUSTIFICATIVA .....	25
OBJETIVOS .....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27
ARTIGO 1 EM PORTUGUÊS.....	40
ARTIGO 1 EM INGLÊS .....	60
ARTIGO 2 EM PORTUGUÊS.....	80
ARTIGO 2 EM INGLÊS .....	100

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Registro acústico do tom de base ou freqüência fundamental da voz na vogal /A/ prolongada e emitida em monotom .....22
- Figura 2. Registro acústico de intensidade, velocidade e ritmo na diadococinesia /PA TA KA/ .....23
- Figura 3. Registro acústico dos segundos formantes de /IU/ repetidos .....24
- Figura 4. Registro acústico de modulações vocais, velocidade, duração de emissões sonoras, de pausas, ritmo e variações .....24

## INTRODUÇÃO

A adolescência é uma fase psico-social-biológica, na qual o desenvolvimento de características sexuais possibilita o alcance da capacidade reprodutiva e o surgimento de variações nas habilidades motoras da expressão verbal. Esta produção motora verbal depende da integração entre processos periféricos como fluxo expiratório, vibração de pregas vocais, movimentação de esfíncter velofaríngeo, língua, lábios e bochechas (1).

Ela decorre também de interações entre o córtex motor primário, secundário, frontal, gânglios da base, cerebelo, trato córtico-bulbar, pares cranianos. Está inter-relacionada com músculos craniais, orais e cervicais predominantemente estriados e sensores multimodais (2,3).

Falantes esclarecem suas mensagens com variações de acentuações, de entonações vocais, de janturas ou pausas que delimitam palavras e frases, de velocidade, ritmo e variações, nas verbalizações (4-8). As propriedades sonoras destas emissões, estudadas na fonética acústica, informam sobre o desenvolvimento dos órgãos fonoarticuladores e o controle motor da fala (1)

Na fonoarticulação, o trato laringo-faringo-oral-nasal está diretamente relacionado com as propriedades acústicas do som em produção, mas os movimentos de fala parecem depender mais de um planejamento e controle cortical e neuromuscular para que os sons sejam colocados no padrão, contexto e ênfases das verbalizações (1). Estudos das influências hormonais sobre processos



periféricos utilizados na emissão da voz referem-se principalmente à laringe, afetada por hormônios sexuais na morfologia, histologia e função (9).

Os parâmetros temporais da fala como ritmo, velocidade e fluência são mais abordados pela relação de concentrações de estrogênio. Desta forma, foi assinalado que efeitos secundários de estrogênios influenciam no controle motor fino da fala, fluência, humor, agressividade, comportamento, concentração, alerta mental, bem estar em mulheres (10-16).

No ciclo vital, os abaixamentos vocais femininos, permanentes ou temporários, ocorrem na muda vocal (9,17,18), em fases pré-menstruais (19,20), na gestação (18,21) e, na pós-menopausa (17,22). Estes abaixamentos podem ainda ocorrer com o uso de alguns tipos de contraceptivos orais (23,24) em disfunções androgênicas (25), ou como efeitos de medicações como anti-hipertensivos, anticonvulsivantes, antidepressivos, antialérgicos, antiácidos (26). Reposições hormonais pós-menopausa podem ocasionar abaixamento vocal ou retorno a padrões vocais anteriores a menopausa (17).

## CICLO MENSTRUAL

No ciclo vital feminino, as mudanças físicas e biológicas que ocorrem durante a puberdade, estão relacionadas com o desenvolvimento de características sexuais primárias (fertilidade) e, secundárias (corporais e comportamentais). A adolescência, segundo a Organização Mundial da Saúde, é o período entre 10 e 19 anos de idade (27).

As mulheres começam a menstruar (menarca) em torno de 12 anos e esta condição decorre do aumento significativo na produção de esteróides pelos ovários. Na fase reprodutiva, é a interação dinâmica entre hipotálamo-hipófise-ovários e trato genital, que determina ciclos menstruais com periodicidade em torno de 4 semanas (28,29). A duração destes ciclos depende do tempo necessário para a maturação folicular, em torno de 10 a 16 dias e, da duração funcional do corpo lúteo, permitindo que a capacidade reprodutiva seja cíclica. Assim, a ovulação ocorre 14 dias antes do início da menstruação. A ovulação divide o ciclo menstrual em uma fase folicular (1ª parte do ciclo, de duração variável, com predomínio da secreção de estrogênio) e uma fase lútea (2ª parte do ciclo, com duração, em média, de 14 dias, com predomínio da secreção de progesterona).

O hipotálamo, localizado na parte basal do diencéfalo é responsável pela secreção pulsátil do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH). Este hormônio, entre outros, atua sobre a hipófise através do sistema porta-hipofisário. A hipófise, localizada na sela túrcica, produz e secreta os hormônios folículo-estimulante (FSH), o luteinizante (LH) e a prolactina. A produção de estrogênio e progesterona pelos

ovários influencia a regulação do ciclo menstrual pela liberação de FSH e LH através de retro-alimentação positiva e negativa (30).

Por ação do GnRH ocorre liberação de FSH e este influencia o desenvolvimento de folículos ovarianos. Um dos folículos recrutados se torna dominante e após o pico de LH rompe liberando o óvulo. O aumento das concentrações de estrogênio estimula a secreção de GnRH e liberação de LH e, este estimula a produção da progesterona e a ovulação. A ovulação ocorre em torno de 12 horas depois que a produção de LH chegou ao pico. O óvulo é captado pelas fímbrias da trompa de falópio e deslocado em direção à cavidade uterina. O folículo rompido no ovário se transforma no corpo lúteo. O corpo lúteo produz progesterona e é responsável pela manutenção inicial da gestação, função que depois é assumida pela placenta. Na ausência da fecundação, não há nidação/gestação e ocorre sangramento (31).

A maior regularidade de duração dos ciclos menstruais entre os 20 e 30 anos indica o melhor período da capacidade reprodutiva. Dos 30 aos 40 anos há uma tendência de redução de 1/10 dia por ano na duração dos ciclos menstruais (32). A menopausa é a última menstruação, ocorre devido a falência ovariana e evidencia o fim da fertilidade feminina. A pós-menopausa foi definida como o período ocorrido após a última menstruação, sem discriminar se foi espontânea ou induzida (33).

## **ELEMENTOS BÁSICOS DA FONOARTICULAÇÃO**

Estímulos táteis, auditivos, visuais, pressóricos e volitivos podem desencadear a expressão verbal. Para a fonoarticulação ocorre sincronia entre processos como o cortical, endócrino, respiratório, digestório, auditivo.

Na execução motora da expressão verbal, ou fonoarticulação, participam estruturas dos hemisférios cerebrais e, entre estas, encontram-se a área de Broca, área motora pré-central e área de Penfield (34-37). A área de Wernicke está relacionada com a compreensão da linguagem e o hipotálamo regula reações emocionais, principalmente através da respiração e, em menor grau, controlando a articulação e, ainda, a voz (38,39).

Duas das funções que ocorrem no córtex pré-frontal ou de associação consistem na integração da informação sensorial e no planejamento de movimentos. Representações diferenciadas de partes corporais nas áreas corticais de músicos em relação a não músicos demonstraram o papel das experiências individuais e dos usos funcionais desenvolvidos durante a vida, da mesma forma que estudos sobre bases biológicas da orientação sexual constataram diferenciações em estruturas do sistema nervoso central (SNC), como o hipotálamo (40). O córtex pré-frontal, relacionado com a memória denominada como de trabalho, possibilita a execução de conversações, repetição de séries de números e dirigir carros.

O corpo estriado é o local de chegada de impulsos corticais e saída de impulsos integradores do programa motor pré-existente. Na execução verbal, ele promove ação sobre o centro respiratório bulbar, depois sobre o núcleo motor do

vago que produz a fonação e, na seqüência, determina a articulação da voz pelo sistema estomatognático através de modificações de impedância. Esta consiste na resistência que o fluxo aéreo sonorizado encontra ao atravessar a cavidade oral (39).

Durante a fala, o cerebelo tem papel na sinergia de movimentos alternados e rápidos e na coordenação muscular fina. Possui centros motores auditivos, táteis e visuais corticais e subcorticais que projetam-se para áreas similares do cérebro e voltam a projetar-se para regiões cerebelosas correspondentes. Da mesma forma, interage com fibras cortico-bulbares no controle motor preciso e rápido requerido para a produção da fala (2).

### **Mecânica ventilatória na fonoarticulação**

Os processos respiratórios utilizados para a fala são controlados pelo trato cortico-espinhal lateral e o suprimento nervoso é feito pelos nervos cervicais de 1 até 7 e os nervos torácicos de 1 até 12 (41). De forma dinâmica, nas respirações para a fala ocorre controle cortical do processo em contraposição ao controle bulbar das respirações vegetativas, transição das inspirações basicamente nasais no repouso para nasais e bucais na fala. O tempo inspiratório mais longo que o expiratório dos ciclos de repouso é adaptado para uma fase inspiratória curta, rápida, e expiração prolongada, lenta e sonorizada.

Dos 12 a 18 ciclos médios por minuto em situação de repouso respiratório, tem-se em torno de 18 a 21 segundos em apenas um tempo expiratório máximo de

fonação, este medido em mulheres paulistas. Na fala habitual, é utilizado um terço deste valor para produzir em torno de 180 palavras por minuto, aparentemente em qualquer idioma (42).

Em relação ao volume corrente de repouso respiratório médio de 500 mL, na execução da fala ocorre aumento do fluxo expiratório para mais de 1 litro (39). No canto de ópera, pode alcançar mais de 3 L em mulheres (17), o que não confirma que adaptações fônicas aumentem a capacidade vital dos indivíduos (43).

A energia expiratória, nos atos fônicos humanos, está relacionada com a intensidade ou volumes vocais do fraco ao forte (44,45). Ela decorre da pressão de ar supra-glótica, quantidade do fluxo aéreo e resistência glótica (46,47). Estes efeitos considerados como secundários na excitação do trato vocal ocorrem durante o fechamento glótico (48). Variações acentuadas indicam decréscimo na estabilidade de manutenção (49,50).

## **Fonação**

Nervos cranianos originados do trato córtico-bulbar, via descendente final voluntária para a fala (51), possibilitam sincronia bilateral e independência contralateral dos músculos fonatórios da linha média pela organização de fibras cruzadas e não cruzadas. O nervo vago supre a região laríngea fonatória e, as cavidades ressonantes laríngea, faríngea e da boca são inervadas por ramos do vago, trigêmeo e acessório (41).

Para a fonação, ocorre vibração de pregas vocais de forma ativa através da despolarização prolongada pelas características da laringe humana. Em sua estrutura complexa com peças cartilaginosas articuladas formando um cilindro elástico, o músculo vocal ocupa uma posição antero-posterior e apresenta multiplicidade de placas motoras por fibra inervada. Esta função foi adaptada sobre o sistema respiratório durante a evolução da espécie humana (39).

A freqüência fundamental, ou tom de base da voz humana depende do número de vibrações quase periódicas de pregas vocais por segundo (44,45), variando entre sons graves e agudos. Para a emissão de tons mais agudos as pregas vocais alongam, afinam, tensionam e há aumento de pressão e velocidade do fluxo glótico (52). A laringe é elevada, o trato vocal encurta (53) e, pode ocorrer aproximação das estruturas do vestíbulo laríngeo (54). Desta forma, a freqüência fundamental está correlacionada com a massa, o comprimento e a tensão da fonte sonora (3,47,55,56).

## **Ressonância**

A partir de uma freqüência emitida na laringe são produzidos grupos infinitos de sons, múltiplos deste tom de base, que são denominados harmônicos. Nas cavidades faríngea, da boca e nasal os efeitos amplificadores e amortecedores destas freqüências constituem a ressonância (57-60). Quando os componentes de compressão ou de rarefação das ondas sonoras do tom de base vocal e seus harmônicos coincidem com pontos articulatórios do trato oral nasal são originados formantes. O timbre único de cada voz depende da quantidade e da qualidade dos

harmônicos e os formantes dependem dos sons filtrados pela amplificação das ondas originais refletidas (44,47,61-64).

Foram atribuídas numerações para os formantes e, entre eles, os segundos formantes informam sobre modificações sonoras decorrentes de movimentos ântero-posteriores da língua (65). Na combinação /iu/, o segmento /i/ requer avanço lingual, registra os picos mais agudos do espectro acústico vocal e no segmento/u/ ocorre posteriorização da língua, com os picos mais graves do espectro (39,66).

### **Articulação**

Os músculos executores da articulação também denominados como estomatognáticos, mastigatórios ou faringo-oro-linguais são predominantemente estriados. A língua, órgão articulador essencial, tem funções muito refinadas e movimentos rapidamente modificáveis, não determinando postura tônica (67,68). Músculos supra-hioideos e infra-hioideos que atuam na movimentação da laringe, mandíbula e língua compõem os aparelhos fonador e estomatognático e, agem de forma sincronizada (43,69,70). Esta inter-relação anatômica e fisiológica de estruturas que atuam em funções respiratória e nutricional foi adaptada durante a evolução da espécie humana para a fonoarticulação.

Sons de vogais emitidas durante a fala refletem variações na abertura do trato vocal, consoantes demonstram diferenças de fechamento do mesmo trato e, a distinção vogal-consoante é utilizada aparentemente em todos os idiomas (40). O encadeamento dos sons da fala origina a pronúncia. Nesta, há modulações



diferenciadas em acentuações de sílabas, acentuação de entonação em palavras da frase, variações sonoras expressivas das intenções comunicativas dos falantes durante as emissões das frases (8).

O conjunto de freqüências sonoras da fala está correlacionado com as posturas e variações deste estado nos órgãos fonoarticulatórios (71-73). O sistema motor da fala está ainda relacionado com o ritmo das verbalizações e ao contexto em que os sons são produzidos, requerendo movimentos fonoarticulatórios reduzidos para a obtenção de clareza de fala ou inteligibilidade. Desta forma, nos ciclos respiratórios o volume de ar inspirado e a duração das expirações sonorizadas para as seqüências de fala são regulados pela intenção comunicativa do falante. O auto-monitoramento auditivo participa adequando as características de freqüência, intensidade e ritmo, seguindo planejamento e controle, cortical e neuromuscular, para que os sons sejam colocados no padrão, contexto e ênfases das verbalizações (1,74).

## ORGANIZAÇÃO DA FALA

Três componentes fonético-acústicos constituem a fala. O primeiro é denominado segmental ou fonético e refere-se as vogais e consoantes em relação as suas combinações e sequencializações acústicas nas sílabas e em palavras (45). Componentes suprasegmentais ou prosódicos incluem acentuação, entonação, junturas, velocidade e ritmo, percepção de ouvintes sobre intensidade e frequência vocais dos falantes. Acentuações são observadas por exemplo em sílabas tônicas e átonas de palavras, entonações demonstram variações em torno de uma frequência fundamental com que são clarificadas intenções das mensagens verbais, como em frases afirmativas e exclamativas (75). As junturas consistem nas delimitações entre palavras, frases e sentenças, marcadas por silêncios, pausas ou modificações de entonação. Velocidade e ritmo são fatores temporais que fornecem as impressões de maior ou menor fluência. Estas, permitem que o ouvinte capte um padrão regular de unidade de fala na utilização das sílabas tônicas e átonas, curtas e longas (6,76).

Os componentes paralingüísticos incluem aspectos da fala que representam as emoções e atitudes e são percebidos juntamente com os traços segmentais e suprasegmentais. Estes, são produzidos através de tensionamentos, da qualidade vocal e nas classificações dos tipos vocais como por exemplo, de vozes ásperas, estridentes, guturais (77,78)).

A noção de qualidade vocal baseada na impressão global que a voz do falante causa no ouvinte reflete o conjunto de características verbais que personalizam cada ser humano e informa sobre processos biológicos, psicológicos e sócio educacionais. Na qualidade vocal estão incluídos o tipo de voz, sistema de

ressonância, ataque vocal, estabilidade e flutuações na frequência fundamental vocal ou *jitter* e na intensidade de fala ou *shimmer*, quebras de sonoridade, decréscimos na altura e na intensidade da fala entre o início e o final das emissões. Ainda, estão incluídas a eficiência glótica nas emissões, uso eficiente da suplência pulmonar nas verbalizações, número de notas musicais que uma pessoa pode emitir desde os sons mais graves até os mais agudos, registros vocais, articulação e pronúncia, ritmo e velocidade de fala e resistência vocal (42).

## **INFLUÊNCIAS HORMONAIS SOBRE HABILIDADES EXPRESSIVAS**

Particularidades estruturais e metabólicas nas estruturas corticais e subcorticais parecem decorrer de diferenças de sexo e de idade (79-81). Estrogênios estimulam o desenvolvimento de dendritos, junções sinápticas, plasticidade neuronal e exercem ações neuroendócrinas moduladoras (82). A influência dinâmica dos hormônios sobre o sistema nervoso central durante o desenvolvimento possibilita que mulheres obtenham melhores resultados em testes verbais do que homens, mesmo após situações de danos em áreas corticais da fala (38,83). Por esta diferenciação, mulheres são mais expostas a problemas vocais e homens apresentam mais problemas na articulação da fala e de fluência (15).

Além dos estrogênios, que afetam neurotransmissores, a testosterona atua em funções cognitivas e afetivas no desenvolvimento das mulheres. Desta forma, andrógenos estão presentes em áreas corticais femininas que envolvem sexualidade, libido e emoções (29,84).

Entre as modificações associadas ao ciclo menstrual, ocorrem reduções da força muscular na mecânica respiratória e na capacidade vital, que podem ser em torno de 52 % no meio do ciclo, com pico de 75 % nos três dias que antecedem as menstruações e durante estas, decaem para 35 % (85). Efeitos de estrogênios sobre a laringe, mucosas e capilares fornecem características individuais da voz (9,17,18,86,87).

Os parâmetros temporais da fala, como ritmo, velocidade e fluência são mais abordados pela relação de concentrações de estrogênios. Desta forma, foi

assinalado que efeitos secundários de estrogênios influenciam no controle motor fino da fala, fluência, humor, agressividade, comportamento, concentração, alerta mental, bem estar em mulheres (10-16,88).

