

VALIDAÇÃO DE UM MODELO LINGUÍSTICO *FUZZY* PARA CLASSIFICAR A GRAVIDADE DO DESVIO FONOLÓGICO

Validation of a fuzzy linguistic model to classify the severity of phonological disorder

Ana Rita Brancalioni⁽¹⁾, Karine Faverzani Magnago⁽²⁾, Márcia Keske-Soares⁽³⁾

RESUMO

Objetivo: verificar se os critérios adotados no Modelo Linguístico *Fuzzy*, para classificar a gravidade do Desvio Fonológico (DF), são empregados na prática fonoaudiológica e se estão de acordo com a finalidade do Modelo. Além disso, analisar a concordância entre a gravidade do DF classificada pelo Modelo e a julgada por fonoaudiólogas, bem como, verificar as principais dificuldades. **Método:** a pesquisa foi constituída por duas amostras. A primeira composta por um número representativo de sistemas fonológicos desviantes (n=52) classificados pelo Modelo quando o mesmo foi proposto. A segunda por dois grupos de fonoaudiólogas GF-I e GF-II. Foi solicitado que as fonoaudiólogas julgassem a gravidade dos sistemas fonológicos desviantes, mapeados no Modelo Implicacional de Complexidade de Traços – MICT, em Grave, Moderado-Grave, Moderado-Leve e Leve. Em seguida os critérios e as principais dificuldades foram descritas em um questionário. Empregou-se a Estatística Kappa, com nível de significância de $p < 0,05$. **Resultados:** os critérios utilizados na proposta, em geral, foram utilizados pelo GF-I e julgados adequados pelo GF-II. Verificou-se concordância entre a classificação da gravidade obtida pelo Modelo com a julgada pelas fonoaudiólogas. Quanto às dificuldades, a frequentemente relatada foi diferenciar graus intermediários. **Conclusões:** os critérios utilizados no Modelo Linguístico *Fuzzy* são empregados para classificar a gravidade do DF quando realizada com base no MICT. Além disso, os critérios empregados estão de acordo, cumprindo com a finalidade do Modelo. Diante das dificuldades, outras formas de classificar a gravidade podem ser agregadas a fim de caracterizar o DF sobre outros aspectos importantes.

DESCRIPTORIOS: Estudos de Validação; Distúrbio da Fala; Fala; Índice de Gravidade de Doença; Classificação

⁽¹⁾ Fonoaudióloga; Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

⁽²⁾ Bacharelado em Matemática; Professor Adjunto do Curso de Matemática e Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; Doutora em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.

⁽³⁾ Fonoaudióloga; Professor Associado do Curso de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil; Bolsista CNPq – Brasil; Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Porto Alegre, RS, Brasil.

Trabalho Realizado no Centro de Estudos de Linguagem e Fala (CELF) da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

Conflito de interesses: inexistente

■ INTRODUÇÃO

A pesquisa e a prática em fonoaudiologia requerem procedimentos capazes de quantificar e diferenciar alterações e patologias. Nesse contexto, várias propostas e Modelos foram criados para serem aplicados em fonoaudiologia ¹⁻⁵.

Conceitua-se Modelo como uma estrutura analítica que estuda as relações entre um conjunto de variáveis, composto por hipóteses com base nas quais se extrai implicações ou previsões. Para ser útil, o modelo deve representar uma versão simplificada e abstrata da realidade ⁶.

Em um estudo ⁵ foi desenvolvido um Modelo Linguístico *Fuzzy* para classificar quantitativamente a gravidade do desvio fonológico. A fundamentação

teórica foi baseada no Modelo Implicacional de Complexidade de Traços (MICT) ^{7,8}. Os modelos matemáticos, como desse estudo ⁵, são construídos a partir de uma teoria matemática conhecida e amplamente estudada. Quando eficiente permite elaborar previsões, tomar decisões, explicar e entender uma situação real ou fenômeno estudado ⁹.

Tão importante quanto a criação de um Modelo é a sua validação. Esta etapa, que é parte essencial para avaliar a aceitação de um modelo, deve ser realizada de forma apropriada na qual as hipóteses e os critérios empregados precisam ser testados, comparando os resultados obtidos no modelo com aquele obtido num “sistema real” ⁹.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo verificar se os critérios adotados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵, para classificar a gravidade do desvio fonológico, são empregados na prática fonoaudiológica e se estão de acordo com a finalidade do Modelo. Além disso, analisar a concordância entre a gravidade do desvio fonológico classificada pelo Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ com o julgamento de dois grupos de fonoaudiólogas, bem como, verificar as principais dificuldades apontadas pelas fonoaudiólogas para julgar a gravidade do desvio fonológico.

■ MÉTODO

Este estudo, de caráter transversal e do tipo quantitativo, foi realizado a partir de duas amostras. A primeira composta pela avaliação fonológica pré-tratamento de sujeitos com desvio fonológico e a segunda pelo julgamento da gravidade do desvio fonológico realizado por dois grupos de fonoaudiólogas.

A Amostra 1 foi composta por um número representativo de sistemas fonológicos desviantes classificados pelo Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ quando o mesmo foi proposto. O cálculo amostral resultou em 52 sistemas fonológicos, de um universo de 204 sistemas, e erro de 0,1 ¹⁰. A seleção dos 52 sistemas foi realizada por meio de uma amostragem estratificada, com a finalidade de assegurar uma maior diversidade nos casos.

A Amostra 2, composta pelo julgamento da gravidade do desvio fonológico realizado por dois grupos de fonoaudiólogas, foi dividida em GF-I: Grupo de Fonoaudiólogas I, composto pelo julgamento de três fonoaudiólogas (A, B e C), doutoras em Linguística Aplicada e experientes em fala com desvio e GF-II: Grupo de Fonoaudiólogas II, composto pelo julgamento de três fonoaudiólogas (D, E e F), mestres em Distúrbios da Comunicação

Humana e com experiência em fala com desvio em Laboratório de Pesquisa.

