



# Uso do Voice Onset Time associado à diadococinesia oral e laríngea na avaliação da disartria na Esclerose lateral amiotrófica

Using Voice Onset Time (VOT) in association with oral and laryngeal diadochokinesia in evaluation of the dysarthria in Amyotrophic lateral sclerosis

El uso del Voice Onset Time asociado con diadochokinesia oral y laringeal en la evaluación de la disartria en esclerosis lateral amiotrófica

*Ana Carolina Constantini \**

*Camila Belinato Rocha \*\**

*Lucia Figueiredo Mourão \*\*\**

## **Resumo**

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença progressiva que envolve a degeneração do sistema motor, afetando neurônios motores superiores e inferiores. Os sinais clínicos da ELA variam de acordo com a região afetada. As funções fonoarticulatórias, deglutitórias e respiratórias são muitas vezes afetadas e em relação à avaliação e monitoramento das alterações encontradas na fonoarticulação, a diadococinesia (DDK) é amplamente utilizada. A análise do Voice Onset Time (VOT) associada à DDK pode contribuir para avaliação acurada da disartria na ELA. Participaram do estudo 10 sujeitos com ELA (GE) e 13 sujeitos que formaram o grupo controle (GC). O número de sujeitos com ELA representa uma amostra considerável visto que a doença tem rápido curso e os sujeitos se encontravam em um estágio avançado da doença. Foi realizada análise da DDK e do VOT e aplicado teste estatístico para verificar possíveis diferenças na DDK entre o GC e o GE. Os parâmetros da DDK, Média do período da DDK (AVP) e Média da taxa da DDK (AVR), mostraram diferenças em todas as tarefas. Desvio-padrão do período (SDP) e Coeficiente de Perturbação do período (JITT) apresentaram diferença para duas tarefas

\* Doutoranda em Linguística na UNICAMP; \*\* Fonoaudióloga do Ambulatório de Disfagia Adulto de São Bernardo do Campo e do Hospital Alvorada – SP; \*\*\* Docente do curso de fonoaudiologia da UNICAMP.

(/ta/ e /ka/). A análise do VOT dos sujeitos permitiu caracterizar qualitativamente a produção das tarefas da DDK e mostrou que os sujeitos, principalmente com comprometimento bulbar, não chegam a produzir o som esperado pelo teste, tornando insuficiente a utilização apenas da DDK nesses casos. A associação do VOT à DDK possibilita avaliação mais completa e qualitativa da disartria em doenças como a ELA com sintomas bulbares.

**Palavras-chave:** esclerose lateral amiotrófica; diadoquocinesia; voice onset time.

## Abstract

Amyotrophic lateral sclerosis is a progressive degenerative disease that involves the motor neurons (upper and lower motor neurons). The presenting clinical symptoms are associated with involved areas and include speech disorders, swallowing disorders and respiratory problems. The diadochokinesia (DDK) is used to evaluate speech disorders presenting on ALS. The Voice Onset Time (VOT) analysis in association with diadochokinesia may contribute to improve analysis of speech in subjects with ALS. 10 subjects with ALS were studied (GE) and 13 subjects without neurological problems were the control group (GC). The number of ALS' subjects in this study represents a considerable corpus as the ALS disease has a fast progression and the subjects were in an advanced state of the disease. The DDK and VOT were measured. The statistical analysis of DDK data showed differences between groups to Average Diadochokinesia Period (AVP), Average Diadochokinesia Rate (AVR), Standard Deviation of Period (SDP) and Perturbation of Diadochokinesia Period (JITT) parameters. AVP and AVR showed differences in all tasks. JITT and SDP indicated differences to /ta/ and /ka/ tasks. The VOT analysis allows a qualitative characterization of the subjects' speech production in DDK and showed that the subjects (with bulbar symptoms) did not produce the sound production expected what turns the singular use of DDK analyzes insufficient in this cases. Associate VOT and DDK guarantees complete and qualitative analyses of speech production in ALS disease, which can present immobility of facial movements.