No ciclo vital, a discreta muda vocal feminina que ocorre entre 13 e 14 anos, acarreta abaixamento da voz falada em torno de 2 a 3 semitons, por ações de hormônios secretados pela hipófise, córtex supra-renal e ovários. Após a muda para a voz cantada, que ocorre entre 16 e 17 anos, a maturação final dos padrões vocais prolonga-se entre 6 e 12 meses (9,17,18,89). No menacme, as variações hormonais também podem ocasionar redução de eficiência verbal e abaixamento vocal temporário na fase pré-menstrual com e sem associação com sintomas da síndrome pré-menstrual (19,20,90-94). Gestação (18,21), uso de contraceptivos orais (23,24,95), pós-menopausa e reposições hormonais (17), disfunções adrenais (25,96,97), outras medicações como antihipertensivos, anticonvulsivos, antidepressivos, antialérgicos, antiácidos também podem causar abaixamento de tom da voz (26) .

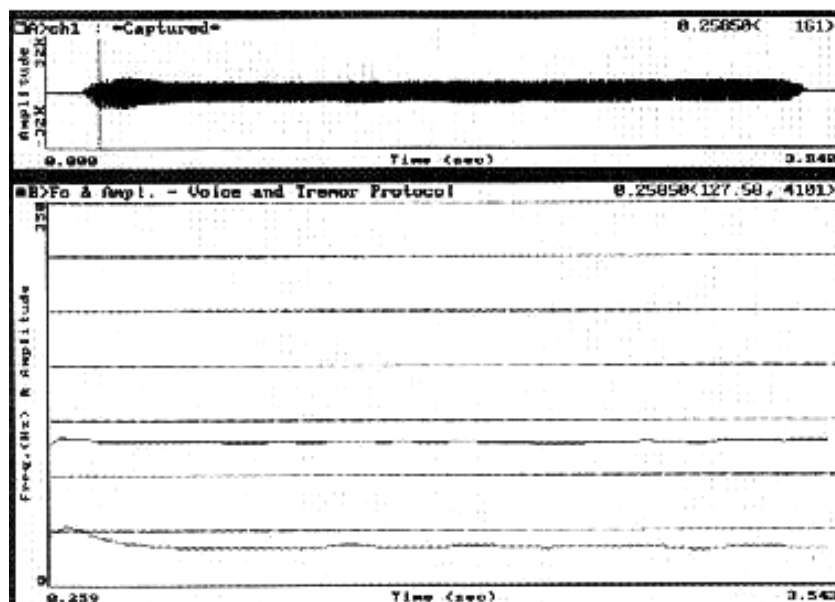
Os processos fonoarticulatórios dependem, ainda, de outros sistemas. Por exemplo, adultos expostos a estresses psicossociais demonstraram que gênero, fase do ciclo menstrual e contraceptivos orais exerciam efeitos importantes na responsividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (12). O estresse agudo aumenta a secreção de cortisol e este pode suprimir processos no hipocampo que participa na memória verbal e na memória de contexto (98,99). Em mulheres que participaram de testes relacionando altas doses de cortisol por estresse com o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, foi constatado que os decréscimos em memória verbal declarativa,

memória não-verbal, sustentação de atenção seletiva, fluência e acurácia verbal eram reversíveis (100).

## FONOARTICULAÇÃO E FONÉTICA ACÚSTICA

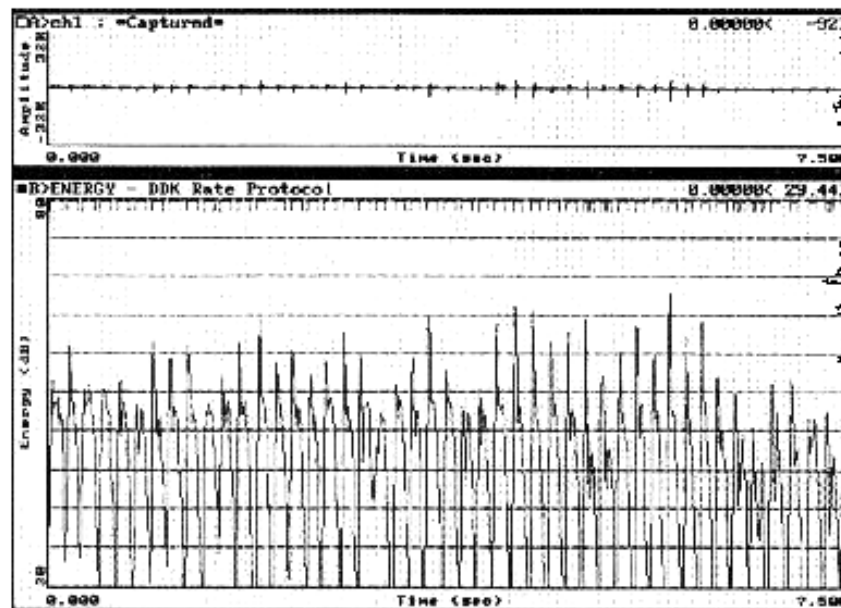
Fonética acústica é a ciência que estuda oscilações e ondas que ocorrem em meios elásticos com freqüências compreendidas entre 20 e 20000 Hz, percebidas auditivamente como ondas sonoras, em qualquer idioma (76,101). A estrutura acústica dos sons humanos foi descrita através das variáveis físicas que consistem na freqüência, amplitude e duração.

Freqüência vocal expressa o número de repetições cíclicas por segundo da onda sonora vocal e é medida em hertz – Hz (figura 1). Na correlação das dimensões físicas e fisiológicas da produção vocal, a voz humana produz ondas sonoras com características quase periódicas (45,47).



**Figura 1. Registro acústico do tom de base ou freqüência fundamental da voz na vogal /a/ prolongada e emitida em monotom**

Intensidade é a energia física gerada pelo sinal vocal, medida em decibel – dB. Duração é um fator temporal e consiste nos padrões de repetições e seqüências de estímulos sonoros (45,47) (figura 2).



**Figura 2. Registro acústico de intensidade, velocidade e ritmo na diadococinesia /PA TA KA/.**

A dimensão temporal, ou duração, interage com frequência e intensidade (figura 3) gerando os sons humanos complexos (44,45,47). Um exemplo desta complexidade são os formantes.



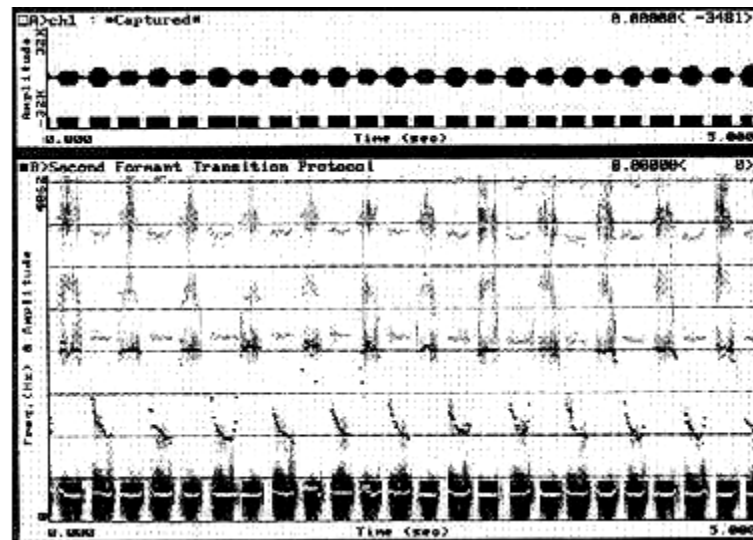


Figura 3. Registro acústico dos segundos formantes de /IU/ repetidos

Propriedades acústicas de frequência, amplitude, duração das emissões verbais (figura 4) informam sobre o desenvolvimento dos órgãos fonoarticulatórios, controle motor da fala (102), e, sobre o contexto expressivo (4,5,7,8).

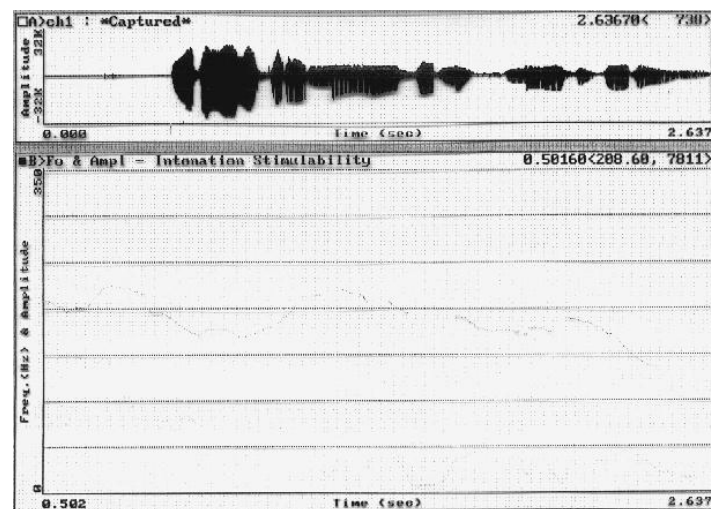


Figura 4. Registro acústico de modulações vocais, velocidade, duração de emissões sonoras, de pausas, ritmo e variações

## **JUSTIFICATIVA**

A importância da eficácia expressiva verbal favorece o estabelecimento de relações interpessoais e o exercício profissional. Pela maior fragilidade que mulheres tem para desenvolver distúrbios vocais durante o ciclo vital e, pela maior inserção delas no mercado de trabalho, detectada no último censo brasileiro, a ausência de dados sobre características motoras da expressão verbal desde a adolescência, desperta o interesse em conhecer estas últimas.

Da mesma forma, a medição computadorizada dos parâmetros vocais oferecerá informações quantitativas, ainda desconhecidas em nosso meio. Este estudo poderá repercutir em maiores esclarecimentos e favorecimento das habilidades motoras verbais de adolescentes, auxiliando no estabelecimento de estratégias multidisciplinares para manutenção da qualidade vocal.

## **OBJETIVOS**

Comparar características fonoarticulatórias (de intensidade e estabilidade de tom vocal, segundos formantes e diadococinesia verbal) nas diferentes fases do ciclo menstrual em adolescentes.

Verificar características fonoarticulatórias suprasegmentais de fala nas duas fases do ciclo menstrual em adolescentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lofqvist A, Lindblom B. Speech motor control. *Curr Opin Neurobiol* 1994;4(6):823-6.
2. Love RG, Webb WG. *Neurologia para los especialistas del habla y del lenguaje*. Buenos Aires;1988; 69-180.
3. Larson CR, Burnett TA, Kiran S, Hain TC. Effects of pitch-shift velocity on voice Fo responses. *J Acoust Soc Am* 2000;107(1):559-64.
4. Botinis A, Granström B. Developments and paradigms in intonation research. *Speech Communication*, 2001;33:263-96.
5. Hirschberg J. Communication and prosody: functional aspects of prosody. *Speech Communication* 2002;36(1-2):31-43.
6. Sassi FC, Ostiz HC, Andrade CF. Terminologia: fluência e desordens da fluência. *Pró-Fono* 2001;13(1): 107-13.
7. Traunmuller H, Eriksson A. Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. *J Acoust Soc Am* 2000;107(6):3438-51.
8. Tatham M, Morton K. Data structures in speech production. *Journal of the International Phonetic Association* 2003;33(1).
9. Amir O, Biron-Shental T. The impact of hormonal fluctuations on female vocal folds. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12(3):180-4.

10. Buchanan CM, Eccles JS, Becker JB. Are adolescents the victims of raging hormones: evidence for activational effects of hormones on moods and behavior at adolescence. *Psychol Bull* 1992;111(1):62-107.
11. Dominancehome. Progesterone low or estrogen dominance. FAQ. <http://www.operamom.com/> 2004.
12. Kirschbaum C, Kudielka BM, Gaab J, Schommer NC, Hellhammer DH. Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom Med* 1999;61(2):154-62.
13. Manolagas SC, Kousteni S. Perspective: nonreproductive sites of action of reproductive hormones. *Endocrinology* 2001;142(6):2200-4.
14. McEwen BS, Alves SE. Estrogen actions in the central nervous system. *Endocr Rev* 1999;20(3):279-307.
15. Week Speech Pathology. A sex and speech. <http://www.speechpathologyaustralia.org.au/library> 2005.
16. Whiteside SP, Hanson A, Cowell PE. Hormones and temporal components of speech: sex differences and effects of menstrual cyclicity on speech. *Neurosci Lett* 2004;367(1):44-7.
17. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. *J Voice* 1999;13(3):424-46.

18. Gonzalez JN. Anatomofisiologia fonatória. Fonacion y Alteraciones de la Laringe. Buenos Aires; 1981;13-40.
19. Chae SW, Choi G, Kang HJ, Choi JO, Jin SM. Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *J Voice* 2001;15(2):278-83.
20. Molina KLB, A. G.; Berrentin-Felix, G; Cristovam, L. S. Modificação da frequência fundamental da voz associada a manifestações de tensão pré-menstrual. *Fonoaudiologia Brasil* 2000;3(4):12-7.
21. Emerich K. Prenancy and the voice. <http://operamom.com/voiceandpregnancy.html> 2000.
22. Decoster W, Debruyne F. The ageing voice: changes in fundamental stability and spectrum. *Acta Otorrinolayngol.*,1997; 51: 105-12.
23. Amir O, Kishon-Rabin L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope* 2004;114(6):1021-6.
24. Boulet MJ, Oddens BJ. Female voice changes around and after the menopause-an initial investigation. *Maturitas* 1996;23(1):15-21.
25. Sataloff RTR, D. C.; Hawkschw, M. The effects of medication on singers. *Health and Medical Information* 2002.
26. National Center for Voice and Speech. Information for vocologists.<http://www.ncvs.org>. 2005.

27. International Planned Parenthood Federation. Statement on contraception and STI/HIV protection for Adolescents. <http://www.ippf.org>. 2000.
28. Ojeda SR. Female Reproductive Function. Griffin JE, Ojeda SR. Textbook of Endocrine Physiology. Oxford University Press, NY. 1996;164-99.
29. Shoham Z, Schachter M. Estrogen biosynthesis--regulation, action, remote effects, and value of monitoring in ovarian stimulation cycles. *Fertil Steril* 1996;65(4):687-701.
30. Linhares E. Esteroidogenese. Oliveira HC, Legruber I. Tratado de Ginecologia FEBRASGO. Revinter RJ; 2000.
31. Family Health International. El Ciclo Menstrual. <http://www.fhi.org>. 1999.
32. Spritzer PM, Mallmam E. Ciclo menstrual. Oliveira HC, Lemgruber I. Tratado de Ginecologia FEBRASGO. Revinter RJ. 2000; 231-6.
33. Pereira Filho AS, Soares A. Endocrinologia da Peri-menopausa. Oliveira HC, Lemgruber I. Tratado de Ginecologia. FEBRASGO vol. 1 Revinter, RJ 2000; 653-4.
34. Bookheimer SYZ, T. A.; Blaxton, T. A.; Gaillard, W.; Theodore, W. H. Activation of language cortex with automatic speech tasks. *Neurology* 2000;55(2):1151-7.
35. Pazos PF. Neuroanatomia e neurofisiologia: relações com a fala e a linguagem. *Revista CEFAC*, 2(2) 2000;62-70.

36. Samuel C, Louis-Dreyfus A, Couillet J, Roubeau B, Bakchine S, Bussel B, et al. Dysprosody after severe closed head injury: an acoustic analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998;64(4):482-5.
37. Weekes NY, Capetillo-Cunliffe L, Rayman J, Iacoboni M, Zaidel E. Individual differences in the hemispheric specialization of dual route variables. *Brain Lang* 1999;67(2):110-33.
38. Kandel ER, Schartz JH, Jessel TM. A linguagem. Fundamentos de Neurociência e do Comportamento. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil 1995.
39. Magistris A, Ribeiro MS, Douglas CR. Fisiologia da fala e da fonoarticulação. Tratado de Fisiologia Aplicada as Ciências da Saúde. Robe Editorial. São Paulo; 1999;461-76.
40. Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Sexual differentiation of the nervous system. Fundamentos de Neurociência e do Comportamento. PrenticeHall do Brasil. RJ. 2000.
41. Mysak ED. Sistema Transmissor da fala. Patologia dos Sistemas da Fala. Atheneu 1998;239-83.
42. Behlau MS, Pontes P. Avaliação da Voz. Avaliação e Tratamento das Disfonias. Lovise SP 1995;102-3.
43. Hiss SG, Treole K, Stuart A. Effect of age, gender, and repeated measures on intraoral air pressure in normal adults. *J Voice* 2001;15(2):159-64.



44. Hood LJ, Berlin CJ, Parkins CW Measurement of sound. *Otolaryngologic Clinics of North America* 1991;24(2):233-41.
45. Kent R. Normal aspects of articulation. Bernthal JE, Bankson NW. *Articulation and Phonological Disorders - 3<sup>a</sup> edition*, Prentice - Hall. New Jersey 1993;5-62.
46. Gelfer MP, Young SR. Comparisons of intensity measures and their stability in male and female speakers. *J Voice* 1997;11(2):178-86.
47. Russo ICP. Bases físicas da fonação. *Acústica e Psicoacústica Aplicadas à Fonoaudiologia*. Lovise, SP 1999;143-55.
48. Alku P, Vintturi J, Vilkmann E. Evidence of the significance of secondary excitations of the vocal tract for vocal intensity. *Folia Phoniatr Logop* 2001;53(4):185-97.
49. Deliyiski DD. Motor speech profile 4341. CSL Kay Elemetrics. USA; 1997.
50. Winkworth AL, Davis PJ, Adams RD, Ellis E. Breathing patterns during spontaneous speech. *J Speech Hear Res* 1995;38(1):124-44.
51. Milloy NR. Fala X Linguagem. *Distúrbios da Fala*. Revinter, RJ 1997; 119-133.
52. Simão ALF, Chun RYS. Do movimento a voz surge naturalmente. Lacerda CBF, Pachoca I. *Tempo de Fonoaudiologia*. Cabral Editora Universitária RJ 1997;63-83.