Os 52 sistemas fonológicos foram mapeados no MICT ⁸, e apresentados para as fonoaudiólogas do GF-I e GF-II julgarem a gravidade do desvio fonológico. Para as fonoaudiólogas do GF-I foi solicitado que realizassem tal tarefa com base na experiência clínica e no conhecimento científico sobre o MICT e a gravidade do desvio fonológico. Os critérios utilizados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ não foram apresentados a fim de não interferirem nas respostas. Os critérios empregados para cada fonoaudióloga foram descritos em um questionário do tipo aberto. Já para as fonoaudiólogas do GF-II foi solicitado julgar a gravidade com base nos critérios adotados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ que foram:

- 1) Quanto maior a aquisição dos fonemas menor é o comprometimento do sistema fonológico e mais inteligível é a fala da criança, consequentemente, menor é a gravidade do desvio. O contrário também é verdadeiro.
- 2) Quanto mais rotas forem percorridas mais traços marcados apresentam-se estabelecidos no sistema fonológico e, consequentemente, menor é a gravidade do desvio. O contrário também é verdadeiro.
- 3) Quanto maior o nível de complexidade dos fonemas presentes (adquiridos e/ou parcialmente adquiridos) maior é a complexidade do sistema fonológico e, consequentemente, menor é a gravidade do desvio. O contrário também é verdadeiro.

Além disso, a análise dos critérios empregados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ foram descritos, para cada fonoaudióloga, em um questionário do tipo aberto. Por fim, as principais dificuldades apontadas pelas fonoaudiólogas do GF-I e GF-II para julgar a gravidade do desvio fonológico foram analisadas qualitativamente.

Os dados pertencem ao projeto: “Estudo dos desvios fonológicos: classificações e avaliações”, aprovado pelo Comitê em Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, em seus aspectos éticos e metodológicos, sob número 23081.006440/2009-60 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE número: 0093.0.243.000-09. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado por todos os participantes ou responsáveis.

Para verificar a concordância entre a gravidade do desvio fonológico classificada pelo Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ com a julgada pelas fonoaudiólogas, foi empregada a Estatística Kappa, com nível de significância de $p < 0,05$. Esta medida é baseada no número de respostas semelhantes entre os avaliadores apresentando como valor máximo o 1,

que representa total concordância e os valores próximos e até abaixo de 0, que indicam nenhuma concordância, ou uma concordância esperada pelo acaso ¹⁰. Para analisar o grau de concordância foi considerado sem concordância (<0,00); pobre (0,00 – 0,19); regular (0,20 – 0,39), moderado (0,40 – 0,59); substancial (0,60 – 0,79); quase perfeito (0,80 – 1,00).

■ RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os critérios utilizados para classificar a gravidade do desvio fonológico pelas Fonoaudiólogas do GF-I:

Verifica-se que o *Percurso das Rotas* empregado no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ como uma das variáveis de entrada, não foi utilizado, diretamente, por nenhuma das fonoaudiólogas. Apenas a Fonoaudióloga A faz referência à análise das rotas quando considera a condição de contrastes, uma vez que, ao analisar os contrastes presentes no sistema fonológico, têm-se a informação das rotas que foram percorridas.

Além disso, as três fonoaudiólogas fizeram referência à *Aquisição de Fonemas* e ao *Nível de Complexidade*, critérios também utilizados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ como variáveis de entrada. Ainda, outros critérios não empregados no Modelo como classes de sons e ininteligibilidade de fala, também foram utilizados.

Na avaliação dos critérios adotados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵, verifica-se que as fonoaudiólogas D e F consideram que os critérios estão adequados, cumprindo com sua finalidade. Contudo, para a Fonoaudióloga E, os critérios adotados estão parcialmente adequados. Na Figura 2 são apresentadas apenas as sugestões da Fonoaudióloga E, uma vez que as fonoaudiólogas D e F não apresentaram sugestões.

A Tabela 1 apresenta os valores de Kappas, que indicam o grau de concordância, para a classificação da gravidade do desvio fonológico obtida pelo Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ com a gravidade julgada pelo GF-I.

Observa-se que para os desvios Grave e Leve (extremos) e para as áreas de gradação o grau de concordância entre a gravidade obtida pelo Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ e a julgada pelas fonoaudiólogas foi, mais representativo, variando de substancial a quase perfeito. Já os desvios Moderado-Grave e Moderado-Leve (intermediário) o grau de concordância foi menos representativo, variando de regular, moderado a substancial. Além disso, o grau de concordância do Kappa geral foi quase perfeito para a Fonoaudióloga A e substancial para as fonoaudiólogas B e C.

A Figura 3 ilustra a concordância do julgamento da gravidade do desvio fonológico entre as fonoaudiólogas do GF-I.

CRITÉRIOS UTILIZADOS GF-I	
FONOAUDIÓLOGA A	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de Complexidade; • Condições de contraste no sistema; • Número de fonemas presentes; • Presença de fonemas nas classes de sons; • Aquisição de líquida de modo isolado, a depender do número de líquidas não adquiridas, sugere grau mais leve.
FONOAUDIÓLOGA B	<ul style="list-style-type: none"> • Classe de sons com fonemas não adquirido de aquisição mais precoce, o grau é pior; • Número de classe de sons com fonemas não adquiridos; • Número do nível de complexidade dos fonemas não adquiridos/parcialmente adquiridos; • Número de fonemas não adquiridos; • Impacto dos fonemas não adquiridos na inteligibilidade da fala (líquida tem impacto menor que fricativas e plosivas).
FONOAUDIÓLOGA C	<ul style="list-style-type: none"> • Percentagem de aquisição de fonemas associada ao nível de complexidade que apresentava alterações. Fonemas ausentes, por exemplo, no nível 0 é considerado mais grave do que aqueles ausentes em níveis mais altos, como 8 e 9.

