



Universidade de Aveiro
2008

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e
Informática

Departamento de Língua e Cultura

Secção Autónoma das Ciências da Saúde

Susana
Patrícia Dias

**Fonação em Disartria Atáxica pós-TCE - Análise
Acústica**



Universidade de Aveiro Departamento de Electrónica, Telecomunicações e
2008 Informática
Departamento de Língua e Cultura
Secção Autónoma das Ciências da Saúde

**Susana
Patrícia Dias**

Fonação em Disartria Atáxica pós-TCE - Análise Acústica

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Fala e da Audição, realizada sob a orientação científica do Dr. António Joaquim da Silva Teixeira, Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Doutor Carlos Alberto Costa Bastos
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutora Isabel Cristina Ramos Peixoto Guimarães
Professora Coordenadora do Departamento de Terapia da Fala da Escola Superior de Saúde do Alcoitão

Doutor António Joaquim da Silva Teixeira (orientador)
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço, especialmente, ao Professor António Teixeira, a forma invariavelmente eficiente, assídua e compreensiva, com que sempre me orientou.

Agradeço ao Centro de Medicina de Reabilitação da Região Centro – Rovisco Pais, nomeadamente ao Professor Doutor Manuel Teixeira Marques Veríssimo, Presidente do Conselho de Administração, que permitiu e cedeu o espaço para a recolha de dados.

Um agradecimento à Dra. Arminda Lopes, Médica Fisiatra, pela inexcelável colaboração prestada.

Merecem um agradecimento particular, os utentes que participaram e deram corpo a este trabalho.

palavras-chave

Voz, TCE, disartria atáxica, análise acústica, F0, *jitter*, *shimmer*, HNR.

resumo

Objectivos: Conhecer valores de análises acústicas de voz para os parâmetros F0, *jitter*, *shimmer* e HNR de pessoas com disartria atáxica, por TCE, e contribuir para uma caracterização objectiva do tipo de voz destas pessoas.

Métodos: Criou-se um *corpus* e efectuou-se a gravação de voz de duas pessoas de género diferente, ambas com disartria atáxica por TCE. Realizou-se a anotação de vogais, a extracção dos parâmetros acústicos referidos e, posteriormente, a análise acústica.

Resultados: Os valores obtidos foram distintos entre informantes. O informante masculino, com severidade ligeira, obteve resultados próximos dos valores considerados para a normalidade. A informante feminina, com severidade moderada, apresentou resultados significativamente desviantes da normalidade, na maioria dos parâmetros. Para ambos, a F0 foi o parâmetro com valores médios mais próximos do dito normal. *Jitter* e, principalmente, *shimmer* apresentaram os valores mais desviantes da normalidade.

Conclusão: Foram obtidos valores para a análise acústica de voz de pessoas com disartria atáxica, por TCE, para F0, *jitter*, *shimmer* e HNR. Os valores foram diferenciados para as duas fases evolução presentes neste estudo: severidade ligeira e moderada.

keywords

Voice, TBI, ataxic dysarthria, acoustic analysis, F0, *jitter*, *shimmer*, HNR.

abstract

Objectives: Find values of acoustics voice analyses for the parameters F0, *jitter*, *shimmer* and HNR of people with ataxic dysarthria, for TBI and contribute for an objective characterization of the type of voice of this people.

Methods: It was created a *corpus* and it was effectuated the record of voice of two people of different genre, both with ataxic dysarthria for TBI. It was made the annotation of vowels, the extraction of the cited parameters and, afterward, the acoustic analysis.

Results: The obtained values were distinct between the informers. The masculine informer, with mild severity, had average results near to values considered for normality. The feminine informer, with moderate severity, presented results significantly out of normality, in the majority of the parameters. For both, F0 was the parameter nearer to normal. *Jitter* and, mainly, *shimmer*, had values more distant from normality.

Conclusions: There were achieved values for acoustic analysis of people with ataxic dysarthria, for TBI, for F0, *jitter*, *shimmer* and HNR. The values had been differentiated for the two phases of evolution on this study: mild and moderate severity.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Objectivos	1
1.2. Estrutura	2
2. Enquadramento da Voz na temática dos TCE	3
2.1. Voz	3
2.1.1. Definição	3
2.1.2. Estruturas e funcionamento laríngeo	3
2.1.3. Parâmetros da análise acústica de Voz	7
2.1.3.1. Frequência fundamental (F0)	8
2.1.3.2. <i>Jitter</i>	8
2.1.3.3. <i>Shimmer</i>	9
2.1.3.4. Medidas de ruído espectral	9
2.2. Traumatismos cranioencefálicos	10
2.2.1. Definição	10
2.2.2. Epidemiologia	10
2.2.2.5. Incidência e prevalência	10
2.2.2.6. Factores de risco	11
2.2.2.7. Causas mais frequentes	11
2.2.3. Escalas de Avaliação de TCE	11
2.2.4. Tipos de TCE	12
2.2.5. Classificação das lesões cerebrais	13
2.2.6. Estruturas cranianas e respectivas funções - geral	13
2.3. Afectação da fala e da voz por lesão neurológica	17
3. Método	23
3.1. Corpus	23
3.2. Recolha	24
3.3. Informantes	24
3.4. Anotação	25
3.5. Extracção de parâmetros	26
3.6. Análise estatística	26
4. Análise de Resultados	27
4.1. F0 (média)	27
4.2. Desvio padrão de F0 (F0 std)	28
4.3. <i>Jitter</i> (PPQ5)	29
4.4. <i>Shimmer</i> (APQ3)	30
4.5. HNR	31
5. Discussão	33
5.1. F0	33

5.2. Jitter (PPQ5)	34
5.3. Shimmer (APQ3).....	35
5.4. HNR	36
5.5. Geral.....	37
6. Conclusões	39
6.1. Resumo do trabalho	39
6.2. Principais Conclusões	40
6.3. Limitações do trabalho.....	40
6.4. Trabalho futuro	41
Referências bibliográficas:	42

Índice de Imagens

Imagem 1 – Visão anterior e posterior da laringe (Guimarães (2007))	4
Imagem 2 – Cavidade laríngea (Guimarães (2007)).....	5
Imagem 3 – Algumas áreas funcionais do córtex cerebral esquerdo (Seeley, Stephens e Tate (2001)).....	14
Imagem 5 – Córtex somestésico (Seeley, Stephens e Tate (2001))	14
Imagem 6 – Córtex motor (Seeley, Stephens e Tate (2001))	14
Imagem 4 – Topografia do Córtex motor e somestésico (Seeley, Stephens e Tate (2001))	14

Índice de Figuras

<i>Tabela 1 – Principal acção e inervação dos músculos extrínsecos da laringe (Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001))</i>	<i>5</i>
<i>Tabela 2 – Principal acção e inervação dos músculos intrínsecos da laringe (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001))</i>	<i>6</i>
<i>Tabela 3 – RLA (Woo e Nesathurai (2000))</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 4 – GCS (Woo e Nesathurai (2000)).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 5 – Severidade de TCE (Woo e Nesathurai (2000)).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 6 – GOS (Azouvi et al (2007)).....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 7 – Divisões e funções do Sistema Nervoso Central (Seeley, Stephens e Tate (2001))</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 8 – Disartrias: local das lesões e características principais (Freed (2000)).....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 9 – Análise acústica quantitativa - médias dos parâmetros: frequência fundamental, jitter e shimmer e GNE (Carrillo e Ortiz (2007)).....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 10 – Lista de palavras usadas na tarefa de leitura de palavras</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 11 – Frases usadas na tarefa de leitura de frases</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 12 – Tarefas de diadococinésia</i>	<i>24</i>

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – IC a 95% para valores médios de F0 por género e tarefa.....	27
Gráfico 2 – Histogramas com valores médios de F0 por género e tarefa.....	27
Gráfico 3 – IC a 95% para valores do desvio padrão de F0 por género e tarefa	28
Gráfico 4 – Histogramas com valores do desvio padrão de F0 por género e tarefa.....	28
Gráfico 5 – IC a 95% para valores médios de <i>jitter</i>	29
Gráfico 6 – Histogramas com valores médios de <i>jitter</i> por género e tarefa	29
Gráfico 7 – IC a 95% dos valores médios de <i>shimmer</i>	30
Gráfico 8 – Histogramas com valores médios de <i>shimmer</i> por género e tarefa	31
Gráfico 9 – IC a 95% dos valores médios de HNR.....	31
Gráfico 10 – Histogramas com valores médios de HNR por género e tarefa.....	32

1. INTRODUÇÃO

Actualmente, os Traumatismos Cranioencefálicos (TCE) representam um problema de saúde relevante. Esta realidade abrange não só as pessoas afectadas, como também os familiares e toda a sociedade em geral (Woo e Nesathurai (2000); Junqué, Bruna e Mataró (2001); Azouvi et al (2007)).

As limitações que resultam de um TCE podem manifestar-se ao nível das competências comunicativas, nomeadamente, ao nível da Voz falada. Quando, por alguma razão, este meio de comunicação não é possível ou é limitado, torna-se necessário definir detalhadamente os parâmetros afectados, de modo a estabelecer um diagnóstico correcto e um plano de intervenção adequado às necessidades apresentadas.

As motivações que intervieram para a escolha do tema deste trabalho encontram-se directamente relacionadas com a actividade profissional exercida, à data de início da dissertação, no Centro de Medicina de Reabilitação da Região Centro – Rovisco Pais (CMRRC-RP). Neste centro são atendidas, maioritariamente, pessoas com TCE e acidentes vasculares cerebrais (AVC), existindo um grande componente de alterações vocais, normalmente associado a disartrias, que coexistem com as mais variadas patologias. A necessidade de encontrar objectivos terapêuticos mais específicos e diferenciados, para cada diagnóstico, originou a procura de parâmetros concretos e quantificáveis. A temática da análise acústica de voz tem antecedentes no âmbito do projecto final da Licenciatura em Terapia da Fala da autora, que vinculou o interesse nesta área. De salientar que a preferência e interesse, profissional e pessoal, pela área da Voz, terão constituído o motivo precursor na selecção do tema.

1.1. OBJECTIVOS

O objectivo fundamental deste trabalho é conhecer valores de análises acústicas de voz, para os parâmetros de frequência fundamental (F0), *jitter*, *shimmer* e HNR, para pessoas com disartria atáxica por TCE, de modo a contribuir para uma caracterização mais objectiva da voz destas pessoas.

Depois de conhecer os ditos valores, os objectivos são tentar definir o parâmetro vocal que mais se aproxima e o que mais se distancia dos padrões da normalidade; e verificar se a diferença de F0 entre géneros se mantém definida.

1.2. ESTRUTURA

O presente trabalho divide-se por capítulos. O capítulo 1- **Introdução** - define as principais motivações, objectivos e estrutura do trabalho

O capítulo 2 - **Enquadramento da Voz na temática dos TCE** - expõe os aspectos essenciais da revisão bibliográfica efectuada. Divide-se em três temas principais, Voz, TCE e Afecção da fala e da voz por lesão neurológica, com uma definição inicial de cada um dos conceitos, prosseguindo com o funcionamento das estruturas envolvidas e de como se relacionam entre si.

O capítulo 3 - **Método** - explana todos os procedimentos utilizados para a obtenção de resultados: o *Corpus* seleccionado, o modo como se realizou a Recolha, os dados relativos aos Informantes, como se efectuou a Anotação, a Extracção de Parâmetros e a Análise Estatística.

O capítulo 4 - **Análise de Resultados** - apresenta os resultados em gráficos para facilitar a compreensão, consoante os parâmetros em análise.

O capítulo 5 - **Discussão** - demonstra as comparações realizadas com estudos da normalidade e estudos de disartrias.

O capítulo 6 - **Conclusão** - faz uma revisão de todo o trabalho, indica os principais conceitos a reter e sugestões para próximos estudos.

2. ENQUADRAMENTO DA VOZ NA TEMÁTICA DOS TCE

Este capítulo tenta reunir a informação necessária a um melhor entendimento da Voz e dos TCE, das estruturas envolvidas em cada um e de como ocorrem as limitações de Voz em pessoas com TCE. Espera-se que, após a leitura deste capítulo, se torne mais simples compreender as várias etapas deste trabalho.

2.1. VOZ

2.1.1. Definição

De uma perspectiva abrangente, pode dizer-se que *voz* é o produto sonoro consequente da interacção conjunta da pressão e velocidade do fluxo de ar expiratório, que actuam sobre a intensidade, dos vários padrões de adução e abdução das pregas vocais, que agem sobre a sonoridade, e das propriedades de reflexão e diferentes posicionamentos das estruturas do tracto vocal, que influem a ressonância. De uma perspectiva objectiva, “*voz* é o som resultante da actividade laríngea” (Guimarães (2007)).

Para melhor conhecer este *produto sonoro* torna-se necessário fazer uma revisão das estruturas e funcionamento laríngeo.

2.1.2. Estruturas e funcionamento laríngeo

A laringe constitui a principal fonte de som na produção da fala (Colton e Casper (1996)) e localiza-se na região anterior do pescoço, na extremidade superior da traqueia, abaixo da faringe, ao nível da linha média (Zemlin (2000)). Este sistema “músculo-cartilagíneo e neuromuscular” integra funções complexas, como a respiração, a deglutição e a comunicação oral, que são coordenadas com a faringe e com o esófago (Guimarães (2007)).

O esqueleto laríngeo compõe-se de uma estrutura óssea, o osso hióide, e de uma estrutura cartilaginosa, constituída pelas cartilagens tiróide, cricóide e epiglote, de maiores dimensões, medianas e ímpares, e pelas cartilagens aritenóides, corniculadas e cuneiformes, mais pequenas e pares (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000)) (ver Imagem 1).

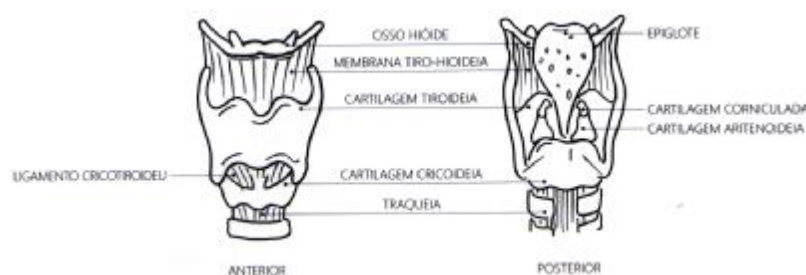


Imagem 1 – Visão anterior e posterior da laringe (Guimarães (2007))

O osso hióide é a base de sustentação da língua e o ponto de ligação dos músculos extrínsecos e ligamentos indispensáveis ao funcionamento laríngeo. A cartilagem tiroide é a cartilagem da laringe que apresenta maiores dimensões, ligando-se superiormente ao osso hióide, pelas fibras tiro-hióideias, e inferiormente, à cartilagem tiroide, pelas junções cricótiroideias. Na zona mediana, apresenta uma proeminência, mais acentuada nos homens do que nas mulheres (geralmente conhecida por maçã de Adão). A cartilagem cricóide constitui um anel completo entre a cartilagem tiroide, em cima, e a traquéia, em baixo. Pode ser considerada a base e suporte de toda a laringe. A epiglote une-se à face média posterior da cartilagem tiroide e projecta-se em direcção à base da língua. A sua intervenção na qualidade vocal advém da capacidade de alteração da configuração da cavidade laríngea. As cartilagens aritenóides, de pequenas dimensões e forma piramidal, estão posicionadas no topo da face posterior da cartilagem cricóide. Na extensão anterior (na base), o processo vocal forma o ponto de inserção do ligamento vocal, na extensão posterolateral, o processo muscular é o local de fixação para os músculos cricoaritenóideos. As aritenóides possuem flexibilidade de movimentos, podendo mover-se em todas as direcções e rodar ligeiramente, sendo este último movimento mais limitado (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000)). As cartilagens corniculadas possuem forma de cone e constituem o ápice das aritenóides. As cartilagens cuneiformes têm forma de haste e localizam-se dentro das pregas ariepiglóticas (pregas de tecido e músculo desde as aritenóides até à epiglote) (Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001)).

