

## FENÔMENOS DE NASALIZAÇÃO VOCÁLICA EM PORTUGUÊS ESTUDO CINE-RADIOGRÁFICO

MIRIAN DA MATTA MACHADO  
Universidade Federal Fluminense

### INTRODUÇÃO

A primordial importância do método cine-radiográfico para o estudo do aspecto genético dos sons da fala, é, hoje, universalmente reconhecida, não somente pelos lingüistas, mas também por todos aqueles que se dedicam ao estudo da linguagem humana, nos seus mais variados aspectos: médicos neurologistas, otorrinos, foniatras; estomatologistas, dentistas; logopedistas e professores de canto, entre outros.

Pois a cine-radiografia permite determinar as posições articulatórias simultâneas de todos os órgãos da fala (da laringe até os lábios), vistos de perfil num momento dado da articulação. Assim, as diversas posições da cavidade faríngea, da epiglote, do osso hióide, do véu do palato, dos maxilares, da língua e dos lábios podem ser conjuntamente analisadas, e o papel de cada um desses órgãos na gênese dos sons da fala, cientificamente determinado.

Desse modo, a cine-radiografia abre novas perspectivas ao estudo de aspectos fisiológicos dos sons da linguagem, aspectos esses inacessíveis ao pesquisador até a presente data.

Ciente da precisão científica desse método, resolvemos aplicá-lo ao estudo das vogais nasais do português.

### I. METODOLOGIA

#### 1.1. - Filmagem

Os filmes cine-radiográficos utilizados na pesquisa que deu origem a este trabalho foram realizados, em fevereiro de 1978, no "Centre Médico-Chirurgical" de Strasbourg-Schillingheim, no departamento de hemodinâmica e de explorações cardiovasculares, dirigido pelo Dr. F.WOLFF, sob a orientação da foneticista Dra. P. SIMON, diretora do "Institut de Phonétique" da Universidade de Strasbourg.

O aparelho radiológico utilizado, de marca "Massiot Philips", compreende uma câmara de 35mm, da marca "Arriflex". A velocidade do desenrolar da câmara é

de 50 imagens por segundo, ou seja, uma imagem a cada 2 centessegundos. Cada filme mede 45,7 metros, dura 40 segundos e tem 2.000 imagens. Foram feitos 3 filmes com duração total de 2 minutos, o que representa cerca de 6.000 imagens das articulações.

Durante a realização da filmagem, o informante estava sentado numa cadeira especialmente adaptada, à 50cm do gerador de raio X e a 20cm do amplificador de brilho. (Fig. 1). Para que sua cabeça se mantivesse sempre na mesma posição ela foi imobilizada por um cranióstato de uso confortável, o que contribuiu para uma excelente qualidade das imagens dos nossos filmes. A fim de obter uma melhor visualização do contorno e dos movimentos dos lábios, um filtro à base de chumbo foi colocado ao nível dos mesmos. Um circuito fechado de televisão permitiu o controle das imagens, durante o funcionamento da câmara. Também foi realizada simultaneamente uma gravação sonora das frases proferidas, durante a filmagem.

Um sistema idealizado por G. BROCK (1978, pp. 221-232) permitiu, pela primeira vez, neste método de pesquisa fonética, a sincronização entre cada imagem do filme radiológico e o espectrograma do som correspondente. (Fig. 2 e 3). O funcionamento deste sistema, chamado **sincronizador**, pode ser resumidamente descrito, da seguinte maneira:

Sabe-se que a emissão dos raios X não se faz de um modo contínuo, mas por impulsos sincronizados, com a abertura do diafragma da câmara. Esses impulsos da câmara, que estão naturalmente em sincronia com as imagens do filme, foram modulados, por uma frequência de 7,5 KHZ, tratados pelo **sincronizador**, e registrados na segunda pista do gravador. (Fig. 2 e 4). O tratamento dado pelo **sincronizador** consiste na atenuação destes impulsos modulados. Esta atenuação estava em sincronia com o movimento de uma haste eletro-magnética, colocada no campo dos raios X, servindo de ponto de referência sobre o filme. Um botão colocado à frente do **sincronizador** permitiu o comando dos movimentos desta haste.

Este sistema de sincronização permite uma delimitação exata dos filmes radiológicos, afastando qualquer possibilidade de erro. Daí sua inestimável importância para as pesquisas fonéticas.