Figura 1 – Critérios utilizados para classificar a gravidade do Desvio Fonológico para o GF-I

Considerações sobre os critérios adotados – GF-II	
FONOAUDIÓLOGA D	<ul style="list-style-type: none"> • Critérios estão de acordo. <i>Sem sugestões.</i>
FONOAUDIÓLOGA E	<ul style="list-style-type: none"> • Critérios estão em partes de acordo. <p><i>Sugestões:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Manter apenas três categorias (Leve, Moderada e Grave); 2. Considerar a idade do paciente; 3. Analisar a aquisição das classes de sons; 4. Padronizar o número de ocorrência dos fonemas na amostra de fala estudada.
FONOAUDIÓLOGA F	<ul style="list-style-type: none"> • Critérios estão de acordo. <i>Sem sugestões.</i>

Figura 2 – Considerações sobre os critérios adotados – GF-II

Tabela 1 – Valores de Kappas para a classificação da gravidade do desvio fonológico obtido pelo Modelo com a julgada pelas Fonoaudiólogas A, B e C

GRAVIDADE	Fono A		Fono B		Fono C	
	Kappa	p	Kappa	p	Kappa	p
DG	0,88	<0,001	0,65	<0,001	0,73	<0,001
DMG	0,73	<0,001	0,31	0,020	0,57	0,020
DML	0,79	<0,001	0,46	0,001	0,59	0,001
DL	0,87	<0,001	0,82	<0,001	0,76	<0,001
G1, G2 e G3	1,00	<0,001	1,00	<0,001	1,0	<0,001
GERAL	0,86	<0,001	0,70	<0,001	0,76	<0,001

Legenda: DG: Desvio Grave; DMG: Desvio Moderado-Grave; DML: Desvio Moderado-Leve; DL: Desvio Leve. G1: Gradação 1; G2: Gradação 2; G3: Gradação 3.

Nota: Para os sistemas fonológicos contidos nas áreas de gradação, considerou-se concordância quando os mesmos foram classificados com um dos graus a que pertenciam.

Observa-se que houve concordância no julgamento da gravidade do desvio entre as fonoaudiólogas em 30 sistemas (S1; S2; S3; S4; S5; S6; S7; S9; S12; S13; S14; S15; S16; S26; S27; S28; S30; S31; S33; S38; S43; S44; S45; S46; S47; S48; S49; S50; S51 e S52). Além disso, a gravidade desses sistemas, com exceção de dois (S7 e S9), foram classificados pelo Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵ de forma semelhante à julgada pelas fonoaudiólogas. Assim, nos casos em que houve concordância no julgamento entre as fonoaudiólogas a classificação da gravidade obtida pelo Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵ concordou em 93,3%.

A Tabela 2 apresenta os valores de Kappa para a classificação da gravidade do desvio fonológico obtido pelo Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵ com a gravidade julgada pelo GF-II.

Verifica-se que o grau de concordância Kappa variou de substancial a quase perfeito para todas as categorias julgadas pelas fonoaudiólogas D, E e F, exceto a categoria do desvio Moderado-Grave julgada pela fonoaudióloga E que o grau de concordância Kappa foi moderado. Além disso, o valor do

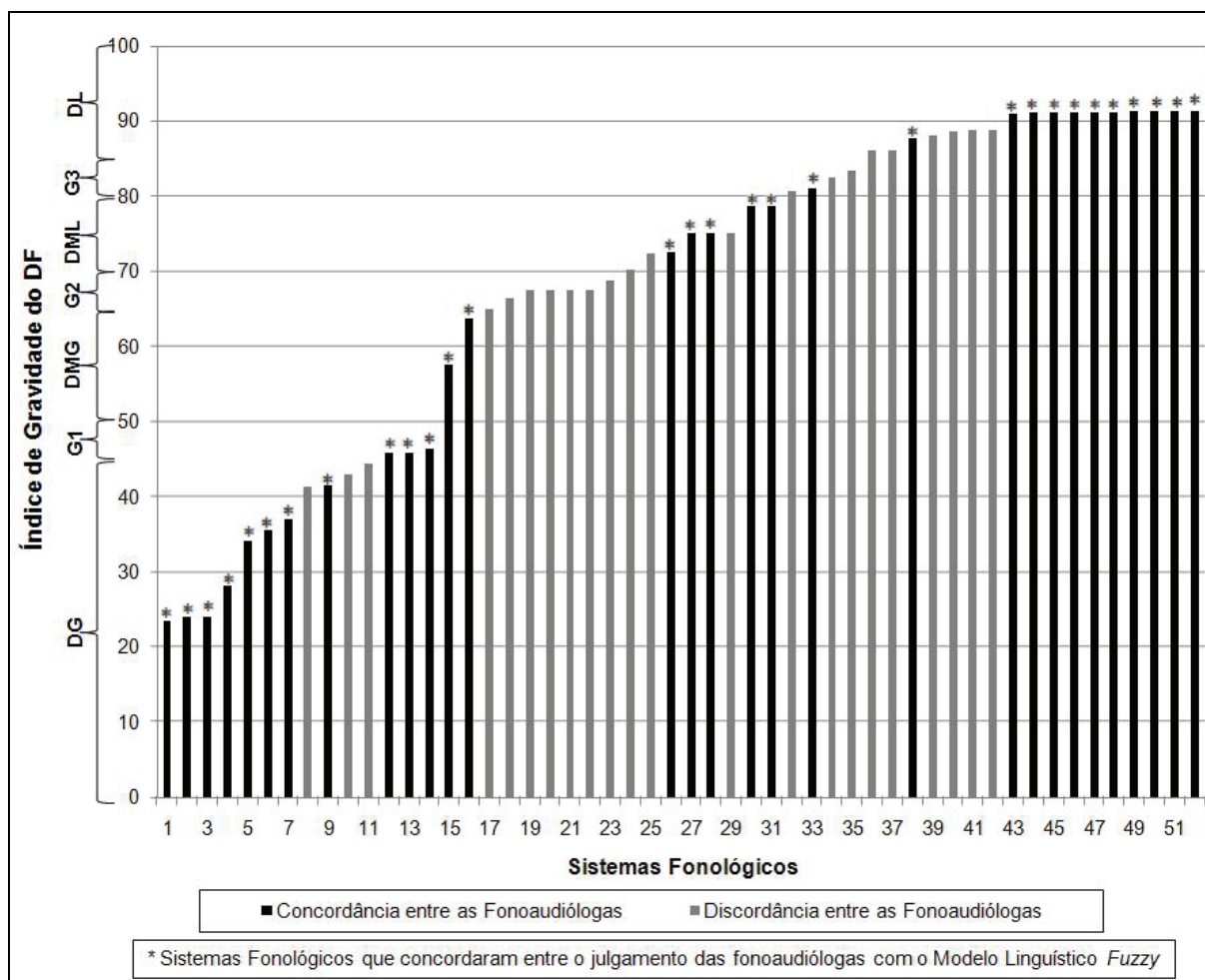
Kappa geral, para as três fonoaudiólogas, evidenciou um grau de concordância quase perfeito.

