

SISTEMA DE AMPLIFICAÇÃO COM TRANSMISSÃO POR F.M. NA DEFICIÊNCIA AUDITIVA: INFLUÊNCIA DO RUÍDO AMBIENTAL

Beatriz C. A. C. Novaes

PROFESSORA DOUTORA DO PROGRAMA DO PÓS GRADUAÇÃO DE DISTÚRBIOS
DA COMUNICAÇÃO DA PUC-SP FONOAUDIÓLOGA DA ECO-SÃO PAULO

Clay Rienzo Ballero

Altair C. Pupo (Lila)

Luisa B. Ficker

Angela M. A. Sprenger

PROFESSORES ASSISTENTES MESTRE DO CURSO DE FONOAUDIOLOGIA DA PUC-SP
FONOAUDIÓLOGOS DA ECO SÃO PAULO

Resumo

A percepção da fala por crianças deficientes auditivas que utilizam aparelho de amplificação sonora individual, é sabidamente comprometida em ambiente ruidosos.

Os equipamentos de F. M., ainda pouco difundidos em nosso meio, foram projetados para minimizar os efeitos mascarantes do ruído sobre o sinal de fala, eliminando o fator distância entre o falante e a criança deficiente auditiva. O presente trabalho investigou os benefícios de sua utilização por crianças deficientes auditivas em diferentes situações.

Analisamos a performance auditiva de nove crianças com perdas auditivas severa e profunda, em situações de silêncio e ruído, usando somente o aparelho de amplificação sonora e com equipamento de F.M.. Todas as crianças avaliadas apresentaram pior desempenho na identificação de palavras na presença do ruído, confor-

me era esperado. Em todos os casos o acoplamento do F. M. ao aparelho de amplificação sonora individual, possibilitou uma melhora no desempenho, aproximando-o dos níveis obtidos no silêncio. As implicações destes resultados são discutidas e mais pesquisas devem ser realizadas visando esclarecer critérios de indicação.

Abstrat

Speech perception in noise is one of the most difficult situations faced by hearing impaired children wearing hearing aids. F.M. systems have not been largely used yet in Brazil. However they have been widely used all over the world since they can minimize the masking effects of background noise, eliminating the effect of distance between the speaker and the child. The present study analyzed the performance of nine severe and profound hearing impaired children in phoneme recognition in words in two different conditions: with and without background noise ($S/N = +5$ dB) and with and without the use of F.M. system. All children did worse in the presence of noise as expected. In all nine cases the use of the F.M. brought speech recognition to levels similar to thoses obtained in silence. Implications of these results are discussed and the need for more research is addressed.

A utilização de aparelhos de amplificação sonora por deficientes auditivos tem se mostrado, desde o seu surgimento, como um dos importantes recursos que possibilitam o desenvolvimento de linguagem oral através da utilização máxima da audição residual. Com os avanços da tecnologia, estas possibilidades têm se multiplicado nos últimos anos, sempre buscando melhor utilização do campo dinâmico de audição, sistemas de melhor resolução, menor influência do ruído ambiental e maior conforto, visando o máximo

de inteligibilidade dos sons de fala (Ling, 1989; Davis, 1981; Gittelman, 1987, Silverman, 1983).

Pesquisas sobre percepção de fala têm estado bastante presentes na literatura. Esta tendência intensificou-se com um maior número de pessoas utilizando-se do implante coclear, um dos sistemas de amplificação mais sofisticados e caros disponíveis para o deficiente auditivo. A maior ou menor inteligibilidade de fala através de qualquer sistema de amplificação pode ser relacionada a medidas das regiões de frequências de fala audíveis para o sujeito (Miller, 1955; Sanders, 1980, Ling, 1978). Este princípio tem norteadado o desenvolvimento dos aparelhos de amplificação e esta tecnologia tem trazido resultados bastante satisfatórios, pois permite o acesso a informações acústicas dos sons de fala pelo deficiente auditivo. O desenvolvimento tecnológico também tem permitido que, mesmo amplificados, estes sons permaneçam em intensidades confortáveis através de sistemas sofisticados de compressão; o aprimoramento na confecção de moldes também tem contribuído para estes avanços.