**Key words:** amyotrophic lateral sclerosis; diadochokinesia; voice onset time

## Resumen

Esclerosis Lateral Amiotrófica (ELA) es una enfermedad progresiva que implica en la degeneración del sistema motor, afectando las neuronas motoras superiores e inferiores. Los signos clínicos de ELA difieren de acuerdo a la región afectada. Las funciones de habla, deglución y respiración son a menudo afectadas y en relación a la evaluación y seguimiento de los cambios encontrados en la articulación del habla, la diadochocinesia (DDK) es ampliamente utilizada. El análisis del Voice Onset Time (VOT) asociado con la DDK puede contribuir para una evaluación mas exacta de la disartria en ELA. Participaron del estudio 10 sujetos con ELA (GE) y 13 sujetos que formaron el grupo control (GC). El número de sujetos con ELA representa una poblacion considerable ya que la enfermedad tiene un curso rápido y los sujetos se encontraban en una fase avanzada de la enfermedad. Se realizó el análisis de DDK y VOT y se aplicó prueba estadística para comprobar las diferencias posibles en la DDK entre GC y GE. Los parámetros de la DDK, el promedio del período de la DDK (AVP) y el promedio de la tasa de la DDK (AVR), mostraron diferencias en todas las tareas. La Desviación Estándar del Período (SDP) y el Coeficiente de Perturbación del período (JITT) presentan diferencia para dos tareas (/ta/ y /ka/). El análisis del VOT de los sujetos permitió caracterizar cualitativamente la producción de las tareas de DDK y mostró que los sujetos, principalmente con comprometimiento bulbar, no llegan a producir el sonido esperado en la prueba, haciendo insuficiente el uso apenas de la DDK en estos casos. La asociación de la VOT a la DDK posibilita una evaluación más completa y cualitativa de la disartria en enfermedades como ELA con síntomas bulbares.

**Palabras-claves:** esclerosis lateral amiotrófica; diadochocinesia; voice onset time.

## Introdução

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença progressiva que envolve a degeneração dos neurônios motores superiores e inferiores localizados no córtex primário, tronco cerebral e corno anterior da medula espinhal<sup>2</sup>.

As manifestações iniciais da doença podem envolver sintomas bulbares e apendiculares, porém, com a progressão, acometerá ambas as regiões<sup>3</sup>. Os sintomas apendiculares envolvem fraqueza de membros superiores e inferiores, os movimentos são lentificados, há atrofia muscular e fasciculação. Os sintomas bulbares incluem fraqueza da musculatura facial, perda de movimentos faciais, perda de movimentos palatais, fasciculação de lábios e língua, problemas respiratórios, disartria e disfagia<sup>3,1</sup>.

Por afetar pares de nervos cranianos, a ELA compromete a função motora da língua, lábios e palato, além de outros músculos faciais. Com a evolução da doença pode-se observar progressiva fraqueza da musculatura, chegando à paralisia total da língua, o que resultará na degradação de funções fonarticulatórias e da deglutição, assim, disartria e disfagia são observadas.

A disartria pode ser usualmente avaliada por meio de testes de Diadococinesia (DDK). A DDK consiste na realização de movimentos rápidos e repetitivos, os quais exigem reversão rápida da musculatura agonista para a antagonista e fornecem uma medida sensível da deficiência motora em várias condições neurológicas, sendo considerado um teste sensível para avaliar o desempenho do controle da musculatura utilizada na fala<sup>4</sup>. A avaliação da diadococinesia de fala consiste na habilidade para realizar repetições rápidas de padrões simples e contrações musculares opostas, sendo utilizada para avaliar a maturação e a integridade neuromotora<sup>5</sup> podendo ser realizada para avaliação a nível laríngeo, com a repetição da vogal /a/, ou a nível articulatório, com a repetição de sílabas com seguimento consoante-vogal ou da pseudo-palavra /pataka/<sup>6,7</sup>. Os parâmetros estudados na DDK analisam as características de velocidade e duração dos seguimentos, sem verificar aspectos da qualidade das produções realizadas pelos sujeitos, que muitas vezes podem estar afetadas dependendo da evolução da doença estudada. Por conta disso, o uso de uma avaliação complementar à DDK, que possa verificar aspectos

em relação à qualidade das produções, pode contribuir para uma avaliação mais precisa na rotina clínica.

A medida do Voice Onset Time (VOT) avalia o intervalo entre a plosão e o início do período de energia de fones plosivos, sendo que esse intervalo se dá entre a liberação fisiológica da constrição consonantal e o início da vibração das pregas vocais<sup>8</sup> e é o parâmetro acústico mais confiável para verificar presença e ausência de vozeamento<sup>9</sup>.

A análise do VOT em complementação à análise da DDK pode ser utilizada para caracterizar e discutir os achados da avaliação da diadococinesia articulatória em doenças como a ELA. Considerando tal aspecto, o objetivo deste trabalho é analisar as medidas de DDK e VOT na ELA em pacientes com predomínio dos sintomas bulbares e apendicular.