A Figura 4 ilustra as concordâncias no julgamento da gravidade do desvio fonológico entre as fonoaudiólogas do GF-II.

Verifica-se que houve concordância em 26 sistemas fonológicos (S1; S2; S3; S4; S5; S6; S7; S8; S9; S10; S11; S16; S18; S19; S26; S28; S29; S34; S44; S45; S47; S48; S49; S50; S51 e S52). A gravidade desses sistemas, com exceção de apenas um (S7) foi classificada pelo Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵ de forma semelhante à julgada pelas fonoaudiólogas. Logo, nos casos em que houve concordância no julgamento entre as fonoaudiólogas a classificação da gravidade do desvio fonológico obtida pelo Modelo concordou em 96,1%.

A Figura 5 apresenta as dificuldades descritas pelas fonoaudiólogas do GF-I para julgar a gravidade do desvio fonológico.

Na Figura 6 são apresentadas as dificuldades descritas pelas fonoaudiólogas do GF-II para julgar a gravidade do desvio fonológico.



Legenda: DG: Desvio Grave; G1: Gradação 1; DMG: Desvio Moderado-Grave; G2: Gradação 2; DML: Desvio Moderado-Leve; G3: Gradação 3; DL: Desvio Leve. *: Sistemas fonológicos contidos em área de gradação.

Nota: Eixo y corresponde à classificação da gravidade e índice obtidos pelo Modelo Linguístico Fuzzy⁵

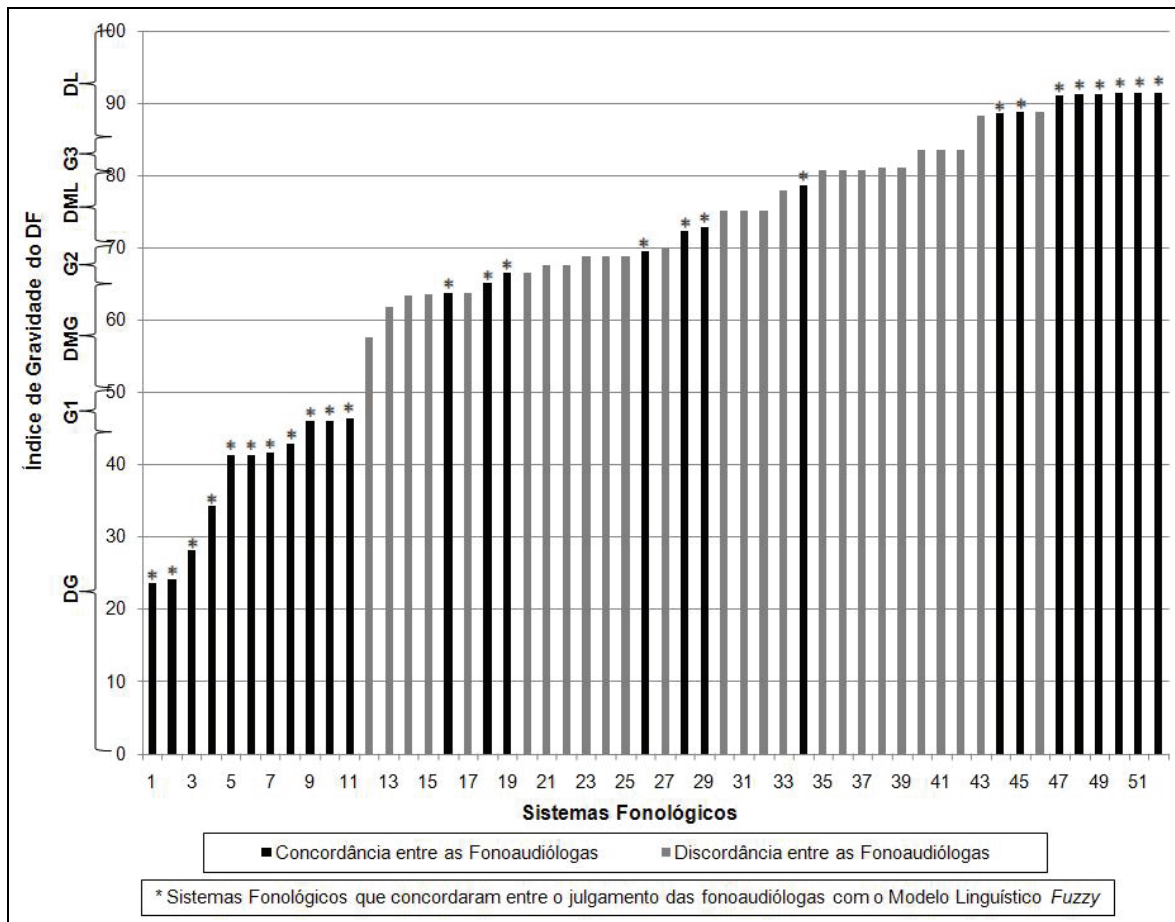
Figura 3 – Concordância do julgamento da gravidade do desvio fonológico entre as fonoaudiólogas do GF-I