## 1.2. - Análise e delimitação dos filmes

A técnica da sincronização ajudou imensamente na análise e delimitação dos filmes. As frases foram delimitadas sobre filmes de 16mm, em positivo, obtidos a partir dos filmes de 35mm, em negativo. Consideramos como imagem 'O', de cada frase, a que correspondia à primeira saída da haste, após seu desaparecimento total. Todas as frases dos filmes foram delimitadas e numeradas com um lápis de cor, a partir da imagem 'O'. Delimitamos também as frases registradas nos oscilogramas obtidas a partir da gravação feita, quando da realização dos filmes. Em seguida, no interior de cada frase, cada saída da haste que correspondia a uma imagem sobre o filme, foi numerada de 'O' a 'X', sucessivamente, tanto no filme, como no oscilograma (Fig. 3).

Para a delimitação das articulações sobre os radiofilmes, seguimos as técnicas usadas, desde longa data no "Institut de Phonétique", da Universidade de Strasbourg (M. MATTA MACHADO, 1981 p. 174).

Para a reprodução das imagens usamos um projetor de filmes de 16mm, munido de um dispositivo manual que permitia não só parar o filme em determinada imagem, como também avançá-lo ou recuá-lo. Este projetor estava fixado a um suporte, que possibilitava a projeção vertical do filme. As imagens foram projetadas numa folha de papel branco, sobre a qual foram desenhados os croquis.

### 1.3. - As medidas

Para efetuar as medidas sobre os croquis obtidos, a partir das imagens dos filmes projetados, seguimos as instruções de P.LADEFOGED (1966, p. 90). Assim, traçamos eixos gravitando em torno de um ponto 'O', eixos esses que correspondem às diversas regiões do palato e da úvula e estabelecemos algumas medidas consideradas relevantes para a caracterização da articulação das vogais (Fig. 5 e 6). Sobre cada croqui obtido fizemos as seguintes medidas:

1. A distância vertical entre os lábios.
2. A projeção do lábio superior medida pela distância entre o eixo BO e o ponto mais avançado da projeção do lábio superior.
3. A projeção do lábio inferior, medida pela distância entre o eixo BO e o ponto mais avançado do lábio inferior.
4. A distância entre os incisivos superiores e inferiores (o ângulo dos maxilares).
5. A distância entre o ápice da língua e os incisivos inferiores.
6. A distância entre a língua e os alvéolos sobre o eixo de 57°.
7. A distância entre a língua e o palato duro sobre o eixo de 75°.
8. A distância entre a língua e o palato duro sobre o eixo de 90°.
9. A distância entre o dorso da língua e a região pré-velar, sobre o eixo de 100°.
10. A distância entre o dorso da língua e a região pós-velar, sobre o eixo de 115°.

11. A distância entre o dorso da língua e a úvula, sobre o eixo de 130°.
12. A distância entre a língua e a abóbada palatina no lugar do estreitamento máximo bucal.
13. A distância do ponto mais elevado da língua em relação ao eixo XY.
14. A distância do ponto mais elevado da língua em relação ao eixo BO.
15. O diâmetro do estreitamento máximo faríngeo.
16. O lugar do estreitamento máximo faríngeo, em relação ao eixo XY.
17. A extensão da oclusão rino-faríngea.
18. A distância entre o véu do palato e a parede rino-faríngea.
19. A distância entre o centro do osso hióide e o eixo BO.
20. A distância entre o centro do osso hióide e o eixo XOY.

Os croquis foram reduzidos a 1/3 do tamanho real, mas as medidas dadas correspondem às medidas naturais do informante. São designados por dois números separados por uma barra oblíqua: o primeiro representa o número da frase, e o segundo o da imagem da frase. Assim: 6/47 (frase número 6, imagem 47).

#### 1.4. - O *corpus*

O *corpus* utilizado para a realização dos radiofilmes consta de 93 frases, onde as vogais analisadas estão no mesmo contexto fonético e inseridas em frases do tipo: digo pampa, digo papa.

#### 1.5. - O informante

O informante, indicado pelas iniciais A.A., é carioca, de nível universitário e tinha 29 anos na época da realização dos filmes radiológicos.