## Método

### Sujeitos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da FCM/UNICAMP. Participaram deste estudo 10 sujeitos com ELA (grupo GE), encaminhados do Ambulatório de Neurologia Muscular do Hospital das Clínicas da Unicamp. A idade média dos sujeitos do GE foi 51,4 anos (idade mínima 41 anos, idade máxima 73 anos) e o grupo foi constituído de cinco mulheres e cinco homens. Foi constituído um grupo controle (GC) com 13 sujeitos (seis mulheres e sete homens) sem diagnóstico prévio de doença neurológica auto-relatada, selecionados de forma que permitissem o pareamento desses sujeitos pelas suas idades com a idade dos sujeitos do GE. O GC teve como média de idade 48,5 anos (37 a 59 anos).

Todos os pacientes avaliados se encontravam em estágio avançado da doença, estágio 3 (severo), segundo classificação da ALS Health State Scale 10. De acordo com a escala citada, no estágio 3, os sujeitos necessitam de assistência em duas ou três regiões. A fala é disártrica ou os indivíduos necessitam de ajuda para caminhar, por exemplo.

Foi realizada avaliação fonoaudiológica clínica, caracterizada pela análise da imobilidade de língua por meio da avaliação dos pontos cardiais e exteriorização de língua. Cabe ressaltar que os pacientes que foram clinicamente avaliados com redução da mobilidade de língua foram excluídos da pesquisa. Após análise da mobilidade de língua,

os pacientes foram agrupados em GEB (com predomínio bulbar) que apresentava imobilidade completa de língua e GEP (com predomínio apendicular), que apresentava mobilidade de língua presente.

### Coleta e análise de dados

Os sujeitos do grupo GE e os sujeitos do GC realizaram a DDK. A coleta de dados foi feita no Ambulatório de Fonoaudiologia/Disfagia do HC-Unicamp e os sujeitos permaneceram sentados em uma cadeira para realizar a gravação, em virtude da dificuldade motora que alguns apresentaram. O microfone utilizado foi da marca Shure, modelo MS58. Foi solicitado aos sujeitos a repetição da vogal /a/ e das sílabas /pa/, /ta/, /ka/ na maior velocidade e no maior tempo possível. As gravações foram registradas no programa PRAAT<sup>11</sup>, frequência de amostragem de 44100 Hz e editadas no próprio PRAAT, para que fossem eliminados o início e o final da emissão, quando possível, e submetidas à análise acústica no programa *Motor Speech Profile da Kay PENTAX®*, modelo 5141.

A análise da DDK realizada contém os seguintes parâmetros: a) AVP (*Average Diadochokinesia Period*): mede o período em milissegundos, sendo o tempo de vocalização do segmento consoante-vogal<sup>7</sup>; b) AVR (*Average Diadochokinesia Rate*): mede a taxa de sílabas ditas por segundo e é o inverso do AVP visto que o período é sempre inverso à taxa; c) CVP (*Coefficient of Variation of Diadochokinesia Period*): coeficiente de variação do período, e mede a variação da velocidade no período, ou seja, mede a capacidade do indivíduo de manter a velocidade constante durante a repetição das sílabas e, quanto menos variações o valor de CVP é menor; d) JITT (*Perturbation of Diadochokinesia Period*): mede a taxa de perturbação no ciclo e avalia a capacidade do indivíduo em manter a taxa de repetição constante; e) SDP (*Standard Deviation of Period*) mede a variabilidade do período. Para análise dos

resultados obtidos após análise da DDK, do GE e GC foi utilizado o teste de *Mann-Whitney* (p valor = 0,05).

As gravações dos pacientes com ELA foram submetidas à análise perceptivo-auditiva, realizada por uma fonoaudióloga. Os parâmetros analisados foram: produção da consoante quanto à precisão, ausência da produção da consoante e substituição (vozeamento ou troca por outro fonema). As consoantes analisadas foram as presentes nas tarefas da DDK: [p], [t] e [k].

Para a análise do VOT, utilizou-se o programa PRAAT e foram consideradas as medidas da segunda, terceira e quarta sílabas de cada sequência da DDK gravada. A primeira sílaba foi descartada para evitar interferências possíveis no início do ato de fala e as sílabas após a quarta também foram descartadas visto que pacientes com ELA de predomínio bulbar apresentam emissões em tempo reduzido, decorrentes do comprometimento respiratório e muscular.