Tabela 2 – Valores de Kappas para a classificação da gravidade do desvio fonológico obtido pelo Modelo com a julgada pelas Fonoaudiólogas D, E e F

GRAVIDADE	Fono D		Fono E		Fono F	
	Kappa	p	Kappa	p	Kappa	p
DG	0,92	<0,001	0,63	<0,001	0,79	<0,001
DMG	0,74	<0,001	0,44	0,001	0,74	<0,001
DML	0,73	<0,001	0,91	<0,001	0,70	<0,001
DL	0,87	<0,001	1,00	<0,001	0,83	<0,001
G1, G2 e G3	1,00	<0,001	0,96	<0,001	1,0	<0,001
GERAL	0,87	<0,001	0,82	<0,001	0,85	<0,001

Legenda: DG: Desvio Grave; DMG: Desvio Moderado-Grave; DML: Desvio Moderado-Leve; DL: Desvio Leve. G1: Gradação 1; G2: Gradação 2; G3: Gradação 3.

Nota: Para os sistemas fonológicos contidos nas áreas de gradação, considerou-se concordância quando os mesmos foram classificados com um dos graus a que pertenciam.



Legenda: DG: Desvio Grave; G1: Gradação 1; DMG: Desvio Moderado-Grave; G2: Gradação 2; DML: Desvio Moderado-Leve; G3: Gradação 3; DL: Desvio Leve. *: Sistemas fonológicos contidos em área de gradação.
 Nota: Eixo y corresponde à classificação da gravidade e índice obtidos pelo Modelo Linguístico Fuzzy⁵

Figura 4 – Concordância do julgamento da gravidade do desvio fonológico entre as fonoaudiólogas do GF-II

Dificuldades Apontadas GF-I	
FONOAUDIÓLOGA A	<ul style="list-style-type: none"> Principal dificuldade é diferenciação entre desvios Moderado-Leve e Moderado-Grave, pois abrigam um contínuo difícil de identificar o que sugere decisões mais arbitrárias. Já os desvios Grave e Leve são melhor identificáveis. Ausência da cisão silábica, pois na prática clínica tanto a avaliação do nível prosódico-silábico quanto do segmental são importantes.
FONOAUDIÓLOGA B	<ul style="list-style-type: none"> Impacto desses sistemas depende da estrutura silábica e da frequência de ocorrência dos sons na língua. Tipos de substituições que não são descritas quando o sistema fonológico é mapeado no MICT. A análise das substituições é fundamental para classificar a inteligibilidade de fala e a gravidade do desvio.
FONOAUDIÓLOGA C	<ul style="list-style-type: none"> Ausência da idade de cada sujeito. Ausência do percentual de aquisição, para um fonema parcialmente adquirido o percentual pode variar de 40 a 79, é uma faixa muito grande de variação. Um sujeito que apresenta um som parcialmente adquirido com 79% é diferente daquele que apresenta 40%.

Figura 5 – Dificuldades apontadas para a classificação da gravidade julgada pelo GF-I

Dificuldades Apontadas GF-II	
FONOAUDIÓLOGA D	<ul style="list-style-type: none"> • Estar habituado em utilizar o PCC para classificar a gravidade do desvio fonológico. • Diferenciar sistemas fonológicos parecidos, pois, às vezes, fica difícil saber os limites de classificação entre: Grave e Moderado-Grave; Moderado-Grave e o Moderado-Leve. Contudo, para sistemas fonológicos bastantes opostos (extremos – Leve e Grave) isso é fácil.
FONOAUDIÓLOGA E	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar os fonemas parcialmente adquiridos.
FONOAUDIÓLOGA F	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar graus intermediários (Moderado-Grave e Moderado-Leve).

Figura 6 – Dificuldades apontadas para a classificação da gravidade julgada pelo GF-II

■ DISCUSSÃO

O fato da análise das rotas percorridas não ter sido mencionado, diretamente, por nenhuma das fonoaudiólogas, evidencia que a análise no sentido vertical do MICT, frequentemente, não é considerada na avaliação do fonoaudiólogo. Contudo, estudo ⁷ afirma que o número de rotas percorridas pode auxiliar na determinação da gravidade do desvio fonológico. Corroborando que as condições de contraste trazem informações para a gravidade do desvio fonológico, é descrito na literatura a classificação de categorias conforme o nível de contrastes consonantais para mensurar a gravidade do desvio fonológico ¹¹.

Embora o processo de contagem/análise dos fonemas não tenha sido o mesmo para as três fonoaudiólogas, pode-se perceber a importância da análise e quantificação dos fonemas para mensuração da gravidade do desvio fonológico, corroborando os dados de estudos que revelam relação entre a aquisição de fonemas e a gravidade do desvio fonológico ¹²⁻¹⁴.

A adoção da análise do Nível de Complexidade, como critério, sugere que as fonoaudiólogas procuram fazer uma distinção entre fonemas representados por traços mais marcados de fonemas que apresentam traços menos marcados. Dessa forma, além da análise da quantidade de fonemas, a complexidade do fonema também precisa ser avaliada ⁵.