## 2. ANÁLISE

### 2.1. - Comparação das vogais nasais entre elas.

Eis as médias das medidas obtidas para as vogais nasais [ ĩ ], [ ɛ̃ ], [ ɐ̃ ], [ õ̃ ] e [ ũ ]:

	1	2	3	4	5	8	11	12	13
[ĩ]:	11,1	76,4	69,5	3	3,6	7,7	6,7	6,3(72°)	62,4
[ɛ̃]:	14,2	77,4	69	6	6,7	12,3	5,3	11,9(81°)	56,5
[ɐ̃]:	11,6	76,8	68,8	5,7	17,3	18,4	4,6	16,7(104°)	50,5
[õ̃]:	5,7	81,9	77,3	8,2	35,4	25,4	2,9	17,9(107°)	45
[ũ]:	3,2	82,5	78,1	3,6	31,1	17	1,8	11,7(104°)	55,7
		14	15	16	18	19	20		
[ĩ]:		9,4(81°)	21,5	27,5	7,1	10,5	29,4		
[ɛ̃]:		6,7(85°)	14,8	19,8	7,6	10,1	25,7		
[ɐ̃]:		-6,8(93°)	10,9	17,7	8,4	10,3	32,4		
[õ̃]:		-15,4(110°)	4,5	15	7,3	10,8	27,4		
[ũ]:		-10(101°)	7,8	19,4	7,2	10	35,8		

QUADRO 1: Médias das medidas obtidas para as vogais [ ĩ ], [ ɛ̃ ], [ ɐ̃ ], [ õ̃ ] e [ ũ ]

Pelo exame do QUADRO acima, pode-se observar que para as vogais [ ĩ ] e [ ɛ̃ ] o lugar da maior abertura na cavidade bucal não corresponde ao lugar do ponto mais elevado da língua. O primeiro é sensivelmente mais anterior. Nossos resultados confirmam observações semelhantes feitas por M. GRAMMONT (1938 p.273 e G. STRAKA (1978 p.449) referentes a vogais anteriores francesas e alemães.

Quando se passa de [ ĩ ] a [ ɛ̃ ], o volume da cavidade bucal aumenta e o da cavidade faríngea diminui, havendo um recuo do lugar de articulação. Para a realização de [ ɐ̃ ], a língua estende-se sobre a superfície inferior da cavidade bucal, cujo volume aumenta consideravelmente; e recua seu dorso em direção à parede da faringe, onde se realiza a maior abertura no conduto vocal (fig. 7). Na passagem de [ ɐ̃ ] a [ ũ ], a língua não se eleva de uma maneira progressiva, retraindo-se em direção à parede da faringe, como sugere o triângulo de HELLWAG, repetido, até hoje, por lingüistas de todo mundo. Na realidade, de [ ɐ̃ ] a [ õ̃ ] há um abaixamento e um sensível recuo do dorso da língua em direção à parede da faringe, mas depois para a realização de [ ũ ], a língua eleva-se em relação a [ õ̃ ] e [ ɐ̃ ], ao mesmo tempo que avança em direção da região velar. Este movimento tem por consequência um afastamento do dorso da língua da parede da faringe, ficando este na posição intermediária entre [ õ̃ ] e [ ɐ̃ ] (Fig. 8). Assim, a progressão do recuo do dorso da língua em direção à parede da faringe é para

estas vogais: [ɐ ɪ ɔ̃] e não [ɐ̃ ɔ̃ ɪ]. A vogal [ɔ̃] é, pois, a mais posterior e mais baixa desta série; e [ɔ̃] e [ɪ], como [ɐ], apresentam a maior abertura do conduto vocal na faringe.

Estes fatos, que ainda não tinham sido assinalados para as vogais do português, não são características próprias desta língua. Como observa G. STRAKA (1978, p.450) são "de valeur universelle, et il ne peut pas être autrement: ils sont en effet imposés par l'anatomie du conduit vocal".

O exame do QUADRO 1 e da Fig. 8 mostram também que o lugar do ponto mais elevado da língua na cavidade bucal situa-se na região pós-palatal para [ɐ], velar para [ɪ] e pós-velar para [ɔ̃]. Entretanto, a Fig. 9, que representa as zonas de dispersão do lugar do ponto mais elevado da língua, mostra haver muitas interferências nas zonas de realização das vogais [ɪ] e [ɛ]; [ɛ] e [ɐ] de um lado; e [ɐ] e [ɪ]; [ɐ] e [ɔ̃], de outro. A partir desta constatação, pode-se supor que apenas o lugar do ponto mais elevado da língua na cavidade bucal, o que está na base dos critérios de classificação das vogais, quanto ao lugar de articulação e quanto ao grau de abertura, da fonética tradicional, não é suficiente para assegurar diferenças articulatórias entre essas vogais. Os diversos casos de interferências das zonas do ponto mais elevado da língua são muito constantes para que possam ser negligenciados e continuemos a atribuir a este critério um valor realmente significante.