53. Buscacio MTS, FerreiraVJA. Efeito da musculatura extrínseca na produção da voz. *Revista CEFAC* 2000;2(2):91-6.
54. Camara LBV, Ferreira VJA. Efeitos da constrição ântero-posterior na voz. *Revista CEFAC* 2000;2(2): 97-101.
55. Story BH, Titze IR, Hoffman EA. Vocal tract area functions for an adult female speaker based on volumetric imaging. *J Acoust Soc Am* 1998;104(1):471-87.
56. Berry DA, Clark MJ, Montequin DW, Titze IR. Characterization of the medial surface of the vocal folds. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001;110(5 Pt 1):470-7.
57. Oliveira Barrichelo VM, Heuer RJ, Dean CM, Sataloff RT. Comparison of singer's formant, speaker's ring, and LTA spectrum among classical singers and untrained normal speakers. *J Voice* 2001;15(3):344-50.
58. Huber JE, Stathopoulos ET, Curione GM, Ash TA, Johnson K. Formants of children, women, and men: the effects of vocal intensity variation. *J Acoust Soc Am* 1999;106(3 Pt 1):1532-42.
59. Whiteside SP. Sex-specific fundamental and formant frequency patterns in a cross-sectional study. *J Acoust Soc Am* 2001;110(1):464-78.
60. Titze IR. Acoustic interpretation of resonant voice. *J Voice* 2001;15(4):519-28.

61. Andrianopoulos MV, Darrow K, Chen J. Multimodal standardization of voice among four multicultural populations formant structures. *J Voice* 2001;15(1):61-77.
62. Bergan CC, Titze IR. Perception of pitch and roughness in vocal signals with subharmonics. *J Voice* 2001;15(2):165-75.
63. Tom K, Titze IR, Hoffman EA, Story BH. Three-dimensional vocal tract imaging and formant structure: varying vocal register, pitch, and loudness. *J Acoust Soc Am* 2001;109(2):742-7.
64. Story BH, Titze IR, Hoffman EA. The relationship of vocal tract shape to three voice qualities. *J Acoust Soc Am* 2001;109(4):1651-67.
65. Camargo Z. Da fonação à articulação. *Fonoaudiologia Brasil* 1999;2(2):14-9.
66. Behlau MS, Pontes P, Tosi, O.; Gananca, M. M. Análise espectrográfica de formantes de vogais do português brasileiro. *Acta AWO* 1988;2(2):74-85.
67. Douglas CR. Conceitos sobre fisiologia bucal. *Tratado de Fisiologia aplicada às Ciências da Saúde* Robe Editorial, SP 1999; 822-39.
68. Sanguineti V, Laboissière R, Paya JA. Control of human tongue movements in speech. *Biological Cybernetics*,1997;77:11-20.
69. Cookman S, Verdolini K. Interrelation of mandibular laryngeal functions. *J Voice* 1999;13(1):11-24.

70. Garcia RAS, Campiotto AR Distúrbios vocais X distúrbios musculares orais: possíveis relações. *Pró-fono* 1995;7(2):33-9.
71. Titze IR. Mechanical stress in phonation. *J Voice* 1994;8(2):99-105.
72. Wohlert AB, Hammen VL. Lip muscle activity related to speech rate and loudness. *J Speech Lang Hear Res* 2000;43(5):1229-39.
73. Fitch WT, Giedd J. Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *J Acoust Soc Am* 1999;106(3 Pt 1):1511-22.
74. Adams SG, Page AD. Effects of practice and feedback variables on speech motor learning. *Journal of Medical Speech Language Pathology* 2000;8(4):215-20.
75. Fitzsimons M, Sheahan N, Staunton H. Gender and the integration of acoustic dimensions of prosody: implications for clinical studies. *Brain Lang* 2001;78(1):94-108.
76. Morris DWH. *Dictionary of Communication Disorders - 2<sup>a</sup> edition*. Whurr Publishers Ltda. London – England 1993.
77. Sobin C, Alpert M. Emotion in speech: the acoustic attributes of fear, anger, sadness, and joy. *J Psycholinguist Res* 1999;28(4):347-65.
78. Swerts M, Veldhuis R. The effect of speech melody on voice quality. *Speech Communication* 2001; 33(4): 297-303.

79. Murphy DGM, DeCarli C, McIntosh AR, Daly E, Mentis MJ, Pietrini P, Szczepanik J, Schapiro MB, Grady CL, Horwitz B, Rapoport S. Sex differences in human brain morphometry and metabolism: an in vivo. *Journal of the American Medical Association*, 53(7) 1996; 585-94.
80. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Castellanos FX, Liu H, Zijdenbos A, et al. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nat Neurosci* 1999;2(10):861-3.
81. Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, et al. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science* 1999;283(5409):1908-11.
82. Morrison JH, Holf PR. Life and death of neurons in the aging brain. *American Association for the Advancement of Science* 1997;278(5337):412-9.
83. Gur RC, Alsop D, Glahn D, Petty R, Swanson CL, Maldjian JA, et al. An fMRI study of sex differences in regional activation to a verbal and a spatial task. *Brain Lang* 2000;74(2):157-70.
84. Sands R, Studd J. Exogenous androgen in postmenopausal women. *American Journal of Medicine, Excerpta Medica*, 1995; 98(1 A):76-9.
85. Becklake MR, Kauffmann F. Gender differences in airway behaviour over the human life span. *Thorax* 1999;54(12):1119-38.
86. Newman SR, Butler J, Hammond EH, Gray SD. Preliminary report on hormone receptors in the human vocal fold. *J Voice* 2000;14(1):72-81.

87. Mead LAH, E. Asymmetric effects of ovarian hormones on hemispheric activity: evidence from dichotic and tachistoscopic tests. *Neuropsychology* 1996;10(4):578-87.
88. Amy de la Bre'teque BS, S. A comparative acoustic study os the speaking and singing voice during the adolescent's break of the voice. *Laryngol Otol Rhynol (Bord)* 2000;121(5):325-8.
89. Perry TL, Ohde RN, Ashmead DH. The acoustic bases for gender identification from children's voices. *J Acoust Soc Am* 2001;109(6):2988-98.
90. Chernobelsky SI. A study of menses-related changes to the larynx in singers with voice abuse. *Folia Phoniatr Logop* 2002;54(1):2-7.
91. Figueiredo LCG, M. I. R.; Pontes, A.; Pontes, P. Estudo do comportamento vocal no ciclo menstrual: avaliação perceptivo-auditiva, acústica e auto-perceptiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2004;70(3).
92. Castro VC, Krook MIP. Características da freqüência fundamental da fala de indivíduos do sexo feminino falantes do português brasileiro. *Pró-fono* 1994; 6(2): 5-7.
93. Stoicheff ML. Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking female adults. *J Speech Hear Res* 1981;24(3):437-41.
94. Sulter AM, Schutte HK, Miller DG. Diferences in phonetogram features between male and female subjects with and without vocal training. *Journal of Voice* 1995; 9(4): 363-77.

95. Davidson JDJ. The menstrual cycle and the singing voice. Voice Project 2004.
96. Powell DM, Karanfilov BI, Beechler KB, Treole K, Trudeau MD, Forrest LA. Paradoxical vocal cord dysfunction in juveniles. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2000;126(1):29-34.
97. Rubinow DR, Schmidt PJ. Androgens, brain, and behavior. Am J Psychiatry 1996;153(8):974-84.
98. Mc. Even B. Seminars in medicine of the Beth Israel Deaconess Medical Center: Protective and Damaging Effects of Stress Mediators. Massachusetts Medical Society 1998; 338(3):171-9.
99. Biondi M, Picardi A. Psychological stress and neuroendocrine function in humans: the last two decades of research. Psychother Psychosom 1999;68(3):114-50.
100. Masterson JJ. Computerized phonological analysis. Bernthal JE, Bankson NW. Articulation and Phonological Disorders - 3<sup>a</sup> edition, Prentice - Hall. New Jersey 1993; 5 - 62.
101. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. J Acoust Soc Am 1999;105(3):1455-68.
102. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Phono-articulatory variations of women in reproductive age and postmenopausal. J Voice 2004;18(3):369-74.

103.Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Female suprasegmental speech parameters in reproductive age and postmenopause. *Maturitas* 2004;48(1):71-7.



## **ARTIGO 1 EM PORTUGUÊS**

### **Padrões fonoarticulatórios de adolescentes nas fases folicular e luteal dos ciclos menstruais**

### **Phono-articulatory Standard of Adolescents in Follicular and Luteal Phases of Menstrual Cycles**

Elisea Maria Meurer<sup>1</sup>, Helena von Eye Corleta<sup>1,2,3</sup>, Edison Capp<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>2</sup>Departamento de Ginecologia e Obstetrícia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>3</sup>Núcleo Gerar de Reprodução Assistida, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS, Brasil

Endereço para correspondência:

Edison Capp

Rua Dr. Barros Cassal, 411/22

CEP 90035 003 - Porto Alegre, RS

edcapp@ufrgs.br

FAX: (051) 3316 3656

## Resumo

A adolescência é uma fase psicossocial biológica, em que o desenvolvimento de características sexuais possibilita o alcance da capacidade reprodutiva e o surgimento de variações fonoarticulatórias. **Objetivo:** comparar intensidade e estabilidade de tom vocal, segundos formantes e diadococinesia verbal, em adolescentes, entre as fases lútea e folicular. **Material e métodos:** participaram vinte e três adolescentes, com ciclos menstruais regulares, não usuárias de contraceptivos orais, não fumantes e falantes fluentes do português brasileiro. Elas responderam questionário e gravaram emissões verbais entre o quinto e o oitavo e, entre o décimo oitavo e o vigésimo terceiro dias de dois ciclos menstruais. Foram realizadas análises acústicas com o programa motor *Speech Profile* da *Kay Elemetrics*. Os dados foram armazenados em banco de dados e analisadas com o teste *t* de Student para amostras pareadas. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas fonoarticulatórias entre as duas fases do ciclo menstrual e, foram calculados padrões médios para as emissões das adolescentes. O tom de base da vogal sustentada foi  $192,62 \pm 23,92$  Hz, valores mínimos e máximos dos segundos formantes da combinação vocálica foram  $891,71 \pm 110,34$  Hz e  $2471,46 \pm 203,58$  Hz. Na diadococinesia verbal elas apresentaram velocidade de  $5,59 \pm 0,64$  seg/s e intensidade vocal de  $61,53 \pm 2,64$  dB. **Conclusões:** as adolescentes avaliadas apresentaram tom e intensidade de voz, segundos formantes e velocidade de fala semelhantes entre as duas fases do ciclo menstrual. ...

## Palavras-chave

Adolescência, ciclos menstruais, voz, ritmo, velocidade.

## Abstract

Adolescence is a biological and psychosocial phase in which the development of sexual characteristics allows the achievement of reproductive capacity and in which phono-articulatory variations occur. **Objective:** to compare the intensity and stability of fundamental frequency, formants and diadochokinesis, in adolescents, in the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. **Materials and methods:** twenty-three adolescents participated in the study. All of them had a regular menstrual cycle, were not using oral contraceptives, did not smoke, and spoke Brazilian Portuguese fluently. Participants answered a questionnaire and were recorded while reading aloud sentences, between the fifth and eighth and between the 18th and 23rd days of the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. Acoustic analyses were performed using the *Kay Elemetrics Computer Speech Lab Software Package*. The measurements were stored in a database and analyzed using Student's paired sample t-test. **Results:** No statistically significant phono-articulatory differences were observed between the phases of the menstrual cycle, and the standard values for utterances were calculated. The fundamental frequency of the prolonged vowel was  $192.62 \pm 23.92$  Hz, and the minimum and maximum values for formants of vowel combination were  $891.71 \pm 110.34$  Hz and  $2471.46 \pm 203.58$  Hz. In diadochokinesis, they had a speed of  $5.59 \pm 0.64$  seg/s and vocal intensity was equivalent to  $61.53 \pm 2.64$  dB. **Conclusions:** the evaluated adolescents showed similar voice pitch and intensity, formants and speed of speech in both phases of the menstrual cycle. ...

## Keywords

Adolescence, menstrual cycles, voice, rhythm, speed of speech

## Introdução

Na fase reprodutiva do ciclo vital feminino, é a interação dinâmica entre hormônios do hipotálamo, hipófise, ovários e trato genital que determina ciclos menstruais com periodicidade em torno de 4 semanas. A duração destes ciclos depende do tempo necessário para a maturação folicular e da duração funcional do corpo lúteo, permitindo que a capacidade reprodutiva seja cíclica.(1) Ela varia de uma mulher para outra, da mesma forma que pode variar na mesma mulher ao longo de sua vida.

Durante o menacme as variações hormonais podem ocasionar redução de eficiência verbal e abaixamento vocal temporário na fase pré-menstrual(2,3). Mulheres com sintomas da síndrome pré-menstrual parecem apresentar maior instabilidade na sustentação vocal nesta fase (4). Além disto, mulheres têm maior incidência de problemas vocais, enquanto homens tendem a ter mais distúrbios de fala e da fluência. Aquelas que utilizam a voz profissionalmente têm mais distúrbios vocais (5). Gestação (6,7), uso de contraceptivos orais (8,9), climatério pós-menopausa (2), disfunções adrenais (10), medicações (anti-hipertensivos, anticonvulsivantes, antidepressivos, antialérgicos, antiácidos) também podem abaixar o tom da voz (11).

A produção motora verbal depende da integração entre processos periféricos como fluxo expiratório, vibração de pregas vocais, movimentação de esfíncter velofaríngeo, língua, lábios e bochechas (12). Ela decorre também de interações entre o córtex motor primário, secundário, frontal, gânglios da base, cerebelo, trato córtico-

bulbar, pares cranianos. Está inter-relacionada com músculos craniais, orais e cervicais predominantemente estriados e sensores (auditivos, pressóricos, térmicos) (13,14).

O trato vocal está diretamente relacionado com as propriedades acústicas do som que está sendo produzido, mas os movimentos de fala parecem depender mais do planejamento e controle central para que os sons sejam colocados no padrão, contexto e ênfases das verbalizações (12). Desta forma, estudos das influências hormonais sobre a voz referem-se principalmente à laringe, órgão diretamente dependente dos esteróides sexuais. Os parâmetros temporais da fala, como ritmo, velocidade e fluência são mais abordados pela relação de flutuações hormonais nos processos neuroanatômicos, neurofuncionais e comportamentais (15-19).

Os sons da fala possuem propriedades acústicas como frequência, amplitude, duração e, a análise destes sons informa sobre o desenvolvimento dos órgãos e do controle motor da fala (20). Ainda, as propriedades acústicas dos sons da fala variam com o estado emocional, com o contexto e, com parâmetros lingüísticos (21).

A adolescência é o período entre 10 e 19 anos de idade, com modificações corporais, psicológicas e sociais que estão relacionadas com o alcance da capacidade reprodutiva e definição de características sexuais secundárias (22). Em adolescentes, por ações de hormônios secretados pela hipófise, córtex supra-renal e ovários, entre 13 e 14 anos ocorre abaixamento da voz falada em torno de 2 a 3 semitons. Aos 16-17 anos ocorre muda para a voz cantada e a maturação final dos padrões vocais estende-se nos 6 a 12 meses seguintes (2,7,23).

O objetivo deste estudo foi comparar características fonoarticulatórias (de intensidade e estabilidade de tom vocal, segundos formantes e diadococinesia verbal) entre as fases do ciclo menstrual em adolescentes.

## **Material e métodos**

### ***Delineamento do estudo***

Foi realizado um estudo transversal.

### ***População e amostra***

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado a partir de trabalhos anteriores (24,25), para identificar diferenças de 30 % entre as variáveis para um erro beta de 0,10, um *effect size* de 1 e um nível de significância de 0,05 . Entre dezembro de 2003 e setembro de 2005 foram selecionadas 23 mulheres adolescentes, com idades entre 15 e 20 anos incompletos, atendidas no Ambulatório do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, e, voluntárias da comunidade local. Nenhuma adolescente referiu tratamentos hormonais ou outras limitações orgânicas, neurológicas, cognitivas, ou emocionais. Foram incluídas mulheres não fumantes, sem treino vocal para a fala ou canto e, falantes nativas do português brasileiro. Os critérios para inclusão neste grupo foram, ainda, a regularidade de ciclos menstruais mensais e ausência de consumo de contraceptivos orais. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, número 03-230, em 02/09/03.

## ***Procedimentos***

Após esclarecimentos detalhados sobre objetivos, vantagens e riscos do projeto, as voluntárias assinaram “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”. Elas preencheram questionário com informações sobre suas vozes, fala, boca, nutrição, outros hábitos, situação ginecológica e fatores associados. Após, foram feitos registros acústicos em dois ciclos menstruais. Em cada ciclo, uma gravação foi feita entre o 5º e 8º dia e a outra ocorreu entre o 18º e 23º dia.

Registros acústicos foram coletados com microfone Shure, modelo 16 A, gravador digital Sony MZ-R7-S1 e armazenados em minidiscos. O microfone polar, cardióide, unidirecional, possuía banda plana entre 50 e 15000 Hz com pico de variação de captura inferior a 4 dB entre 6000 e 7000 Hz, para preservar maior fidedignidade nas gravações. Esse microfone foi colocado a uma distância de 10 cm, em frente a boca das pesquisadas, que permaneceram em pé durante as gravações, para favorecer seus processos fonoarticulatórios. Os registros foram repetidos sempre que elas desejaram treinar e, até constatar-se que os sensores do gravador marcavam padrões analisáveis. Nas análises utilizou-se o programa *Motor Speech Profile* (MSP), acoplado ao sistema *Kay Elemetrics Computerized Speech Laboratory* (CSL modelo 4341).

Foram gravados 15 segundos de ruído ambiental, para controle de interferências nos registros das pesquisadas. A seguir, coletou-se emissões da vogal /a/ prolongada, para verificação do tom de voz fundamental ( $F_0$ ), mais agudo ( $F_{hi}$ ), mais grave ( $F_{lo}$ ) e sustentação vocal ( $F_0$  variação). Gravou-se cinco emissões repetidas da combinação vocálica /iu/ para análise de magnitude de segundo

formante (F2), segundo formante mínimo (F2 min), segundo formante máximo (F2 max). Foram analisadas cinco repetições da diadococinesia verbal /pa ta ka/, para obter-se velocidade (DDK velocidade), ritmo (DDK ritmo) e variações articulatórias (DDK variação), da mesma forma que para constatar-se intensidade (Intensidade), ou volume da voz e desvios (Intensidade variação)

### ***Análise estatística***

Os dados quantitativos tiveram distribuição gaussiana, foram lançados em banco de dados SPSS e analisados com teste t de Student para amostras pareadas. Eles estão apresentados nas tabelas com médias  $\pm$  desvios padrões.