A classe de sons não foi adotada no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ como variável, pois no MICT esta não é utilizada para mensurar a gravidade. A seleção de inteligibilidade de fala como critério pode ser justificada pelo fato de crianças com desvio fonológico apresentarem diminuição da inteligibilidade de fala ¹⁵⁻¹⁸.

Contudo para avaliar a inteligibilidade de fala são necessárias informações referentes a prosódia, voz, tipologia e quantidade de processos fonológicos ¹⁹. Tais informações não são descritas nos

sistemas fonológicos mapeados no MICT ^{7,8}, logo, embora a inteligibilidade de fala possa ser uma variável importante para mensurar a gravidade do desvio fonológico, com base no MICT ela não pode ser analisada e quantificada de forma adequada.

Quanto às sugestões sobre os critérios empregados no Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ é descrita a adoção de apenas três categorias para classificar a gravidade do desvio fonológico (Leve, Moderada e Grave). O Percentual de Consoantes Corretas – PCC ²⁰ classificação mais utilizada para determinar a gravidade do desvio fonológico apresenta quatro categorias (Grave, Moderado-Grave, Moderado-Leve e Leve). Contudo o número de categorias para classificar a gravidade do desvio fonológico pode variar. As categorias buscam caracterizar e diferenciar os sistemas fonológicos. A adoção de poucas categorias pode limitar a classificação de determinados sistemas fonológicos ⁵.

Outra sugestão é considerar a idade do paciente. Corroborando, estudo ¹ afirma que as diferenças de idade precisam ser contabilizadas, para mensurar a gravidade do desvio fonológico. O Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵ foi desenvolvido segundo parâmetro de todos os fonemas deverem estar adquiridos, logo o mesmo não é adequado para avaliar crianças menores de quatro anos e dois meses. Como solução para avaliar crianças menores que esta idade, por meio do Modelo Linguístico *Fuzzy* ⁵, seria necessário a utilização de um fator de correção numérico.

A última sugestão é padronizar o número de ocorrência dos fonemas na amostra de fala estudada. Isso somente seria possível se a coleta de fala fosse realizada a partir da repetição de palavras balanceadas foneticamente. Contudo estudo ²¹ alerta que a coleta do *corpus* de fala por meio da repetição não é confiável, pois propicia uma produção linguística melhorada, uma vez que a criança tende a imitar o modelo de produção apresentado.

Referente à concordância entre a gravidade do desvio fonológico classificada pelo Modelo

Linguístico *Fuzzy*⁵ com o julgamento da gravidade do GF-II, a menor concordância verificada para os graus Moderado-Grave e Moderado-Leve (intermediários) concorda com outros estudos^{17,18,22} os quais evidenciaram maior dificuldade no julgamento das categorias intermediárias da gravidade do desvio fonológico e da inteligibilidade de fala. Tais achados também revelam dificuldade em modelar subconjuntos em posições intermediárias ou próximos das fronteiras.

O grau de concordância foi mais representativo, para todas as categorias, para Fonoaudióloga A, e menos, para a Fonoaudióloga B, isso pode ser justificado pelos critérios utilizados pelas fonoaudiólogas. Embora todos os critérios utilizados não foram empregados no Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵, houve concordância entre a classificação da gravidade julgada pelas fonoaudiólogas com a obtida pelo Modelo. Logo, o Modelo tem validade para as fonoaudiólogas do GF-I, sendo a mesma aceita para a prática clínica. Corroborando, estudo⁹ afirma que um modelo pode ser aceito mesmo quando não apresenta todas as variáveis que possam influenciar no fenômeno estudado.

No GF-II os altos valores obtidos para os kappas, nas diferentes categorias e no geral, mostram haver concordância entre a gravidade do desvio fonológico classificada pelo Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵ e a julgada pelas fonoaudiólogas. Diante disso, pode-se inferir que o Modelo é capaz de classificar a gravidade do desvio fonológico adequadamente, com base nos critérios os quais foi fundamentado. Corroborando, estudos afirmam que um Modelo *Fuzzy* pode auxiliar na tomada de decisão e na seleção de procedimentos e métodos eficazes^{2,3,23}.

As discordâncias verificadas no julgamento da gravidade do desvio fonológico, entre as fonoaudiólogas, tanto do GF-I quanto do GF-II, podem ter ocorrido em razão da experiência de cada fonoaudióloga. Corroborando estudo²⁴ afirma que o fonoaudiólogo geralmente seleciona seus próprios critérios para julgar a gravidade. Além disso, outros estudos^{18,22} que analisaram o julgamento perceptual da gravidade observaram baixa concordância entre os juízes, apontando para a necessidade do uso de índices padronizados que indiquem o grau associado à classificação da gravidade.

Referente às dificuldades descritas pelo GF-I para julgar a gravidade do desvio fonológico, a relatada pela fonoaudióloga A diz respeito a diferenciar os graus intermediários (Moderado-Leve e Moderado-Grave), corroborando os estudos anteriores^{18,22}. Outra dificuldade apontada pelas fonoaudiólogas A e B refere-se à estrutura silábica que no MICT não é considerada. A análise da estrutura

silábica é importante para mensurar a gravidade do desvio fonológico, porém no MICT a mesma não é considerada sendo, portanto, uma limitação para a proposta. De qualquer forma, é fundamental que o fonoaudiólogo analise as produções em *coda* e *onset complexo*²¹, e atente para a idade esperada de aquisição dessas estruturas na avaliação fonológica.

A Fonoaudióloga B refere como dificuldade a frequência de ocorrência dos sons na língua. Visto que a frequência dos sons na língua é variada, existem determinados fonemas como /z/ que por ocorrer apenas em *onset* simples e existir número reduzido de palavras em *onset* inicial, caracteriza um fonema com menor frequência de produções na fala. Já outros fonemas como /r/ que ocorre em palavras nas posições de *onset* medial, *coda* medial, *coda* final e *onset* complexo (inicial e medial), são mais frequentes. Sobre esse aspecto, estudo²⁵ afirma que a frequência de uso e exposição é um dos fatores que podem influenciar a emergência dos sons na língua.