No entanto, por melhor que seja o sistema de amplificação (aparelho e molde), estas características podem ser prejudicadas por outros fatores como as condições acústicas do ambiente (ruído e reverberação) e a distância do falante em relação ao microfone do aparelho. Muitos indivíduos deficientes auditivos só se beneficiam da amplificação em situações auditivas favoráveis ao desempenho optimal do aparelho de amplificação: ambientes silenciosos e proximidade entre os parceiros interacionais. Isso ocorre pois a distância entre os interlocutores, o ruído de fundo e a reverberação do ambiente prejudicam o reconhecimento e compreensão dos sons de fala em função da diminuição da relação sinal/ruído (S/R), ou seja, a relação entre o sinal de fala e o ruído de fundo. Com isso, o sinal de fala acaba ficando mascarado em muitas situações do cotidiano.

O indivíduo deficiente auditivo desenvolve, durante o processo de aquisição de linguagem, estratégias compensatórias através da utilização de outras pistas. No entanto, nenhuma destas pistas substitui ou compensa satisfatoriamente aspectos do sinal de fala so-

mente presentes na modalidade auditiva (Ling, 1976). Assim sendo a máxima eficiência do sistema de amplificação é um objetivo a ser alcançado.

Se analisarmos as diferentes situações que a criança vive no seu dia-a-dia podemos observar que, em grande parte delas, a percepção da fala encontra-se prejudicada. Por esta razão, podemos afirmar que é principalmente na relação um a um, interagindo com um parceiro adulto mais hábil que a criança deficiente auditiva pode viver momentos importantes para o desenvolvimento da linguagem, onde fatores externos à interação como o ruído e a distância, podem ser controlados.

Desta forma, grande parte das situações comuns do cotidiano, apesar de se constituírem em rica fonte de experiências para a criança, tem condições acústicas desfavoráveis oferecendo pouca oportunidade para que os sons da fala sejam percebidos. Se um adulto ouvinte/falante com conhecimento da língua pode prescindir do que é acusticamente redundante, o mesmo não acontece com a criança deficiente auditiva em processo de desenvolvimento. Portanto, a esta criança devem ser facilitadas ao máximo as condições e oportunidades acústicas para aprendizagem.

A sala de aula é um dos ambientes em que as condições para ouvir são bastante insatisfatórias para uma criança deficiente auditiva. Estudos têm se voltado para a medição dos níveis de ruído característicos de uma sala de aula comum e os resultados reforçam a necessidade de medidas compensatórias para a obtenção de uma relação sinal/ruído adequada. A relação sinal/ruído (S/R) é determinada obtendo-se o valor do sinal (no caso voz do professor) e o ruído de fundo. A diferença entre estes dois valores representa a relação S/R. Se, por exemplo, em uma sala de aula a voz do professor tem 65 dB de intensidade e o ruído de fundo é de 60 dB, a relação S/R é de +5 dB.

A literatura aponta como a relação ideal para maior inteligibilidade da fala, no caso do deficiente auditivo, uma situação acústica onde a relação S/R seja igual a +20 a +30 dB (Ross, 1977). A relação mais comumente encontrada em salas de aula comuns é uma relação S/R = +5 dB e portanto inadequada para o deficiente auditivo.

A distância entre o professor e o aluno que utiliza aparelho de amplificação sonora é outro fator que dificulta a recepção dos sinais de fala. A partir de um metro, cada vez que a distância dobra, o nível da pressão sonora fica 06 dB menos intenso. A distância associada ao ruído de fundo tornam a fala do professor praticamente inaudível (Boothroyd, 1981; Niemoeller, 1981; Ross, 1977).

Algumas soluções para estes problemas têm sido apontadas na literatura. Algumas delas referem-se a modificação no mobiliário e revestimento da sala para melhorar as condições de reverberação, atenuando o problema do ruído sem contudo eliminá-lo.

A literatura tem enfatizado a utilização de sistemas de amplificação com transmissão por Freqüência Modulada (F.M.) visando eliminar o fator distância entre os interlocutores e, indiretamente, contribuindo para uma melhor compreensão da fala em situações onde a interferência do ruído e da reverberação são desfavoráveis (Olsen, 1981; Bode, 1988). Estes sistemas de F.M. têm substituído os antigos sistemas coletivos de amplificação que se utilizavam de sistemas de indução magnética por fios nas carteiras, que davam pouca mobilidade ao usuário.