Para extração das medidas de VOT (em milissegundos) nas plosivas surdas em questão, foi considerado o segmento que compreende o início do burst da plosiva até o início da vogal /a/. As plosivas surdas apresentam valores positivos de VOT. As plosivas sonoras não foram estudadas neste trabalho, visto que a tarefa solicitada na DDK contém apenas consoantes surdas. No entanto, cabe ressaltar, que nas plosivas sonoras, a sonoridade antecede o burst e, por isso, tem seus valores de VOT negativos.

## Resultados

O quadro 1 apresenta a caracterização da amostra dos pacientes com ELA.

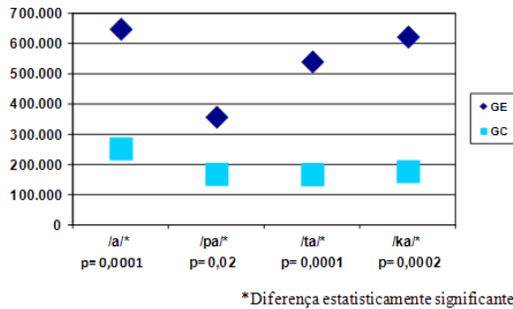
**Quadro 1: CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS COM ELA**

	Sexo	Idade	Tempo de doença	Mobilidade da língua	GE
1	Feminino	60	18 meses	Presente	GEP
2	Feminino	49	6 meses	Presente	GEP
3	Masculino	54	8 meses	Presente	GEP

<b>4</b>	Feminino	61	12 meses	Presente	GEP
<b>5</b>	Masculino	59	36 meses	Presente	GEP
<b>6</b>	Feminino	73	24 meses	Ausente	GEB
<b>7</b>	Masculino	41	60 meses	Ausente	GEB
<b>8</b>	Masculino	47	60 meses	Ausente	GEB
<b>9</b>	Masculino	44	12 meses	Ausente	GEB
<b>10</b>	Feminino	56	12 meses	Ausente	GEB

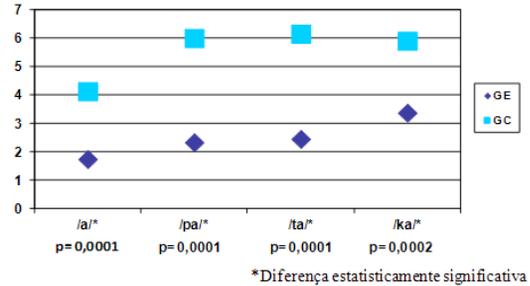
**Legenda:** GE: Grupo de sujeitos com ELA  
 GEP: Grupo de sujeitos com ELA com predomínio apendicular  
 GEB: Grupo de sujeitos com ELA com predomínio bulbar

O gráfico abaixo (gráfico 1) apresenta as médias do parâmetro AVP para as diferentes tarefas de fala realizadas para o GE e para o GC.



**Gráfico 1: Médias do AVP das diferentes tarefas de fala nos grupos estudados, em milissegundos.**

O gráfico 2 apresenta as médias de AVR nas diferentes tarefas de fala nos grupos estudados.



**Gráfico 2: Médias de AVR das diferentes tarefas de fala nos grupos estudados, em sílabas por segundo.**

Na tabela 1 encontram-se os valores de média e desvio-padrão do VOT para todas as tarefas solicitadas e parâmetros estudados.

**Tabela 1:** Valores de média e desvio-padrão para os parâmetros estudados em cada tipo de emissão para o GC e GE.

Grupo	Tarefa	Parâmetros estudados									
		AVP		AVR		JITT		CVP		SDP	
		Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp	Média	dp
<b>GE</b>	/a/	650.613	236.045	1.737	0.623	8.889	13.397	10.365	17.252	67.065	111.385
	/pa/	358.521	243.607	2.331	1.504	11.845	14.608	26.901	35.145	88.394	119.209
	/ta/	542.229	333.777	2.449	1.248	19.074	25.133	21.294	30.364	107.011	123.095
	/ka/	624.848	371.855	2.373	1.568	23.645	34.556	21.838	26.757	126.810	172.255
<b>GC</b>	/a/	253.537	60.546	4.127	0.852	3.041	1.160	11.956	8.108	28.623	17.139
	/pa/	169.427	24.476	6.001	0.747	2.577	2.925	15.133	19.928	26.809	38.159
	/ta/	167.674	36.654	6.155	0.971	1.369	0.683	8.580	5.692	15.205	12.064
	/ka/	178.013	53.520	5.900	1.052	1.632	0.762	10.245	6.682	18.766	14.621

De acordo com os resultados mostrados nos gráficos e nas tabelas, pode-se observar que os parâmetros AVP e AVR apresentaram diferenças significativas em todas as tarefas estudadas entre o GC e o GE. Os resultados obtidos para esses parâmetros mostram os valores de AVP aumentados e valores de AVR diminuídos ao compararmos tais valores nos grupos GE e GC. Tal dado mostra que os sujeitos do grupo GE prolongam a produção do seguimento (vogal, sílabas e sequência), resultando em período médio maior e menor número de sílabas/segundo.