### **Resultados**

A idade média das adolescentes foi  $16,75 \pm 0,93$  anos. Elas moravam com familiares (91 %), em Porto Alegre (77 %). Todas eram estudantes, 43 % há 11 anos, 77 % terminaram segundo grau. Em relação a informações sobre respiração e boca, 43 % referiram alergias respiratórias e 55 % realizaram correções ortodônticas. 43 % referiram usar muito a voz e 30 % referiram volume vocal fraco, 20 % relataram sintomas de cansaço vocal após falar bastante pelo menos uma vez ao mês. 96 % referiram que ouviam bem ou muito bem. 78 % freqüentavam regularmente academias ou praticavam esportes. A permanência em ambientes com ar condicionado foi citada por 30,4 %. Dietas freqüentes foram mencionadas por 17 % e, uma referiu consumo regular de bebida alcoólica.



A menarca ocorreu entre 11 e 13 anos (92 %) na maioria das participantes. Todas menstruavam mensalmente. Foram mencionados quatro ou mais sintomas pré-menstruais por 47%. Somente uma adolescente não referiu nenhum sintoma e uma mencionou 8, entre as 11 alternativas apresentadas. Os sintomas mais referidos foram acentuação de ansiedade, sensibilidade, agitação, nervosismo (53 %), instabilidade afetiva (52 %), sintomas físicos como seios pesados, inchados, dores de cabeça, nas articulações, músculos, sensação de inchaço, aumento de peso (52 %), mudanças de apetite, aumento no consumo de alimentos, na vontade de comer (52 %), humor mais deprimido, sentimento de inutilidade, auto-censura maior (48 %) e, persistência de irritações, aumento de conflitos com outras pessoas (48 %).

Nas análises das gravações, o programa computadorizado não identificou interferências de ruídos ambientais. Não houve diferenças entre as fases folicular e luteal na emissão prolongada do monotom /a/, nos tons de base, mais agudos, mais graves e na variação vocal (tabela 1). A magnitude, mínimo e máximo dos segundos formantes das emissões repetidas de /iu/ foi semelhante entre as duas fases do ciclo menstrual (tabela 2). Na emissão da diadococinesia verbal /pa ta ka/ não houve diferenças entre as fases folicular e luteal em relação a velocidade, ritmo e intensidade vocal média (tabela 3).

Como os resultados foram semelhantes entre as duas fases dos ciclos, foram calculados valores médios agrupando as duas fases do ciclo para toda amostra. Assim, os valores médios estudados estão mostrados na tabela 4.

## Discussão

Não foram encontradas diferenças estatísticas nos tons de base, mais agudo, mais grave e nas variações da voz no prolongamento do monotom /a/ nas participantes. Nesta etapa do ciclo vital as mulheres podem não apresentar regularidade de ciclos menstruais (1), mas nesta amostra todas apresentavam regularidade menstrual, sugerindo maturidade do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas (26).

Os registros acústicos do /a/ foram semelhantes entre as fases do ciclo. Os tons vocais não apresentaram efeitos das oscilações hormonais cíclicas dos esteróides sobre as ações laríngeas. O tom vocal de base agravado foi diferente dos valores encontrados para crianças (27). Isto parece estar associado à diferenciação sexual, com abaixamento e alongamento das pregas vocais (2,23).

Ações constatadas na sustentação do tom de base não caracterizaram tremor vocal, que requereria irregularidade superior a 30 % nas emissões (28). Estes resultados sugeriram controle central exercido sobre a produção da voz (29) e, auto-monitoramento auditivo-vocal eficientes (13,30).

A maior variabilidade de respostas vocais observada pode ter ocorrido por elas estarem ainda no período de amadurecimento que ocorre após a mudança ou aquisição de novos padrões (20). Em estudo com mulheres na faixa etária próxima, não houve diferenças estatísticas em tons de voz na comparação entre o período ovulatório e menstrual, e houve menor estabilidade vocal durante a fase lútea (31).

Nas emissões repetidas de /iu/, os segundos formantes requereram a sincronia entre vibrações de pregas vocais nos harmônicos (sons derivados do tom de base da voz), com a pressão acústica supraglótica, nas mudanças de posições da língua dentro do trato vocal (32-35). É possível que os efeitos hormonais possam acentuar estas modificações apenas nos períodos de maior oscilação hormonal. Neste trabalho, as participantes foram avaliadas entres os dias 5<sup>o</sup> e 8<sup>o</sup> (fase folicular) e 10<sup>o</sup> e 23<sup>o</sup> (fase lútea), fora das maiores oscilações que ocorrem antes da ovulação e antes das menstruações (36).

Modificações como a redução no alcance vocal na fase pré-menstrual pode ser melhor percebida por cantoras (2,10), que utilizam os harmônicos mais altos ao cantar (23). Mais do que fatores étnicos, socioculturais e ambientais, a fase de amadurecimento da muda vocal na fala e no canto podem influenciar estes padrões (32,37,38). Nesta fase do desenvolvimento, pela diferenciação sexual, mulheres amadurecem suas características de ressonância vocal mais lentamente. Esta lentificação pode ser a razão pela qual as adolescentes avaliadas apresentaram menor magnitude nas variações dos segundos formantes, mesmo com registros dos formantes máximos e mínimos mais aproximados de mulheres entre 30 e 40 anos e das que estavam na pós-menopausa (24).

A emissão da diadococinesia /pa ta ka/ foi semelhante entre as fases do ciclo menstrual, sugerindo coordenação eficiente e estável entre o fechamento glótico e pontos articulatorios no trato faríngeo-oral-nasal (12). Da mesma forma que para a produção da voz nesta faixa etária, todos os gestos fonoarticulatorios são realizados com grande variabilidade, mas com velocidade de execução mais lenta dos

movimentos mandibulares em relação aos de lábios e, sem diferenças entre os sexos (39). Velocidade e ritmo estão relacionados com fluência motora de fala e, mulheres tem desempenhos melhores nas habilidades verbais por influências hormonais diferenciadas sobre o sistema nervoso central (5,18,19,40-42). A diadococinesia verbal, que aparentemente não necessitou processos de controle central nestas adolescentes, nesta faixa estaria ainda está em desenvolvimento no sistema auditivo-vocal e nas interações sensório motoras (30,43).

Esta variabilidade foi diferente da encontrada em outro grupo de mulheres entre 30 e 40 anos e na pós-menopausa (24). As adolescentes tiveram velocidade de fala menor que as mulheres entre 30 e 40 anos e maior que a de mulheres na pós-menopausa. O tempo para emitir a diadococinesia verbal foi maior que no grupo entre 30 e 40 anos e na pós-menopausa, mas as variações de ritmo foram semelhantes.

A intensidade vocal, mantida entre as duas fases dos ciclos menstruais destas adolescentes, foi semelhante a de outras mulheres jovens, que também não apresentaram diferenças de volume da voz em relação ao de homens e mulheres entre 30 e 40 anos e na pós-menopausa (24,44).

Na adolescência, a capacidade vital total e fluxo expiratório das mulheres tendem a ser menores do que os dos homens. Oscilações da energia funcional para a fala, desde em torno de 35 % logo após a menstruação, 52 % no meio do ciclo a 75 % 3 dias antes das menstruações não modificaram a intensidade na fala (45). Os estímulos respiratórios para a fala parecem ser planejados e adaptados com processos neurais antecipatórios, mais controlados por fatores lingüísticos e

fisiológicos do que pelas variações hormonais dos ciclos menstruais (46). Durante a fala, ainda, as modificações da mecânica ventilatória, influenciam na duração das emissões e, para isto, tornam as inspirações muito rápidas e as expirações prolongadas (12).

Mesmo sem encontrar-se diferenças de 30% entre as variáveis, o tamanho de efeito confirmou a inexistência de diferenças fonoarticulatórias entre as fases folicular e luteal das adolescentes.

## **Conclusões**

As adolescentes avaliadas apresentaram tom e intensidade de voz, segundos formantes e velocidade de fala semelhantes entre as duas fases do ciclo menstrual. A atenção integral à saúde das mulheres envolve o conhecimento da influência das variações hormonais fisiológicas sobre os parâmetros fonoarticulatórios, permitindo que sejam estabelecidas abordagens multidisciplinares.

## **Referências bibliográficas**

1. Spritzer PM, Mallmam E. Ciclo menstrual. Oliveira HC, Lemgruber I. Tratado de Ginecologia FEBRASGO. Revinter RJ. 2000; 231-6.
2. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. J Voice 1999;13(3):424-46.
3. Molina KLB, A. G.; Berrentin-Felix, G; Cristovam, L. S. Modificação da frequência fundamental da voz associada a manifestações de tensão pré-menstrual. Fonoaudiologia Brasil 2000;3(4):12-7.

4. Chae SW, Choi G, Kang HJ, Choi JO, Jin SM. Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *J Voice* 2001;15(2):278-83.
5. Week Speech Pathology. A sex and speech. <http://www.speechpathologyaustralia.org.au/library> 2005.
6. Emerich K. Prenancy and the voice. <http://operamom.com/voiceandpregnancy.html> 2000.
7. Gonzalez JN. Anatomofisiologia fonatória. Fonacion y Alteraciones de la Laringe. Buenos Aires; 1981;13-40.
8. Amir O, Kishon-Rabin L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope* 2004;114(6):1021-6.
9. Boulet MJ, Oddens BJ. Female voice changes around and after the menopause--an initial investigation. *Maturitas* 1996;23(1):15-21.
10. Sataloff RTR, D. C.; Hawkschw, M. The effects of medication on singers. *Health and Medical Information* 2002.
11. National Center for Voice and Speech. Information for vocologists. <http://www.ncvs.org>. 2005.
12. Lofqvist A, Lindblom B. Speech motor control. *Curr Opin Neurobiol* 1994;4(6):823-6.
13. Larson CR, Burnett TA, Kiran S, Hain TC. Effects of pitch-shift velocity on voice Fo responses. *J Acoust Soc Am* 2000;107(1):559-64.
14. Love RG, Webb WG. Neurologia para los especialistas del habla y del lenguaje. Buenos Aires;1988; 69-180.
15. Buchanan CM, Eccles JS, Becker JB. Are adolescents the victims of raging hormones: evidence for activational effects of hormones on moods and behavior at adolescence. *Psychol Bull* 1992;111(1):62-107.
16. Gur RC, Alsop D, Glahn D, Petty R, Swanson CL, Maldjian JA, et al. An fMRI study of sex differences in regional activation to a verbal and a spatial task. *Brain Lang* 2000;74(2):157-70.
17. Kirschbaum C, Kudielka BM, Gaab J, Schommer NC, Hellhammer DH. Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom Med* 1999;61(2):154-62.
18. Manolagas SC, Kousteni S. Perspective: nonreproductive sites of action of reproductive hormones. *Endocrinology* 2001;142(6):2200-4.

19. Whiteside SP, Hanson A, Cowell PE. Hormones and temporal components of speech: sex differences and effects of menstrual cyclicity on speech. *Neurosci Lett* 2004;367(1):44-7.
20. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *J Acoust Soc Am* 1999;105(3):1455-68.
21. Traunmuller H, Eriksson A. Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. *J Acoust Soc Am* 2000;107(6):3438-51.
22. International Planned Parenthood Federation. Statement on contraception and STI/HIV protection for Adolescents. <http://www.ippf.org>. 2000.
23. Amir O, Biron-Shental T. The impact of hormonal fluctuations on female vocal folds. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12(3):180-4.
24. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Phono-articulatory variations of women in reproductive age and postmenopausal. *J Voice* 2004;18(3):369-74.
25. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Female suprasegmental speech parameters in reproductive age and postmenopause. *Maturitas* 2004;48(1):71-7.
26. Ojeda SR. Female Reproductive Function. Griffin JE, Ojeda SR. *Textbook of Endocrine Physiology*. Oxford University Press, NY. 1996;164-99.
27. Fitch WT, Giedd J. Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *J Acoust Soc Am* 1999;106(3 Pt 1):1511-22.
28. Deliyiski DD. Motor speech profile 4341. CSL Kay Elemetrics. USA; 1997.
29. Magistris A, Ribeiro MS, Douglas CR. Fisiologia da fala e da fonoarticulação. *Tratado de Fisiologia Aplicada as Ciencias da Saude*. Robe Editorial. São Paulo; 1999;461-76.
30. Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, et al. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science* 1999;283(5409):1908-11.
31. Figueiredo LCG, M. I. R.; Pontes, A.; Pontes, P. Estudo do comportamento vocal no ciclo menstrual: avaliação perceptivo-auditiva, acústica e auto-perceptiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2004;70(3).
32. Behlau MS, Pontes P, Tosi, O.; Gananca, M. M. Análise espectrográfica de formantes de vogais do português brasileiro. *Acta AWO* 1988;2(2):74-85.
33. Camargo Z. Da fonação à articulação. *Fonoaudiologia Brasil* 1999;2(2):14-9.

34. Story BH, Titze IR, Hoffman EA. The relationship of vocal tract shape to three voice qualities. *J Acoust Soc Am* 2001;109(4):1651-67.
35. Titze IR. Acoustic interpretation of resonant voice. *J Voice* 2001;15(4):519-28.
36. Linhares E. Esteroidogenese. Oliveira HC, Legruber I. Tratado de Ginecologia FEBRASGO. Revinter RJ; 2000.
37. Andrianopoulos MV, Darrow K, Chen J. Multimodal standardization of voice among four multicultural populations formant structures. *J Voice* 2001;15(1):61-77.
38. Whiteside SP. Sex-specific fundamental and formant frequency patterns in a cross-sectional study. *J Acoust Soc Am* 2001;110(1):464-78.
39. Walsh B, Smith A. Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes. *J Speech Lang Hear Res* 2002;45(6):1119-33.
40. Kandel ER, Schartz JH, Jessel TM. A linguagem. Fundamentos de Neurociência e do Comportamento. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil 1995.
41. McEwen BS, Alves SE. Estrogen actions in the central nervous system. *Endocr Rev* 1999;20(3):279-307.
42. Mead LAH, E. Asymmetric effects of ovarian hormones on hemispheric activity: evidence from dichotic and tachistoscopic tests. *Neuropsychology* 1996;10(4):578-87.
43. Bookheimer SYZ, T. A.; Blaxton, T. A.; Gaillard, W.; Theodore, W. H. Activation of language cortex with automatic speech tasks. *Neurology* 2000;55(2):1151-7.
44. Gelfer MP, Young SR. Comparisons of intensity measures and their stability in male and female speakers. *J Voice* 1997;11(2):178-86.
45. Becklake MR, Kauffmann F. Gender differences in airway behaviour over the human life span. *Thorax* 1999;54(12):1119-38.
46. Winkworth AL, Davis PJ, Adams RD, Ellis E. Breathing patterns during spontaneous speech. *J Speech Hear Res* 1995;38(1):124-44.



Tabela 1 – Registros acústicos do monotom vocálico /a/ prolongado

	<b>Fase folicular</b>	<b>Fase lútea</b>	<b>P</b>
Tom de base (F <sub>0</sub> ) – Hz	189,11 ± 33,22	196,13 ± 22,89	0,290
Tom mais agudo (F <sub>hi</sub> ) – Hz	238,69 ± 22,89	236,08 ± 62,31	0,885
Tom mais grave (F <sub>lo</sub> ) – Hz	177,29 ± 33,39	181,69 ± 27,89	0,516
Varição (F <sub>0</sub> variação) - Hz	7,80 ± 11,32	8,55 ± 7,99	0,751

Tabela 2 –Registros acústicos dos segundos formantes de /iu/ repetido

	<b>Fase folicular</b>	<b>Fase lútea</b>	<b>P</b>
Magnitude F2 (F2) – Hz	313,45 ± 102,07	320,70 ± 102,97	0,717
F2 mínimo (F2 min)– Hz	924,80 ± 124,43	858,63 ± 191,70	0,193
F2 máximo (F2 max)– Hz	2477,10 ± 227,65	2465,82 ± 301,25	0,877

Tabela 3 – Registros acústicos de ritmo, velocidade e intensidade na diadococinesia verbal /pa ta ka/

	<b>Fase folicular</b>	<b>Fase lútea</b>	<b>P</b>
Velocidade (DDK velocidade) - /s	5,46 ± 0,79	5,72 ± 0,84	0,238
Ritmo (DDK ritmo)– ms	190,20 ± 35,89	179,64 ± 26,35	0,166
Varição (DDK variação) – ms	65,16 ± 21,31	61,97 ± 32,05	0,597
Intensidade (Intensidade) – dB	61,61 ± 3,09	61,46 ± 3,11	0,826
Intensidade (variação) – dB	2,58 ± 0,95	2,45 ± 0,53	0,524

**Tabela 4 – Padrões fonoarticulatórios médios para adolescentes**

Tom de base – Hz	192,62 ± 23,92
Tom mais agudo – Hz	237,39 ± 65,21
Tom mais grave – Hz	179,49 ± 26,32
Variação – Hz	8,18 ± 7,99
Magnitude F2 – Hz	316,87 ± 92,25
F2 mínimo – Hz	891,71 ± 110,34
F2 máximo – Hz	2471,46 ± 203,58
Velocidade - /s	5,59 ± 0,64
Ritmo – ms	184,92 ± 26,06
Variação – ms	63,56 ± 23,21
Intensidade – dB	61,53 ± 2,64
Desvio – dB	2,52 ± 0,61

## **ARTIGO 1 EM INGLÊS**

### **Phono-articulatory Standards in Adolescents in Follicular and Luteal Phases of Menstrual Cycles**

Elisea Maria Meurer<sup>1</sup>, Helena von Eye Corleta<sup>1,2,3</sup>, Edison Capp<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Medicine: Medical Sciences, School of Medicine of Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>2</sup>Department of Gynecology and Obstetrics, School of Medicine of Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>3</sup>Núcleo Gerar for Assisted Reproduction, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS, Brasil

Correspondence to:

Edison Capp

Rua Dr. Barros Cassal, 411/22

CEP 90035 003 - Porto Alegre, RS

edcapp@ufrgs.br

FAX: (051) 3316 3656

## Abstract

Adolescence is a biological and psychosocial phase in which the development of sexual characteristics allows the achievement of reproductive capacity and in which phono-articulatory variations occur. **Objective:** to compare the intensity and stability of fundamental frequency, formants and diadochokinesis, in adolescents, in the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. **Materials and methods:** twenty-three adolescents participated in the study. All of them had a regular menstrual cycle, were not using oral contraceptives, did not smoke, and spoke Brazilian Portuguese fluently. Participants answered a questionnaire and were recorded while reading aloud sentences, between the fifth and eighth and between the 18th and 23rd days of the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. Acoustic analyses were performed using the *Kay Elemetrics Computer Speech Lab Software Package*. The measurements were stored in a database and analyzed using Student's paired sample t-test. **Results:** No statistically significant phono-articulatory differences were observed between the phases of the menstrual cycle, and the standard values for utterances were calculated. The fundamental frequency of the prolonged vowel was  $192.62 \pm 23.92$  Hz, and the minimum and maximum values for formants of vowel combination were  $891.71 \pm 110.34$  Hz and  $2471.46 \pm 203.58$  Hz. In diadochokinesis, they had a speed of  $5.59 \pm 0.64$  seg/s and vocal intensity was equivalent to  $61.53 \pm 2.64$  dB. **Conclusions:** the evaluated adolescents showed similar voice pitch and intensity, formants and speed of speech in both phases of the menstrual cycle. Information about these parameters will allow planning speech therapeutic interventions for female adolescents, so that they can have a better performance in activities that require the use of voice.