Diante disso, pode-se inferir que a frequência dos sons na língua influencia na gravidade do desvio fonológico. Por exemplo, se uma criança apresenta ausente, no inventário fonético, somente o fonema /z/, terá menor ocorrência de produção incorreta em sua fala, do que se apresentasse ausente somente o fonema /r/. Isso porque o fonema /z/ apresenta menor frequência na língua. Tal afirmação, também, é aceita quando se adota o PCC para classificar a gravidade do desvio fonológico.

Outra dificuldade apontada pela Fonoaudióloga B diz respeito ao tipo de substituição, que não são descritas quando o sistema fonológico é mapeado no MICT⁸. O tipo de substituição tem influência na inteligibilidade de fala¹⁹ e na gravidade do desvio fonológico¹¹. É coerente afirmar que a substituição de uma fricativa por uma plosiva (Exemplo: /f/ → [p] /faca/ → ['paka]), torna a fala menos inteligível que a substituição de uma líquida não lateral por uma líquida lateral (Exemplo: /r/ → [l] /parede/ → [pa'lede]). Além disso, a quantidade de substituições influencia na inteligibilidade¹⁹ e na gravidade do desvio fonológico²⁰.

Conhecer os tipos de substituições que a criança realiza é fundamental, sobretudo para iniciar a intervenção fonoaudiológica. Acredita-se que o tipo e a quantidade das substituições, podem auxiliar na mensuração da gravidade do desvio fonológico. Contudo a proposta não avaliou essa variável, pois foi baseada no mapeamento do sistema no MICT⁸. Para incluir a análise das substituições na proposta, as 171 possibilidades deveriam ser analisadas de forma quali-quantitativa.

A Fonoaudióloga C refere como dificuldade a ausência de idade dos sujeitos e do percentual de aquisição dos fonemas, bem como a utilização de faixas que determinam os fonemas estarem não adquiridos, parcialmente adquiridos e adquiridos. Entende-se que a utilização dessas faixas é importante para diferenciar a aquisição do fonema, sendo que o critério adotado no Modelo Linguístico *Fuzzy*⁵ é utilizado e aceito na prática clínica, embora se compreenda que a aquisição é um processo gradual^{7,8}.

Quanto às dificuldades descritas pelo GF-II para julgar a gravidade do desvio fonológico, a relatada pela fonoaudióloga D refere que a execução da tarefa pode ter sido dificultada por estar habituada a utilizar o PCC para classificar a gravidade do desvio fonológico. Além disso, a Fonoaudióloga D refere como dificuldade diferenciar sistemas fonológicos parecidos cujos limites de classificação, não são bem definidos. Acredita-se que esta dificuldade, se deve, principalmente, para classificar os sistemas representantes das áreas de gradação. Isso concorda com o Modelo uma vez que há certa incerteza em classificar os sistemas fonológicos contidos nas áreas de gradação.

Para a Fonoaudióloga E, a dificuldade está em avaliar os fonemas parcialmente adquiridos. Na proposta, quando a variável correspondente a aquisição dos fonemas é analisada, os fonemas recebem pontuação diferenciada, conforme se apresentam adquiridos (1,0), parcialmente-adquiridos (0,5) e não adquiridos (0,0). Contudo, quando se julga a gravidade do desvio fonológico, sem a utilização de um recurso computacional, quantificar as variáveis, mantendo sempre a mesma forma

de analisar os critérios e suas interações, é uma tarefa difícil. Corroborando, estudo²³ afirma que os especialistas podem apresentar dificuldades para traduzir o seu conhecimento quando o modelo é complexo, contudo ele não deve ser tão complexo quanto à realidade⁶.

Por fim, a dificuldade apontada para a Fonoaudióloga F é diferenciar graus intermediários. Esta mesma dificuldade foi apontada pelas fonoaudiólogas A e D. Tal achado concorda com outros estudos^{17,18,22} que evidenciaram maior dificuldade no julgamento de categorias intermediárias.

■ CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que os critérios utilizados no Modelo Linguístico *Fuzzy* são empregados para classificar a gravidade do desvio fonológico quando a mesma é realizada com base no MICT. Além disso, os critérios empregados estão de acordo, cumprindo com a finalidade do Modelo, o que permite classificar a gravidade do desvio fonológico de forma adequada.

Ainda, o fato de haver concordância entre a classificação da gravidade do desvio fonológico obtido pelo Modelo Linguístico *Fuzzy* e a julgada pelas fonoaudiólogas permite concluir que a proposta apresenta validade para as fonoaudiólogas sendo a mesma aceita para a prática clínica. Por fim, diante das sugestões e das dificuldades descritas pelas fonoaudiólogas, outras formas de classificar a gravidade do desvio fonológico podem ser agregadas ao Modelo Linguístico *Fuzzy* a fim de caracterizar o sistema fonológico da criança sobre outros aspectos importantes.