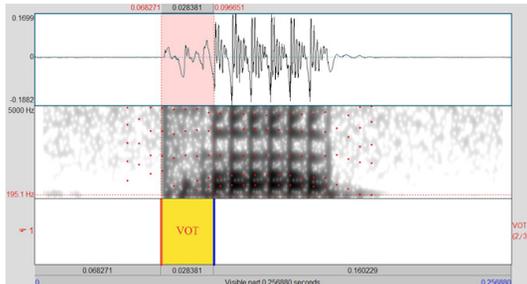
A análise estatística também apontou para diferença significativa do parâmetro SDP para /ta/ (p valor 0,01) e /ka/ (p valor 0,01). O JIT apresentou diferença entre os grupos GE e GC para as tarefas /ta/ (p= 0,02) e /ka/ (p= 0,01). O parâmetro CVP não apresentou diferença significativa (p valor>0,05) entre os dois grupos estudados.

Na tabela 2, encontram-se os valores de VOT para os seguimentos medidos para o GC, GEB e GEP.

**Tabela 2:** VALORES DE VOT, EM MILLISEGUNDOS

		VOT			
Grupo	Sujeito	PA	TA	KA	
<b>ELA</b>	<b>GEB</b>	1	0,088	0,088	0,088
		2	0,000	0,000	0,000
		3	-0,044	-0,044	-0,044
		4	0,000	0,000	0,000
		5	0,020	0,020	0,020
<b>GEP</b>	<b>GEP</b>	1	0,014	0,015	0,060
		2	0,015	0,019	0,029
		3	0,009	0,015	0,023
		4	0,019	0,019	0,043
		5	0,017	0,018	0,034
<b>GC</b>	<b>GC</b>	1	0,014	0,012	0,028
		2	0,014	0,014	0,027
		3	0,011	0,017	0,021
		4	0,013	0,014	0,019
		5	0,014	0,014	0,021
		6	0,013	0,021	0,023
		7	0,010	0,018	0,023
		8	0,012	0,019	0,022
		9	0,016	0,018	0,021
		10	0,011	0,019	0,022
		11	0,010	0,018	0,026
		12	0,013	0,021	0,021
		13	0,011	0,019	0,020

É interessante observar que dentro do GEB o sujeito 3 apresentou valores de VOT negativos por apresentar o traço de sonoridade antes do burst, como mostra a Figura 1:

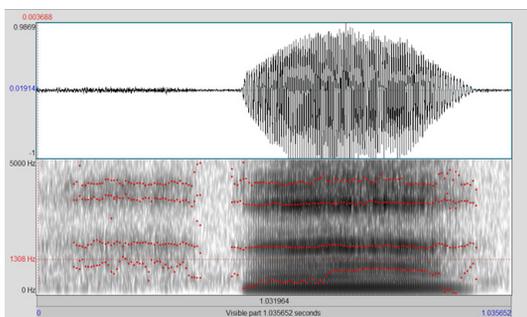


**Figura 1 – Espectrografia com destaque do VOT com presença de barra de vozeamento na emissão da sílaba /pa/.**

Nesse caso, o sujeito não foi capaz de produzir a plosiva surda, o que resultou em distorção do fone, comprovado pela presença da barra de sonoridade.

Em dois sujeitos do GEB (1 e 4), não foi observada a plosão característica de consoantes plosivas, impossibilitando a extração do VOT, como mostra a figura 2. Na figura 2 também é possível perceber um ruído respiratório presente antes da produção da tarefa solicitada (repetição da sílaba /pa/).

No GEB observou-se duas ocorrências de substituição de fonemas, sendo o /ta/ por /la/, em um paciente, e /ka/ por /ra/, em outro paciente.



**Figura 2: Espectrografia com destaque do VOT da sílaba /pa/ sem a presença do início plosivo.**

## Discussão

A amostra estudada é constituída de sujeitos com ELA, rara doença neuromuscular de caráter degenerativo, que leva ao comprometimento de

membros superiores e inferiores, da musculatura respiratória, levando à disfagia orofaríngea e disartria.