**Keywords**

Adolescence, menstrual cycles, voice, rhythm, speed of speech.

## Introduction

In the female life cycle, the dynamic interaction between the hypothalamic-pituitary-ovary axis and the genital tract determines menstrual cycles, whose periodicity is around four weeks. The length of these cycles depends on the time necessary for follicular maturation and on the functional duration of the corpus luteum, allowing reproductive capacity to be cyclic (1). It varies among women and within the same woman during her lifetime.

During menacme, fluctuations in hormone levels can also reduce verbal efficiency and cause temporary lowering of the voice in the premenstrual phase (2,3). Women presenting with the symptoms of premenstrual syndrome seem to have greater fundamental frequency variation in this phase (4). Moreover, women have a higher incidence of voice disorders, whereas men tend to have more speech disorders and fluency problems. Those women who use their voices professionally suffer more from voice disorders (5). Pregnancy (6,7), use of oral contraceptives (8,9), postmenopausal climacteric (2), adrenal disorders (10), medications (antihypertensives, anticonvulsants, antidepressants, antihistamines, antacids) can also cause lowering of the voice (11).

Verbal motor production depends on the interaction between peripheral processes, such as expiratory flow, vibration of vocal folds, movement of the velopharyngeal sphincter, tongue, lips and cheeks (12). It also results from interactions between the primary motor, secondary and frontal cortices, basal ganglia, cerebellum, corticobulbar tract, and cranial nerves. It is related to cranial,



oral and cervical muscles mainly the striated and sensory (auditory, pressor, thermal) (13,14).

The vocal tract is directly related to the acoustic properties of the sound being produced, but speech movements seem to rely more on cortical and neuromuscular planning and control, in order for sounds to be placed within the pattern, context and stress of utterances (12). Therefore, the available studies on the effects of hormones on the voice focus mainly on the larynx, which directly depends on sex hormones. Temporal speech parameters, such as rhythm, speed and fluency, are more commonly investigated due to hormonal fluctuations in neuroanatomical, neurofunctional and behavioral processes (15-19).

Speech sounds have acoustic properties such as frequency, amplitude, and duration. The analysis of these sounds provides information about the development of organs and of speech motor control (20). In addition, the acoustic properties of speech sounds vary with emotional state, context and linguistic parameters (21).

Adolescence is the period ranging between 10 and 19 years of age, characterized by physical, psychological and social changes related to the achievement of reproductive capacity and to the establishment of secondary sexual characteristics (22). In adolescents, lowering of the voice by 2 to 3 half steps occurs between the ages of 13 and 14 as a result of the hormones released by the pituitary gland, suprarenal cortex, and ovaries. At the age of 16 and 17, there is the development of singing voice, and final maturation of vocal patterns extends for 6 to 12 months (2,7,23).

The aim of the present study was to compare phono-articulatory characteristics (intensity and stability of fundamental frequency, formants and diadochokinesis) during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in adolescents.

## **Materials and methods**

### ***Study design***

A cross-sectional study was carried out.

### ***Subjects***

The sample size was calculated from previous studies (24,25), in order to detect 30% differences between variables for a beta error of 0.10, an effect size of 1 and a significance level of 0.05. Twenty-three adolescents, volunteers from the local community, who attended the outpatient clinic of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, were evaluated from December 2003 to September 2005. None of them reported hormone replacement therapy or any other physical, neurological, cognitive, or emotional conditions. Only Brazilian Portuguese native speakers, non-smokers, and women without any history of voice training were included. The inclusion criteria were regular monthly menstrual cycles and nonuse of oral contraceptives. The study protocol was approved by the Research Ethics Committee of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, number 03-230 in 02/09/03.

### ***Procedures***

After detailed explanation of the objectives, advantages, and risks of the study, the volunteers signed an informed consent form. Afterwards, they completed a questionnaire providing information about their voice, speech, oral health, diet, other habits, gynecological health and other associated factors. Then, voice recordings were made during the two menstrual cycles. In each cycle, a recording was made between the fifth and eighth day and another one between the 18th and 23rd day.

Voice samples were obtained using a Shure microphone, model 16 A, and a Sony digital tape recorder (MiniDisc MZ-R70-S1), and stored on minidisks. A unidirectional cardioid microphone with a flat band between 50 and 15000 Hz was used. The variation in capture was less than 4 dB with a peak between 6000 and 7000 Hz for high-fidelity recording. The microphone was placed and held 10 cm away from the participants' lips. The volunteers remained standing during the recordings to favor their phono-articulatory processes. Recordings were repeated until consistent patterns were obtained for the analyses. Data were collected on a *Kay Elemetrics Computerized Speech Laboratory* (CSL model 4341), and analyzed using the *Motor Speech Profile* (MSP) program.

The noise level of the recording room was measured by the software used for analyses of the phono-articulatory patterns. The utterance of the prolonged vowel /a/ was recorded in order to check the fundamental voice frequency ( $F_0$ ), higher frequency (Fhi), lower frequency (Flo) and standard ( $F_0$  variation). Five repetitions of the vowel combination /iu/ were recorded for the analysis of F2 variations (F2), minimum formant frequency (F2 min) and maximum formant frequency (F2 max). Five repetitions of diadochokinesis /pa ta ka/ were recorded. The rhythm (DDK

rhythm), speed (DDK speed), and their variation (DDK variation) as well as the intensity patterns (Intensity pattern) and their variations (intensity variation) were analyzed.

### ***Statistical analysis***

The quantitative data had a Gaussian distribution, were stored in an SPSS database and then analyzed using Student's paired sample t-test. The tables contain these data and their respective means  $\pm$  standard deviations.

### **Results**

The mean age of participants was  $16.75 \pm 0.93$  years. They lived with their families (91%), in Porto Alegre (77%). All of them went to school, 43% for 11 years, and 77% had finished high school. With regard to breathing and dental information, 43% mentioned having respiratory allergies and 55% had been submitted to orthodontic treatment. 43% said they used their voice a lot and 30% reported having a low voice, 20% mentioned symptoms of vocal fatigue at least once a month after talking a lot, 96% said they could hear well or very well, 78% went to the gym or practiced sports on a regular basis. 30.4% mentioned staying in an air-conditioned environment. Regular diets were cited by 17%, and one adolescent consumed alcoholic beverages regularly.

Menarche occurred between the ages of 11 and 13 (92%) in most participants. All of them had a regular monthly period. Four or more premenstrual symptoms were reported by 47%. Only one adolescent did not mention any symptom, whereas one

adolescent mentioned eight symptoms out of a list of 11. The most common symptoms were pronounced anxiety, sensitivity, agitation, nervousness (53%), emotional instability (52%), and physical symptoms such as heavy and swollen breasts, headache, joint pain, muscle pain, swelling sensation, weight gain (52%), change in appetite, higher food intake, increased hunger (52%), more depressed mood, feeling of uselessness, greater self-censorship (48%), persistent irritability, and increased conflicts with others (48%).

After analysis of the recordings, the computer program did not detect any interference from background noise. No differences were noted between the follicular and luteal phases of the menstrual cycle regarding the utterance of prolonged vowel /a/, in higher and lower fundamental frequency and in vocal variation (Table 1). The minimum and maximum formant frequencies in the repetitions of the vowel combination /iu/ were similar in the two phases of the menstrual cycle (Table 2). In the repetition of diadochokinesis /pa ta ka/, there were no differences between the follicular and the luteal phases regarding speed, rhythm, and average vocal intensity (Table 3).

Since the results for the two phases of the menstrual cycle were similar, mean values combining the two phases were calculated for the whole sample. The standard values for the analyzed are shown in Table 4.

## **Discussion**

There were no statistically significant differences in higher and lower frequencies and in vocal variations in the utterance of prolonged vowel /a/ among study participants. In this phase of the life cycle, women may not have regular menstrual cycles (1,26), but in this study, all of them did, suggesting maturity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis.

Recordings of /a/ were similar in the two phases of the menstrual cycle. Voice pitches did not show any influence of cyclic hormonal fluctuations on the larynx. The lower-pitched fundamental frequency was different from that observed in children (27). This seems to be associated with sexual differentiation and with the lowering and stretching of vocal folds (2,23).

Fundamental frequency variations did not show any voice tremor, which demands an irregularity greater than 30% in utterances (28). These results suggest central control over voice production (29) and efficient self-monitoring of auditory vocal skills (13,30).

The greater variation of vocal responses may have occurred due to the fact that the adolescents were still in the maturation period that takes place after the change or acquisition of new patterns (20). A study with women of similar age did not demonstrate any statistically significant differences in voice pitches when the ovulatory and menstrual phases were compared; in addition, there was less vocal stability during the luteal phase (31).

In the repetitions of /iu/, the formants require synchronization between the harmonics (sounds derived from the fundamental frequency) of the vibrations of vocal folds, with supraglottic pressure in the changes of tongue positions in the vocal tract

(32-35). The effect of hormones may possibly exacerbate these changes only during the periods of higher fluctuation of hormone levels. In this study, the participants were evaluated between the 5th and 8th days (follicular phase) and between the 18 and 23rd days (luteal phase), out of the periods of greater fluctuations, i.e., before ovulation and before menstruation (36).

Changes such as the reduction in voice pitch in the premenstrual phase can be better perceived by singers (2,10), who use higher harmonics while singing (8). The period of maturation of the changes in speaking and singing voices can influence these patterns more than ethnic, sociocultural and environmental factors (32,37,38). In this stage of development, through sexual differentiation, women mature their vocal resonance characteristics at a slower pace. This slow pace may be the reason why analyzed adolescents had fewer formant variations, even with maximum and minimum formant frequencies close to those of women aged 30 to 40 years and of postmenopausal women (24).

The repetition of diadochokinesis /pa ta ka/ was similar between groups, suggesting efficient coordination between glottic closure and articulatory points in the oropharyngeal/nasal tract (12), in both phases of the menstrual cycle. Similarly to what occurs with the production of voice in this age group, all phono-articulatory gestures have great variability, but jaw movements are slower than those of the lips, with no differences between genders (39). Speed and rhythm are related to motor fluency, and women have better performance in verbal skills due to the influence of different hormones on their central nervous system (18,19,40-42). Diadochokinesis, which apparently did not require central control processes in these adolescents, is

still developing in the auditory vocal system and in sensory motor interactions at this age (30,43).

This variability was different from that observed in another group of women, aged 30 to 40 and in postmenopausal women (24). The speed of speech of adolescents was lower than that of women aged 30 to 40 and higher than that of postmenopausal women. Time for diadochokinesis was greater for women in the 30-to-40-year-old group and also for postmenopausal women, but rhythm variations were similar.

Vocal intensity between the two phases of the menstrual cycle in these adolescents was similar to that of young women, who did not have any differences regarding the loudness of their voices, compared to men and women aged 30 to 40 and to postmenopausal women (24,45).

In adolescence, the total vital capacity and expiratory flow of women tend to be lower than in men. Fluctuations in functional speech energy, from around 35% immediately after menstruation, 52% at mid-cycle, to 75% three days before menstruation, did not interfere with vocal intensity (45). Respiratory stimulation of speech appears to be planned and adapted with anticipatory neural activity, being more controlled by linguistic and physiological factors than by fluctuations in hormone levels during menstruation (46). During speech, changes in the ventilatory mechanics have some influence on the duration of utterances, with very quick inspirations and slow expirations (12).



Even without the 30% difference between the analyzed variables, the effect size confirmed that the results were similar in the two phases of the menstrual cycle in the study participants.

## Conclusions

The evaluated adolescents had similar vocal intensity, voice pitch, formant frequencies and speed of speech in both phases of the menstrual cycle. A thorough women's health assessment must be based on information about the effects of physiological hormonal fluctuations on phono-articulatory parameters, thus allowing for multidisciplinary approaches.

## References

1. Spritzer PM, Mallmam E. Ciclo menstrual. Oliveira HC, Lemgruber I. Tratado de Ginecologia FEBRASGO. Revinter RJ. 2000; 231-6.
2. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. J Voice 1999;13(3):424-46.
3. Molina KLB, A. G.; Berrentin-Felix, G; Cristovam, L. S. Modificação da frequência fundamental da voz associada a manifestações de tensão pré-menstrual. Fonoaudiologia Brasil 2000;3(4):12-7.
4. Chae SW, Choi G, Kang HJ, Choi JO, Jin SM. Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. J Voice 2001;15(2):278-83.
5. Week Speech Pathology. A sex and speech. <http://www.speechpathologyaustralia.org.au/library> 2005.
6. Emerich K. Prenancy and the voice. <http://operamom.com/voiceandpregnancy.html> 2000.

7. Gonzalez JN. Anatomofisiología fonatória. Fonación y Alteraciones de la Laringe. Buenos Aires; 1981;13-40.
8. Amir O, Kishon-Rabin L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope* 2004;114(6):1021-6.
9. Boulet MJ, Oddens BJ. Female voice changes around and after the menopause--an initial investigation. *Maturitas* 1996;23(1):15-21.
10. Sataloff RTR, D. C.; Hawkschw, M. The effects of medication on singers. *Health and Medical Information* 2002.
11. National Center for Voice and Speech. Information for vocologists. <http://www.ncvs.org>. 2005.
12. Lofqvist A, Lindblom B. Speech motor control. *Curr Opin Neurobiol* 1994;4(6):823-6.
13. Larson CR, Burnett TA, Kiran S, Hain TC. Effects of pitch-shift velocity on voice F<sub>0</sub> responses. *J Acoust Soc Am* 2000;107(1):559-64.
14. Love RG, Webb WG. Neurología para los especialistas del habla y del lenguaje. Buenos Aires;1988; 69-180.
15. Buchanan CM, Eccles JS, Becker JB. Are adolescents the victims of raging hormones: evidence for activational effects of hormones on moods and behavior at adolescence. *Psychol Bull* 1992;111(1):62-107.
16. Gur RC, Alsop D, Glahn D, Petty R, Swanson CL, Maldjian JA, et al. An fMRI study of sex differences in regional activation to a verbal and a spatial task. *Brain Lang* 2000;74(2):157-70.
17. Kirschbaum C, Kudielka BM, Gaab J, Schommer NC, Hellhammer DH. Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom Med* 1999;61(2):154-62.
18. Manolagas SC, Kousteni S. Perspective: nonreproductive sites of action of reproductive hormones. *Endocrinology* 2001;142(6):2200-4.
19. Whiteside SP, Hanson A, Cowell PE. Hormones and temporal components of speech: sex differences and effects of menstrual cyclicity on speech. *Neurosci Lett* 2004;367(1):44-7.
20. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *J Acoust Soc Am* 1999;105(3):1455-68.
21. Traunmuller H, Eriksson A. Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. *J Acoust Soc Am* 2000;107(6):3438-51.

22. International Planned Parenthood Federation. Statement on contraception and STI/HIV protection for Adolescents. <http://www.ippf.org>. 2000.
23. Amir O, Biron-Shental T. The impact of hormonal fluctuations on female vocal folds. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12(3):180-4.
24. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Phono-articulatory variations of women in reproductive age and postmenopausal. *J Voice* 2004;18(3):369-74.
25. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Female suprasegmental speech parameters in reproductive age and postmenopause. *Maturitas* 2004;48(1):71-7.
26. Ojeda SR. Female Reproductive Function. Griffin JE, Ojeda SR. *Textbook of Endocrine Physiology*. Oxford University Press, NY. 1996;164-99.
27. Fitch WT, Giedd J. Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *J Acoust Soc Am* 1999;106(3 Pt 1):1511-22.
28. Deliyski DD. Motor speech profile 4341. CSL Kay Elemetrics. USA; 1997.
29. Magistris A, Ribeiro MS, Douglas CR. Fisiologia da fala e da fonoarticulação. *Tratado de Fisiologia Aplicada as Ciencias da Saude*. Robe Editorial. São Paulo; 1999;461-76.
30. Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, et al. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science* 1999;283(5409):1908-11.
31. Figueiredo LCG, M. I. R.; Pontes, A.; Pontes, P. Estudo do comportamento vocal no ciclo menstrual: avaliação perceptivo-auditiva, acústica e auto-perceptiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2004;70(3).
32. Behlau MS, Pontes P, Tosi, O.; Gananca, M. M. Análise espectrográfica de formantes de vogais do português brasileiro. *Acta AWO* 1988;2(2):74-85.
33. Camargo Z. Da fonação à articulação. *Fonoaudiologia Brasil* 1999;2(2):14-9.
34. Story BH, Titze IR, Hoffman EA. The relationship of vocal tract shape to three voice qualities. *J Acoust Soc Am* 2001;109(4):1651-67.
35. Titze IR. Acoustic interpretation of resonant voice. *J Voice* 2001;15(4):519-28.
36. Linhares E. Esteroidogenese. Oliveira HC, Legruber I. *Tratado de Ginecologia FEBRASGO*. Revinter RJ; 2000.