A cavidade laríngea pode dividir-se em três cavidades menores: o vestíbulo (região supraglótica), o ventrículo (região glótica ou paraglótica) e a infraglotte (região subglótica) (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000)) (ver Imagem 2).

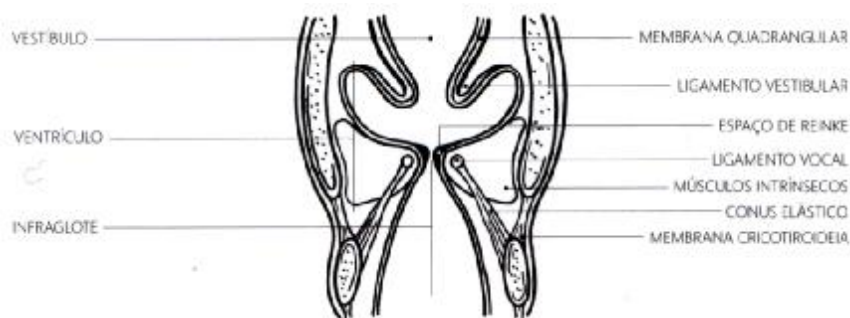


Imagem 2 – Cavidade laríngea (Guimarães (2007))

O vestíbulo é o espaço desde a margem livre da epiglote e pregas ariepiglóticas, onde é mais larga, à margem inferior das pregas ventriculares (conhecidas por falsas pregas vocais), onde estreita. O ventrículo localiza-se entre as pregas ventriculares e as pregas vocais. A infraglotte é a região desde a glote (área entre as pregas vocais) à base da cartilagem cricóide (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000)).

A musculatura laríngea pode ser classificada como extrínseca, no caso de ter apenas uma ligação na laringe, ou intrínseca, se tiver origem e inserção na laringe. Os músculos extrínsecos têm a função de suporte da laringe e modificação da relação espacial. Estes músculos podem alterar a tensão e o ângulo entre as cartilagens da laringe. Inseridos neste grupo, os músculos supra-hioídeos têm a função de elevar a laringe, associando-se à alteração da qualidade vocal, pela elevação da sensação de altura tonal; e os músculos infra-hioídeos têm a função de baixar a laringe, produzindo os efeitos contrários na qualidade vocal, pelo que a sensação da altura tonal baixa (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001)) (ver Tabela 1).

A inervação dos músculos extrínsecos é executada pelos nervos facial, trigémeo e hipoglosso (Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001)) (ver Tabela 1).

Músculos extrínsecos da laringe	Ação principal	Inervação
<i>Supra-hioídeos</i>		
Estilo-hioídeo	Eleva e retrai o osso hióide	VII par – nervo facial
Digástrico	Eleva o hióide e deprime a mandíbula	V par – nervo trigémeo, ventre posterior VII par – nervo facial, ventre posterior
Milo-hioídeo	Eleva e projecta o hióide e a língua	V par – nervo trigémeo XII par – nervo hipoglosso
Genio-hioídeo	Anterioriza a língua e o hióide	XII par – nervo hipoglosso
HioGLOSSO	Eleva o osso hióide	XII par – nervo hipoglosso
<i>Infra-hioídeos</i>		
Esterno-hioídeo	Deprime o osso hióide	XII par – nervo hipoglosso
Esterno-tiroídeo	Deprime a cartilagem tiroíde	XII par – nervo hipoglosso
Tiro-hioídeo	Aproxima a cartilagem tiroíde e o osso hióide	XII par – nervo hipoglosso
Omo-hioídeo	Deprime e retrai o osso hióide	XII par – nervo hipoglosso

Tabela 1 – Principal acção e inervação dos músculos extrínsecos da laringe (Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001))

Os músculos intrínsecos têm a função de mobilidade das pregas vocais para a fonação, apoio à respiração (mantendo o ar abaixo das pregas vocais – reflexo de encerramento glótico) e protecção das vias aéreas inferiores (impede a passagem de partículas estranhas para os pulmões). Na fonação, estes músculos podem agrupar-se de acordo com as alterações que produzem na glote: adução e abdução das pregas; tensão e compressão das pregas vocais (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001)) (ver Tabela 2).

Os músculos intrínsecos da laringe têm inervação através de dois ramos do nervo vago, o nervo laríngeo superior e o recorrente. Todos os músculos intrínsecos, com excepção do crico-tiroideo, são inervados pelo nervo laríngeo recorrente. O músculo crico-tiroideo é inervado pelo nervo laríngeo superior externo (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001)) (ver Tabela 2).

Músculos intrínsecos da laringe	Ação principal	Inervação
Tiro-aritenoideos	Aduz, abaixa e espessa a prega vocal Porção tirovocalis – fonação e tensão Porção tiromuscular – adução das pregas vocais	X par – nervo laríngeo recorrente (ramo anterior)
Crico-aritenoideo posterior	Abduz, eleva, alonga e afila as pregas vocais	X par – nervo laríngeo recorrente (ramo posterior)
Crico-aritenoideo lateral	Aduz, abaixa, alonga e afila as pregas vocais	X par – nervo laríngeo recorrente (ramo anterior)
Aritenoideo	Aduz e participa na compressão mediana das pregas vocais	X par – nervo laríngeo recorrente (ramo posterior)
Crico-tiroideo	Aduz na posição paramediana, abaixa, alonga e afila as pregas vocais	X par – nervo laríngeo superior (ramo externo)

Tabela 2 – Principal acção e inervação dos músculos intrínsecos da laringe (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Zemlin (2000), Behlau (2001))

Para além do controlo pelo sistema nervoso periférico apresentado, o controlo dos músculos da laringe, para a produção de voz, inicia-se no sistema nervoso central, mais especificamente no córtex cerebral. O córtex cerebral é responsável pelo planeamento e concretização da fala e fonação (Colton e Casper (1996), Behlau (2001)).

Para mais esclarecimentos sobre funções neurológicas ver a secção de Afecção da fala e da voz por lesão neurológica, página 17.

As pregas vocais têm uma forma aproximadamente triangular, abrangem a parte superior do *conus* elástico, o músculo *vocalis* (tiro-aritenoideo) e a membrana mucosa do tracto respiratório. São estruturas “com várias camadas heterogéneas e propriedades vibratórias diversas” (Guimarães (2007)).

O processo de vibração das pregas vocais é a consequência de uma alteração interactiva de diferentes forças. Na produção de fala dita normal, a fonação inicia-se com um ciclo vibratório, com as pregas vocais na zona mediana, começando a afastar-se lateralmente e no sentido de baixo para cima. Este resultado reflecte os ganhos da pressão do ar subglótico sobre a resistência das

pregas vocais. Quando uma determinada abertura máxima é atingida, a pressão subglótica diminui. Esta diminuição da pressão na glote, leva a um efeito de sucção das pregas vocais (efeito de Bernoulli), compensado pela resistência elástica das mesmas, que tende a deslocá-las para a posição normal. Assim ocorre o movimento de adução das pregas vocais, no sentido de baixo para cima, levando ao encerramento glótico. O início de um novo ciclo vibratório define o final da fase de encerramento (Colton e Casper (1996), Guimarães (2007)).

A alteração do registo de voz e da sensação de altura tonal advém do padrão de vibração da mucosa. O comprimento, a tensão e a massa das pregas vocais determinam a frequência vibratória das mesmas. Se o comprimento das pregas vocais aumenta, a frequência também aumenta, verificando-se o mesmo para a tensão. Já para a massa, quando esta aumenta, a frequência diminui. Em alguns casos, apenas o fluxo de ar pode ser o principal responsável pela variação da frequência. Os mecanismos de variação da intensidade podem assemelhar-se aos da variação da frequência, abrangendo a actividade muscular, os fluxos de ar e as pressões, podendo ter uma ajuda adicional das estruturas de ressonância. No entanto, é de salientar a influência da resistência glótica no controlo da intensidade: quanto maior a resistência, maior a pressão subglótica e, conseqüentemente, maior a intensidade (Colton e Casper (1996), Guimarães (2007)).

Segundo vários autores, em termos anatómicos, as diferenças laríngeas entre os homens e as mulheres manifestam-se ao nível da cartilagem tiróide, das pregas vocais e da largura glótica, sendo que o posicionamento da laringe se mantém semelhante em ambos os géneros. No sexo masculino, por comparação com o sexo feminino, a cartilagem tiróide é 40% superior e 20% mais larga (dimensão antero-posterior), as pregas vocais são mais compridas, densas e largas e têm uma porção membranosa 60% mais longa, a largura glótica é maior 5% em repouso e 30% na largura glótica máxima. Estas diferenças estão visíveis também nos sinais acústicos, por exemplo, as mulheres, em geral, possuem uma F0 superior à dos homens (Guimarães (2007)).

2.1.3. Parâmetros da análise acústica de Voz

Os parâmetros para análise acústica de Voz mais referidos na literatura e considerados mais importantes para uma análise acústica de voz são a F0, o *jitter*, o *shimmer* e medidas de ruído espectral como o HNR (Harmonic-to-noise ratio) ou o NNE (Normalized noise energy) (Guimarães (2007), Seifert e Kollbrunner (2005)).

2.1.3.1. Frequência fundamental (F0)

A F0 define o parâmetro que resulta da vibração das pregas vocais por unidade de tempo, podendo ser medido em ciclos por segundo, em hertz (Hz) (Guimarães (2007), Behlau (2001)) ou em oitavas (Guimarães (2007)).

No geral, as gamas de frequências aceites para vozes ditas normais têm uma distribuição média de 150 a 250 Hz para as mulheres e de 80 a 150 Hz para os homens (Behlau (2001)).

Segundo os estudos de Guimarães e Abberton, em 2005, para a população portuguesa (não fumadores), a distribuição média da F0 em mulheres com idades entre 18 e 52 anos está entre os 180 e 242 Hz, durante a tarefa de leitura, e entre 187 e 210 Hz, durante a tarefa de conversação. Para os homens, entre os 17 e 49 anos, os resultados foram entre 106 e 129 Hz, na tarefa de leitura, e entre 109 e 123 Hz, na tarefa de conversação.

Estudos realizados no Brasil, por Felipe, Grillo e Grechi, em 2006, com vogais sustentadas, obtiveram resultados médios de F0 em mulheres de 205,82 Hz para a vogal /a/ e 206,56Hz para a vogal /E/. Para as mesmas vogais, nos homens os valores foram de 119,84Hz e 118,92Hz, respectivamente.

Segundo Teixeira et al (2008), os valores médios de F0 para um sujeito do sexo masculino, português, dito normal, foram de 171Hz para a leitura de frases e de 182Hz para vogais sustidas.

2.1.3.2. Jitter

A medida de perturbação da F0, ou seja, a medida para as variações da frequência, que advêm da variabilidade não voluntária das pregas vocais, denomina-se *jitter* e reflecte características emocionais, biomecânicas das pregas vocais e variações do controlo neuromuscular (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Behlau (2001)). Segundo Heiberger e Horii (1982), os valores de *jitter* são relativamente semelhantes para ambos os sexos, sendo que, para vários investigadores, os valores ditos normais variam entre 0,5 e 1,0% para fonações sustentadas (de vogais) em jovens adultos. Contudo, é ainda controversa a magnitude das diferenças para os valores do *jitter* em relação às várias vogais (Guimarães (2007)). Vários métodos podem ser utilizados na medição do *jitter*, desde medições absolutas a relativas, com tendência às relativizações. Uma das formas recorrentes é o *jitter* PPQ5 (Period Perturbation Quotient), que consiste numa medição relativa da perturbação que aplica uma média de cinco pontos. Normalmente, estas medidas são expressas em percentagem e têm em conta o limite de 0,5% para limite da normalidade (Behlau (2001)).

Felipe, Grillo e Grechi (2006), para as vogais sustentadas /a/ e /E/, apresentam valores de *jitter* de 0,62% e 0,59% para as mulheres e de 0,49% e 0,5% para os homens, respectivamente.

No estudo de Teixeira et al. (2008), os valores médios de *jitter* PPQ5 foram de 0,9% para leitura de frases e 0,2% para vogais sustidas.

2.1.3.3. *Shimmer*

As alterações ligeiras na amplitude do sinal, por ciclo fonatório, constituem a medida de perturbação da amplitude a que se nomeia *shimmer* (Guimarães (2007), Colton e Casper (1996), Behlau (2001)). A variação do *shimmer* decorre em proporcionalidade inversa à intensidade vocal média, pelo que, quando se dá o aumento de um destes parâmetros, verifica-se uma diminuição do outro (Guimarães (2007)). Existem, assim como para o *jitter*, várias formas de medição da perturbação da amplitude. As medidas relativas, como por exemplo o *shimmer* APQ3 (Amplitude Perturbation Quocient), têm medida expressa em percentagem, sendo o limite 3% (Behlau (2001)).

Para Felipe, Grillo e Grechi (2006), as vogais sustentadas /a/ e /E/, alcançaram valores de *shimmer* de 0,22dB e 0,19dB para as mulheres e de 0,22 dB e 0,21 dB para os homens, respectivamente.

Para Teixeira et al. (2008), os valores médios relativos a *shimmer* APQ3 foram de 2,1% para a leitura de frases e 0,8% para as vogais sustidas.

2.1.3.4. Medidas de ruído espectral

Para determinar o nível relativo de ruído podem usar-se várias medidas. O HNR (Harmonic to noise ratio) é uma medida de ruído espectral e resulta da divisão entre o componente harmónico do sinal e a componente de ruído da onda, medida em decibéis. Esta medida realça a oposição do sinal regular das pregas vocais ao sinal irregular proveniente do tracto vocal. Quanto mais elevada a frequência de vibração das pregas vocais, maior o componente harmónico do sinal, esperando-se assim valores mais elevados para mulheres do que para homens. Não se encontram referências de valores inferiores a 7 dB em grupos de indivíduos ditos normais (Behlau (2001)).

Em 1994, Grinblat obteve resultados de HNR de 13,9 dB para mulheres e 11,8 dB para homens, no registo modal (Behlau (2001)).

Estudos já referidos, com as vogais sustentadas /a/ e /E/, referem valores de HNR de 10,9 dB e 11,04 dB para as mulheres e de 9,56 dB e 9,63dB para os homens, respectivamente (Felipe, Grillo e Greci (2006)).

Teixeira et al. (2008) referem valores médios de HNR para a leitura de frases de 12 dB e para as vogais sustidas de 29 dB.

Outra medida para determinar o nível relativo de ruído, por comparação com o nível relativo de sinal, é o NNE, que se diferencia do HNR por ser aplicado a poucos períodos fonatórios (Guimarães (2007)).

2.2. TRAUMATISMOS CRANIOENCEFÁLICOS

2.2.1. Definição

Segundo o National Head Injuri Foundation, em 1989, traumatismo cranioencefálico define-se como um “comprometimento do cérebro causado por uma força externa que pode produzir uma diminuição ou alteração do estado de consciência, acarretando uma alteração das habilidades cognitivas ou do funcionamento físico” (Junqué, Bruna e Mataró, (2001)).