O equipamento de transmissão por F.M. é composto de um transmissor, utilizado pelo professor, terapeuta ou pais (Hammond, 1991). O microfone deste transmissor é, em geral, de lapela e fica preso à roupa a uma distância de 10 a 15 cm da boca do falante, medida que se mantém constante independentemente da distância entre os interlocutores. O indivíduo deficiente auditivo usa um receptor acoplado ao seu aparelho de amplificação sonora individual, ou, no caso da criança utilizar aparelho de bolso, integrado ao mesmo aparelho com controles independentes. Um mesmo transmissor pode estar ligado a vários receptores de mesma freqüência, arranjo bastante utilizado no trabalho com grupos.

No Brasil, as firmas de aparelhos auditivos começaram recentemente a trazer estes sistemas para comercialização. No entanto, seu uso ainda é pouco difundido, sendo utilizado principalmente por crianças que fazem bom uso da audição residual e, em consequência, tem imensos benefícios com o uso do F.M. na escola.

Preocupados em documentar as vantagens da utilização do sistema de transmissão por F.M. em ambiente ruidoso, fizemos um estudo com o objetivo de comparar o desempenho de um grupo de crianças na tarefa de reconhecimento de palavras, na presença e na ausência de ruído de fundo (S/R = +5 db), com e sem a utilização da transmissão por F.M.

MÉTODO

Sujeitos

Participaram deste estudo 9 crianças entre 7 e 14 anos, 6 meninos e 3 meninas. Todos eram portadores de deficiência auditiva neurossensorial bilateral, severa ou severa para profunda e freqüentavam do pré-primário a 8 série do 1º grau. Dois dos sujeitos utilizavam amplificação apenas no ouvido melhor e todos os outros, amplificação binaural. É importante ressaltar que todas as crianças foram trabalhadas desde pequenas em uma abordagem enfatiza a utilização máxima da audição residual e eram, portanto, capazes de desempenhar tarefas utilizando-se somente a modalidade auditiva. Estas crianças foram escolhidas pois o nosso objetivo era comparar seus desempenhos em situações onde o ruído de fundo interferia na recepção. A criança com pior desempenho apresentou 48% de fonemas corretos na situação de silêncio com seu aparelho de amplificação.

PROCEDIMENTO

As crianças foram avaliadas em quatro situações diferentes: 1) sem ruído de fundo sem F.M.; 2) sem ruído de fundo com F.M.; 3) com ruído de fundo sem F.M.; 4) com ruído de fundo com F.M.

O ruído de fundo era gerado em um gravador colocado atrás da criança a uma distância de 1 metro. A fita utilizada continha ruído de pessoas falando (Speech Babbleground - Auditory Figure Ground Test for SCAN - Keith, 1986). O volume foi ajustado na posição correspondente a 5 dB menos intenso do que a fala do examinador. A medida foi feita com a utilização de um decibelímetro.

O examinador permaneceu na frente da criança a uma distância de aproximadamente 60 cm, utilizando um anteparo de cartolina na frente da boca na hora de falar as palavras.

A lista utilizada na prova de reconhecimento de palavras foi desenvolvida por Pupo (1981) e é composta de vocábulos simples e conhecidos de todas as crianças (Anexo I). As provas nas diversas condições foram realizadas em dois dias diferentes da mesma semana e embora as palavras se repetissem, estas eram apresentadas em ordem diferente para evitar a interferência da memória. A criança era solicitada a repetir a palavra que escutava. Sempre que solicitado, a palavra era repetida, no máximo uma vez. O examinador registrava ao lado da palavra exatamente como a palavra havia sido repetida. A escolha deste critério de registro, utilizando a emissão da criança, deveu-se ao fato de que nenhuma das crianças apresentava distúrbios articulatorios que não fossem relacionados a deficiência auditiva. Além disso, o número de substituições relacionadas à perda de audição seria um indicador das condições de recepção do sinal de fala pelo indivíduo, aspecto a ser avaliado neste trabalho.

O critério utilizado para a porcentagem de acerto na lista de palavras foi o de contagem fonêmica proposto por Walker e Boothroyd (1976). O número total de possibilidade de acerto correspondeu ao número total de fonemas da lista ($n = 218$). O número de fonemas corretos correspondeu ao total dos fonemas repetidos corretamente nas palavras. Por exemplo: asa - resposta: /ágwa/. A criança neste caso acertou 2 em 3 fonemas da palavra sendo registrado na razão 2/3. A soma dos denominadores da lista corresponde ao número total de fonemas ($n = 218$). A soma dos fonemas corretos dos enunciados da criança corresponde ao número de acertos.