37. Andrianopoulos MV, Darrow K, Chen J. Multimodal standardization of voice among four multicultural populations formant structures. *J Voice* 2001;15(1):61-77.
38. Whiteside SP. Sex-specific fundamental and formant frequency patterns in a cross-sectional study. *J Acoust Soc Am* 2001;110(1):464-78.
39. Walsh B, Smith A. Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes. *J Speech Lang Hear Res* 2002;45(6):1119-33.
40. Kandel ER, Schartz JH, Jessel TM. *A linguagem. Fundamentos de Neurociência e do Comportamento*. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil 1995.
41. McEwen BS, Alves SE. Estrogen actions in the central nervous system. *Endocr Rev* 1999;20(3):279-307.
42. Mead LAH, E. Asymmetric effects of ovarian hormones on hemispheric activity: evidence from dichotic and tachistoscopic tests. *Neuropsychology* 1996;10(4):578-87.
43. Bookheimer SYZ, T. A.; Blaxton, T. A.; Gaillard, W.; Theodore, W. H. Activation of language cortex with automatic speech tasks. *Neurology* 2000;55(2):1151-7.
44. Gelfer MP, Young SR. Comparisons of intensity measures and their stability in male and female speakers. *J Voice* 1997;11(2):178-86.
45. Becklake MR, Kauffmann F. Gender differences in airway behaviour over the human life span. *Thorax* 1999;54(12):1119-38.
46. Winkworth AL, Davis PJ, Adams RD, Ellis E. Breathing patterns during spontaneous speech. *J Speech Hear Res* 1995;38(1):124-44.

**Table 1** – *Acoustic value of the prolonged /a/*

	<b>Follicular phase</b>	<b>Luteal phase</b>	<b>P</b>
F <sub>0</sub> (Hz)	189.11 ± 33.22	196.13 ± 22.89	0.290
F <sub>hi</sub> (Hz)	238.69 ± 22.89	236.08 ± 62.31	0.885
F <sub>lo</sub> (Hz)	177.29 ± 33.39	181.69 ± 27.89	0.516
F <sub>0</sub> variation (Hz)	7.80 ± 11.32	8.55 ± 7.99	0.751

**Table 2** – *Acoustic Values of the Second Formant for /iu/*

	<b>Follicular phase</b>	<b>Luteal phase</b>	<b>P</b>
F2 (Hz)	313.45 ± 102.07	320.70 ± 102.97	0.717
F2 min (Hz)	924.80 ± 124.43	858.63 ± 191.70	0.193
F2 max (Hz)	2477.10 ± 227.65	2465.82 ± 301.25	0.877

**Table 3** – *Acoustic values of the Diadochokinesis /pa ta ka/ and Vocal Intensity*

	<b>Follicular phase</b>	<b>Luteal phase</b>	<b>P</b>
DDK speed (/s)	5.46 ± 0.79	5.72 ± 0.84	0.238
DDK rhythm (ms)	190.20 ± 35.89	179.64 ± 26.35	0.166
DDK variation (ms)	65.16 ± 21.31	61.97 ± 32.05	0.597
Intensity pattern (dB)	61.61 ± 3.09	61.46 ± 3.11	0.826
Intensity variation (dB)	2.58 ± 0.95	2.45 ± 0.53	0.524

**Table 4 – Average acoustic phono-articulatory standard for adolescents**

F <sup>o</sup> (Hz)	192.62 ± 23.92
F <sub>hi</sub> (Hz)	237.39 ± 65.21
F <sub>lo</sub> (Hz)	179.49 ± 26.32
F <sup>o</sup> Variation (Hz)	8.18 ± 7.99
F2 mag (Hz)	316.87 ± 92.25
F2 min (Hz)	891.71 ± 110.34
F2 max (Hz)	2471.46 ± 203.58
DDK speed (/s)	5.59 ± 0.64
DDK pattern (ms)	184.92 ± 26.06
DDk variation (ms)	63.56 ± 23.21
Intensity pattern (dB)	61.53 ± 2.64
Intensity variation (dB)	2.52 ± 0.61



## **ARTIGO 2 EM PORTUGUÊS**

### **Traços suprasegmentais de adolescentes nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual**

### **Suprasegmental Speech Parameters of Adolescents in Follicular and Luteal Phases of Menstrual Cycles**

Elisea Maria Meurer<sup>1</sup>, Helena von Eye Corleta<sup>1,2,3</sup>, Edison Capp<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>2</sup>Departamento de Ginecologia e Obstetrícia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>3</sup>Núcleo Gerar de Reprodução Assistida, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS, Brasil

Endereço para correspondência:

Edison Capp  
Rua Dr. Barros Cassal, 411/22  
CEP 90035 003 - Porto Alegre, RS  
edcapp@ufrgs.br  
FAX: (051) 3311 6588

## Resumo

Falantes esclarecem suas mensagens com variações de acentuações e de entonações vocais, de junturas ou pausas que delimitam palavras e frases, de velocidade e ritmo nas verbalizações. Os processos motores da expressão verbal são influenciados por oscilações cíclicas dos hormônios sexuais. Objetivo: caracterizar modulações vocais, ritmos e velocidades de fala, em adolescentes em ambas as fases do ciclo menstrual. Material e métodos: participaram vinte e três adolescentes, com menstruações regulares, não usuárias de contraceptivos orais, não fumantes e falantes fluentes do português brasileiro. Elas responderam questionário e gravaram leituras de frases entre o quinto e o oitavo e, entre o décimo oitavo e o vigésimo terceiro dias de dois ciclos menstruais. Foram realizadas análises acústicas com o programa motor *Speech Profile* da *Kay Elemetrics*. As medições lançadas em banco de dados SPSS foram analisadas com o teste *t* de Student para amostras pareadas. Resultados: Sem diferenças estatísticas significativas entre as fases dos ciclos menstruais, os valores médios calculados para variações de modulação, das menores para as maiores, foram raiva ( $21,74 \pm 8,66$  Hz) < normal ( $23,43 \pm 12,35$  Hz) < tristeza ( $24,85 \pm 10,46$  Hz) < exclamativa ( $29,31 \pm 12,40$  Hz) < interrogativa ( $33,07 \pm 12,40$  Hz) < alegria ( $33,31 \pm 12,11$  Hz). Da mesma forma, os valores médios agrupando as duas fases do ciclo para toda amostra foram velocidade =  $5,16 \pm 0,64$  seg/s na frase com sentido e  $1,86 \pm 0,24$  seg/s na frase sem sentido. Conclusão: Os traços suprasegmentais não parecem ser modulados pelas alterações hormonais do ciclo menstrual (fase proliferativa X fase lútea) em adolescentes. A atenção integral à saúde das mulheres envolve o

conhecimento de influências de variações hormonais fisiológicas sobre os traços suprassegmentais. ...

**Palavras-chave**

Adolescência, ciclos menstruais, entonações, fluência motora verbal.

## Abstract

Speakers make themselves understood by changing stress, voice intonation, juncture patterns, by making pauses between words and sentences, or by controlling the speed and rhythm of speech. The motor processes in verbal expression are influenced by cyclic fluctuations in sex hormone levels. **Objective:** to characterize voice modulations, rhythms and speed of speech in adolescents during the follicular and luteal phases of the regular menstrual cycle. **Materials and methods:** twenty-three students participated in the study. All of them had monthly menstrual cycles, were not using oral contraceptives, did not smoke, and spoke Brazilian Portuguese fluently. Participants answered a questionnaire and were recorded while reading aloud sentences, between the fifth and eighth and between the 18th and 23rd days of the follicular and luteal phase of the menstrual cycles, respectively. Acoustic analyses were performed using the *Kay Elemetrics Computer Speech Lab Software Package*. The measurements were stored in an SPSS database and analyzed using Student's paired sample t-test. **Results:** No statistically significant differences were observed between the phases of the menstrual cycle. The mean values for the variations in voice modulations, in increasing order, were: anger ( $21.74 \pm 8.66$  Hz) < normal state ( $23.43 \pm 12.35$  Hz) < sadness ( $24.85 \pm 10.46$  Hz) < exclamatory sentence ( $29.31 \pm 12.40$  Hz) < interrogative sentence ( $33.07 \pm 12.40$  Hz) < happiness ( $33.31 \pm 12.11$  Hz). Mean values combining both phases of the menstrual cycle for the whole sample regarding the speed of speech were  $5.16 \pm 0.64$  seg/s in meaningful sentences and  $1.86 \pm 0.24$  seg/s in meaningless sentences. **Conclusion:** Suprasegmental speech parameters do not appear to be modulated by hormonal changes during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in

adolescents. A thorough women's health assessment must be based on information about the effects of physiological hormonal fluctuations on suprasegmental speech parameters. ...

**Keywords**

Adolescence – menstrual cycle – intonation – motor speed speech

## Introdução

Sons humanos produzidos com a integração entre fluxo expiratório e ajustes laríngeos constituem a voz. O trato laringo-faríngeo-oro-nasal funciona como filtro amortecedor e amplificador da voz, gerando a ressonância vocal. Com os movimentos de abertura e de fechamento das estruturas móveis neste trajeto, ocorrem as modificações dos sons, possibilitando a articulação da fala (1,2) Esta é um recurso comunicativo essencial entre as pessoas.

O trato-laringo-faringo-oral-nasal está diretamente relacionado com as propriedades acústicas do som que está sendo produzido, mas os movimentos de fala parecem depender mais de um planejamento e controle cortical e neuromuscular, para que os sons sejam colocados no padrão, contexto e ênfases das verbalizações (3). O hemisfério esquerdo é predominante nas funções de linguagem quanto à estrutura lingüística, fonêmica e léxica. Da mesma forma, o hemisfério direito foi relacionado com a entonação afetiva, estabilidade do tom de base vocal, tempo de duração de frases (4,5). As propriedades acústicas de frequência, amplitude, duração das emissões verbais informam sobre o desenvolvimento dos órgãos, do controle motor da fala (6) e, sobre o contexto expressivo.

Falantes esclarecem suas mensagens associando elementos segmentais (seqüências acústicas representativas de vogais e de consoantes em palavras e frases), paralingüísticos (componentes sonoros que representam emoções e atitudes dos falantes), e, suprasegmentais. Estes consistem nas variações de acentuações e de entonações vocais, de junturas ou pausas que delimitam palavras e frases. Da

mesma forma, são compostos pela velocidade e ritmo de emissões, que fornecem impressões de maior ou menor fluência do falante (7-10).

No ciclo vital feminino, as mudanças que ocorrem na adolescência, entre os 10 e 19 anos, estão relacionadas com o desenvolvimento de características sexuais primárias (fertilidade) e secundárias (corporais e comportamentais). Na fase reprodutiva do ciclo vital feminino, o funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise-ovários e trato genital é que determina ciclos menstruais com periodicidade em torno de 4 semanas. A duração média destes ciclos pode variar mais ou menos três dias entre as mulheres e, numa mesma mulher durante a vida (11).

Estudos das influências hormonais sobre processos periféricos utilizados na emissão da voz referem-se principalmente à laringe, afetada por hormônios sexuais na morfologia, histologia e função (12). Os parâmetros temporais da fala, como ritmo, velocidade e fluência são mais abordados pela relação de concentrações de estrogênios. Desta forma, foi assinalado que efeitos secundários de estrogênios influenciam no controle motor fino da fala, fluência, humor, agressividade, comportamento, concentração, alerta mental, bem estar em mulheres (13-20).

No ciclo vital, a discreta muda vocal feminina que ocorre entre 13 e 14 anos, acarreta abaixamento da voz falada em torno de 2 a 3 semitons, por ações de hormônios secretados pela hipófise, córtex supra-renal e ovários. Após a muda para a voz cantada, que ocorre entre 16 e 17 anos, a maturação final dos padrões vocais prolonga-se entre 6 e 12 meses (12,21,22).

No menacme, as variações hormonais também podem ocasionar redução de eficiência verbal e abaixamento vocal temporário na fase pré-menstrual com e sem

associação com sintomas da síndrome pré-menstrual (23). Gestação (22,24), uso de contraceptivos orais (25,26), pós-menopausa e reposições hormonais (21), disfunções adrenais (27), outras medicações como antihipertensivos, anticonvulsivos, antidepressivos, antialérgicos, antiácidos também podem abaixar o tom da voz (28)

Neste estudo o objetivo foi verificar características fonoarticulatórias suprasegmentais de fala nas duas fases do ciclo menstrual em adolescentes.

## **Material e métodos**

### *Delineamento do estudo*

Foi realizado um estudo transversal.

### *População e amostra*

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado a partir de trabalhos anteriores (29,30), para identificar diferenças de 30 % entre as variáveis, para um erro beta de 0,10, um *effect size* de 1 e um nível de significância de 0,05 . Entre dezembro de 2003 e setembro de 2005 foram selecionadas 23 mulheres adolescentes atendidas no Ambulatório do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, e, voluntárias da comunidade local. Nenhuma adolescente referiu tratamentos hormonais ou outras limitações orgânicas, neurológicas, cognitivas, ou emocionais. Foram incluídas mulheres não fumantes, sem treino vocal para a fala ou canto e, falantes nativas do português brasileiro. Os



critérios para inclusão neste grupo foram, ainda, a regularidade de ciclos menstruais mensais e ausência de consumo de contraceptivos orais. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre em 02/09/2003, com número 03-230.

### **Procedimentos**

Após esclarecimentos detalhados sobre objetivos, vantagens e riscos do projeto, as voluntárias assinaram “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”. Elas preencheram questionário com informações sobre suas vozes, fala, boca, nutrição, outros hábitos, situação ginecológica e fatores associados. Após, foram feitos registros acústicos em dois ciclos menstruais. Em cada ciclo, uma gravação foi feita entre o 5º e 8º dia e a outra ocorreu entre o 18º e 23º dia.

Registros acústicos foram coletados com microfone Shure, modelo 16 A, gravador digital Sony MZ-R7-S1 e armazenados em minidiscos. O microfone polar, cardióide, unidirecional, possuía banda plana entre 50 e 15000 Hz com pico de variação de captura inferior a 4 dB entre 6000 e 7000 Hz, para preservar maior fidedignidade nas gravações. Esse microfone foi colocado a uma distância de 10 cm, em frente a boca das pesquisadas, que permaneceram em pé durante as gravações, para favorecer seus processos fonoarticulatórios. Os registros foram repetidos sempre que elas desejaram treinar e, até constatar-se que os sensores do gravador marcavam padrões analisáveis. Nas análises utilizou-se o programa *Motor Speech Profile* (MSP), acoplado ao sistema *Kay Elemetrics Computerized Speech Laboratory* (CSL modelo 4341).

Foram gravados 15 segundos de ruído ambiental, para controle de interferências deste nos registros das pesquisadas. A seguir, coletou-se emissões da frase “irei a Gramado nas férias de inverno” em seis entonações vocais, para verificação do tom de base de fala (SFF), mais agudo (Frhi), mais grave (Frlo) e variações (STD). Entre estas, três foram lingüísticas (modulação neutra, interrogativa e exclamativa) e, três foram emocionais (raiva, tristeza e alegria). A emissão neutra desta frase foi analisada juntamente com a da frase “nhô, já vou por mais sal no xis que lhe fiz tão bem a gás lá da rua Zê”, frase que continha todos os sons consonantais do português em posição inicial nos monossílabos e, que foi classificada como sem sentido. Nestes registros observou-se velocidade (padrão silábico), duração de emissões (duração silábica) e de pausas (padrão de pausas), ritmo (ritmo).

### **Análise estatística**

Os dados quantitativos tiveram distribuição gaussiana, foram lançados em banco de dados SPSS e analisados com teste t de Student para amostras pareadas. Eles estão apresentados nas tabelas com médias  $\pm$  desvios padrões.

### **Resultados**

A idade média das adolescentes foi  $16,75 \pm 0,93$  anos. Elas moravam com familiares (91 %), em Porto Alegre (77 %). Todas eram estudantes, 43 % há 11 anos, 77 % terminaram segundo grau. Em relação a informações sobre respiração e

boca, 43 % referiram alergias respiratórias e 55 % realizaram correções ortodônticas. 43 % referiram usar muito a voz e 30 % referiram volume vocal fraco, 20 % relataram sintomas de cansaço vocal após falar bastante pelo menos uma vez ao mês. 96 % referiram que ouvia bem ou muito bem. 78 % freqüentavam regularmente academias ou praticavam esportes. A permanência em ambientes com ar condicionado foi citada por 30,4 %. Dietas freqüentes foram mencionadas por 17 % e, uma referiu consumo regular de bebida alcoólica.

A menarca ocorreu entre 11 e 13 anos (92 %) na maioria das participantes. Todas menstruavam mensalmente. Foram mencionados quatro ou mais sintomas pré-menstruais por 47%. Somente uma adolescente não referiu nenhum sintoma e uma mencionou 8, entre as 11 alternativas apresentadas. Os sintomas mais referidos foram acentuação de ansiedade, sensibilidade, agitação, nervosismo (53 %), instabilidade afetiva (52 %), sintomas físicos como seios pesados, inchados, dores de cabeça, nas articulações, músculos, sensação de inchaço, aumento de peso (52 %), mudanças de apetite, aumento no consumo de alimentos, na vontade de comer (52 %), humor mais deprimido, sentimento de inutilidade, auto-censura maior (48 %) e, persistência de irritações, aumento de conflitos com outras pessoas (48 %).

Nas análises das gravações, o programa computadorizado não captou interferências de ruídos ambientais. Os resultados apresentados na tabela 1 mostram que houve diferença estatística significativa somente no tom mais grave da modulação de raiva e no tom mais agudo da frase emitida com expressão de alegria.

Como os resultados foram semelhantes entre as duas fases dos ciclos, foram calculados valores médios agrupando as duas fases do ciclo para toda amostra. Assim, os valores médios para adolescentes nos tons de fala foram, da mais grave para a mais aguda, raiva ( $211,22 \pm 17,11$  Hz) < tristeza ( $211,57 \pm 21,83$  Hz) < normal ( $216,07 \pm 15,46$  Hz) < interrogativa ( $219,78 \pm 15,42$  Hz) < exclamativa ( $222,93 \pm 20,06$  Hz) < alegria ( $231,74 \pm 20,11$  Hz); e nas variações de modulação das menores para as maiores, foram raiva ( $21,74 \pm 8,66$  Hz) < normal ( $23,43 \pm 12,35$  Hz) < tristeza ( $24,85 \pm 10,46$  Hz) < exclamativa ( $29,31 \pm 12,40$  Hz) < interrogativa ( $33,07 \pm 12,40$  Hz) < alegria ( $33,31 \pm 12,11$  Hz).

Não houve diferença entre as fases do ciclo quanto a velocidade, duração de sonorizações, de pausas e, ritmo de emissões das frases com (tabela 2) e sem sentido (tabela 3). Da mesma forma, os valores médios agrupando as duas fases do ciclo para toda amostra foram: velocidade média =  $5,16 \pm 0,64$  (segmentos sonoros de fala emitidos por segundo) na frase com sentido e  $1,86 \pm 0,24$  na frase sem sentido. A média da duração das emissões foi de  $178,53 \pm 27,04$  ms e  $124,89 \pm 42,28$  ms na frase com sentido. Na leitura da frase sem sentido, elas demoraram  $406,23 \pm 44,85$  ms emitindo sons e, o total de pausas entre as palavras foi de  $171,57 \pm 27,52$  ms. A duração total da emissão da frase com sentido foi de  $303,42 \pm 43,31$  ms e, na sem sentido elas levaram  $577,81 \pm 54,53$  ms.