2.2.2. Epidemiologia

2.2.2.5. Incidência e prevalência

A dificuldade em apurar a incidência e prevalência de TCE deve-se, em geral, a dificuldades de identificação, nomeadamente em TCE ligeiros com politraumatismo, e classificação dos casos, falta de clareza e diferenciação entre os conceitos de traumatismo craniano e TCE, variedade nos métodos de recolha de dados, e ausência de registos em casos de morte, como resultado de lesões múltiplas graves (Woo e Nesathurai (2000), Junqué, Bruna e Mataró (2001)). Com as limitações apresentadas, as estimativas de prevalência e incidência de TCE tornam-se inconsistentes e variáveis entre os diversos estudos (Woo e Nesathurai (2000)).

Estudos realizados nos EUA, nos anos oitenta, estimam uma taxa anual de entre 175 a 200 casos de TCE por 100 000 habitantes (Kraus e McArthur (1996), citado por Maria Emília Santos, 2003) Estudos mais recentes, referem que, aproximadamente, dois milhões de pessoas sofrem de TCE, anualmente, nos EUA. Posteriormente, estudos efectuados em quatro estados (Colorado, Missouri, Oklahoma e Utah), que usaram guias de orientação desenvolvidas pelo CDC (Centers for Disease Control and Prevention), determinaram uma incidência de 102 casos de TCE por cada 100 000 pessoas (Woo e Nesathurai (2000)). Nos países da União Europeia, nos anos oitenta, a estimativa de pessoas que teriam sofrido TCE superava um milhão (Truelle (1996), citado por Maria Emília dos Santos, 2003) Em Portugal, uma análise aos anos de 1994, 1996 e 1997, com base nos casos registados como TCE, dos quais havia resultado morte ou internamento num hospital da rede pública, permitiu averiguar um decréscimo importante da taxa de incidência entre 1994 e 1996-1997. Este decréscimo foi de 151/100 000 para 137/100 000 habitantes, tendo sido nomeada a hipótese destes números serem o reflexo da implementação de medidas de prevenção primária e secundária, em particular na segurança rodoviária (Santos, Sousa e Castro-Caldas (2003)).

2.2.2.6. Factores de risco

A população que sofre TCE é muito variável, contudo, certas especificidades são consideradas factores de maior risco. Desta forma, estão mais susceptíveis a TCE pessoas mais novas, nomeadamente jovens adultos, ou mais velhas, a partir de 65anos, pessoas do género masculino, pessoas que vivam em cidades, minorias e solteiros (Woo e Nesathurai (2000), Adekoya et al (2002)). A estes factores acrescentam-se o consumo de álcool ou drogas e TCE precedente (Woo e Nesathurai (2000), Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

2.2.2.7. Causas mais frequentes

Os acidentes de viação são considerados a causa mais comum e, por isso, mais preocupante dos TCE. No entanto, constam ainda das listas de causas mais frequentes as quedas, os desportos, os acidentes de trabalho, as armas de fogo e demais agressões (Woo e Nesathurai (2000), Junqué, Bruna e Mataró (2001), Thurman et al (1999)).

2.2.3. Escalas de Avaliação de TCE

As escalas mais conhecidas de avaliação interdisciplinar para definir as dificuldades associadas a TCE incluem Rancho Los Amigos Scale of Cognitive Functioning (RLA), criada em 1972 e modificada em 1974, Glasgow Coma Scale (GCS), criada em 1974, e Glasgow Outcome Scale (GOS), criada em 1975 (Woo e Nesathurai (2000), Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

A RLA define que pessoas que mantenham TCE moderado ou severo experimentem um processo de reabilitação activo, cujo prognóstico se define em 8 estados ou níveis. As estratégias de tratamento têm em conta as linhas de orientação do RLA (Woo e Nesathurai (2000)). É uma escala de fácil utilização, mais precisa que a GOS para boas recuperações e menos específica para detectar pequenas variações durante a fase de atenção (Azouvi et al (2007)) (Tabela 3).

Rancho Los Amigos Scale of Cognitive Functioning	
Level I	No Response
Level II	Generalized Response
Level III	Localized Response
Level IV	Confused - Agitated
Level V	Confused - Inappropriate
Level VI	Confused - Appropriate
Level VII	Automatic - Appropriate
Level VIII	Purposeful - Appropriate

Tabela 3 – RLA (Woo e Nesathurai (2000))

A GCS é uma escala válida para pacientes comatosos ou no início da fase de atenção. É atribuída uma cotação à melhor resposta e a soma das cotações define um nível, que varia de 3 a 15. O coma é definido por uma contagem igual ou inferior a 7 (Pélissier, Pellas e Benaim (2004)) (ver Tabela 4). Quanto aos graus de severidade, esta escala considera para contagens inferiores a 9,

TCE severo, para contagens entre 9 e 12, TCE moderado, e para contagens superiores a 12, TCE ligeiro (Woo e Nesathurai (2000)) (ver Tabela 5).

Patient's Response	Score
<i>Eye opening</i>	
Eyes open spontaneously	4
Eyes open when spoken to	3
Eyes open to painful stimulation	2
Eyes do not open	1
<i>Motor</i>	
Follows commands	6
Makes localizing movements to pain	5
Makes withdrawal movements to pain	4
Flexor (decorticate) posturing to pain	3
Extensor (decerebrate) posturing to pain	2
No motor response to pain	1
<i>Verbal</i>	
Oriented to place and date	5
Converses but is disoriented	4
Utters inappropriate words, not conversing	3
Makes incomprehensible nonverbal sounds	2
Not vocalizing	1
Total	

Tabela 4 – GCS (Woo e Nesathurai (2000))

	Glasgow Coma Scale Score
Severe TBI	less than 9
Moderate TBI	9 to 12
Mild TBI	greater than 12

Tabela 5 – Severidade de TCE (Woo e Nesathurai (2000))

1	Bonne récupération
2	Handicap modéré
3	Handicap sévère
4	État végétatif
5	Décès

Tabela 6 – GOS (Azouvi et al (2007))

A GOS é uma escala de gravidade de sequelas, de incapacidade e de prognóstico funcional, utilizada, portanto, para avaliar o nível de recuperação dos doentes afectados (Junqué, Bruna e Mataró (2001), Péliissier, Pellas e Benaim (2004)). É uma avaliação muito sumária, rápida e de fácil utilização, sendo, por conseguinte, muito vasta e alargada (Péliissier, Pellas e Benaim (2004)). Desta forma, é pouco sensível às variações de atenção numa fase inicial ou aos progressos analíticos sem ganho funcional evidente (Azouvi et al (2007)) (ver Tabela 6).

2.2.4. Tipos de TCE

É possível distinguir dois tipos fundamentais de TCE: o TCE aberto ou penetrante, com maior probabilidade de lesões focais, e o TCE fechado, com maior propensão para lesões difusas, mais frequente que o anterior. Quando o TCE é aberto existe fractura do crânio e ruptura das meninges ou membranas cerebrais causadas por penetração de um objecto com força na cabeça. No TCE fechado, se ocorrer lesão por golpe, o dano cerebral situa-se no ponto de impacto, se ocorrer lesão por contra-golpe, a área cerebral afectada localiza-se no lado oposto ao do impacto, devido ao deslocamento do cérebro no crânio. Fenómenos de aceleração, desaceleração e rotação do crânio propiciam a lesão das conexões neuronais (Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

2.2.5. Classificação das lesões cerebrais

As lesões cerebrais podem dividir-se em focais e difusas, quanto à abrangência da lesão, e primárias e secundárias, quanto à localização temporal de instalação da lesão (Woo e Nesathurai (2000), Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

As lesões cerebrais focais originam perturbações específicas em funções que dependem da área lesada. As áreas mais comuns destas lesões são nos lobos frontais e temporais. Diferenciam-se contusão e laceração cerebrais, hemorragias e enfartes (Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

As lesões cerebrais difusas localizam-se por todo o cérebro sob a forma de pequenas lesões e estão relacionadas com a perda inicial do nível de consciência. Normalmente, induzem a um período de coma de duração incerta. Distinguem-se lesão axonal difusa, edema e congestão cerebrais (Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

As lesões cerebrais primárias ocorrem simultaneamente ao impacto, reflectindo os efeitos de golpe e/ou deslocamentos do cérebro dentro do crânio. Destacam-se contusão e laceração cerebral e lesão axonal difusa (Junqué, Bruna e Mataró (2001)). Além destas, fracturas do crânio e feridas penetrantes (focais) (Woo e Nesathurai (2000)).

As complicações secundárias são sequelas bioquímicas e fisiológicas das lesões primárias e sucedem, portanto, posteriormente a estas, durante tempo variável (Woo e Nesathurai (2000)). Como exemplos destas lesões tem-se hemorragia intracraniana traumática, edema cerebral e congestão, lesão cerebral isquémica, epilepsia pós-traumática e hidrocefalia (Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

2.2.6. Estruturas cranianas e respectivas funções - geral

Alojados na caixa craniana encontram-se o cérebro, o diencefalo (tálamo e hipotálamo), o tronco cerebral (mesencefalo, protuberância anular ou ponte e bulbo) e o cerebelo, que constituem o encéfalo (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

O cérebro divide-se em hemisfério direito e esquerdo. Estes, por sua vez, estão divididos em quatro lobos, respectivamente, com o mesmo nome dos ossos do crânio que estão por cima de cada um. O lobo frontal desempenha um papel relevante na função motora voluntária, motivação, agressão, sentido do olfacto, e humor. O lobo parietal é o centro primordial de recepção e avaliação da informação sensorial, excepto informação respeitante ao olfacto, audição e visão. O lobo occipital recebe e integra estímulos visuais. O lobo temporal é responsável pela recepção e avaliação dos estímulos do olfacto e da audição e possui uma função importante na memória (Seeley, Stephens e Tate (2001)) (ver Imagem 3).

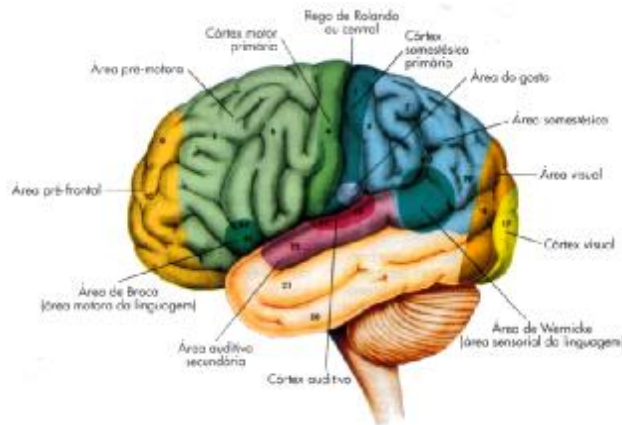


Imagem 3 – Algumas áreas funcionais do córtex cerebral esquerdo (Seeley, Stephens e Tate (2001))

As porções anterior e inferior, constituintes dos hemisférios cerebrais, denominam-se “córtex psíquico”, pois contribuem para funções cerebrais como o pensamento abstracto, capacidade de ajuizar e decidir (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

As áreas sensoriais primárias são responsáveis pela percepção das sensações, enquanto que as áreas sensoriais secundárias são responsáveis pelo reconhecimento do estímulo e julgamento quanto ao significado do mesmo (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

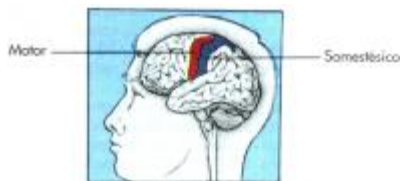


Imagem 4 – Topografia do Córtex motor e somatossésico (Seeley, Stephens e Tate (2001))

A percepção, localização e identificação conscientes de um estímulo pressupõem que as áreas sensoriais primárias do córtex cerebral estejam ilesas. As áreas sensoriais secundárias têm conexões recíprocas com outras áreas do córtex, de forma a influenciar as decisões (Imagens 4 e 5) A área motora primária é responsável pelo controlo dos movimentos voluntários, especialmente, os movimentos finos das mãos. A área pré-motora, localizada anteriormente, relativamente ao córtex motor primário, é responsável pela organização das funções motoras previamente ao seu início, no córtex motor (Imagens 4 e 6) (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

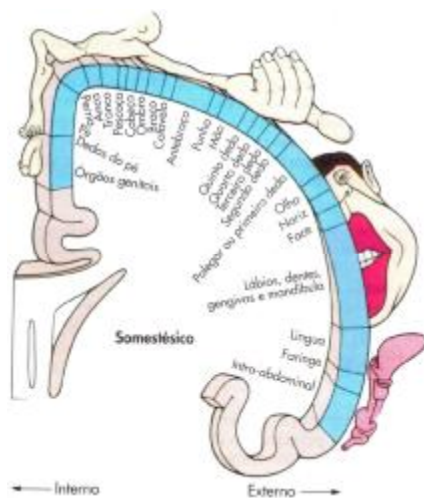


Imagem 5 – Córtex somatossésico (Seeley, Stephens e Tate (2001))

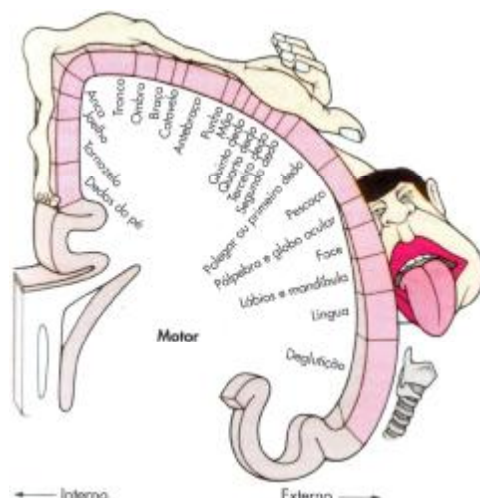


Imagem 6 – Córtex motor (Seeley, Stephens e Tate (2001))

A área da linguagem, para a maioria das pessoas, encontra-se no córtex esquerdo. As duas principais áreas dividem-se entre uma porção do lobo parietal – Área de Wernicke, e a parte inferior no lobo frontal – Área de Broca. A área de Wernicke prende-se com a compreensão, essencial à construção de um discurso coerente. A área de Broca coordena os movimentos para a fala (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

Apesar da diversidade de funções cerebrais apresentadas, pode ocorrer que áreas, relativamente grandes, do cérebro sejam danificadas sem que daí resultem sintomas permanentes (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

O diencéfalo é influenciado pela informação sensorial, associa-se ao controlo das funções motoras, incluindo músculos relativos ao processo de deglutição, ao humor e emoções fortes (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

O tronco cerebral realiza a conexão entre o cérebro e a medula espinhal. A lesão de pequenas áreas do tronco cerebral pode conduzir à morte, uma vez que aqui se integram reflexos essenciais à sobrevivência, tais como, a regulação do ritmo cardíaco, a respiração, a deglutição, o vômito, a tosse e os ciclos de sono-vigília. Dos doze nervos cranianos, dez têm passagem através do tronco cerebral (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

O cerebelo realiza a coordenação motora fina, atribuindo suavidade e fluência aos movimentos (Seeley, Stephens e Tate (2001)).

Ao ocorrer um TCE, as lesões cranianas podem ser as mais variadas e numerosas, pelo que as pessoas com TCE podem apresentar quadros distintos dependendo do local e do conjunto das lesões (Seeley, Stephens e Tate (2001)) (ver Tabela 7).