Assim, o exame das relações entre as diferentes posições da línguas na cavidade bucal é deste ponto de vista muito ambíguo, pois elas não revelam neste caso uma atividade fisiológica específica e, conseqüentemente, uma configuração correta dos ressoadores que possam determinar, do ponto de vista acústico, valores estáveis e nitidamente diferenciáveis dos formantes. As constantes próprias à realização da fala devem apoiar-se em índices cujas características repetem-se de um exemplo a outro. Ora, no presente caso, as relações que se baseiam nas diferenças da altura da língua não são suficientemente diversificadas para terem um valor verdadeiramente opositivo. Estes fatos nos fazem pensar que outras variáveis articulatórias intervêm simultaneamente e de maneira específica na produção dessas vogais.

Nossas pesquisas nos levam a crer que o grau de abertura na cavidade faríngea tem papel importante para a distinção dessas vogais, pois de [ɔ̃] a [ɪ], o diâmetro desta cavidade segue uma progressão regular, em média de: 4,5mm [ɔ̃] > 7,8mm [ɪ] > 10,9mm [ɐ] > 14,8mm [ɛ] > 21mm [ɪ]. Essa progressão além de ser o fator articulatório que distingue as vogais palatais, - maior abertura do conduto vocal na região alvéolo-palatal-, das faríngeas, - maior abertura do conduto vocal na faringe -, parece suficiente para diferenciar [ɪ] de [ɛ]. Assim comprovamos, com esse exemplo do português, o que já foi observado para outras línguas, entre elas o francês (G. STRAKA, 1978, P.452), o búlgaro (D. TILVOK, 1970, p.144) e o coreano (H. MUN-HI, 1978, p.231): não se pode levar em consideração apenas as posições da língua na cavidade bucal, para a formação das vogais, pois a forma da cavidade faríngea que se acopla à cavidade bucal tem um papel determinante na composição dos timbres vocálicos.

*"Ce qui importe pour la formation des voyelles, c'est-à-dire la constitution des résonateurs donnant naissance aux formants vocaliques caractéristiques, n'est pas le point d'élévation maximale de la langue, mais le point où, plus exactement, la zone du dos de la langue qui se rapproche le plus de la voûte bucco-pharyngale, autrement dit l'endroit du plus grande rétrécissement du conduit vocal, et ces deux données ne correspondent pas nécessairement l'une à l'autre."* (G. STRAKA, 1978, pp.448-449)

No que se refere à posição dos lábios, a retração labial, que ocorre sempre no caso das vogais orais anteriores, é menos acentuada para as vogais nasais correspondentes; e a labialização, mais do que o diâmetro da faringe, é o fator distintivo entre as vogais [ a ] ~ [ ɔ ] e [ ɐ ] ~ [ õ ].

Quanto à abertura do ângulo dos maxilares, ela apresenta a seguinte progressão:  $\bar{i} < \bar{u} < \bar{ɐ} < \bar{õ}$ .

Em relação ao movimento do véu do palato, ele varia em função do grau de abertura da vogal, do contexto fônico e da posição que a vogal ocupa na sílaba. A passagem rino-faríngea apresenta a maior abertura para a vogal [ ɐ ] e a menor, para a vogal [  $\bar{i}$  ]. A ordem do abaixamento do véu do palato é a seguinte:  $\bar{i} < \bar{u} < \bar{õ} < \bar{ɐ} < \bar{ɐ}$ .

O segmento consonântico das vogais nasais, em posição interior da palavra ou do grupo fonético, diante de consoantes oclusivas, realiza-se em geral como uma nasal homorgânica da consoante subsequente. Porém, no caso das vogais faríngeas [ ɐ ] e [  $\bar{õ}$  ], ele pode realizar-se como uma nasal uvular. Entretanto, a ocorrência do segmento consonântico nestas posições não é obrigatória e, quando existente, apresenta uma curta duração e um fraco grau de nasalidade. As vogais nasais, em posição final absoluta diante de pausa, nem sempre apresentam segmentos consonânticos. Quando realizados, têm uma duração muito reduzida, tratando-se de uma nasal uvular, para as vogais faríngeas, e uma constrictiva, para as vogais palatais.