## **Discussão**

Na modulação das frases, as alterações estatísticas significativas isoladas, constatadas entre as diferentes fases do ciclo menstrual das pesquisadas, foram

consideradas como variabilidades existentes no desenvolvimento (6). Os tons de base da fala destas adolescentes foram semelhantes aos de outros estudos com mulheres desta faixa etária (31-33).

Desta forma, parece que a ativação de processos neurais moduladores de características paralingüísticas durante a fala com entonações afetivas foi efetiva (34). Durante a adolescência, o controle auditivo vocal e sensório-motor, que também permanecem em evolução (35), têm, entre outros moduladores, o estrogênio e a testosterona (13). Influências das ações moduladoras destes hormônios favorecendo estados de humor e podem facilitar a emissão de modulações afetivas na fala (16,17).

Os tons médios de fala das adolescentes foram mais agudos nas modulações da voz que os encontrados em mulheres de 30 a 40 e na pós-menopausa (30). Esta variação poderia ser atribuída ao processo de maturação incompleta da discreta muda vocal das adolescentes (12,21,22).

Em relação as diferenças de modulações nos tons de base de fala e suas variações, também foi observado que os resultados das adolescentes foram semelhantes aos de mulheres de 30 a 40 e na pós-menopausa (30). Todas realizaram menos modulações e variações de tons na raiva, tristeza e normal, com maiores modulações e variações de tons na interrogativa, exclamativa e de alegria. Estas semelhanças podem ser atribuídas às características do idioma e ambientais que foram comuns a todas, mesmo sem elas terem o mesmo estilo de vida (7). Nas análises de todos estes resultados sobre a modulação vocal, não ficaram evidenciadas influências das oscilações cíclicas mensais de hormônios sexuais, ou

seja, não houve diferença entre os parâmetros estudados nas duas fases do ciclo menstrual.

Foi demonstrada a habilidade fisiológica das pesquisadas transporem formulações lingüísticas em execuções fonéticas, demonstrando emoções e humor de formas que desfazem ambigüidades sintáticas e semânticas (7,8,34).

Na emissão das frases com e sem sentido, a ausência de diferenças acústicas estatísticas significativas entre a velocidade de fala, duração de emissões sonoras e de pausas que produziram o ritmo das verbalizações evidenciaram habilidades fisiológicas da fala nas adolescentes. Estas habilidades consistiram nos ajustes do controle neuromotor requerido para as emissões suprasegmentais de velocidade, articulação, precisão, e com ritmo adaptado ao contexto (3-35). As flutuações hormonais diferentes nas duas fases do ciclo menstrual não corresponderam a diferenças neuroanatômicas, neurofuncionais e comportamentais (15-20).

A velocidade de fala foi maior na frase com sentido que na frase sem sentido. A velocidade menor de fala na frase sem sentido pode ser explicada por que nesta são requeridas apenas repetições de habilidades motoras automáticas, com menor planejamento motor e, que tendem a utilizar movimentos mais reduzidos (36). É possível que ritmos e velocidades de fala possam estar em desenvolvimento nestas adolescentes, não havendo ainda estabilização destes parâmetros (37).

## **Conclusão**

Os traços suprasegmentais não parecem ser modulados pelas alterações hormonais do ciclo menstrual (fase folicular X fase lútea) em adolescentes. ... A atenção integral à saúde das mulheres envolve o conhecimento da influência das variações hormonais fisiológicas sobre os traços suprasegmentais, permitindo que sejam estabelecidas abordagens multidisciplinares.

### Referências bibliográficas

1. Love RG, Webb WG. Neurologia para los especialistas del habla y del lenguaje. Buenos Aires;1988; 69-180.
2. Magistris A, Ribeiro MS, Douglas CR. Fisiologia da fala e da fonoarticulação. Tratado de Fisiologia Aplicada as Ciencias da Saude. Robe Editorial. São Paulo; 1999;461-76.
3. Lofqvist A, Lindblom B. Speech motor control. Curr Opin Neurobiol 1994;4(6):823-6.
4. Fitzsimons M, Sheahan N, Staunton H. Gender and the integration of acoustic dimensions of prosody: implications for clinical studies. Brain Lang 2001;78(1):94-108.
5. Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Sexual differentiation of the nervous system. Fundamentos de Neurociência e do Comportamento. PrenticeHall do Brasil. RJ. 2000.
6. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. J Acoust Soc Am 1999;105(3):1455-68.
7. Botinis A, Granström B. Developments and paradigms in intonation research. Speech Communication, 2001;33:263-96.
8. Hirschberg J. Communication and prosody: functional aspects of prosody. Speech Communication 2002;36(1-2):31-43.
9. Traunmuller H, Eriksson A. Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. J Acoust Soc Am 2000;107(6):3438-51.
10. Sassi FC, Ostiz HC, Andrade CF. Terminologia: fluência e desordens da fluência. Pró-Fono 2001;13(1): 107-13.

11. Ojeda SR. Female Reproductive Function. Griffin JE, Ojeda SR. Textbook of Endocrine Physiology. Oxford University Press, NY. 1996;164-99.
12. Amir O, Biron-Shental T. The impact of hormonal fluctuations on female vocal folds. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12(3):180-4.
13. Buchanan CM, Eccles JS, Becker JB. Are adolescents the victims of raging hormones: evidence for activational effects of hormones on moods and behavior at adolescence. *Psychol Bull* 1992;111(1):62-107.
14. Dominancehome. Progesterone low or estrogen dominance. FAQ. <http://www.operamom.com/> 2004.
15. Kirschbaum C, Kudielka BM, Gaab J, Schommer NC, Hellhammer DH. Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom Med* 1999;61(2):154-62.
16. Manolagas SC, Kousteni S. Perspective: nonreproductive sites of action of reproductive hormones. *Endocrinology* 2001;142(6):2200-4.
17. McEwen BS, Alves SE. Estrogen actions in the central nervous system. *Endocr Rev* 1999;20(3):279-307.
18. Mead LAH, E. Asymmetric effects of ovarian hormones on hemispheric activity: evidence from dichotic and tachistoscopic tests. *Neuropsychology* 1996;10(4):578-87.
19. Week Speech Pathology. A sex and speech. <http://www.speechpathologyaustralia.org.au/library> 2005.
20. Whiteside SP, Hanson A, Cowell PE. Hormones and temporal components of speech: sex differences and effects of menstrual cyclicity on speech. *Neurosci Lett* 2004;367(1):44-7.
21. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. *J Voice* 1999;13(3):424-46.
22. Gonzalez JN. Anatomofisiología fonatória. Fonación y Alteraciones de la Laringe. Buenos Aires; 1981;13-40.
23. Chae SW, Choi G, Kang HJ, Choi JO, Jin SM. Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *J Voice* 2001;15(2):278-83.
24. Emerich K. Prenancy and the voice. <http://operamom.com/voiceandpregnancy.html> 2000.
25. Amir O, Kishon-Rabin L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope* 2004;114(6):1021-6.



26. Boulet MJ, Oddens BJ. Female voice changes around and after the menopause--an initial investigation. *Maturitas* 1996;23(1):15-21.
27. Sataloff RTR, D. C.; Hawkschw, M. The effects of medication on singers. *Health and Medical Information* 2002.
28. National Center for Voice and Speech. Information for vocologists. <http://www.ncvs.org>. 2005.
29. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Phono-articulatory variations of women in reproductive age and postmenopausal. *J Voice* 2004;18(3):369-74.
30. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Female suprasegmental speech parameters in reproductive age and postmenopause. *Maturitas* 2004;48(1):71-7.
31. Camargo Z. Da fonação à articulação. *Fonoaudiologia Brasil* 1999;2(2):14-9.
32. Castro VC, Krook MIP. Características da frequência fundamental da fala de indivíduos do sexo feminino falantes do português brasileiro. *Pró-fono* 1994; 6(2): 5-7.
33. Figueiredo LCG, M. I. R.; Pontes, A.; Pontes, P. Estudo do comportamento vocal no ciclo menstrual: avaliação perceptivo-auditiva, acústica e auto-perceptiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2004;70(3).
34. Samuel C, Louis-Dreyfus A, Couillet J, Roubeau B, Bakchine S, Bussel B, et al. Dysprosody after severe closed head injury: an acoustic analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998;64(4):482-5.
35. Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, et al. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science* 1999;283(5409):1908-11.
36. Tatham M, Morton K Data structures in speech production. *Journal of the International Phonetic Association* 2003;33(1).
37. Wohlert AB, Hammen VL. Lip muscle activity related to speech rate and loudness. *J Speech Lang Hear Res* 2000;43(5):1229-39.
38. Bookheimer SYZ, T. A.; Blaxton, T. A.; Gaillard, W.; Theodore, W. H. Activation of language cortex with automatic speech tasks. *Neurology* 2000;55(2):1151-7.
39. Walsh B, Smith A. Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes. *J Speech Lang Hear Res* 2002;45(6):1119-33.

Tabela 1 – Registros acústicos da frase irei a Gramado nas férias de inverno

Modulações	Fase folicular	Fase lútea	P
Normal			
Tom de base – Hz	214,42 ± 17,87	217,72 ± 14,84	0,169
Tom mais agudo – Hz	279,50 ± 76,65	277,61 ± 49,59	0,901
tom mais grave – Hz	166,04 ± 23,99	173,15 ± 31,16	0,215
Variação – Hz	24,16 ± 17,43	22,70 ± 11,03	0,657
Interrogação			
Tom de base – Hz	221,13 ± 29,19	218,43 ± 17,56	0,510
Tom mais agudo – Hz	304,38 ± 40,98	303,53 ± 47,10	0,930
tom mais grave – Hz	170,57 ± 28,84	166,41 ± 22,86	0,500
Variação – Hz	33,31 ± 14,08	32,85 ± 14,09	0,875
Exclamação			
Tom de base – Hz	221,10 ± 21,61	224,75 ± 22,01	0,317
Tom mais agudo – Hz	283,82 ± 42,68	278,99 ± 34,96	0,600
tom mais grave – Hz	164,25 ± 29,19	168,87 ± 30,63	0,499
Variação – Hz	29,70 ± 11,59	28,92 ± 10,42	0,814
Tristeza			
Tom de base – Hz	212,17 ± 20,12	210,96 ± 26,58	0,749
Tom mais agudo – Hz	278,10 ± 46,92	264,52 ± 37,32	0,140
tom mais grave – Hz	166,01 ± 29,67	168,51 ± 23,47	0,755
Variação – Hz	25,51 ± 13,97	24,18 ± 9,30	0,575
Raiva			
Tom de base – Hz	215,08 ± 18,99	207,36 ± 17,79	0,012
Tom mais agudo – Hz	268,92 ± 38,38	258,87 ± 34,53	0,277
tom mais grave – Hz	175,83 ± 26,98	165,71 ± 23,17	0,047
Variação – Hz	21,54 ± 9,75	21,94 ± 10,90	0,866
Alegria			
Tom de base – Hz	232,43 ± 19,98	231,05 ± 25,13	0,756
Tom mais agudo – Hz	313,40 ± 51,31	293,91 ± 40,90	0,049
tom mais grave – Hz	174,33 ± 24,62	178,11 ± 26,48	0,571
Variação – Hz	35,64 ± 15,88	30,98 ± 14,43	0,235

Tabela 2 – Registros acústicos da frase com sentido “irei a Gramado nas férias de inverno”.

Parâmetro	Fase folicular	Fase lútea	P
velocidade - /s	5,35 ± 1,56	4,97 ± 0,81	0,268
Duração silábica – ms	173,10 ± 37,64	183,96 ± 26,47	0,164
Duração pausal – ms	128,30 ± 64,56	121,48 ± 47,42	0,669
ritmo – ms	301,40 ± 68,56	305,44 ± 52,53	0,824

Tabela 3 – Registros acústicos da frase sem sentido “nhô, já vou por mais sal no xis que lhe fiz tão bem a gás lá da rua Zê”.

Parâmetro	Fase folicular	Fase lútea	P
velocidade - /s	1,89 ± 0,29	1,84 ± 0, 22	0,336
Duração silábica – ms	404,11 ± 66,42	408,36 ± 53,66	0,803
Duração pausal – ms	175,66 ± 39,15	167,48 ± 24,38	0,275
ritmo – ms	579,77 ± 71,24	575,85 ± 60,76	0,804

**ARTIGO 2 EM INGLÊS**

**Suprasegmental Speech Parameters of Adolescents in Follicular and Luteal  
Phases of Menstrual Cycles**

Eliséa Maria Meurer<sup>1</sup>, Helena von Eye Corleta<sup>1,2,3</sup>, Edison Capp<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Medicine: Medical Sciences, School of Medicine of Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>2</sup>Department of Gynecology and Obstetrics, School of Medicine of Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>3</sup>Núcleo Gerar for Assisted Reproduction, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS, Brasil

Correspondence to:

Edison Capp  
Rua Dr. Barros Cassal, 411/22  
CEP 90035 003 - Porto Alegre, RS  
edcapp@ufrgs.br  
FAX: (051) 3316 3656

## Abstract

Speakers make themselves understood by changing stress, voice intonation, juncture patterns, by making pauses between words and sentences, or by controlling the speed and rhythm of speech. The motor processes in verbal expression are influenced by cyclic fluctuations in sex hormone levels. **Objective:** to characterize voice modulations, rhythms and speed of speech in adolescents during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. **Materials and methods:** twenty-three students participated in the study. All of them had monthly menstrual cycles, were not using oral contraceptives, did not smoke, and spoke Brazilian Portuguese fluently. Participants answered a questionnaire and were recorded while reading aloud sentences, between the fifth and eighth and between the 18th and 23rd days of the follicular and luteal phase of the menstrual cycles, respectively. Acoustic analyses were performed using the *Kay Elemetrics Computer Speech Lab Software Package*. The measurements were stored in an SPSS database and analyzed using Student's paired sample t-test. **Results:** No statistically significant differences were observed between the phases of the menstrual cycle. The mean values for the variations in voice modulations, in increasing order, were: anger ( $21.74 \pm 8.66$  Hz) < normal state ( $23.43 \pm 12.35$  Hz) < sadness ( $24.85 \pm 10.46$  Hz) < exclamatory sentence ( $29.31 \pm 12.40$  Hz) < interrogative sentence ( $33.07 \pm 12.40$ Hz) < happiness ( $33.31 \pm 12.11$  Hz). Mean values combining both phases of the menstrual cycle for the whole sample regarding the speed of speech were  $5.16 \pm 0.64$  seg/s in meaningful sentences and  $1.86 \pm 0.24$  seg/s in meaningless sentences. **Conclusion:** Suprasegmental speech parameters do not appear to be modulated by hormonal changes during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in adolescents.

A thorough women's health assessment must be based on information about the effects of physiological hormonal fluctuations on suprasegmental speech parameters  
... .

## **Introduction**

Human sounds formed by the combination of expiratory flow and laryngeal adjustments produce the voice. The vocal tract attenuates and amplifies the voice, resulting in voice resonance. Sounds are modified through the opening and closing of movable structures while traveling through this tract, producing speech articulation (1,2) This is an essential resource for communication between people.

The vocal tract is directly associated with the acoustic properties of the sound being produced, but speech movements seem to rely more on cortical and neuromuscular planning and control, in order for sounds to be placed within the pattern, context and stress of utterances (3). The left cerebral hemisphere is predominantly responsible for speech functions as far as linguistic, phonemic and lexical structures are concerned. Similarly, the right hemisphere has been associated with emotional intonation, stability of fundamental frequency, duration of sentences (4,5). The acoustic properties frequency, amplitude, length of verbal utterances provide information about the development of organs and of speech motor control, (6) and about the context of expression. (7-9).

Speakers make themselves understood by combining segmental elements (acoustic sequences that represent vowels and consonants in words and sentences), which can be paralinguistic (sound components that represent speakers' emotions

and attitudes), and suprasegmental, which consist of variations in stress and voice intonation, juncture pattern or pauses that separate words and sentences. They also comprise speed and rhythm of speech, allowing more or less fluency (10).

In the female life cycle, the changes that occur in adolescence, between the ages of 10 and 19 years, are related to the development of primary sexual characteristics (fertility) and secondary ones (physical and behavioral). During the reproductive years, the hypothalamic-pituitary-ovary axis and genital tract determine menstrual cycles, whose periodicity is around four weeks. The mean length of these cycles may last around three days, more or less, among women and within the same woman during her lifetime (11).

The available studies on the effects of hormones on peripheral processes used for vocal emission focus mainly on the larynx, whose morphology, histology and function are affected by sex hormones (12). Temporal speech parameters, such as rhythm, speed and fluency, are more commonly investigated due to their association with estrogen concentration. It has been pointed out that fine motor control, fluency, mood, aggressiveness, behavior, concentration, mental alertness, and well-being in women are influenced by secondary effects of estrogen. (13-20).

In females, a slight voice change occurs at the ages 13 to 14, and speaking voice lowers its pitch by 2 to 3 half steps, as a result of the hormones released by the pituitary gland, suprarenal cortex, and ovaries. After the change to a singing voice, between the ages of 16 and 17, the final maturation of voice patterns extends for 6 to 12 months. (12,21,22).



During menacme, fluctuations in hormone levels can also reduce verbal efficiency and cause temporary lowering of the voice in the premenstrual phase with or without association with symptoms of premenstrual syndrome. (23). Pregnancy (22,24), use of oral contraceptives (25,26) postmenopause and hormone replacement therapy (21), adrenal disorders (27), medications such as antihypertensives, anticonvulsants, antidepressants, antihistamines, and antacids may also cause lowering of the voice. (28)

The aim of the present study was to assess suprasegmental speech parameters in the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in adolescents.

## **Material and methods**

### ***Design***

A cross-sectional study was carried out.

### ***Subjects***

The sample size was calculated from previous studies (24,25), in order to detect 30% differences between variables for a beta error of 0.10, an effect size of 1 and a significance level of 0.05. Twenty-three adolescents, volunteers from the local community, who attended the outpatient clinic of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, were evaluated from December 2003 to September 2005. None of them reported hormone replacement therapy or any other physical, neurological, cognitive,

or emotional conditions. Only Brazilian Portuguese native speakers, non-smokers, and women without any history of voice training were included. The inclusion criteria were regular monthly menstrual cycles and nonuse of oral contraceptives. The study protocol was approved by the Research Ethics Committee of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, number 03-230 in 02/09/03.