As perturbações neuropsicológicas consequentes do TCE são extremamente incapacitantes para esta população. Daqui resultam alterações cognitivas comportamentais e emocionais. As lesões axonais difusas, previamente mencionadas neste trabalho, acarretam défices de atenção, concentração, alterações de memória, lentificação do processamento de informação, podendo ainda comprometer a capacidade de formação de conceitos e raciocínio superior. As perturbações neuropsicológicas corticais focais podem ocorrer ao nível dos lobos frontais, manifestando-se em falta de regulação do comportamento, falta de controlo emocional, afasia motora transcortical ou afasia de Broca, défices de atenção e de concentração. Nos lobos temporais, reflectem-se em dificuldade na capacidade de aprendizagem, afasia de Wernicke, afasia anómica, alexia, agrafia e acalculia, alterações visuoperceptivas, dificuldade na percepção musical, surdez central e agnosia auditiva. Nos lobos parietais, estas perturbações neuropsicológicas resultam em alterações da orientação visuoespacial, alterações visuoespaciais e visuoconstrutivas, apraxia ao vestir-se, afasia de condução, afasia sensorial transcortical, alexia, agrafia, acalculia e agnosia digital. Quanto aos

lobos occipitais, estas perturbações originam cegueira cortical e agnosia visual (Junqué, Bruna e Mataró (2001)).

A memória é a área cognitiva referida com menor capacidade de reabilitação (Woo e Nesathurai (2000)). As perturbações de memória constituem a principal sequela cognitiva dos TCE graves e, do ponto de vista funcional, representam a causa mais relevante na perda de autonomia no quotidiano dos pacientes (Cohadon et al (1998)).

Porção do encéfalo	Função	Porção do encéfalo	Função
Tronco cerebral (1)	Liga a medula espinhal ao cérebro; diversas funções importantes (ver adiante); localização dos núcleos dos nervos cranianos	Diencefalo — cont:	
Bulbo (2)	Contém os feixes nervosos ascendentes e descendentes; centro de diversos reflexos importantes (por ex., ritmo cardíaco, respiração, deglutição, vômito)	Substância cinzenta	Contém feixes nervosos e núcleos
Protuberância (3)	Contém feixes nervosos ascendentes e descendentes; interface entre o cérebro e o cerebelo; centro reflexo	Epitálamo	Contém núcleos que respondem à estimulação táctil e contém a pínula
Mesencéfalo ou istmo encefálico (4)	Contém feixes nervosos ascendentes e descendentes; centro dos reflexos visuais; parte das vias auditivas	Hipotálamo	Principal centro de controle para a manutenção da homeostase e regulação da função endócrina
Formação reticular (5)	Dispersa por todo o tronco cerebral; controla actividades cíclicas como o ritmo sono-vigília	Cérebro	Percepção consciente; pensamento e actividade motora consciente; pode sobrepor-se a muitos outros sistemas
Diencefalo Tálamo (6)	Ver cada parte individualmente	Núcleos da base	Controle da actividade muscular e postura; inibem largamente o movimento não intencional
	Principal centro de interface sensorial; influencia o humor e o movimento	Sistema límbico	Resposta autonómica ao afecto, emoções (funções de carácter afectivo)
		Cerebelo	Controle do movimento muscular e tono; regula a amplitude do movimento intencional

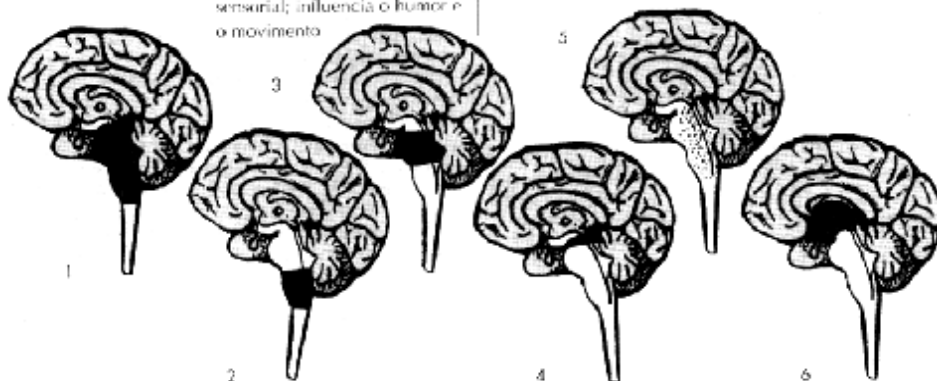


Tabela 7 – Divisões e funções do Sistema Nervoso Central (Seeley, Stephens e Tate (2001))

Em termos motores, é comum ocorrer debilidade ou paralisia de um ou ambos os lados do corpo, falta de coordenação dos movimentos musculares ou ataxia, espasticidade ou hipertonia, lentidão motora ou bradicinésia, perda de motricidade fina e/ou grosseira, falta de equilíbrio e redução da força muscular. Isto resulta em incapacidade para marcha, incapacidade para execução de tarefas manuais e/ou utilização do membro superior e alterações de equilíbrio e coordenação motora. Os músculos responsáveis pela produção de fala também podem estar afectados, reflectindo-se em dificuldades para articular e produzir os sons da fala, em alterações da sequência motora da articulação das palavras e/ou em alterações da deglutição (Junqué, Bruna e Mataró

(2001)). O resultado destas alterações constitui a dificuldade da pessoa para comunicar e alimentar-se, devido a um diagnóstico de Perturbação Motora da Fala.

Para além das perturbações motoras que advêm do TCE, não se pode esquecer que as limitações das pessoas que sofrem TCE podem resultar de traumatismos de estruturas musculares, ósseas, viscerais, que não tenham tido origem numa lesão cranioencefálica. Contudo, estes traumatismos não serão alvo de aprofundamento deste trabalho, apenas as lesões decorrentes de TCE serão tidas em consideração.

2.3. AFECTAÇÃO DA FALA E DA VOZ POR LESÃO NEUROLÓGICA

O diagnóstico mais comum para as alterações de fala e de voz, resultantes de lesão neurológica é o diagnóstico de Perturbações Motoras da Fala (PMF). As PMF podem ser definidas como um conjunto de produções de fala alteradas devido a um funcionamento anormal do sistema motor. Podem distinguir-se dentro deste diagnóstico Apraxia do Discurso e Disartria. Nenhuma destas duas perturbações é uma alteração cognitiva, de linguagem, anatómica, sensorial ou psicológica (Freed (2000), Robertson e Thomson (1993)).

Apraxia do Discurso é a alteração da capacidade de produzir de forma suave e encadeada, a sequência movimentos da fala, afectando inicialmente a articulação e a prosódia. É resultante de lesão no sistema nervoso central, mais comum quando existe lesão no hemisfério esquerdo, e não é relacionável com fraqueza muscular ou lentificação do movimento (Freed (2000), Robertson e Thomson (1993)).

Disartria define-se como uma perturbação da produção de fala por falta de coordenação da musculatura responsável por este mecanismo, conseqüente de dano neuromotor no sistema nervoso central ou periférico (Freed (2000)). Existem vários parâmetros que devem ser tidos em conta para o diagnóstico de disartria: respiração, ressonância, articulação, fonação e prosódia, segundo os quais é possível distinguir os vários tipos de disartrias (Freed (2000), Robertson e Thomson (1993)) (tabela 5).

A respiração é essencial para a produção de fala porque permite um fluxo de ar expiratório, origina uma pressão subglótica, que é necessária à vibração das pregas vocais, e prossegue ao longo das estruturas do aparelho fonador, sendo por último, modelado pelos articuladores. Se houver lesão dos nervos responsáveis pelos músculos respiratórios, esses músculos podem ficar enfraquecidos e a capacidade respiratória fica diminuída. Isto representa menos ar para a produção de fala e, conseqüentemente, frases mais curtas e com intensidade reduzida (Freed (2000)).

A ressonância integra as cavidades laríngea, faríngea, bucal e nasal. Estas estruturas ressoadoras supraglóticas conferem uma influência acústica na amplificação do som gerado pelas

pregas vocais (Guimarães (2007)). Nas PMF, a ressonância adquire maior impacto ao nível do véu do palato. Quando os músculos responsáveis pelo movimento do véu do palato estão lesados e ficam fracos ou lentos, este não consegue elevar-se suficientemente ou no momento exacto para realizar sons orais. Daqui resulta uma qualidade vocal com ressonância hipernasalada (Freed (2000)).

A articulação é assistida por vários órgãos que se encarregam da mecânica da fala, com maior ênfase na cavidade bucal (Guimarães (2007)). Consiste na modelação do fluxo de ar de forma a produzir os diferentes fonemas. Uma articulação adequada requer que os movimentos dos articuladores tenham o “timing”, a direcção, a força, a velocidade e a localização apropriados para cada fonema. Quando as lesões neuromotoras atingem os músculos dos lábios, língua, mandíbula, véu do palato, ou pregas vocais, existe perturbação articulatória. Entre as mais frequentes encontram-se imprecisão das consoantes, distorção das vogais, silêncios desadequados e falhas articulatórias irregulares (Freed (2000)).

A fonação normal consiste na vibração das pregas vocais com adução completa e pressão subglótica suficiente para desencadear o movimento vibratório. Uma lesão neuromotora nos nervos que inervam os músculos adutores das pregas vocais pode ter variadas consequências. Se a lesão provocar fraqueza muscular, pode reflectir-se em adução incompleta das pregas vocais e originar uma fonação soprada ou áspera. Se, pelo contrário, a lesão provocar hiperadução das pregas vocais, o resultado será uma voz de qualidade tensa e estrangulada. Pode ainda ocorrer que lesão afecte a capacidade de variação de frequência ou intensidade (Freed (2000)).

A prosódia consiste na melodia do discurso, através da qual é possível distinguir uma pergunta de uma afirmação ou de uma exclamação. Para dar entoação a uma palavra é necessário acentuá-la, de modo a que uma sílaba demore mais tempo, o que requer capacidade de controlo expiratório, alterar a frequência dessa sílaba, o que implica capacidade das pregas vocais para produzir variações de frequência controladas, sustentar a posição articulatória durante o tempo necessário, o que pressupõe um controlo eficaz do sistema articulatório, e ressonância adequada aos fonemas que se pretendem. Para que este parâmetro se considere adequado é, portanto, necessário que os outros componentes da produção de fala também se apresentem adequados, sendo que, uma lesão neuromotora que afecte outro parâmetro pode, automaticamente, provocar alterações ao nível da prosódia (Freed (2000)).

Por vezes, apenas um destes parâmetros pode surgir alterado (Kent, Kent e Weismer (2000)) no entanto, a articulação imprecisa de consoantes e uma qualidade vocal áspera são características comuns a todos os tipos de disartrias (Freed (2000)).

<i>Tipo de Disartrias</i>	<i>Local da lesão</i>	<i>Características principais</i>
Flácida	Nervos cranianos: Trigêmeo, Facial, Glossofaríngeo, Vago, Acessório, Hipoglosso. Nervos Espinhais	Fraqueza muscular pode provocar a articulação imprecisa de consoantes, fonação soprosa, hipernasalidade, respiração superficial e alteração da prosódia.
Espástica	Lesão bilateral do neurónio motor superior (sistema piramidal e extrapiramidal)	Espasticidade e fraqueza nos músculos da fala, que resulta em fonação áspera, tensa e estrangulada, imprecisão da consoantes, hipernasalidade e alteração da prosódia.
Neurónio Motor Superior Unilateral (NMSU)	Lesão unilateral do neurónio motor superior	A característica mais comum é a imprecisão das consoantes. Podem ocorrer falhas articulatórias irregulares e aspereza na qualidade vocal.
Atáxica	Lesão no sistema cerebeloso	Problemas com o controlo do “timing” e força dos movimentos da fala. Resulta em consoantes imprecisas, vogais distorcidas, falhas articulatórias irregulares e alteração da prosódia.
Hipocinética	Lesão nos gânglios da base (redução da dopamina)	Redução da velocidade dos movimentos da fala. Fonação áspera e soprosa, consoantes imprecisas e alteração da prosódia.
Hipercinética	Lesão nos gânglios da base (causa desconhecida)	Movimentos involuntários que interferem com a produção normal da fala. Inspirações e expirações descontroladas, falhas articulatórias irregulares e alteração da prosódia.
Mista	Lesão neurológica que abranja mais do que uma porção do sistema motor.	Neuropatologia variada com qualquer combinação das características das seis disartrias puras.

Tabela 8 – Disartrias: local das lesões e características principais (Freed (2000))

Numa análise à Tabela 8, podemos concluir que a localização das lesões que afectam a fala e a voz são as mais variadas. As disfonias neurológicas são usuais em quadros de disartrias e possuem especial relevância no diagnóstico diferencial (Carrillo e Ortiz (2007)). Este tipo de disfonias é a consequência de lesões ao nível do sistema nervoso central ou periférico, ou ambos (Guimarães (2007)). No córtex, o giro pré-central é muito importante para o controlo vocal. Alterações na fonação podem ser causadas por lesões no córtex pré-central, nos tractos cortico-bulbares (passam pela cápsula interna e pedúnculo cerebral compondo, por fim, tractos piramidais), na cápsula interna ou pedúnculos cerebrais, na medula, no tronco cerebral, ou núcleo ambíguo (onde se alojam os núcleos motores dos IX, X e XI pares cranianos). Perturbações relativas ao sistema piramidal causam perda de funcionamento, em particular espasticidade, fraqueza, limitação de extensão e lentificação do movimento. O sistema extrapiramidal é constituído pela substância reticular, pelo corpo caloso e pelos gânglios da base. Lesões nestas áreas originam movimentos atetóicos e alterações da coordenação da função laríngea, como a espasticidade e o aumento dos reflexos musculares. Lesões no cerebelo causam perturbações da coordenação motora tendo consequências de fala indistinta, com qualidade soprosa ou comportamento espástico. Ao ocorrerem lesões no núcleo ambíguo podem surgir sintomas típicos de uma paralisia combinada dos nervos laríngeos superior e recorrente, originando pregas vocais flácidas. Ao nível do sistema nervoso periférico, as lesões podem afectar os nervos laríngeos superior e recorrente, de forma unilateral ou bilateral (Colton e Casper (1996)).

Cada tipo de disartria pode ainda diferenciar-se em ligeira, moderada ou grave, segundo o grau de severidade (Robertson e Thomson (1993)).

Estudos efectuados por Gazi, Felix e Brasolotto, com o objectivo de caracterizar perceptivamente vozes de pessoas pós TCE demonstraram que as características mais observadas, por ordem de valorização decrescente, foram a soproidade, “voz neutra”, crepitação, rouquidão e aspereza, sem diferenciação entre sexos.

Carrillo e Ortiz (2007) desenvolveram um estudo com pessoas, de ambos os sexos, que apresentavam diferentes quadros de disartria. Em termos de análise acústica quantitativa, as médias dos parâmetros de F0, *jitter* e *shimmer* e GNE (*Glottal to noise excitation ratio* - medida de ruído) estão presentes na Tabela 9. Em relação a F0, referem não existir diferenças estatisticamente significantes entre as médias nos diferentes sexos, com maior relevância nas disartrias espástica e hipercinética. As variáveis *jitter* e *shimmer* surgiram com valores aumentados, e a presença de rouquidão e soproidade fizeram realçar o parâmetro de ruído.

Tipo de disartria	F0 (Hz)	<i>Jitter</i> (%)	<i>Shimmer</i> (%)	GNE
Flácida	H - 139,17 Hz M - 206,10 Hz	0,74	7,63	0,75
Espástica	H - 153,79 Hz M - 199,74 Hz	0,73	7,85	0,62
Hipocinética	H - 138,39 Hz M - 209,03 Hz	0,52	6,21	0,67
Hipercinética	H - 213,06 Hz M - 206,10 Hz	1,39	11,51	0,64
NMSU	H - 165,48 Hz M - -----	0,17	7,44	0,62
Mista	H - ----- M - 195,57 Hz	0,23	5,55	0,59

Tabela 9 – Análise acústica quantitativa - médias dos parâmetros: frequência fundamental, *jitter* e *shimmer* e GNE (Carrillo e Ortiz (2007))

A disartria atáxica não está presente no estudo supracitado, no entanto, sabe-se que a característica principal neste tipo de disartria é a aspereza. Esta característica pode relacionar-se com a diminuição do tónus dos músculos na laringe e estruturas respiratórias (Freed (2000)).