Em comparação com as vogais orais correspondentes, as vogais do português do Rio de Janeiro distinguem-se não somente pelo abaixamento do véu do palato, mas também pela redução da cavidade bucal; pelas transformações da cavidade faríngea, mais reduzida para as vogais palatais [  $\bar{i}$  ] e [  $\bar{ɛ}$  ] e a faríngea [  $\bar{õ}$  ], e mais larga para as vogais faríngeas [ ɐ ] e [  $\bar{u}$  ]; por uma breve contração da parede da faringe; por uma longa duração; e pela posição do osso hióide.

## CONCLUSÃO

Em função dos estudos feitos, podemos chegar a algumas conclusões sobre a nasalidade vocálica no português do Rio de Janeiro.

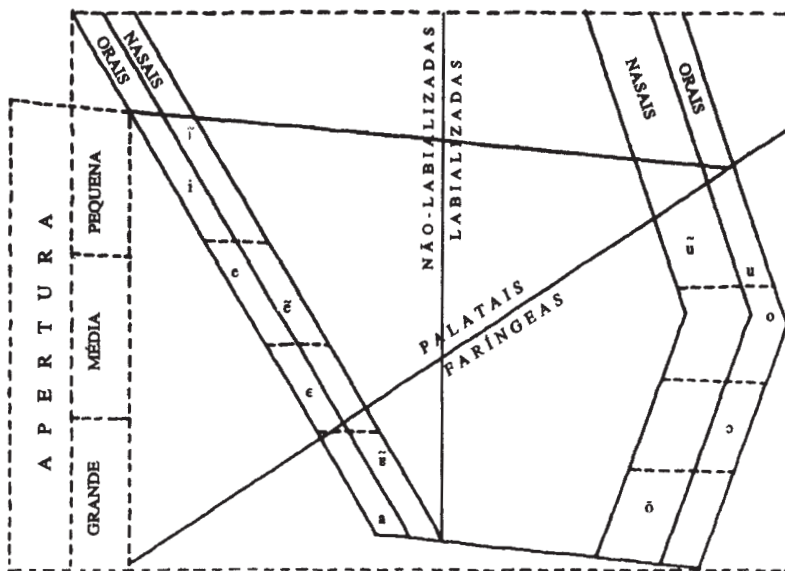
1º) As vogais nasais distingue-se das orais correspondentes pelos seguintes fatos articulatórios:

- Abaixamento do véu do palato, que adota uma posição curva, descontrainda.
- Redução da cavidade bucal.
- Redução da cavidade faríngea, para as vogais [ĩ], [ɛ̃] e [õ] e aumento desta cavidade para [ɐ̃] e [ũ].
- Contração da parede da faringe.
- Longa duração.

2º) A configuração da faringe tem um papel importante na articulação das vogais nasais.

3º) A labialização é fator determinante para a distinção articulatória entre [õ] e [ɔ̃].

Resumindo o que foi dito, apresentamos um modelo das relações articulatórias entre as unidades vocálicas do português do Rio de Janeiro, que leva em consideração o lugar do aperto máximo do conduto vocal, a abertura bucal, o movimentos do véu do palato e a posição dos lábios.



QUADRO 2



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BROCK, Gilbert.** Méthode de synchronisation graphique images-son pour l'exploitation des films radiologiques. **TIPS**, Strasbourg, 9:221-232, 1978.
- GRAMMONT, M.** Revue des Langues Romanes, 68:273, 1938.
- LADEFOGED, Peter.** New research techniques in experimental phonetics. **Study of sounds**, 12:84-101, 1966.
- MATTA MACHADO, Mirian Therezinha da.** Etude articulatoire et acoustique des voyelles nasales du portugais de Rio de Janeiro. **Analyses radiocinématographique, sonographique et oscillographique.** Tese de doutorado. Strasbourg. Universidade de Strasbourg. 1981.
- MUN-HI, Han.** Etude articulatoire et acoustique des voyelles du correen. Tese de doutorado. Strasbourg, 1978.
- TILKOV, Dimitar.** **Le vocalisme bulgare.** Paris, Librairie C. Klincksieck, 1970.
- STRAKA, Georges.** A propos du classement articulatoire des voyelles. In: **Festschrift für Otto von Essen.** **Hamburger Phonetische Beiträge.** Hambourg, 25:437-460, 1978.