A análise da performance das crianças foi feita comparando-se o número de fonemas corretos nas diferentes situações para cada criança. O número absoluto de cada criança não foi considerado pois não teve neste estudo já que o objetivo foi comparar as diferenças para a mesma criança e não a performance do grupo como um todo.

RESULTADOS

A porcentagem de fonemas corretamente identificados por cada sujeito através do aparelho de amplificação sonora individual com e sem ruído de fundo são apresentadas na figura 1. Os resultados demonstram que o desempenho é significativamente pior na presença do ruído de fundo.

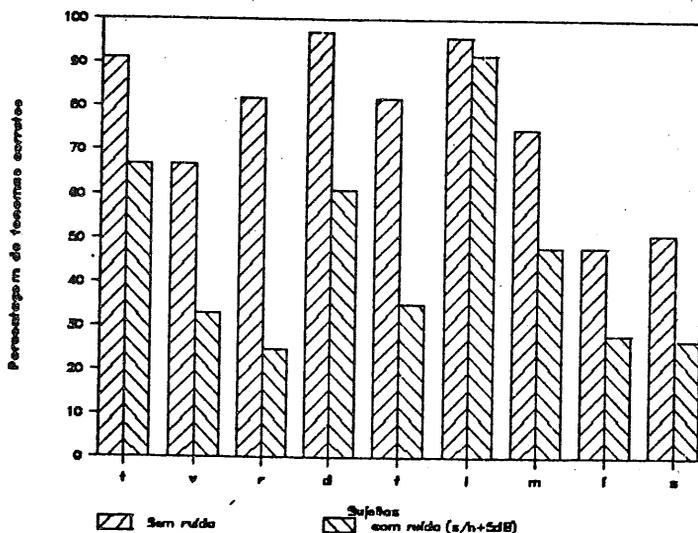


Figura 1: Quadro comparativo do desempenho das crianças nas situações sem ruído e com ruído (s/n + 5db) com aparelho de amplificação sonora individual, sem F.M..

Os resultados foram comparados utilizando-se o teste-t para análise de diferenças, tendo sido bastante significativos ($t = 5.416$; $P < 0.005$). Este resultado era esperado na medida em que demonstra o quanto uma relação sinal/ruído desfavorável pode comprometer a recepção dos sinais de fala.

Para avaliarmos o uso do sistema F.M. acoplado ao aparelho da criança, comparamos os desempenhos na presença de ruído de fundo ($S/N = +5$ dB) com e sem a utilização do F.M.. A figura 2 ilustra como o desempenho dos sujeitos é consideravelmente melhor com o uso do sistema F.M.. Utilizando o teste-t para análise de diferenças encontramos resultados significativos ($t = 4.763$; $p < 0.005$).

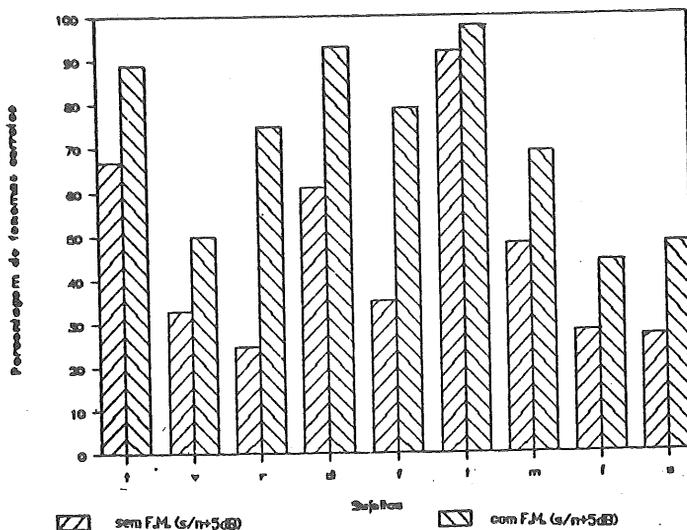


Figura 2: Quadro comparativo do desempenho das crianças na situação com ruído (s/n+5dB) com aparelho de amplificação sem F.M. acoplado e com F.M. acoplado.

As diferenças dos resultados nas situações sem o ruído de fundo, com ou sem o sistema de F.M. não foram significativas como era esperado, já que o F.M. não modifica as características electroacústicas do aparelho da criança.

Comparando-se os resultados dos sujeitos em três situações: usando seu aparelho com e sem ruído e com F.M. acoplado na presença do ruído, fica evidente que o desempenho melhora com a utilização do sistema F.M. na presença do ruído, embora os resultados se aproximam daqueles obtidos com seus aparelhos individuais na situação sem ruído.