O *jitter* sofre alterações especialmente com a falta de controlo da vibração das pregas vocais, como sucede nas disfonias neurológicas. O *shimmer* surge alterado (aumentado) com uma diminuição da resistência glótica, como por exemplo, nas paralisias das pregas vocais e fendas glóticas. As lesões de massa das pregas vocais também alteram os valores de shimmer. O *shimmer* encontra-se intimamente relacionado com a presença de ruído e, portanto, com rouquidão e soproidade (Behlau (2001)). O *jitter* e o *shimmer* podem estar aumentados nas disfonias neurológicas devido a irregularidades de vibração das pregas vocais, relevando falta de controlo muscular do mecanismo adutor e abductor (Carrillo e Ortiz (2007)).

Jaeger et al (2001) demonstraram que, ao correlacionar dados perceptivos e acústicos referentes à avaliação vocal de indivíduos pós-TCE, os valores HNR se relacionam perceptivamente com vozes tenso-estranguladas, áspera, crepitante, e soprosa. Este estudo revelou que lesões bilaterais do tracto cortico-bulbar podem promover hiperconstricção dos músculos laríngeos e faríngeos, o que desencadeia um aumento da pressão subglótica e, conseqüentemente, esforço, estrangulamento e disfonia severa (Gazi, Felix e Brasolotto (2004)).

De acordo com o que foi referido, é possível verificar que as pessoas com TCE podem acarretar inúmeras alterações comunicativas, o que conduz a alterações significativas da qualidade de vida destas pessoas.

3. MÉTODO

O estudo baseia-se na análise acústica de voz. Para tal, foi necessário estabelecer um *corpus* que satisfizesse as exigências da análise. Posteriormente, obteve-se autorização no CMRRC-RP para aceder a dois indivíduos com disartria atáxica por TCE e procedeu-se à gravação do *corpus*, no centro. Por último, realizou-se a anotação e a extração de parâmetros a fim de alcançar os resultados.

3.1. CORPUS

O *corpus* divide-se em cinco tarefas distintas: leitura de palavras, leitura de frases, discurso espontâneo por resposta-livre, leitura de rima e tarefas de diadococinésia.

Na tarefa de leitura de palavras usou-se uma lista de 18 palavras dissilábicas, que se podem visualizar na tabela abaixo. As palavras apresentam estrutura CVCV com as vogais /a, i, u/, entre consoantes explosivas, não vozeadas /p, t, k/ e vozeadas /b, d, g/. Cada palavra foi lida três vezes, por três listas aleatórias distintas (intercaladas com a leitura de frases – ver frases)

	C. Inicial não vozeada			C. Inicial vozeada		
Vogal	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/
/a/	Pato	Tacto	Cacto	Bato	Dato	Gato
/i/	Pico	Tica	Quita	Bico	Dica	Guita
/u/	Puto	Tudo	Cuco	Buba	Duque	Guta

Tabela 10 – Lista de palavras usadas na tarefa de leitura de palavras

A tarefa de leitura de frases continha quatro frases de diferentes tipos, uma interrogativa, uma exclamativa e duas declarativas de forma neutra, como se pode ver na tabela abaixo. As frases, como as palavras, foram lidas três vezes cada uma, em listas aleatórias distintas.

Tipo de frase	Frase
Interrogativa	- O Toneca toca no Pateta?
Exclamativa	- Toneca toca no Pateta ou apanhas!
Declarativas	- O Toneca toca no Pateta. - Não tenho com certeza a voz de uma pessoa que esconde qualquer coisa.

Tabela 11 – Frases usadas na tarefa de leitura de frases

O discurso espontâneo foi obtido através da resposta à pergunta aberta “O que vai fazer este fim-de-semana?”, apresentada sob a forma escrita. Nesta tarefa considerou-se um minuto de gravação para cada indivíduo.

Para a tarefa de leitura de rima foi usado um texto retirado de “O livro das rimas traquinas”, de José Jorge Letria (1999), intitulado *O Grão-Duque* (ver Anexo 1)

A tarefa de diadococinésia abrangia consoantes explosivas desvozeadas e consoantes explosivas vozeadas, apresentadas de forma escrita e repetidas duas vezes cada uma.

C. Explosivas	Tarefa
Desvozeadas	Pa ta ka pa ta ka ...
Vozeadas	Ba da ga ba da ga...

Tabela 12 – Tarefas de diadococinésia

Para análise dos parâmetros relativos ao modo de vibração das pregas vocais nas pessoas com TCE, em estudo neste trabalho, apenas se utilizaram as tarefas de leitura de palavras, leitura de rima e discurso espontâneo. As restantes tarefas serão utilizadas num trabalho similar que, por sua vez, incidirá em questões articulatórias da produção vocal.

3.2. RECOLHA

A gravação foi realizada no CMRRC-RP em Junho de 2008, numa sala de consultas, disponibilizada pelo Director de Serviço.

Para se proceder à gravação usou-se um computador portátil, microfone condensador unidireccional e placa de som externa. O software utilizado para a recolha de dados foi o SFS (Huckvale et al (2008)).

Os informantes foram gravados separadamente, sendo que, no momento da gravação, apenas estavam na sala o informante, que estava a ser gravado, o professor orientador do mestrado e a mestranda. Os informantes realizaram a gravação sentados numa cadeira, com apoio de uma almofada (nas costas) para rectificação da postura. O microfone estava a uma distância aproximada de dez centímetros, colocado em cima de uma secretária à altura da boca do informante.

A mestranda esclareceu os informantes de todas as fases do procedimento, que se apresentavam escritas, e realizou-se a gravação.

Ambos os sujeitos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Informado (ver Anexo 6)

3.3. INFORMANTES

Foram gravados dois sujeitos, um do sexo masculino e outro do sexo feminino, com diagnóstico de disartria atáxica e etiologia de TCE (por acidente de viação).

Dados dos informantes:

Informante masculino

Data de Nascimento: 22/09/1979

Data do TCE: 2004

Classificação do TCE: grave

Foi encaminhado para um Hospital na Suíça, país onde se encontrava aquando do acidente, de onde não há registos. Sabe-se que realizou terapia da Fala antes de ser atendido no CMRRC – RP.

Primeira observação no CMRRC – RP: a 26/09/2007; quadro geral de hemiplegia esquerda com ligeira espasticidade, lentificação motora e da fala e ataxia com síndrome cerebeloso; foi acompanhado em Terapia da Fala até Junho de 2008, data em que foi atribuída alta médica, com diagnóstico de disartria atáxica ligeira.

Informante feminino

Data de Nascimento: 29/11/1970

Data do TCE: 15/12/2006

Classificação do TCE: Glasgow 7 (reavaliação a 15/03/2007 – Glasgow 11)

Primeira observação no CMRRC – RP: a 16/04/2007; desorientação espaço-temporal e disartria marcada; deu início ao acompanhamento em Terapia da Fala, com diagnóstico de disartria atáxica severa, tendo evoluído para grau moderado, que mantinha à data da gravação.

3.4. ANOTAÇÃO

A anotação foi realizada com o programa SFS (Huckvale et al (2008)), tendo-se anotado as vogais orais presentes nas palavras, na rima e no discurso espontâneo.

Nas palavras anotaram-se apenas as primeiras vogais, ou seja, as que se encontravam contidas entre duas consoantes oclusivas. Na rima e no discurso espontâneo anotaram-se as vogais orais produzidas, de acordo com as vogais orais esperadas, segundo o padrão de fala regional dos indivíduos.

Admite-se que a omissão de algumas vogais, para além de alterações possivelmente provocadas pela patologia, possa resultar de efeitos de coarticulação, pelo que não constitui um parâmetro a ter em conta para análise.

Tanto na anotação da rima como na anotação de discurso espontâneo foram tomadas várias opções, que se prendem com a diferenciação entre ditongos. Desta forma, apenas se anotaram sequências vocálicas que não se esperava que fossem produzidas como ditongos.

O processo de anotação durou cerca de quatro semanas.

3.5. EXTRACÇÃO DE PARÂMETROS

Nesta fase do processo, utilizou-se o programa Praat (Boersma e Weenink (2008)) e realizou-se a extracção automática dos parâmetros. Não foram realizadas correcções manuais dos valores obtidos.

Em relação às medidas de perturbação, *jitter* e *shimmer*, apenas se retiveram o *jitter* PPQ5 e o *shimmer* APQ3. Uma vez que não se usaram vogais sustentadas, foi necessário utilizar medidas que descontassem o efeito da prosódia. Como as medidas absolutas não preenchiam este requisito, não se consideraram as mais adequadas.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise teve por base o uso de gráficos (*error bar* e histograma), com médias e informação de variação, do programa SPSS (versão 16.0) (SPSS Inc (2008)).

Para uma comparação de médias usou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney, e para comparações com os limiares da normalidade usou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon (Maroco, (2007)).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados serão apresentados de acordo com os dados obtidos na análise acústica. A análise baseia-se nos seguintes parâmetros: F0 (média e std), *jitter*, *shimmer* e HNR.

4.1. F0 (MÉDIA)

O Gráfico 1 demonstra o IC (intervalo de confiança) a 95% para a média de F0.

Observa-se, como esperado, uma diferença significativa entre os valores alcançados pela voz masculina e pela voz feminina em todas as tarefas.

A dispersão de resultados é maior em todas as tarefas relativas à voz feminina.

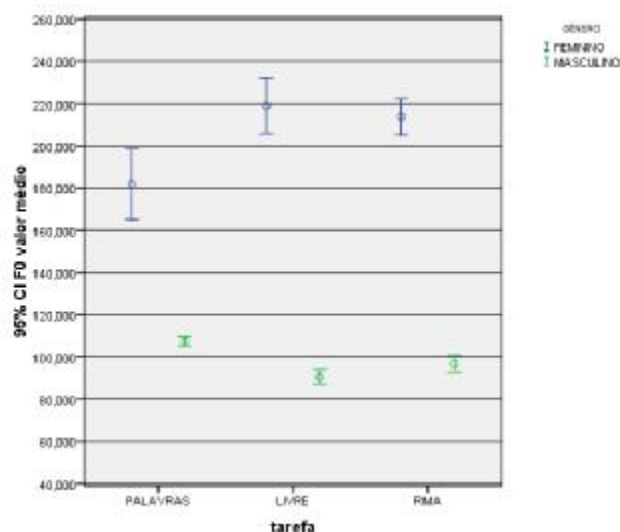


Gráfico 1 – IC a 95% para valores médios de F0 por gênero e tarefa

Para a voz masculina os valores mais elevados encontram-se na tarefa de leitura de palavras, com média aprox. de 107Hz, enquanto que os mais baixos foram alcançados na tarefa de resposta-livre, com média aprox. de 90Hz (std=15). Na voz feminina observou-se o inverso para as mesmas tarefas, com médias aprox. de 182Hz e 219Hz, respectivamente.

Olhando com mais detalhe para os valores: os histogramas (ao lado) salientam a grande dispersão dos valores relativos à voz feminina, sendo notoriamente bimodal na tarefa de leitura de palavras (std=59,6). Principalmente para esta tarefa, a voz feminina alcança valores muito mais baixos do que seria de esperar, observando-se sobreposição de valores entre ambas as vozes.

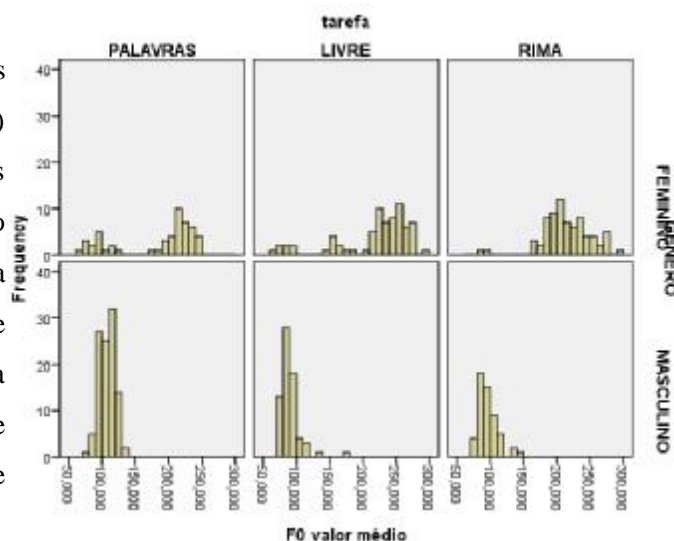


Gráfico 2 – Histogramas com valores médios de F0 por gênero e tarefa

Devido à clara não normalidade dos dados da informante, usou-se o teste de Mann-Whitney, considerou-se o gênero como factor e efectuou-se para cada uma das três tarefas separadamente. Os

resultados foram: $[\chi^2(1) = 1210,0; p < 0,001]$ para a tarefa de leitura de palavras, $[\chi^2(1) = 324,5; p < 0,001]$ para a tarefa de resposta-livre e $[\chi^2(1) = 71,0; p < 0,001]$ para a tarefa de leitura de rima.

Nas três tarefas, os valores de F0 médio da informante são significativamente diferentes (superiores) dos valores encontrados para o informante masculino.

4.2. DESVIO PADRÃO DE F0 (F0 STD)

Pelo Gráfico 3 é possível verificar que a média do desvio padrão de F0 para a voz feminina é claramente mais elevada do que a da voz masculina.

Para a voz feminina destaca-se, com valor máximo, a tarefa de leitura de rima, com média aprox. de 66Hz (std=11). Para a voz masculina o valor máximo é atingido na mesma tarefa com média aprox. de 19Hz (std=1). Os valores mais baixos encontram-se na tarefa de resposta-livre para a voz feminina, com média aprox. de 45Hz e na tarefa de leitura de palavras para a voz masculina, com média aprox. de 13Hz.

Os histogramas, ao lado, demonstram valores de desvio padrão da voz feminina, preferencialmente, na mesma gama dos valores da voz masculina, contudo, apresenta alguns valores numa gama excessivamente superior.