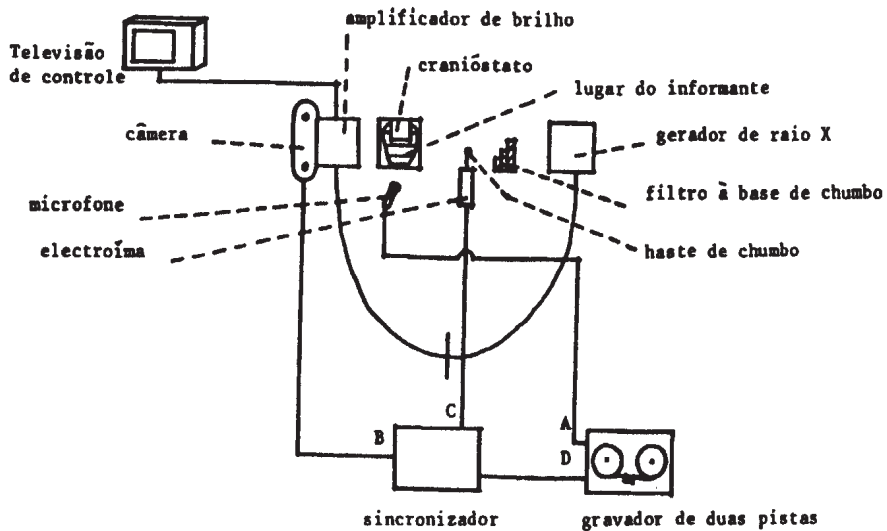


Fig. 1 - Sala de cine-radiografia

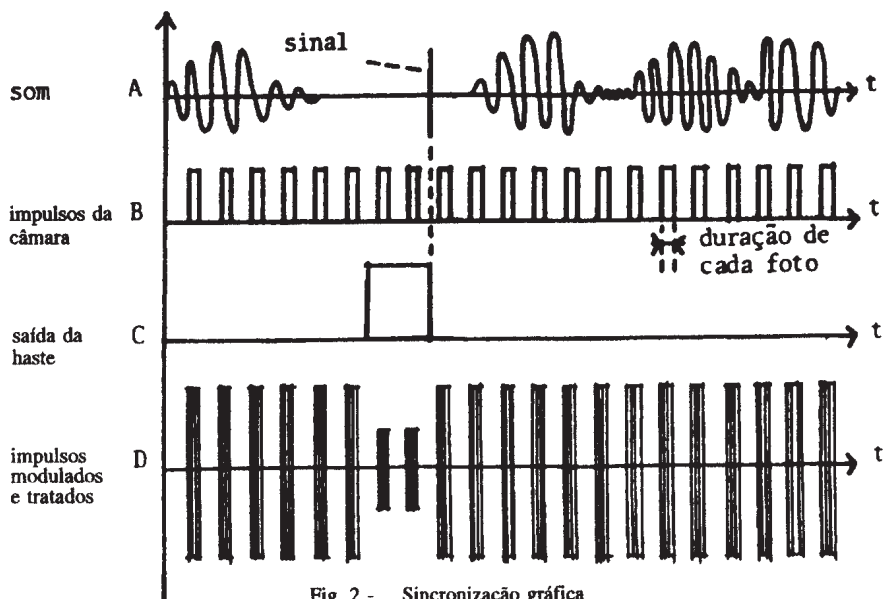


Fig. 2 - Sincronização gráfica  
Segundo G. BROCK (1978)