### ***Procedures***

After detailed explanation of the objectives, advantages, and risks of the study, the volunteers signed an informed consent form. Afterwards, they completed a questionnaire providing information about their voice, speech, oral health, diet, other habits, gynecological health and other associated factors. Then, voice recordings were made during the two menstrual cycles. In each cycle, a recording was made between the fifth and eighth day and another one between the 18th and 23rd day.

Voice samples were obtained using a Shure microphone, model 16 A, and a Sony digital tape recorder (MiniDisc MZ-R70-S1), and stored on minidisks. A unidirectional cardioid microphone with a flat band between 50 and 15000 Hz was used. The variation in capture was less than 4 dB with a peak between 6000 and 7000 Hz for high-fidelity recording. The microphone was placed and held 10 cm away from the participants' lips. The volunteers remained standing during the recordings to favor their phono-articulatory processes. Recordings were repeated until consistent patterns were obtained for the analyses. Data were collected on a *Kay Elemetrics Computerized Speech Laboratory* (CSL model 4341), and analyzed using the *Motor Speech Profile* (MSP) program.

The noise level of the recording room was measured by the software used for analyses of the phono-articulatory patterns. Emissions of the sentence “irei a Gramado nas férias de inverno” (I will go to Gramado during my winter holidays) were recorded. The sentence is a reference to a well-know touristic town in Brazil. The sentence was produced with six intonation variations: neutral, exclamation, interrogative, angry, sadness, and happiness. The variables studied were: speech fundamental frequency (SFF), the highest frequency (Frhi), the lowest frequency (Frlo) and the standard deviation of frequency (std).

The same sentence “I will go to Gramado during my winter holidays”, wich has a meaning and was produced with a neutral timbre was subsequently analysed together with the sentence “nhô, já vou pôr mais sal no xis tão bom que lhe fiz a gás lá da Rua Zê”. This sentence had no meaning and included in monosyllables, all consonant sounds of the protuguese language. For the analysis of the two sentences, the average time of syllables production (syllab patterns ( $s^{-1}$ )), their duration (syllab duration (ms)) and pauses (pause pattern (ms)) were measured.

Recordings were repeated whenever participants wanted to practice the sentences and until the recording sensors indicated analyzable parameters. The noise level of the recording room was measured by the software used for analyses of the phono-articulatory patterns. No interference from environmental noise were present in the analysed recordings.

### ***Statistical analysis***

The quantitative data had a Gaussian distribution, were stored in an SPSS database and then analyzed using Student's paired sample t-test. The tables contain these data and their respective means  $\pm$  standard deviations.

## **Results**

The mean age of participants was  $16.75 \pm 0.93$  years. They lived with their families (91%), in Porto Alegre (77%). All of them went to school, 43% for 11 years, and 77% had finished high school. With regard to breathing and dental information, 43% mentioned having respiratory allergies and 55% had been submitted to orthodontic treatment. 43% said they used their voice a lot and 30% reported having a low voice, 20% mentioned symptoms of vocal fatigue at least once a month after talking a lot, 96% said they could *hear* well or very well, 78% went to the gym or practiced sports on a regular basis. 30.4% mentioned staying in an air-conditioned environment. Regular diets were cited by 17%, and one adolescent consumed alcoholic beverages regularly.

Menarche occurred between the ages of 11 and 13 (92%) in most participants. All of them had their monthly period. Four or more premenstrual symptoms were reported by 47%. Only one adolescent did not mention any symptom, whereas one adolescent mentioned eight symptoms out of a list of 11. The most common symptoms were pronounced anxiety, sensitivity, agitation, nervousness (53%), emotional instability (52%), and physical symptoms such as heavy and swollen breasts, headache, joint pain, muscle pain, swelling sensation, weight gain (52%), change in appetite, higher food intake, increased hunger (52%), more depressed

mood, feeling of uselessness, greater self-censorship (48%), persistent irritability, and increased conflicts with others (48%).

After analysis of the recordings, the computer program did not detect any interference from ambient noise. Table 1 shows that there was statistically significant difference only in the lower pitch of anger modulation and in the higher pitch of the sentence that was uttered with happiness.

Since the results were similar between the two phases of the menstrual cycle, mean values combining the two phases for the whole sample were calculated. Thus, the mean pitch values in adolescents were, from lower-pitched to higher-pitched utterances, anger ( $211.22 \pm 17.11$  Hz) < sadness ( $211.57 \pm 21.83$  Hz) < normal pitch ( $216.07 \pm 15.46$  Hz) < interrogative sentence ( $219.78 \pm 15.42$  Hz) < exclamatory sentence ( $222.93 \pm 20.06$  Hz) < happiness ( $231.74 \pm 20.11$  Hz); and in terms of variations in modulation, from smaller to larger variations, were anger ( $21.74 \pm 8.66$  Hz) < normal ( $23.43 \pm 12.35$  Hz) < sadness ( $24.85 \pm 10.46$  Hz) < exclamatory ( $29.31 \pm 12.40$  Hz) < interrogative ( $33.07 \pm 12.40$  Hz) < happiness sentences ( $33.31 \pm 12.11$  Hz).

No difference was found between the phases of the menstrual cycles in terms of speed, duration of sounds, length of pauses and rhythm of meaningful (Table 2) and meaningless (Table 3) spoken sentences. Likewise, the mean values combining the two phases for the whole sample were: average speed =  $5.16 \pm 0.64$  (speech segments per second) in meaningful sentence and  $1.86 \pm 0.24$  in the meaningless sentence. The mean time for the utterances of the meaningful sentence was  $178.53 \pm 27.04$  ms and  $124.89 \pm 42.28$  ms. When reading the meaningless sentence,

participants took  $406.23 \pm 44.85$  ms to utter sounds and the total number of pauses between words was  $171.57 \pm 27.52$  ms. Total time for utterance of the meaningful sentence was  $303.42 \pm 43.31$  ms and  $577.81 \pm 54.53$  ms for the meaningless sentence.

## Discussion

In phrase modulation, individual statistically significant changes, observed between the different phases of the menstrual cycle, were regarded as normally occurring variability during development. (6). The fundamental frequency of these adolescents were similar to those in other studies with same-aged women. (31-33).

Therefore, the activation of neural processes that modulate paralinguistic characteristics with emotional intonation during speech was apparently efficient. (34). During adolescence, auditory vocal and sensory motor control, which remains ongoing (35), has estradiol and testosterone, among other hormones, as modulators. (13). Influences of the modulating actions of these hormones, which favor states of humor, can facilitate the emission of emotional modulations in speech (16,17).

Average voice pitches of female adolescents were higher-pitched in voice modulations than those observed in women aged 30 to 40 and in postmenopausal women. (30). This may be attributed to the incomplete maturation process of slight voice change in female adolescents.(12,21,22).

With regard to the differences in the modulations of fundamental frequency and their variations, the results obtained from the adolescents were similar to those

of women aged 30 to 40 and of postmenopausal women. (30). All of them had fewer pitch modulations and oscillations while expressing anger, sadness and normal state, with higher pitches and oscillations in interrogative and exclamatory sentences and also while expressing happiness. These similarities may be attributed to language peculiarities and to environmental characteristics to which all of them were subjected, regardless of the fact that they had the same lifestyle. (7). The results of voice modulations did not show any influence of monthly cyclic fluctuations of sex hormone levels. In other words, there was no difference between the analyzed parameters during the two phases of the menstrual cycle.

Participants demonstrated the physiological capacity to ponder over linguistic formulations in phonetic utterances, expressing emotions and humor in a way that eliminates syntactic and semantic ambiguities. (7,8,36).

In the utterance of meaningful and meaningless sentences, the absence of statistically significant acoustic differences between the speed of speech, duration of vocal emissions and pauses that produced the rhythm of utterances revealed physiological capacities of speech in adolescents. These capacities consisted of adjustments to the neuromotor control required for suprasegmental utterances of speed, articulation, accuracy, and context-adjusted rhythm. (3,37). Different fluctuations in hormone levels in both phases of the menstrual cycle did not reveal neuroanatomical, neurofunctional and behavioral findings. (15,20).

Speed of speech was higher in the meaningful sentence than in the meaningless one. Lower speed of speech in the meaningless sentence may be explained due to the fact that in this sentence, the participants had just to repeat

automatic motor skills, with less motor planning, thus tending to use fewer movements. (38). The rhythm and speed of speech may possibly be in the process of developing in these adolescents, with no stabilization of these parameters yet. (39).

Even without the 30% difference between the analyzed variables, the effect size confirmed that the results were similar in the two phases of the menstrual cycle in the study participants.

## **Conclusion**

Suprasegmental speech parameters do not appear to be modulated by hormonal fluctuations in the proliferative and luteal phases of the menstrual cycle in adolescents. Information about these parameters, in adolescents and during the phases of the menstrual cycle, will allow planning speech therapeutic interventions, so that female adolescents can have a better performance in activities that require the use of voice. A thorough women's health assessment must be based on information about the effects of physiological hormonal fluctuations on suprasegmental speech parameters ... .

## **References**

1. Love RG, Webb WG. Neurologia para los especialistas del habla y del lenguaje. Buenos Aires;1988; 69-180.
2. Magistris A, Ribeiro MS, Douglas CR. Fisiologia da fala e da fonoarticulação. Tratado de Fisiologia Aplicada as Ciencias da Saude. Robe Editorial. São Paulo; 1999;461-76.



3. Lofqvist A, Lindblom B. Speech motor control. *Curr Opin Neurobiol* 1994;4(6):823-6.
4. Fitzsimons M, Sheahan N, Staunton H. Gender and the integration of acoustic dimensions of prosody: implications for clinical studies. *Brain Lang* 2001;78(1):94-108.
5. Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. Sexual differentiation of the nervous system. *Fundamentos de Neurociência e do Comportamento*. PrenticeHall do Brasil. RJ. 2000.
6. Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *J Acoust Soc Am* 1999;105(3):1455-68.
7. Botinis A, Granström B. Developments and paradigms in intonation research. *Speech Communication*, 2001;33:263-96.
8. Hirschberg J. Communication and prosody: functional aspects of prosody. *Speech Communication* 2002;36(1-2):31-43.
9. Traunmuller H, Eriksson A. Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. *J Acoust Soc Am* 2000;107(6):3438-51.
10. Sassi FC, Ostiz HC, Andrade CF. Terminologia: fluência e desordens da fluência. *Pró-Fono* 2001;13(1): 107-13.
11. Ojeda SR. Female Reproductive Function. Griffin JE, Ojeda SR. *Textbook of Endocrine Physiology*. Oxford University Press, NY. 1996;164-99.
12. Amir O, Biron-Shental T. The impact of hormonal fluctuations on female vocal folds. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;12(3):180-4.
13. Buchanan CM, Eccles JS, Becker JB. Are adolescents the victims of raging hormones: evidence for activational effects of hormones on moods and behavior at adolescence. *Psychol Bull* 1992;111(1):62-107.
14. Dominancehome. Progesterone low or estrogen dominance. FAQ. <http://www.operamom.com/> 2004.
15. Kirschbaum C, Kudielka BM, Gaab J, Schommer NC, Hellhammer DH. Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom Med* 1999;61(2):154-62.
16. Manolagas SC, Kousteni S. Perspective: nonreproductive sites of action of reproductive hormones. *Endocrinology* 2001;142(6):2200-4.
17. McEwen BS, Alves SE. Estrogen actions in the central nervous system. *Endocr Rev* 1999;20(3):279-307.

18. Mead LAH, E. Asymmetric effects of ovarian hormones on hemispheric activity: evidence from dichotic and tachistoscopic tests. *Neuropsychology* 1996;10(4):578-87.
19. Week Speech Pathology. A sex and speech. <http://www.speechpathologyaustralia.org.au/library> 2005.
20. Whiteside SP, Hanson A, Cowell PE. Hormones and temporal components of speech: sex differences and effects of menstrual cyclicity on speech. *Neurosci Lett* 2004;367(1):44-7.
21. Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B. Sex hormones and the female voice. *J Voice* 1999;13(3):424-46.
22. Gonzalez JN. Anatomofisiologia fonatória. Fonacion y Alteraciones de la Laringe. Buenos Aires; 1981;13-40.
23. Chae SW, Choi G, Kang HJ, Choi JO, Jin SM. Clinical analysis of voice change as a parameter of premenstrual syndrome. *J Voice* 2001;15(2):278-83.
24. Emerich K. Prenancy and the voice. <http://operamom.com/voiceandpregnancy.html> 2000.
25. Amir O, Kishon-Rabin L. Association between birth control pills and voice quality. *Laryngoscope* 2004;114(6):1021-6.
26. Boulet MJ, Oddens BJ. Female voice changes around and after the menopause--an initial investigation. *Maturitas* 1996;23(1):15-21.
27. Sataloff RTR, D. C.; Hawkschw, M. The effects of medication on singers. *Health and Medical Information* 2002.
28. National Center for Voice and Speech. Information for vocologists. <http://www.ncvs.org>. 2005.
29. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Phono-articulatory variations of women in reproductive age and postmenopausal. *J Voice* 2004;18(3):369-74.
30. Meurer EM, Wender MC, von Eye Corleta H, Capp E. Female suprasegmental speech parameters in reproductive age and postmenopause. *Maturitas* 2004;48(1):71-7.
31. Camargo Z. Da fonação à articulação. *Fonoaudiologia Brasil* 1999;2(2):14-9.
32. Castro VC, Krook MIP. Características da frequência fundamental da fala de indivíduos do sexo feminino falantes do português brasileiro. *Pró-fono* 1994; 6(2): 5-7.

33. Figueiredo LCG, M. I. R.; Pontes, A.; Pontes, P. Estudo do comportamento vocal no ciclo menstrual: avaliação perceptivo-auditiva, acústica e auto-perceptiva. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2004;70(3).
34. Samuel C, Louis-Dreyfus A, Couillet J, Roubeau B, Bakchine S, Bussel B, et al. Dysprosody after severe closed head injury: an acoustic analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998;64(4):482-5.
35. Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, Giedd JN, et al. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science* 1999;283(5409):1908-11.
36. Tatham M, Morton K Data structures in speech production. *Journal of the International Phonetic Association* 2003;33(1).
37. Wohlert AB, Hammen VL. Lip muscle activity related to speech rate and loudness. *J Speech Lang Hear Res* 2000;43(5):1229-39.
38. Bookheimer SYZ, T. A.; Blaxton, T. A.; Gaillard, W.; Theodore, W. H. Activation of language cortex with automatic speech tasks. *Neurology* 2000;55(2):1151-7.
39. Walsh B, Smith A. Articulatory movements in adolescents: evidence for protracted development of speech motor control processes. *J Speech Lang Hear Res* 2002;45(6):1119-33.

Table 1 – Acoustic analysis of the sentence “irei a Gramado nas férias de inverno”

Entonation	Follicular phase	Luteal phase	P
<b>Neutral</b>			
SFF (Hz)	214.42 ± 17.87	217.72 ± 14.84	0.169
Frhi (Hz)	279.50 ± 76.65	277.61 ± 49.59	0.901
Frlo (Hz)	166.04 ± 23.99	173.15 ± 31.16	0.215
STD (Hz)	24.16 ± 17.43	22.70 ± 11.03	0.657
<b>Interrogative</b>			
SFF (Hz)	221.13 ± 29.19	218.43 ± 17.56	0.510
Frhi (Hz)	304.38 ± 40.98	303.53 ± 47.10	0.930
Frlo (Hz)	170.57 ± 28.84	166.41 ± 22.86	0.500
STD (Hz)	33.31 ± 14.08	32.85 ± 14.09	0.875
<b>Exclamative</b>			
SFF (Hz)	221.10 ± 21.61	224.75 ± 22.01	0.317
Frhi (Hz)	283.82 ± 42.68	278.99 ± 34.96	0.600
Frlo (Hz)	164.25 ± 29.19	168.87 ± 30.63	0.499
STD (Hz)	29.70 ± 11.59	28.92 ± 10.42	0.814
<b>Sadness</b>			
SFF (Hz)	212.17 ± 20.12	210.96 ± 26.58	0.749
Frhi (Hz)	278.10 ± 46.92	264.52 ± 37.32	0.140
Frlo (Hz)	166.01 ± 29.67	168.51 ± 23.47	0.755
STD (Hz)	25.51 ± 13.97	24.18 ± 9.30	0.575
<b>Angry</b>			
SFF (Hz)	215.08 ± 18.99	207.36 ± 17.79	0.012
Frhi (Hz)	268.92 ± 38.38	258.87 ± 34.53	0.277
Frlo (Hz)	175.83 ± 26.98	165.71 ± 23.17	0.047
STD (Hz)	21.54 ± 9.75	21.94 ± 10.90	0.866
<b>Happiness</b>			
SFF (Hz)	232.43 ± 19.98	231.05 ± 25.13	0.756
Frhi (Hz)	313.40 ± 51.31	293.91 ± 40.90	0.049
Frlo (Hz)	174.33 ± 24.62	178.11 ± 26.48	0.571
STD (Hz)	35.64 ± 15.88	30.98 ± 14.43	0.235

Table 2. Acoustic pattern of the sentence “irei a Gramado nas férias de inverno”.

	Follicular phase	Luteal phase	P
Syllable pattern (s <sup>-1</sup> )	5.35 ± 1.56	4.97 ± 0.81	0.268
Syllable duration (ms)	173.10 ± 37.64	183.96 ± 26.47	0.164
Pause pattern (ms)	128.30 ± 64.56	121.48 ± 47.42	0.669
Rhythm (ms)	301.40 ± 68.56	305.44 ± 52.53	0.824

Table 3. Acoustic pattern of the sentence “nhô, já vou por mais sal no xis que lhe fiz tão bem a gás lá da rua Zê”.

	Follicular phase	Luteal phase	P
Syllable pattern (s <sup>-1</sup> )	1.89 ± 0.29	1.84 ± 0.22	0.336
Syllable duration (ms)	404.11 ± 66.42	408.36 ± 53.66	0.803
Pause pattern (ms)	175.66 ± 39.15	167.48 ± 24.38	0.275
Rhythm (ms)	579.77 ± 71.24	575.85 ± 60.76	0.804

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)