O teste de Mann-Whitney, considerando o Género como factor, foi efectuado separadamente para cada uma das 3 tarefas. Os resultados foram:

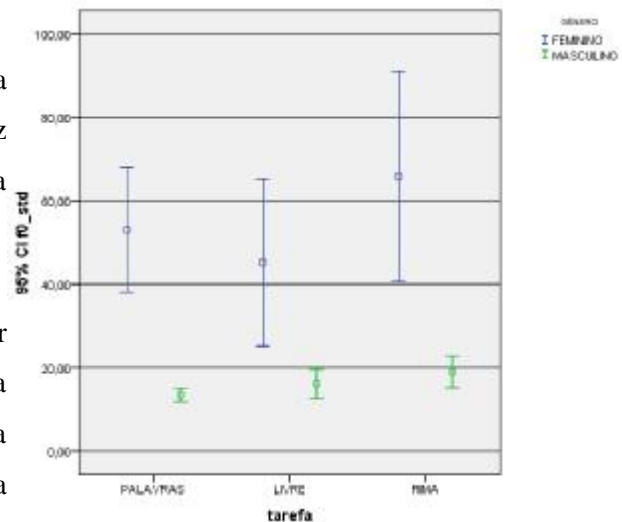


Gráfico 3 – IC a 95% para valores do desvio padrão de F0 por género e tarefa

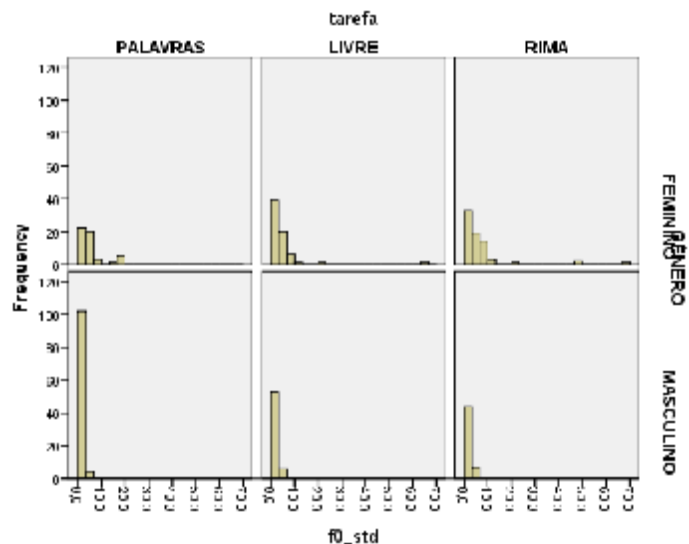


Gráfico 4 – Histogramas com valores do desvio padrão de F0 por género e tarefa

$[\chi^2 (1) = 922,0; p < 0,001]$ para a tarefa de leitura de palavras, $[\chi^2 (1) = 1045,500; p < 0,001]$ para a tarefa de resposta-livre e $[\chi^2 (1) = 827,5; p < 0,001]$ para a tarefa de leitura de rima.

Nas três tarefas, os valores de F0 std da informante são significativamente superiores aos valores encontrados para o informante masculino.

4.3. JITTER (PPQ5)

No Gráfico 5 a linha horizontal indica o limiar de normalidade 0,5%, para a média dos valores de *jitter*, segundo Behlau (2001).

Em todas as tarefas, os valores da voz feminina são mais elevados do que os da voz masculina.

Para a voz feminina os valores mais elevados encontraram-se na tarefa de leitura de palavras, com média aprox. de 1,1%, e os valores mais baixos, na tarefa de resposta-livre, com média aprox. de 0,7%. A voz masculina obteve os resultados inversos para as mesmas tarefas, com médias aprox. de 0,3% e 0,4%, respectivamente.

Verifica-se maior dispersão de valores para todas as tarefas relativas à voz feminina, atingido maior contraste na tarefa de leitura de palavras com desvio padrão de 0,8% na voz feminina e 0,1% na voz masculina.

Nos histogramas, mantém-se visível a grande dispersão de valores para a voz feminina, em oposição a uma maior concentração dos valores para a voz masculina.

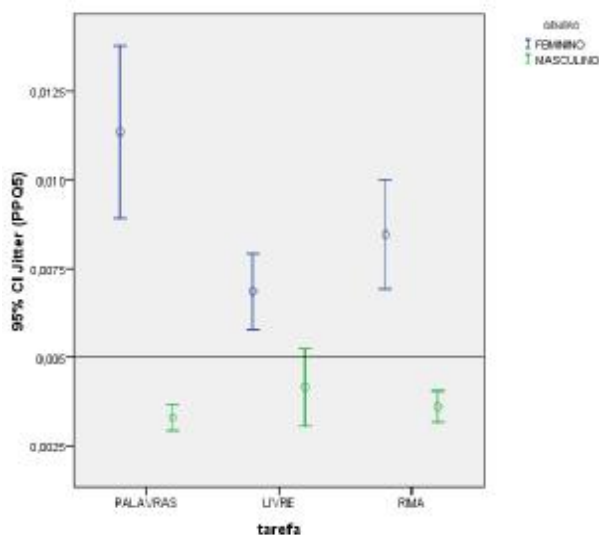


Gráfico 5 – IC a 95% para valores médios de *jitter*

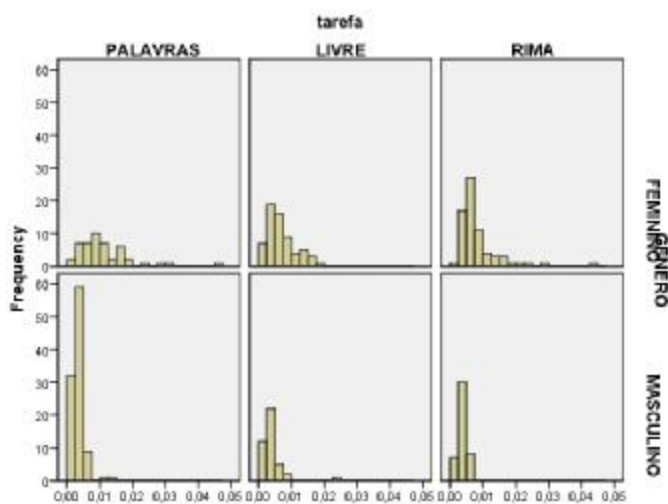


Gráfico 6 – Histogramas com valores médios de *jitter* por gênero e tarefa

O teste de Mann-Whitney, considerando o Género como factor, foi efectuado separadamente para cada uma das 3 tarefas. Os resultados foram: [$\chi^2(1) = 477,5$; $p < 0,001$] para a tarefa leitura de palavras, [$\chi^2(1) = 760,0$; $p < 0,001$] para a tarefa de resposta-livre e [$\chi^2(1) = 397,5$; $p < 0,001$] para a tarefa de leitura de rima.

Nas três tarefas, os valores de *jitter* PPQ5 da informante são significativamente diferentes (superiores) dos valores encontrados para o informante masculino.

O teste não paramétrico de Wilcoxon (no Anexo 2) foi efectuado a fim de comparar os valores obtidos, em cada uma das três tarefas, com o limiar da normalidade (0,5 %). O teste revela como significativas as diferenças para a mediana (0,5 %). No caso masculino todos os valores são inferiores; no feminino os valores para as três tarefas encontram-se acima do limiar.

4.4. SHIMMER (APQ3)

No Gráfico 7 a linha horizontal indica o limiar de normalidade 3%, para a média dos valores de *shimmer*, segundo Behlau (2001).

Os valores mais elevados do gráfico encontram-se na tarefa de leitura de palavras para a voz feminina, com média aprox. de 7%, evidenciando uma grande dispersão de resultados.

A tarefa de leitura de palavras é aquela que demonstra resultados mais díspares entre a voz feminina, e a voz masculina. Os resultados são mais aproximados na tarefa de resposta-livre, com médias aprox. de 4% para a voz feminina e 3,8% para a voz masculina, onde esta última atinge os valores mais elevados.

Os valores mais baixos para a voz masculina, com média aprox. de 3%, encontram-se na tarefa de leitura de rima, tal como para a voz feminina, com média aprox. de 4%.

Pode constatar-se, através dos histogramas, maior concentração de dados da voz masculina, comparativamente à voz feminina, com maior relevância na tarefa de leitura de palavras.

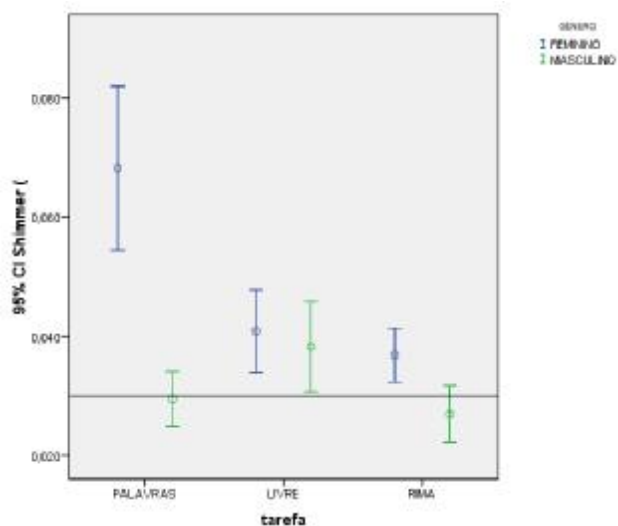


Gráfico 7 – IC a 95% dos valores médios de *shimmer*

O teste de Mann-Whitney, considerando o Género como factor, foi efectuado separadamente para cada uma das 3 tarefas. Os resultados foram: $[\chi^2(1) = 947,0; p < 0,001]$ para a tarefa leitura de palavras, $[\chi^2(1) = 1753,0; p > 0,05]$ para a tarefa de resposta-livre e $[\chi^2(1) = 1186,0; p < 0,001]$ para a tarefa de leitura de rima.

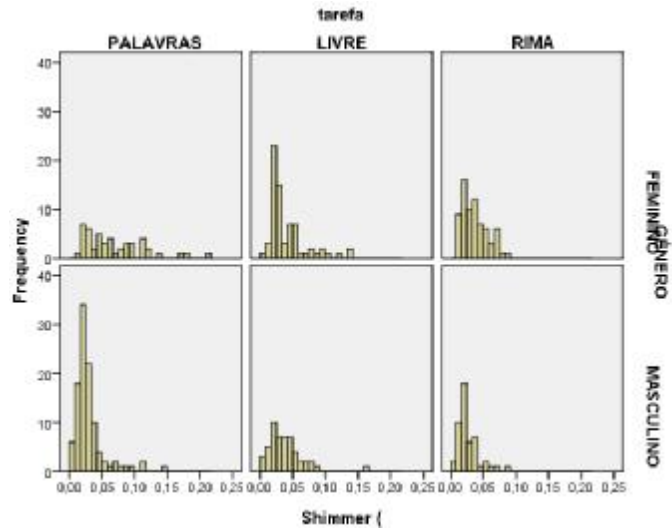


Gráfico 8 – Histogramas com valores médios de shimmer por género e tarefa

Nas tarefas de leitura de palavras e de rima, os valores de shimmer APQ3 da informante são significativamente superiores aos valores encontrados para o informante masculino. No caso da tarefa de resposta-livre não há diferenças significativas entre ambos.

O teste não paramétrico de Wilcoxon (no Anexo 3) foi efectuado a fim de comparar os valores obtidos, em cada uma das três tarefas, com o limiar da normalidade (3 %).

Todos os valores se diferenciam significativamente do limiar. A voz feminina apresenta todos os valores acima do limiar. A voz masculina tem valores superiores ao limiar na tarefa de resposta-livre, nas restantes duas tarefas, os valores são inferiores ao limiar.

4.5. HNR

O Gráfico 9 realça a diferença de resultados de HNR na tarefa de leitura de palavras, com média aprox. de 9 dB (std=4,5) para a voz feminina e 14,7 dB para a voz masculina.

Somente na tarefa de resposta-livre os valores apresentados pela voz feminina conseguem superar os da voz masculina, com médias aprox. de 12,4 dB e 11,7 dB, respectivamente.

Os valores mais elevados são

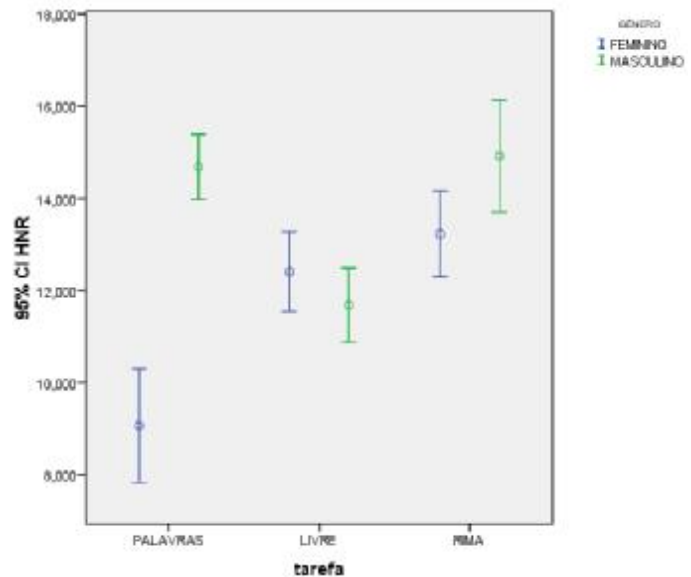


Gráfico 9 – IC a 95% dos valores médios de HNR

alcançados na tarefa de leitura de rima, com médias aprox. de 13 dB para a voz feminina e 14,9 dB para a voz masculina.

Os histogramas realçam a diferença de resultados ao nível da tarefa de palavras, com a voz feminina a ocupar valores notoriamente mais baixos.

O teste de Mann-Whitney, considerando o Género como factor, foi efectuado separadamente para cada uma das 3 tarefas. Os resultados foram: [$\chi^2(1) = 1007,0; p < 0,001$] para a tarefa leitura de palavras, [$\chi^2(1) = 2123,5; p > 0,05$] para a tarefa de resposta-livre e [$\chi^2(1) = 1593,0; p < 0,001$] para a tarefa de leitura de rima.

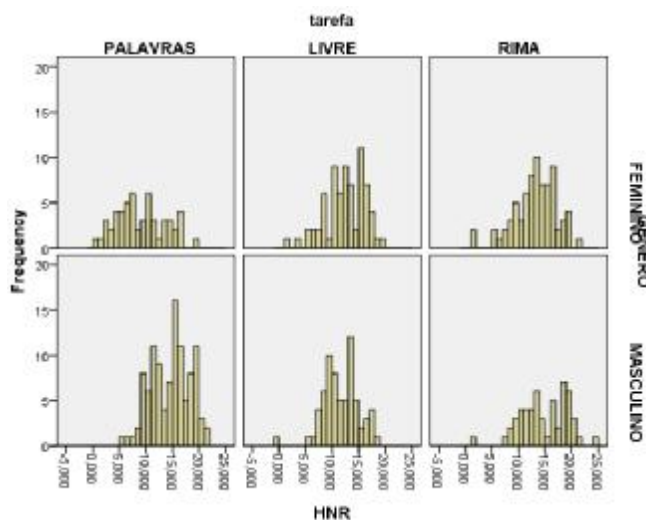


Gráfico 10 – Histogramas com valores médios de HNR por género e tarefa

Nas tarefas de leitura de palavras e de rima, os valores de HNR da informante são significativamente diferentes (inferiores) dos valores encontrados para o informante masculino. No caso da tarefa de resposta-livre não há diferenças significativas entre ambos.

O teste não paramétrico de Wilcoxon (no Anexo 4) foi efectuado a fim de comparar os valores obtidos para o masculino, em cada uma das três tarefas, com o limiar da normalidade (11,8 % segundo Grinblat (1994) citado por Behlau (2001)). Os valores são significativamente superiores ao limiar para as tarefas de leitura de palavras e de rima e não se diferenciam do limiar para a resposta-livre. Ou seja, todos os valores estão em cima ou acima do limiar.

Para comparar os valores obtidos para o feminino, em cada uma das três tarefas, com o limiar da normalidade (13,9 % segundo Grinblat (1994) citado por Behlau (2001)), realizou-se o teste de Wilcoxon (no Anexo 5). Os valores são significativamente inferiores ao limiar para as tarefas de leitura de palavras e de resposta-livre e não se diferenciam do limiar para a tarefa de leitura de rima. Ou seja, nenhum valor está acima do limiar.

5. DISCUSSÃO

Esta fase consiste na interpretação dos resultados obtidos no presente estudo e comparação com os dados obtidos em estudos anteriores, relativos aos parâmetros em questão: F0, *jitter*, *shimmer* e *HNR*. A discussão dividiu-se em cinco pontos, um para cada parâmetro referido e um geral, de modo a facilitar a compreensão.