O presente estudo destaca a importância de se compreender o comprometimento neuromotor na disartria do paciente com ELA por meio da análise acústica, associando o teste de habilidade neurológica, a DDK, e a análise do VOT.

A comparação da DDK entre os grupos estudados revelou diferença estatisticamente significativa para a maioria dos parâmetros analisados. Estudos como o de Lundy et. al.<sup>12</sup> avaliaram a DDK em pacientes com ELA e outras doenças. Os autores, ao compararem os resultados obtidos na DDK de pacientes com ELA, disфония espasmódica e tremor vocal, encontraram que os pacientes com ELA foram os que apresentaram resultados significativamente menores que os dados normativos, além disso, na ELA houve maior irregularidade na execução das tarefas solicitadas.

Nossos resultados apontam para diferenças significativas para todas as tarefas, ao compararmos o GC e o GE, nos parâmetros AVP e AVR e, em relação aos parâmetros SDP e JITT as tarefas de /ta/ e /ka/ diferiram entre os grupos, mostrando maior dificuldade dos sujeitos com ELA na produção esperada dessas tarefas.

Ao estudar especificamente a DDK da vogal /a/ em pacientes com ELA com predomínio bulbar e com predomínio apendicular, Renout et.al.<sup>13</sup> apresentam resultados que indicam redução na taxa de repetição da vogal e aperiodicidade. Para os autores, tais alterações são consideradas sintomas da progressão da doença. Além disso, os resultados obtidos apontam para diferenças maiores nos parâmetros estudados para os pacientes com ELA com predomínio bulbar. Em nossos resultados, os parâmetros da DDK para a tarefa /a/ foram significativos para AVP e AVR. Como pode ser visto na Tabela 1, a repetição da vogal /a/ apresentou maior valor de AVP dentre as tarefas estudadas (650.613), o que indica aumento do período e prolongamento da vogal. Além disso, para o parâmetro AVP, a repetição da vogal /a/ obteve menor valor de desvio-padrão (235.045) dentre as tarefas estudadas, mostrando que os sujeitos variaram menos ao produzirem a vogal.

É importante discutir que as diferenças encontradas não contemplam as características da produção dos sujeitos, como a não produção ou a distorção dos fones na fala dos pacientes com ELA,

principalmente encontradas no subgrupo GEB. Nesse ponto a avaliação realizada por meio das medidas do VOT, possibilitou análise mais precisa, permitindo verificar com precisão a presença ou não da consoante, assim como a presença de vozeamento em consoantes surdas. Tal aspecto é fundamental na avaliação da fala de pacientes com ELA, em especial os de comprometimento com predomínio bulbar, em que as estruturas faciais são as primeiramente afetadas.

O estudo de Padovani et al.<sup>17</sup> também aborda aspectos da DDK em sujeitos sem alterações de fala ou neuromotoras. Neste estudo, a DDK foi analisada em adultos jovens e idosos a fim de conhecer melhor as medidas de normalidade no que se refere à DDK. Neste estudo foi observado que o grupo de adultos jovens apresentou níveis mais elevados da taxa de vocalização do que os idosos, para alguns seguimentos, e também que as alterações variam dependendo do seguimento, sendo menores para os seguimentos de ponto articulatórios mais posteriores. Outra observação foi que, nos idosos, a taxa de intensidade tem uma variação menor para todas as tarefas. Diante disso, as autoras referem que o teste de DDK pode apresentar informações fisiopatológicas importantes quando usado em pacientes com distúrbios neurológicos, entretanto, é importante conhecer o comportamento de indivíduos sem distúrbios para que sirvam de referência nas análises. Dessa forma, em nosso estudo, o GC foi utilizado como padrão de normalidade na análise da DDK para comparação com o GE, considerando o pareamento por idade entre os grupos.

Dentre estudos que utilizam um grupo controle para comparar dados da DDK de pacientes com ELA está o de Yunusova et al.<sup>15</sup>, que comparou a emissão de segmentos vocálicos de pacientes com ELA e Parkinson com um grupo controle constituído por sujeitos sem alterações neurológicas. Os segmentos vocálicos foram avaliados e classificados de acordo com a duração do movimento, distância percorrida pelos articuladores para realizar o movimento, entre outros. Os autores encontraram que a classificação dos movimentos dos segmentos vocálicos de pacientes com Parkinson foram similares ao grupo controle. Já os pacientes com ELA difeririam desses dois grupos no que diz respeito ao desempenho ao executarem as tarefas solicitadas.