ABSTRACT

Purpose: to check if the criteria adopted from the Fuzzy Linguistic Model to classify the severity of Phonological Disorder (PD) are employed in the practice of speech and language therapists and whether they are in conformity with the purpose of such model. It is furthermore intended to analyze the acquiescence between PD severity classified by the Model and the one deemed by speech and language therapists and check the main difficulties. **Method:** the study included two samples. The first one was comprised of a representative number of deviating phonological systems (n=52) and classified by the Model when it was proposed. The second one comprised two groups of speech and language therapists GF-I and GF-II. The speech and language therapists were asked to deem the severity of deviating in phonological systems, mapped in the Implicational Model of Feature Complexity – MICT as Severe, Moderate-Severe, Moderate-Mild, and Mild. Next, criteria and main difficulties were described in a questionnaire. Kappa statistics was used, with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** the criteria used in the proposal were generally used by GF-I and considered as adequate by GF-II. There was an acquiescence between classification of severity obtained by the Model and the one deemed by the speech and language therapists. The most frequently reported difficulty was distinguishing between intermediate degrees. **Conclusions:** the Fuzzy Linguistic Model criteria are used to classify PD severity when based on MICT. Furthermore, the criteria are in acquiescence with the purpose of the Model. Due to the difficulties, other forms of classifying severity can be added in order to characterize PD over other major aspects.

KEYWORDS: Validation Studies; Speech Disorders; Speech; Severity of Illness Index; Classification

■ REFERÊNCIAS

1. Flipsen Jr P, Hummer JB, Yost KM. Measuring severity of involvement in speech delay: segmental and whole-word measures. *Am. J. Speech-Lang. Path.* 2005; 14:298-312.
2. Arthi K, Tamilarasi A. Prediction of autistic disorder using neuro fuzzy system by applying ANN technique. *Int J Dev Neurosci.* 2008; 26(7):699-704.
3. Akbarzadeh MR, Moshtagh-Khorasani M. A hierarchical fuzzy rule-based approach to aphasia diagnosis. *J Biomed Inform.* 2007; 40: 465-75.
4. Schipor AO, Pentiu SG, Schipor DM. Knowledge Base of an Expert System Used for Dyslalic Children Therapy. 9th International Conference on Development and Application Systems, Suceava, Romania, p.22-4, 2008.
5. Brancalioni, AR. Proposta de Classificação da Gravidade do Desvio Fonológico por meio da Modelagem Fuzzy segundo o Modelo Implicacional de Complexidade de Traços [dissertação] Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria – Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana; 2010.
6. Hortale VA, Conill EM, Pedroza, M. Desafios na construção de um modelo para análise comparada da organização de serviços de saúde. *Cad. Saúde Pública.* 1999; 15(1):79-88.
7. Mota HB. Aquisição segmental do português: um Modelo Implicacional de Complexidade de Traços (Tese). Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Doutorado em Letras; 1996.
8. Rangel GA. Uma análise auto-segmental da fonologia normal: estudo longitudinal de 3 crianças de 1:6 a 3:0 (Dissertação). Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Mestrado em Letras; 1998.
9. Bassanezi RC. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática. São Paulo: Contexto, 2004.
10. Siegel S, Castellan JR NJ. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. 2 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2006.
11. Lazzarotto-Vulcão C, Matzenauer CLB. A severidade do desvio fonológico com base em traços. *Letras de Hoje.* 2008;43(3):47-53.
12. Keske-Soares M, Brancalioni AR, Marini C, Pagliarin KC, Ceron MI. Eficácia da terapia para desvios fonológicos com diferentes modelos terapêuticos. *Pró-Fono.* 2008;20(3):153-8.
13. Pagliarin KC, Mota HB, Keske-Soares M. Análise da eficácia terapêutica em três modelos fonológicos de abordagem contrastiva. *Pró-Fono.* 2009;21(4):297-302.
14. Ceron MI, Keske-Soares M, Gonçalves GF. Escolha dos sons-alvo para terapia: análise com

enfoque em traços distintivos. R. Soc. Bras. Fonoaudiol. 2010;15(2): 270-6.

15. Whitehead RL, Schiavetti N, Mackenzie DJ, Metz DE. Intelligibility of speech produced during simultaneous communication. J. Lang. Comm. Dis. 2004; 37(3):241-253.

16. Wertzner HF, Papp ACCS, Galea DES. Provas de nomeação e imitação como instrumentos de diagnóstico do transtorno fonológico. Pró-Fono. 2006; 18(3):303-12.

17. Donicht G, Pagliarin KC, Mota HB, Keske-Soares M. Intelligibility of phonological disorder assessed by three groups of judges. Pró-Fono. 2009;21(3):213-8.

18. Donicht G, Pagliarin KC, Mota HB, Keske-Soares M. Julgamento perceptivo da gravidade do desvio fonológico por três grupos distintos. Revista CEFAC. 2010; 12:21-6.

19. Klein ES, Flint CB. Measurement of Intelligibility in Disordered Speech. Lang Speech Hear Serv Sch. 2006; 37:191-9.

20. Shriberg LD, Kwiatkowski J. Phonological disorders I: a diagnostic classification system. J Speech Hear Dis. 1982; 47:226-41.

21. Yavas M, Hernadorena CM, Lamprecht RR. Avaliação fonológica criança: reeducação e terapia. Porto Alegre: Artes Médicas, 2ª Ed. 2001.

22. Ortega NRS. Aplicação da Teoria dos Conjuntos Fuzzy em Problemas da biomedicina. (Tese). São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo – Doutorado em Física; 2001.

23. Yiu EML, Ng CY. Equal appearing interval and visual analogue scaling of perceptual roughness and breathiness. Clin.Linguist. Phon. 2004; 18:211-29.

24. Wertzner HF, Amaro L, Teramoto SS. Gravidade de distúrbio fonológico: julgamento perceptivo e porcentagem de consoantes corretas. Pró-Fono. 2005; 17(2):185-94.

25. Brum-de-Paula MR, Ferreira-Gonçalves G. Léxico & gramática: uma relação de causa e efeito? Letras de Hoje. 2008;43(3):69-80.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000094>

RECEBIDO EM: 25/11/2010

ACEITO EM: 28/02/2011

Endereço para correspondência:

Ana Rita Brancalioni

Rua Guerino Catapan, 342

Birairas – RS

CEP: 95305-000

E-mail: fonoaninha@yahoo.com.br