5.1. F0

As médias de F0 obtidas, nas diferentes tarefas, para a mulher situam-se entre 182 e 219 Hz e para o homem, entre 90 e 107hz. Behlau (2001) refere que para as mulheres seria de esperar uma “distribuição média” de F0 entre **150 a 250 Hz** e para os homens, entre **80 a 150 Hz**. Os resultados deste estudo são consistentes com esta referência, uma vez que se encontram dentro destes limites em todas as tarefas, para ambos os géneros.

Felippe, Grillo e Grechi (2006) apresentam resultados médios de F0 para as vogais sustentadas /a/ e /E/ de **205,82 Hz e 206,56 Hz em mulheres** e de **119,84 Hz e 118,92 Hz nos homens**, respectivamente. Os valores obtidos para a voz feminina são superiores aos referidos nas tarefas de leitura de rima e resposta-livre e ligeiramente inferiores na leitura de palavras. Para o homem, todos os resultados obtidos são inferiores aos referidos, sendo que o mais afastado se encontra na tarefa de resposta-livre (90 Hz). Ou seja, apesar de haver diversidade entre valores, os resultados obtidos não são totalmente discordantes dos que foram referidos no estudo. No entanto, devido à diferença entre tarefas, as conclusões quanto à semelhança dos resultados não serão as mais precisas.

A mulher gravada obteve médias de 214 Hz na tarefa de leitura de rima e 219 Hz na tarefa de resposta-livre. O homem gravado apresenta médias de 97 Hz e 90 Hz, para as mesmas tarefas, respectivamente. Segundo Guimarães e Abberton (2005), “a distribuição média” de F0 para mulheres portuguesas, com idades compreendidas entre os 19 e os 52 anos, teve resultados **entre 180 e 242 Hz** durante a tarefa de **leitura** e **entre 187 e 210 Hz** na tarefa de **conversação**. Para os homens portugueses, com idades entre os 17 e os 49 anos, a distribuição média de F0 na tarefa de **leitura** **apresentou valores entre de 106 e 129 Hz** e na tarefa de **conversação, entre de 109 e 123 Hz**. As faixas etárias e tarefas utilizadas por Guimarães e Abberton possibilitam uma correspondência com o presente trabalho. Assim, os resultados obtidos podem considerar-se congruentes com o estudo para a mulher, mas não para o homem.

A voz masculina deste trabalho apresenta-se estável, com médias de valores em torno dos 100 Hz, tendo atingido o valor mais elevado na tarefa de leitura de palavras, com 107 Hz. Teixeira et al. (2008) encontrou, para um homem dito normal, valores médios de F0 de **171 Hz na leitura de frases** e de **182 Hz em vogais sustentadas**. Estes valores são significativamente mais elevados do que os obtidos para a voz masculina do estudo mencionado, aproximando-se mais dos valores alcançados para a voz feminina. Contudo, a diferença entre as tarefas deste trabalho e as referidas no estudo não permite extrair conclusões fidedignas quanto à discrepância entre os resultados.

Neste trabalho, as médias de F0 encontradas têm diferenças estatisticamente significativas entre os géneros, confirmado pelo teste de Mann-Whitney. Num estudo de várias disartrias, que não contempla a disartria atáxica, de Carrillo e Ortiz (2007) **não observaram diferenças estatisticamente significativas de F0 entre sexos**, particularmente nas disartrias espástica e hipercinética. Os resultados obtidos não são congruentes com os referidos neste estudo. Contudo, é de considerar que a diferença entre as disartrias poderá condicionar a diferença de resultados.

5.2. JITTER (PPQ5)

No panorama global, as médias dos valores de *jitter* na mulher apresentam-se entre 0,7% e 1,1% e no homem, entre 0,3 e 0,4%. Considerando como **limite de normalidade 0,5%**, proposto por Behlau (2001), verifica-se que em todas as tarefas da voz feminina os resultados apresentam médias superiores ao limite da normalidade. Em oposição à voz feminina, a voz masculina não apresenta valores acima dos limites da normalidade.

Os valores de *jitter* de Felipe, Grillo e Grechi (2006), para as vogais sustentadas /a/ e /E/, são de **0,62% e 0,59% para as mulheres** e de **0,49% e 0,5% para os homens**, respectivamente. O valor mais próximo do referido, para a mulher, foi o valor mais baixo obtido para este género (0,7%), na tarefa de resposta-livre. Para o homem, a média mais aproximada à referência usada corresponde à média máxima obtida (0,4%) na tarefa de resposta-livre. Desta forma, os valores obtidos para a mulher estão sempre superiores aos referenciados e os do homem são sempre inferiores. Porém, a diferença entre tarefas, dificulta possíveis conclusões.

Para Teixeira et al. (2008), os valores médios de *jitter* PPQ5, de um homem dito normal, para **a leitura de frases foram de 0,9%** e para **vogais sustentadas 0,2%**. Os valores obtidos para o homem são superiores a 0,2% e significativamente inferiores a 0,9%. A voz feminina apresenta valores mais próximos de 0,9%, com 0,7% na tarefa de leitura de palavras e médias superiores nas

restantes tarefas. Mais uma vez, as diferenças entre tarefas e géneros contestam a extracção de conclusões, para o presente trabalho.

Os valores obtidos para *jitter* são significativamente diferentes entre sexos. Deste modo, apresentam-se, em todas as tarefas, valores significativamente elevados para voz feminina e valores dentro dos limiares da normalidade para a voz masculina. Não fazendo distinção entre géneros, o estudo de Carrillo e Ortiz (2007) refere que o ***jitter surge aumentado*** para as disartrias usadas. Esta condição é observável para a voz feminina deste trabalho, mas não para a masculina.

Segundo Guimarães (2007) os **valores de *jitter* são relativamente semelhantes para ambos os sexos**. Esta condição não foi observável neste estudo.

Num estudo de disartria atáxica, Kent et al (2000), referem ter encontrado, em vogais sustentadas, **maior tendência de resultados de *jitter* fora dos limites da normalidade para mulheres**. Apesar da tarefa referida não ter sido considerada neste trabalho, o mesmo se verifica nas tarefas utilizadas.

5.3. *SHIMMER (APQ3)*

Tendo em conta todas as tarefas, os valores médios de *shimmer* obtidos na mulher estão entre 4 e 7% e no homem, entre 3 e 3,8%. Segundo o **limite da normalidade de 3%** para as medidas relativas de *shimmer* (Behlau (2001)), constata-se que os valores da voz feminina são significativamente superiores ao limiar da normalidade em todas as tarefas. A voz masculina tem valores superiores ao limiar na tarefa de resposta-livre e inferiores ao limiar nas restantes duas tarefas. Deste modo, apenas a homem apresenta valores dentro do limiar considerado para a normalidade.

Os valores médios relativos a *shimmer* APQ3, de um homem dito normal, para Teixeira et al. (2008), foram de **2,1% para a leitura de frases** e **0,8% para as vogais sustidas**. O resultado mais baixo, e por isso, mais próximo do referido encontra-se na tarefa de leitura de rima (3%), para o homem. Desta forma, todos os valores obtidos, tanto para a mulher como para o homem, são superiores aos valores apresentados por Teixeira et al.. Torna-se, novamente, necessário ter em conta a diferença entre tarefas e géneros, visto poderem condicionar possíveis interpretações.

Felippe, Grillo e Grechi (2006), apresentam valores de *shimmer* em dB, o que representa o uso de medidas absolutas. As medidas absolutas não são compatíveis com as medidas relativas utilizadas neste trabalho, pelo que, neste caso, a comparação não é possível.

Observaram-se diferenças significativas entre géneros nas tarefas de leitura de palavras e de rima, mas não na tarefa de resposta-livre. Considerando homens e mulheres num único grupo, Carrillo e Ortiz (2007) obtiveram o ***shimmer* aumentado**. Neste trabalho, o mesmo resultado é encontrado para a mulher. O homem apenas é congruente na tarefa de resposta-livre, já que os valores apresentam-se dentro dos limites da normalidade nas restantes tarefas.

Kent et al. (2000) encontraram, em vogais sustentadas, para disartrias atáxicas, **maior propensão de resultados de *shimmer* fora dos limites da normalidade em ambos os sexos**. Embora se reconheça a diferença de tarefas entre os estudos, esta condição é verdadeira para a mulher gravada, em todas as tarefas, e para o homem, na tarefa de resposta-livre. Nas restantes tarefas o homem não satisfaz esta condição.

5.4. HNR

Considerando todas as tarefas, as médias dos valores de HNR para a mulher apresentam-se entre 9 e 13dB e no homem, entre 11,7 e 14, 9 dB. Pelos dados da normalidade, apresentados por Behlau (2001), seria de esperar que **a mulher obtivesse resultados superiores aos do homem, não registando valores inferiores a 7dB**. A mulher não obteve resultados superiores aos do homem em nenhuma das tarefas. O teste de Mann-Whitney comprovou-o para a única tarefa que poderia suscitar dúvidas, a tarefa de resposta-livre, revelando não haver diferenças estatisticamente diferentes entre ambos os géneros. Em nenhum dos géneros houve resultados inferiores a 7 dB.

Grinblat (1994), citado por Behlau (2001), apresenta valores de HNR de **13,9 dB para mulheres e 11,8 dB para homens**. Como se pode constatar, os valores da voz feminina são inferiores aos referidos em todas as tarefas, aproximando-se mais na tarefa de leitura de rima (13 dB). Na voz masculina, o valor mais próximo do referenciado é de 11,7dB, na tarefa de resposta-livre. Nas restantes duas tarefas os valores obtidos superam os expostos no estudo. Segundo estes autores, apenas a voz feminina fica aquém do que seria de esperar para a normalidade.

No estudo de Felipe, Grillo e Grechi (2006), as vogais sustentadas /a/ e /E/ apresentam valores de HNR de **10,9 dB e 11,04 dB para as mulheres e de 9,56 dB e 9,63 dB para os homens**, respectivamente. A mulher consegue obter valores próximos dos referenciados, tendo resultados inferiores apenas na tarefa de leitura de palavras (9 dB). As médias de valores obtidas para o homem superam significativamente os resultados citados pelo estudo. Ainda que os resultados obtidos sejam maioritariamente positivos quando comparados com este estudo, a diferença de tarefas entre estudos limita as conclusões.

Segundo Teixeira et al. (2008), os valores médios de HNR, para um homem dito normal, são de **12 dB para a leitura de frases** e de **29 dB para as vogais sustentadas**. A mulher consegue atingir e superar o valor de 12 dB nas tarefas de resposta-livre e leitura de rima, respectivamente, mas não na tarefa de leitura de palavras (9 dB). O homem apresenta valores superiores a 12 dB nas tarefas de leitura de palavras e de rima. Na tarefa de resposta-livre aproxima-se muito desse valor, com média de 11,7 dB. Nenhum dos géneros conseguiu atingir valores próximos dos 29 dB referidos no estudo. Porém, as tarefas utilizadas são diferentes, não podendo retirar-se conclusões exactas sem uma base comum.

Neste trabalho, o parâmetro de ruído foi mais evidenciado na voz feminina, que obteve valores mais baixos de HNR. No estudo de Carrillo e Ortiz (2007), num grupo único para ambos os géneros, o **parâmetro de ruído é realçado** pela medição do GNE. Os resultados obtidos podem considerar-se concordantes com os deste estudo exclusivamente para a voz feminina.

5.5. GERAL

Ao comparar o desempenho, nas diferentes tarefas, de cada indivíduo com a normalidade, pode observar-se que, para a mulher, a tarefa de leitura de palavras é a mais problemática, apresentando F0 com alguma sobreposição das frequências da voz masculina, valores de *jitter* e *shimmer* máximos, fora dos limiares apresentados, e HNR com o valor mais baixo e desviante. Pelo contrário a tarefa mais equilibrada é a de leitura de rima, onde apenas para o *jitter* não apresenta o melhor desempenho, continuando com valores de *jitter* e *shimmer* fora dos limites referenciados. Os valores médios de F0 e HNR podem considerar-se admissíveis dentro do género.

Os resultados para o homem apresentam menos estabilidade na tarefa de resposta-livre, com F0 mais baixo, resultados máximos de *jitter*, valores de *shimmer* a ultrapassar os limiares da normalidade, e HNR com o valor mais baixo. Nas restantes tarefas o desempenho é superior, podendo enquadrar-se dentro dos limites considerados para a normalidade.

Pode-se, então, afirmar que foram encontrados valores de F0, *jitter*, *shimmer* e HNR para pessoas com disartria atáxica por TCE. Porém, há que considerar que, as dimensões reduzidas do corpus utilizado podem condicionar os valores encontrados para cada indivíduo.

A diferença de médias de F0, entre géneros, foi significativa e mantida para todas as tarefas. Para além desta, a diferença de resultados entre géneros ocorre em todas as comparações efectuadas. A maioria dos resultados para o homem é concordante ou próxima da normalidade. Pelo contrário, a mulher apresenta a maioria dos resultados desviantes da normalidade. Quanto à

comparação com testes anteriores, realizados em pessoas com diagnóstico de disartria atáxica, observa-se maior conformidade com os valores da voz feminina.

Conjectura-se que esta diferença de resultados provenha da diferença do grau de severidade entre indivíduos: moderada para a mulher e ligeira para o homem.

Apesar da diferença de desempenho entre géneros, é possível verificar que, de todos os parâmetros analisados, a F0 é aquele cuja média mais se inclina para a normalidade. Tal facto sustenta a expectativa deste parâmetro ter maior facilidade de recuperação. Pelo contrário, as variáveis *jitter* e *shimmer* foram os parâmetros que mostraram maior tendência para ultrapassar os limiares da normalidade. Isto poderá indicar maior dificuldade de recuperação destes parâmetros.

Os valores aumentados de *jitter* e, principalmente, de *shimmer*, foram os que mais se destacaram neste trabalho, para além dos limiares da normalidade, o que indica que podem ser relevantes na caracterização de voz de pessoas com disartria atáxica, por TCE.

6. CONCLUSÕES

6.1. RESUMO DO TRABALHO

O contacto diário com pessoas com TCE no CMRRC – RP, à data de início do mestrado, fez com que este trabalho seguisse na expectativa de dar resposta à necessidade de se estabelecer um plano de intervenção em Terapia da Fala, com objectivos concretos e quantificáveis. O interesse na área de voz e a carência de dados objectivos nesta área, nomeadamente para a população em questão, direccionou o estudo para a análise acústica de voz. A partir daí seleccionou-se um diagnóstico, que fosse sabido ser comum a mais do que um indivíduo, tendo sido seleccionado o diagnóstico de disartria atáxica.

A revisão bibliográfica efectuada teve o intuito aprofundar conhecimentos, nas áreas da Voz e de TCE, reunir informação que direccionasse a análise para os parâmetros de maior relevância, e seleccionar os requisitos essenciais para a construção de um *corpus*. Daqui resultou o Enquadramento da Voz na temática dos TCE.

O *corpus* deste trabalho foi definido em conjunto com outro mestrando, cujo trabalho se debruçou sobre questões articatórias de pessoas com disartria atáxica por TCE. Assim, o *corpus* gravado continha tarefas que satisfaziam os requisitos (voz e articulação) de ambos os trabalhos. Posteriormente, seleccionaram-se apenas as tarefas que se consideraram mais indicadas para a análise de voz, considerando também os limites temporais para a conclusão do trabalho.

Foi necessário um contacto prévio com o CMRRC – RP, local onde se pretendia realizar a recolha, para pedido de autorização, tendo sido cedida a devida informação sobre os objectivos e procedimentos dos respectivos estudos. Depois de aceite o pedido de autorização, a recolha foi efectuada pela mestranda e pelo orientador do mestrado em Junho de 2008. De seguida realizou-se a extracção automática dos parâmetros referentes a F0, *jitter*, *shimmer* e HNR.