Assim, em nosso estudo, no que se refere à DDK, também foi encontrada diferença

estatisticamente significativa entre o GE e o GC em diferentes parâmetros e em todos os seguimentos testados, o que mostrou que o GE apresenta velocidade de fala reduzida, com prolongamento da produção do seguimento e, conseqüentemente, redução do número de sílabas por segundo, além do desvio padrão do período (SDP) e do coeficiente de perturbação do período (JITT) também apresentarem diferença estatisticamente significativa, mostrando que a duração do período e as variações de intensidade são mais irregulares no GE em relação ao GC. Dessa forma, a análise acústica da DDK apresenta diferenças que foram percebidas auditivamente na fala dos pacientes, pois de fato alguns pacientes com ELA apresentavam um tempo maior para a produção do seguimento e realizavam variações de intensidade durante o teste.

Entretanto, participaram do estudo pacientes que não apresentavam mais mobilidade de língua e de lábios (GEB), o que implica que a produção dos sons plosivos labial [p], dental, [t] e velar [k] estavam comprometidos chegando a estar ausentes, pela falta de vedamento labial e de elevação e mobilidade de língua.

A análise dos parâmetros da DDK apresentou valores que mostram velocidade de fala reduzida e uma instabilidade na intensidade de fala durante o teste, contudo a análise ciclo a ciclo dos parâmetros não foi sensível para verificar que não havia produção das consoantes, oferecendo valores como se a consoante estivesse sendo produzida. Por esse motivo, foi realizada avaliação perceptivo-auditiva das gravações dos sujeitos, para correlacionar os achados na análise acústica por meio da análise do VOT e da análise perceptivo-auditiva.

Diante do que a literatura traz, a DDK tem sido usada e é considerada um teste sensível para avaliar o desempenho do controle da musculatura utilizada na fala<sup>4</sup>. Entretanto, foi observado que a DDK não é capaz de identificar a ausência de produção consonantal, o que seria uma falta importante de controle da musculatura da fala.

Por esse motivo, e diante dos achados, sugere-se a aplicação de outras formas de avaliação complementares, que sejam dedicadas à análise das produções de fala.

Sobre a utilização de testes complementares na avaliação das disartrofonias, Ortiz e Carrilo<sup>14</sup> realizaram um estudo comparando a análise auditiva à acústica na fala disártrica de pacientes com diferentes doenças neurológicas. A comparação

entre os dois tipos de avaliação mostrou que não houve uma relação direta entre elas, entretanto, apesar de os dados obtidos em cada análise serem diferentes, eles se complementaram.

O Voice Onset Time (VOT), como observado no estudo, é um exemplo de medida que pode ser utilizada como complemento à DDK. Segundo Wang et. al.<sup>16</sup>, a utilização de outros tipos de análises pode aumentar o valor e a importância da DDK. Os autores sugerem como exemplos de análise a medida de VOT que pode revelar um pobre controle articulatorio, como o que foi percebido em nossos dados.

Em nosso estudo, foi possível verificar e identificar, por meio do VOT, de forma objetiva, a ausência de produção da consoante, o vozeamento da consoante e a produção correta da consoante, como supracitado, fato que permite verificar vantagens na utilização desse teste na análise da disartria na ELA. Sendo assim, a análise do VOT permite avaliar para além dos parâmetros da DDK. De acordo com Kent et. al.<sup>8</sup>, a análise acústica permite observar aspectos particulares da fala do sujeito que está sendo avaliado. Os autores citam como exemplo a análise do VOT que se refere particularmente à avaliação de vozeamento (ou a ausência dele) em consoantes plosivas em posição inicial em uma palavra.

Na produção da fala normal os valores do VOT variam de acordo com a taxa de fala, sendo que o VOT diminui com o aumento da taxa. A taxa mais lenta de fala resulta não apenas em um VOT mais longo, mas também em uma ampla gama de valores do VOT<sup>9</sup>. Esse fato pode ser observado na comparação do VOT entre o GEB e os outros grupos (GEP e o GC), pois foi observado que os pacientes bulbares apresentam uma lentificação na fala, o que pode ser observado na DDK, pelos aspectos que mostraram a lentificação de fala do segmento no GE, além de apresentarem maiores valores de VOT em relação aos outros grupos.