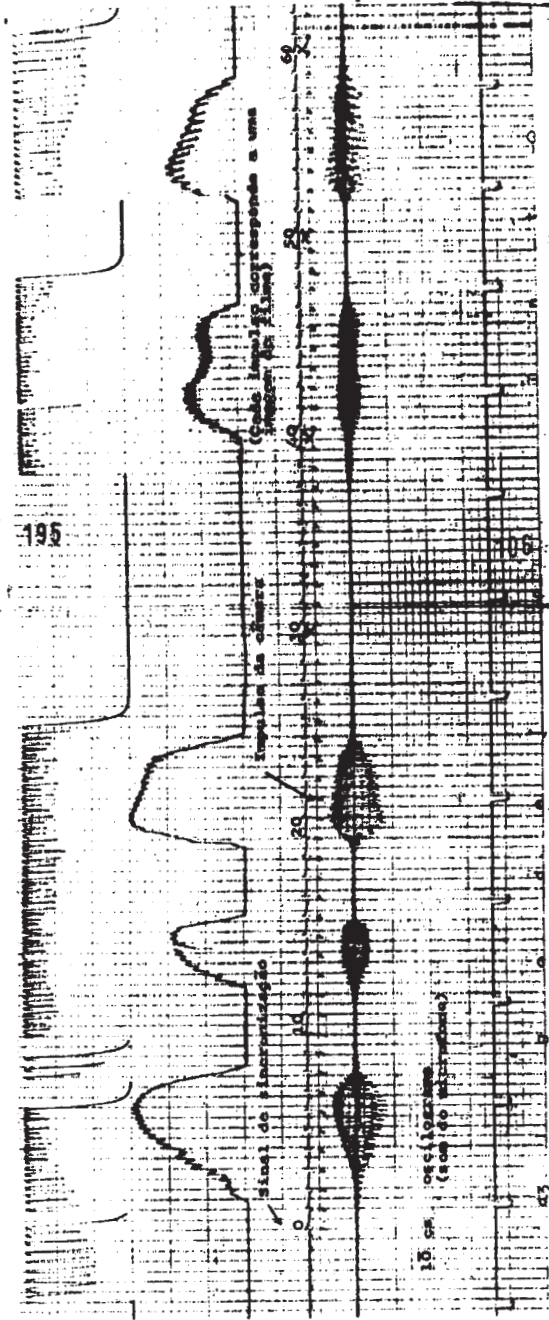


Fig. 3 Sincronização Gráfica

SAÍDA DA HASTE

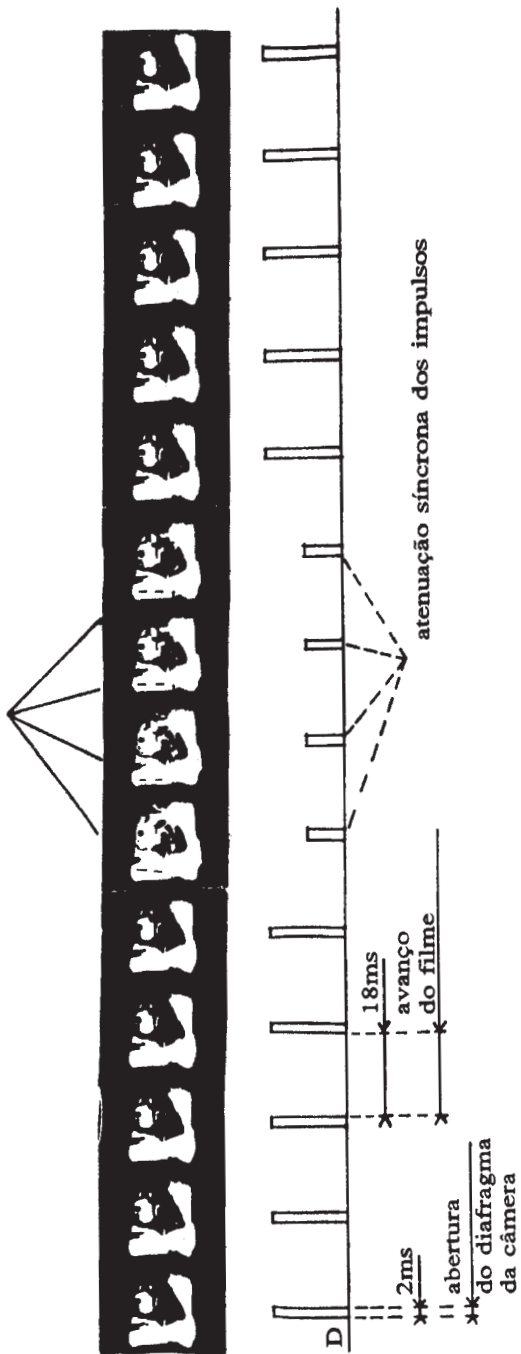


Fig. 4 - Sequência de radiofilme mostrando a saída da haste e a atenuação síncrona dos impulsos