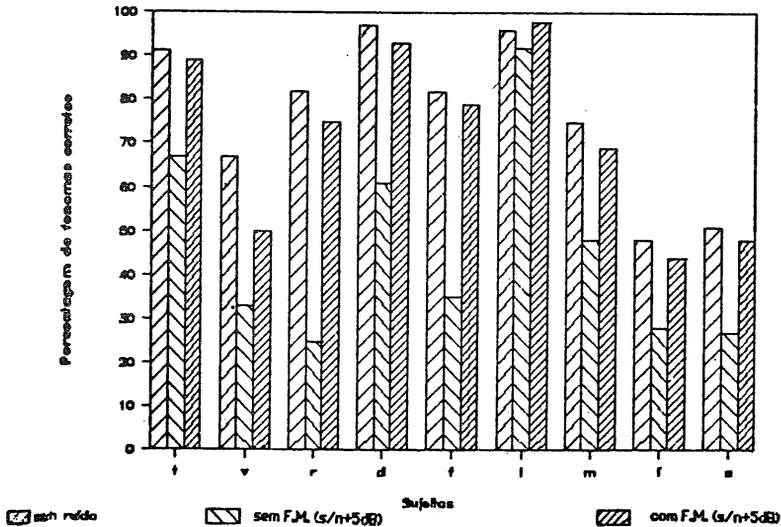


Figura 3: Quadro comparativo do desempenho das crianças sem ruído e com ruído: sem F.M. e com F.M. acoplado.

O desempenho dos sujeitos na tarefa de identificação de palavras na presença e ausência do ruído de fundo demonstra o quanto é importante o controle do ruído ambiental nas situações terapêuticas ou educacionais que a criança deficiente auditiva vivência. Por melhor que seja o aparelho de amplificação sonora individual, todo o cuidado na indicação pode ser comprometido pelas condições acústicas do ambiente no qual ele é utilizado.

As dificuldades na adequação das salas de aula ou das salas de terapia, na situação de grupo, acabam por requerer outros artifícios como a utilização do sistema de transmissão por Freqüência Modulada para eliminar o fator distância entre professor e o aluno. As diferenças nos resultados apresentados com e sem a utilização do sistema F.M. na presença de ruído demonstram que o desempenho das crianças melhorou significativamente quando o F.M. foi acoplado.

É importante ressaltar que, embora os resultados demonstrem as vantagens da utilização do sistema F.M., o melhor desempenho da criança será próximo aos resultados obtidos com seu próprio aparelho de amplificação individual sem ruído de fundo. Isso ocorre pois a transmissão por F.M. visa somente eliminar o efeito da distância entre o falante e o ouvinte, mas não modifica a curva de resposta em freqüência do aparelho. Assim sendo, o trabalho de reabilitação visando o maior aproveitamento possível da modalidade auditiva a partir da audição residual da criança é primordial para que ela possa beneficiar-se de um recurso como o sistema F.M. na sala de aula.

Embora ainda pouco utilizado no Brasil, o sistema de transmissão por F.M. é a tendência mais atual para amplificação em sala de aula e em grupos. Na nossa experiência, a adaptação tem-se dado mais facilmente com aquelas crianças onde a audição residual é utilizada nas situações de comunicação do dia-a-dia. Nestes casos, o sistema F.M. possibilita desempenho em situação de ruído, semelhante à situação do silêncio, onde o ambiente deterioraria o sinal de fala a ser captado pelo microfone do aparelho.

Mais pesquisas são necessárias visando o melhor aproveitamento de resíduo auditivo em crianças com perda severa e profunda, principalmente no que se refere a percepção de fala. A tecnologia moderna oferece grandes possibilidades, mas isto fica na dependência de quão bem tais recursos possam ser utilizados. No caso do sistema de transmissão por F.M., por exemplo, salas de aula equipadas com este sistema seriam inúteis se as crianças não tiverem aprendido a utilizar o resíduo auditivo na percepção dos sinais de fala, não podendo então usufruir de tal benefício. Pesquisas voltadas para indicação e adaptação de aparelhos de amplificação em crianças devem ser desenvolvidas, principalmente aquelas que analisam qualitativamente a recepção dos sons da fala.