É importante ressaltar que aliar a DDK com as medidas do VOT permite uma análise qualitativa da produção do paciente. De acordo com Andrade e Dantas<sup>17</sup>, a produção da fala, ou de uma única palavra, de forma adequada, só é possível mediante a precisão e a perfeita sincronia dos movimentos articulatorios coordenados e executados com a adequação de tempo, força e sequência.

Kent et. al.<sup>8</sup> relatam que a melhor forma de utilizar a análise do VOT em uma pesquisa é associá-la com outras medidas de análise, como o que foi feito em nosso estudo. Desta forma, a análise da disartria na ELA é mais precisa com a realização das análises perceptiva e acústica, pela associação da DDK e do VOT.

## Conclusão

Os parâmetros analisados apontam para alteração da DDK no GE, sendo que no GEB, a DDK é insuficiente, devido à não-produção das consoantes pela imobilidade da musculatura orofacial. O uso das medidas de Voice Onset Time associado à DDK possibilita uma avaliação qualitativa da produção do sujeito além de tornar a avaliação mais precisa.

## Referências Bibliográficas

1. Mitchek, J.D.; Borasio, G.D. Amyotrophic lateral sclerosis. *Lancet*. 2007;369:2031-41
2. Wijesekera, L.C. e Nigel Leigh, P. Amyotrophic lateral sclerosis. *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 2009;4:3.
3. Yorkston, K. M.; et al.; Management of speech and swallowing disorders in degenerative diseases. 2nd ed. Texas: Pro-ed; 2004.
4. Ziegler, W. Task-related factors in oral motor control: speech and oral diadochokinesis in dysarthria and apraxia of speech. *Brain and Language*. 2002;80(3): 556-75.
5. Modolo, D.J. Diadococinesia oral e laringea em crianças [Dissertação de Mestrado] Bauru (SP): Universidade de São Paulo; 2007.
6. Behlau, M.; Madazio, G.; Feijó, D.; Pontes, P. Avaliação de Voz. In: Behlau, M. (org) *Voz, O livro do especialista Vol 1*. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
7. Padovani M.; Gielow I.; Behlau M. Phonoarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arq Neuropsiquiatria*. 2009;67(1):58-61.
8. Kent, R.D.; Weismer, G.; Vorperian, H.K.; Duffy, J.R. Acoustic Studies of Dysarthric Speech: Methods, Progress, and Potential. *J. Commun. Disord*. 1999;32:141-86.
9. Auzou, P. et. al. Voice Onset Time in aphasia, apraxia of speech and dysarthria: a review. *Clinical Linguistics e Phonetics*. 2000;14(2):131-50.
10. Riviere, M.; Meininger, V.; Zeisser, P.; Munsat, T. An analysis of extended survival in patients with amyotrophic lateral sclerosis treated with riluzole. 1998. *Arch Neurol* 55(4):526-8.
11. Boerma, P.; Wenink, D. Disponível em [www.praat.org](http://www.praat.org). 2009.
12. Lundy, D.S.; Roy, S.; Xue, J.W.; Casiano, R.R.; Jassir D. Spastic/Spasmodic vs. tremulous vocal quality: motor speech profile analysis. *Journal of Voice*. 2004;18(1):146-152.



13. Renout, K.A.; Leeper, H.A.; Bandur, D.L. Vocal fold diadochokinetic function of individuals with Amyotrophic Lateral Sclerosis. 1995;4:73-80.
14. Ortiz, K.Z.; Carrillo, L. Comparação entre as análises auditiva e acústica nas disartrias. Rev da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. 2008;13(4):325-31.
15. Yunusova, Y.; Weismer, G.G.; Lindstrom, M.J.; Classification of vocalic segments from articulatory kinematics: healthy controls and speakers with dysarthria. J Speech Lang Hear Res. 2011;54(5):1302-11.
16. Wang, Y-T.; Kent, R.; Duffy, J.R.; Thomas, J.E. Analysis of Diadochokinesis in Ataxic Dysarthria Using the Motor Speech Profile ProgramTM. Folia Phoniatr Logop. 2009;61:1-11.
17. Andrade, C.R.F.; Dantas, M.O.R.L. Produção de fala – aspectos neuromotores. Distúrbios da Comunicação. 2005;17(3):411- 13.

**Recebido em** outubro/12; **Aprovado em** junho/13

**Endereço para correspondência**

Lucia Figueiredo Mourão

Rua Tessália Vieira de Camargo, 126.

Campinas, São Paulo

CEP: 13083-887

**E-mail:** [luciafigueiredomourao@gmail.com](mailto:luciafigueiredomourao@gmail.com)