Na análise dos resultados foram usados gráficos representativos dos valores obtidos, de modo a auxiliar a compreensão. A comparação com estudos prévios foi realizada na discussão, na tentativa de encontrar respostas para os objectivos iniciais do trabalho. Por fim, a conclusão, que apresenta o trabalho, de uma forma sucinta, com os principais conceitos a reter e sugestões para estudos vindouros.

6.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Em primeiro lugar, o objectivo deste estudo de conhecer valores de análises acústicas de voz, para F0, *jitter*, *shimmer* e HNR, para pessoas com disartria atáxica por TCE, foi alcançado.

Os valores que se obtiveram são distintos, entre informantes, para a grande maioria das tarefas apresentadas. Os resultados apresentados pelo representante masculino são sempre mais congruentes com os limites apresentados para a normalidade e têm maior concordância entre tarefas do que os valores da representante feminina. Isto pode dever-se a vários factores, entre os quais, o facto de a mulher ter menos tempo de evolução do que o homem, a variabilidade de lesões que podem conduzir a um mesmo diagnóstico e a severidade de cada diagnóstico.

Em segundo, os resultados que mais sobressaíram na análise foram os valores aumentados de *jitter* e, particularmente, de *shimmer*, nomeadamente na voz feminina, pelo que se considera que possam ajudar a caracterizar a voz de pessoas com disartria atáxica, por TCE.

Em terceiro, salienta-se a importância das tarefas que integram o *corpus*, que foi demonstrada neste trabalho através dos diferentes desempenhos entre elas, nomeadamente, na voz feminina.

A leitura de palavras curtas (neste caso, dissilábicas) incentiva uma produção vocal mais relaxada, ajuda no controlo da ansiedade por ser uma tarefa simples com apoio visual, e têm um efeito de prosódia diminuído, pela falta de contexto e pela duração reduzida. A leitura de rima realça a capacidade de prosódia e tem o apoio visual do discurso a produzir, que facilita o controlo da ansiedade e, por isso, a respiração pode ser mais controlada e coordenada com os restantes movimentos fonoarticulatórios. A resposta-livre é dificultada pelo fluir de emoções que interferem com a capacidade de controlo pneumofonoarticulatório.

Daqui se retira a necessidade de definir um *corpus* específico para pessoas com diagnóstico de disartria.

Em quarto, a diferença de resultados encontrados é congruente com os dois graus de severidade apresentados (ligeira e moderada), pelo que a análise acústica de voz veio revelar-se um factor importante na diferenciação de fases de evolução.

6.3. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Uma das maiores adversidades na realização trabalho prende-se com questões de limite temporal, que condicionaram, nomeadamente, a focagem dos objectivos, a dimensão da amostra e o número de tarefas analisadas.

As conclusões retiradas deste estudo são limitadas, na medida em que a dimensão da amostra se reduz a apenas dois casos, de géneros diferentes e com diferentes tempos de evolução. Tal impede que seja feita uma generalização a toda a população de pessoas com disartria atáxica por TCE.

6.4. TRABALHO FUTURO

As limitações encontradas, referidas anteriormente, definiram a dimensão reduzida do estudo. Sugere-se que, de futuro, sejam efectuados estudos acústicos, para o Português, de pessoas com vários tipos de disartria, por TCE, com um maior número de informantes e abrangendo parâmetros no âmbito de voz, como neste trabalho, e no de Mário Barroco, focando a articulação.

De modo a controlar diferentes factores, aconselha-se a criação de um corpus, que nos atrevemos a sugerir que seja baseado no que foi utilizado para este trabalho, específico para a população com diagnóstico de disartria, que se destine a ser gravado, à data de início da Terapia da Fala, e cuja gravação se repita com intervalos de tempo regulares, até à data da alta terapêutica. Este corpus deverá estar preparado para uma análise acústica de voz e articulação.

A longo prazo, este procedimento deveria ser implementado em centros, como o CMRRC – RP, e generalizado a todos os locais onde se desenvolva intervenção terapêutica com a população em questão.

Uma actuação como esta permitiria o desenvolvimento de estudos mais consistentes em relação aos vários tipos de disartria, com a vantagem da recolha já estar efectuada, e seria uma mais-valia como instrumento clínico para indicação de alta terapêutica, uma vez que permite diferenciar fases de evolução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ADEKOYA, Nelson, [et al.]. Surveillance for Traumatic Brain Injury Deaths – USA, 1998; 2002. Morbidity and Mortality Weekly Report. 51(SS10); 1-16. Disponível em: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss5110a1.htm>

AZOUVI, P. [et al.] (Problèmes en Médecine de Rééducation) Prise en charge des traumatisés crânio-encéphaliques: de léveil à la réinsertion. França: Elsevier Masson S.A.S, 2007

BEHLAU, Mara. Voz: O Livro do Especialista – Volume I. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

BOERSMA, Paul, WEENINK, David. PRAAT: doing phonetics by computer; 2008. Disponível em: http://www.fon.hum.uva.nl/praat/download_win.html

CARRILLO, Luciane, ORTIZ. Karin K. - Análise vocal (auditiva e acústica) nas disartrias; 2007. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. ISSN 0104-5687. 19:4, 381-6.

COHADON, François [et al.]. Les Traumatisés Crâniens: de l'accident à la réinsertion. França: Arnette, 1998.

COLTON, Raymond H., Casper, Janina K. Compreendendo os Problemas de Voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e tratamento. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FELIPPE, Ana Clara N., GRILLO, Maria Helena M. M., GRECHI, Thaís Helena - Normatização de medidas acústicas para vozes normais; 2006. ISSN 1806-9312 Vol. 72. 5ª Edição. 659-664. Disponível em: http://www.rborl.org.br/conteudo/acervo/acervo_english.asp?id=3423

FREED, Donald B. Motor Speech Disorders: diagnosis and treatment. San Diego: Singular Pub., 2000.

GAZI, Fabiana R. S., FELIX, Giédre B., BRASOLOTTO, Alcione G. – Características vocais de indivíduos pós-traumatismo crânio-encefálico; 2004. Distúrbios da Comunicação. São Paulo: EDUC-PUCSP. 16:3, 323-331.

GUIMARÃES, Isabel. A Ciência e a Arte da Voz Humana. Alcabideche: Escola Superior de Saúde do Alcoitão, 2007.

GUIMARÃES, I.; ABBERTON. Fundamental frequency in speakers of Portuguese for different voice samples; 2005. Journal of Voice, 19(4):592-605.

HUCKVALE, Mark [et al.]. Speech Filing System (Versão 4.7). University College London - Division of Psychology and Language Sciences; 2008. Disponível em: <http://www.phon.ucl.ac.uk/resource/sfs/>

JUNQUÉ, Carme, BRUNA, Olga, MATARÓ, Maria. Traumatismos Cranioencefálicos: uma abordagem da neuropsicologia e fonoaudiologia. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2001.

KENT, Ray D. [et al.]. Ataxic Dysarthria. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 2000. Vol.43, 1275-1289. Disponível em: <http://jslhr.asha.org/cgi/content/abstract/43/5/1275>

KENT, R. D.; KENT, J. F.; WEISMER, G.; DUFFY, J. R. What dysarthrias can tell us about the neural control of speech; 2000. Journal of Phonetics 28, 273-302.

LETRIA, José Jorge. O livro das rimas traquinas. Lisboa: Terramar, 1999.

MAROCO, João. Análise Estatística com Utilização do SPSS. 3ª Edição. Edições Silabo, 2007.

PÉLISSIER, Jacques, PELLAS, Frédéric, BENAÏM, Charles. Principales échelles d'évaluation en Médecine Physique et Réadaptation. Paris: IPSEN, 2004.

ROBERTSON, Sandra J., THOMSON, Fay. Working With Dysarthrics: a practical guide to therapy for dysarthria. Southampton: Winslow Press, 1993.

SANTOS, Maria E., SOUSA, Liliana, CASTRO-CALDAS, Alexandre - Epidemiologia dos traumatismos crânio-encefálicos em Portugal; 2003. Acta médica portuguesa. Lisboa: Ordem dos médicos. ISSN 0870-399X. 16:2, 71-6.

SEELEY, Rod R., STEPHENS, Trent D., Tate, Philip. Anatomia & Fisiologia. 3ª Edição. Lisboa: Lusodidacta, 2001.

SEIFERT, Eberhard, KOLLBRUNNER, Juerg – Stress and distress in non-organic voice disorders; 2005. Swiss Medical Weekly, 135(27):387-397. Disponível em <http://www.smw.ch>

SPSS Inc.. SPSS (versão 16.0); 2008.

TEIXEIRA, António [et al.]. Voice Quality with Psychological Origin: A Case Study; 2008. Clinical Linguistics and Phonetics.

THURMAN, David. J. [et al.]. Traumatic Brain Injuries in the United States: A Report to Congress; 1999. U.S. Department of Health & Human Services.

WOO, Buck H., NESATHURAI, Shanker. The Rehabilitation of People with Traumatic Brain Injury. Massachusetts: Blackwell Science, 2000.

ZEMLIN, Willard R. Princípios de Anatomia e Fisiologia em Fonoaudiologia. 4ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Anexos

O Grão-Duque

O Grão-Duque
só comia grão:
grão de bico,
feijão-frade,
de batata doce
só metade,
pois tinha
uma herdade
fora da cidade.
Veio um barão
e deram-lhe o título
de Duque do Grão
e o Grão-Duque,
de tão furioso,
parecia um leão,
de tão granulado,
parecia um dragão,
incendiado
pela irritação.

Teste de Wilcoxon para o *jitter*

Test Statistics^c

tarefa	GEN		Jitter (PPQ5) % - JITTER_LIMIAR
PALAVRAS	MASC	Z	-7,387 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
	Point Probability	0,000	
	FEM	Z	-5,080 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
Exact Sig. (1-tailed)		0,000	
LIVRE	MASC	Z	-3,333 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
		Exact Sig. (2-tailed)	0,001
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
	Point Probability	0,000	
	FEM	Z	-2,549 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,011
		Exact Sig. (2-tailed)	0,010
Exact Sig. (1-tailed)		0,005	
Point Probability	0,000		
RIMA	MASC	Z	-4,686 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
	Point Probability	0,000	
	FEM	Z	-5,140 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
Exact Sig. (1-tailed)		0,000	
Point Probability	0,000		

a. Based on positive ranks.

b. Based on negative ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Teste de Wilcoxon para o *shimmer*

Test Statistics ^c			Shimmer (APQ3) % - SHIMMER_LIMIAR
tarefa	GEN		
PALAVRAS	MASC	Z	-2,944 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,003
		Exact Sig. (2-tailed)	0,003
		Exact Sig. (1-tailed)	0,001
		Point Probability	0,000
	FEM	Z	-4,730 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
		Point Probability	0,000
LIVRE	MASC	Z	-1,706 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,088
		Exact Sig. (2-tailed)	0,089
		Exact Sig. (1-tailed)	0,044
		Point Probability	0,000
	FEM	Z	-1,818 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,069
		Exact Sig. (2-tailed)	0,069
		Exact Sig. (1-tailed)	0,035
		Point Probability	0,000
RIMA	MASC	Z	-2,497 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,013
		Exact Sig. (2-tailed)	0,012
		Exact Sig. (1-tailed)	0,006
		Point Probability	0,000
	FEM	Z	-2,132 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,033
		Exact Sig. (2-tailed)	0,033
		Exact Sig. (1-tailed)	0,016
		Point Probability	0,000

a. Based on positive ranks.

b. Based on negative ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Teste de Wilcoxon para o HNR (homem)

Test Statistics ^c			HNR - HNRMASC_LIMIAR
tarefa	GEN		
PALAVRAS	MASC	Z	-6,436 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
		Point Probability	0,000
LIVRE	MASC	Z	-,217 ^b
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,828
		Exact Sig. (2-tailed)	0,831
		Exact Sig. (1-tailed)	0,415
		Point Probability	0,001
RIMA	MASC	Z	-4,288 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
		Point Probability	0,000

a. Based on negative ranks.

b. Based on positive ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Teste de Wilcoxon para o HNR (mulher)

Test Statistics^b

tarefa	GEN		HNR - HNRFEM_LIMIAR
PALAVRAS	FEM	Z	-5,485 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (2-tailed)	0,000
		Exact Sig. (1-tailed)	0,000
		Point Probability	0,000
LIVRE	FEM	Z	-2,873 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,004
		Exact Sig. (2-tailed)	0,004
		Exact Sig. (1-tailed)	0,002
		Point Probability	0,000
RIMA	FEM	Z	-0,969 ^a
		Asymp. Sig. (2-tailed)	0,333
		Exact Sig. (2-tailed)	0,335
		Exact Sig. (1-tailed)	0,168
		Point Probability	0,001

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Termo de Consentimento Livre e Informado

A recolha de voz tem por objectivo dar suporte aos trabalhos de preparação das Dissertações de Mestrado em Ciências da Fala e da Audição, da Universidade de Aveiro, de Susana Patrícia Dias e Mário André Lopes Barroco, sob a orientação do Prof. Dr. António Joaquim da Silva Teixeira.

Investigação: Análise acústica vocal em pessoas com Traumatismo Cranioencefálico (TCE)

Investigadores: Susana Patrícia Dias, Terapeuta da Fala, cédula nº C-024821187

Mário André Lopes Barroco, Terapeuta da Fala, cédula nº C-023159189

O estudo, onde será analisada a recolha de voz, pretende caracterizar quantitativamente a voz de pessoas com TCE. Um dos trabalhos (Susana Dias) terá por objectivo uma caracterização da fonação e o outro (Mário Barroco) da articulação. A caracterização tem por objectivo contribuir para uma intervenção mais informada dos terapeutas da fala nesta área e contribuir para que se possa, no futuro, criar sistemas de reconhecimento de fala tendo em conta as especificidades destes pacientes. Outro objectivo é obter informação para o Português similar à existente para outras línguas possibilitando um estudo comparativo.

Para que se possa realizar o estudo quantitativo das características da voz em pacientes com TCE e diagnóstico de disartria (atáxica) torna-se necessária a recolha de um conjunto de gravações.

O material a gravar consistirá em: sequências de sílabas (pa-ta-ka e ba-da-ga); uma lista de palavras (dissilábicas), repetidas 3 vez cada; algumas frases; discurso espontâneo (2/3 minutos) em resposta a uma pergunta simples (ex: Como será o seu próximo fim de semana?); e leitura de pequeno texto (retirado de “O livro das rimas traquinas”). A duração prevista para a gravação, é de 30 a 40 minutos. A gravação será efectuada com recurso a computador portátil.

O material recolhido será posteriormente anotado e analisado em termos dos seguintes parâmetros: frequência fundamental, perturbações na frequência fundamental (*jitter*), perturbações na amplitude de abertura das cordas vocais (*shimmer*), taxa de elocução, quociente entre fala e pausas, primeiras formantes etc. As amostras de voz apenas servirão para investigação.

Qualquer um dos procedimentos envolvidos na presente recolha de dados de voz não apresenta qualquer risco para os participantes.

Qualquer participante nesta recolha de voz tem o direito de:

1. Colocar questões sobre os procedimentos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa.
2. Durante o processo de pesquisa e também na sua publicação, ser mantido o sigilo total e absoluto do nome do participante assim como dos resultados obtidos em toda as análises.

Declaro que, após convenientemente esclarecido e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar na presente recolha de voz.

Tocha, 4 de Junho de 2008

Assinatura do participante: _____

Nome do Participante:

Assinatura do(s) investigador(es): _____

Nome do(s) investigador(es):