Referências Bibliográficas

- BODE, D.L. (1978) Speech Signal and Hearing Aids. In M. Pollack e R. Cahart (eds) *Amplification for the Hearing Impaired* 3ª ed. Grune & Stratton, Inc
- BOOTHROYD, A. (1981) - Group Hearing Aids. In F. H. Bess, B.A. Freeman e J.S. Sinclair (Eds) *Amplification in Education*, Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- DAVIS, J. (1981) - Utilization of Audition in the Education of the Hearing-Impaired. In F.H. Bess, B.A. Freeman e J.S. Sinclair (Eds). *Amplification in Education*. Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- GITTELMAN, D. E POPELKA, G. (1987) - The Dynamic Range Configuration Audiogram. *The Volta Review*. Fev/March.
- HAMMOND, L.B. (1991) - *Em Trainers: A Winning Choice for Students, Teachers and Parents*. San Diego, California. A.G. Bell Association

- KEITH, R. (1986) - *Scan - A Screening Test for Auditory Processing Disorders*. The Psychological Corporation Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- LING, D. (1976) - *Speech and the Hearing-Impaired Childs Theory and Practice*, Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- LING, D. (1989) - *Foundations of Spoken Language for Hering-Impaired Children*, Washington D.C. A.G. Bell Association.
- LING, D. and Ling, A.H (1978) - *Aural Habilitations the Foundations of verbal learning in hearing-impaired cildren*, Washington D.C. A.G. Bell Association.
- MILLER, G. e Nicely P. (1955) - An Analysis of Perceptual Confusions Among Some English Consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*. Vol. 27, nº 2, March.
- NIEMOELLER, A. F. (1981) - Physical concepts of Speech Communication in classrooms for the Deaf. In. F. H. Bess, B. A. Freeman e J.S. Sinclair (Eds). *Amplification in Education*. Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- OLSEN, W. (1981) - The Effects of Noise and Reverberation on Speech Intelligibility - in F. H. Bess, B.A. Freeman e J.S. Sinclair (Eds). *Amplification in Education*. Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- PUPO, A.C. (1981) - *Alguns Aspectos do Processo de Discriminação Auditiva dos Sons da Fala em Crianças*. Dissertação de Mestrado PUC-SP.
- ROSS, M. (1977) - Classroom amplification, In W. R. Hodgson e P.H. Skinner (Eds). *Hearing Aid Assessment and Use in Audiologic Habilitation*. The Williams & Wilkins Company. Baltimore.

- SANDERS, D. (1980) - Audiologic Assessemnt: Interpretation Relative to Optimal Amplification and Speeches Training. In J.O. Subtely (Ed). *Speech Assessment and speech Improvement for the Hearing Impaired*. Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- SILVERMAN, R. e Calvert, D. (1983) - *Speech and Deafness*. 2^a Ed. Washington, D.C. A.G. Bell Association.
- WALTER, J. e Boothroyd, A. (1976) - *Test-retest reability of speech discrimination measures and the Benefits of Phoneme Scoring*. Apresentado na Convenção ASHA.

**ANEXO I
LISTA DE PALAVRAS
RECONHECIMENTO (PUPO, 1981)**

-
- | | | | |
|-----|---------|-----|--------|
| 1. | BOLA | 26. | SUJO |
| 2. | SONO | 27. | ALHO |
| 3. | BALÃO | 28. | TOMAR |
| 4. | ASA | 29. | LINHA |
| 5. | NUVEM | 30. | NARIZ |
| 6. | PRISÃO | 31. | PÊRA |
| 7. | CARRO | 32. | MULHER |
| 8. | JORNAL | 33. | CHUVA |
| 9. | FOGÃO | 34. | ZEBRA |
| 10. | DOCE | 35. | GALHO |
| 11. | BRAÇO | 36. | ANEL |
| 12. | PASTEL | 37. | FLORES |
| 13. | RODAR | 38. | SOFÁ |
| 14. | RABO | 39. | UNHA |
| 15. | CAFÉ | 40. | VELHO |
| 16. | ÁGUA | 41. | CAMA |
| 17. | QUEIJO | 42. | GANHAR |
| 18. | LIMÃO | 43. | DEDO |
| 19. | CHAPÉU | 44. | LOJA |
| 20. | DEIXAR | 45. | BICHO |
| 21. | PLANTAR | 46. | MANHÃ |
| 22. | FACA | 47. | TELHA |
| 23. | VASO | 48. | ROUPA |
| 24. | VARRER | 49. | JOGO |
| 25. | PIRES | 50. | BIFE |
-