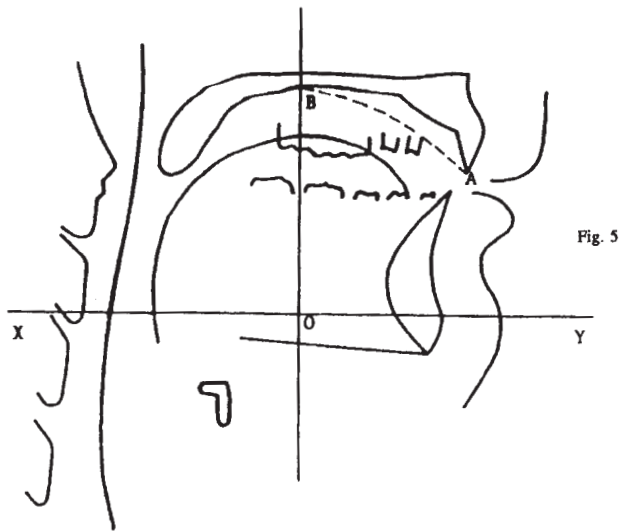


Fig. 5

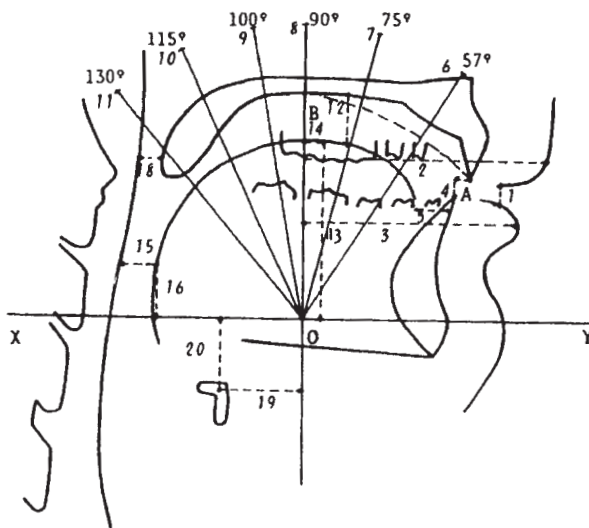


Fig. 6

Fig. 5 e 6 - Representação das medidas feitas sobre os croquis das imagens cine-radiográficas, do informante A.A.

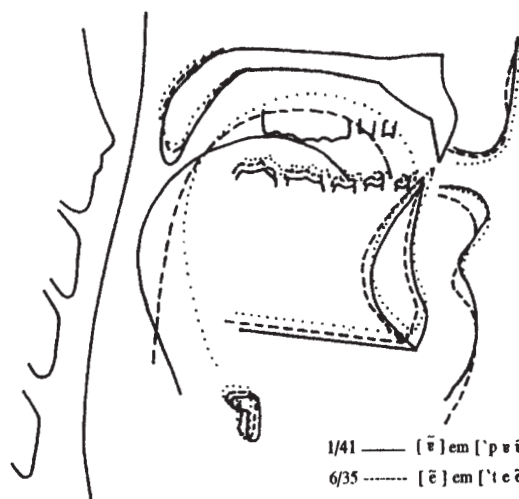


Fig. 7

- 1/41 — [ē] em [ˈpɛ̃<sup>m</sup>pɸ]  
 6/35 - - - [ē] em [ˈt̃ẽ<sup>m</sup>pɸ]  
 9/37 . . . [i] em [ˈp̃i<sup>m</sup>pɸ]

Informante A.A.

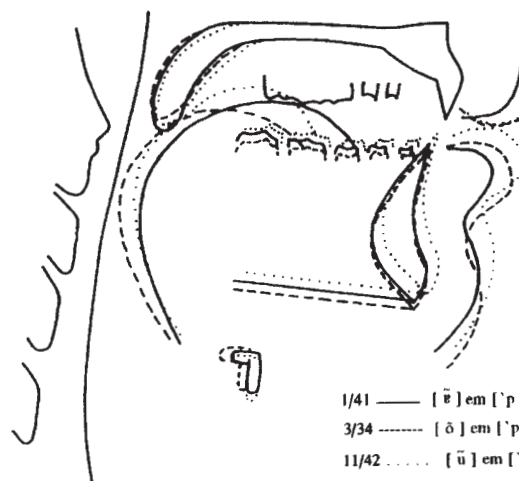
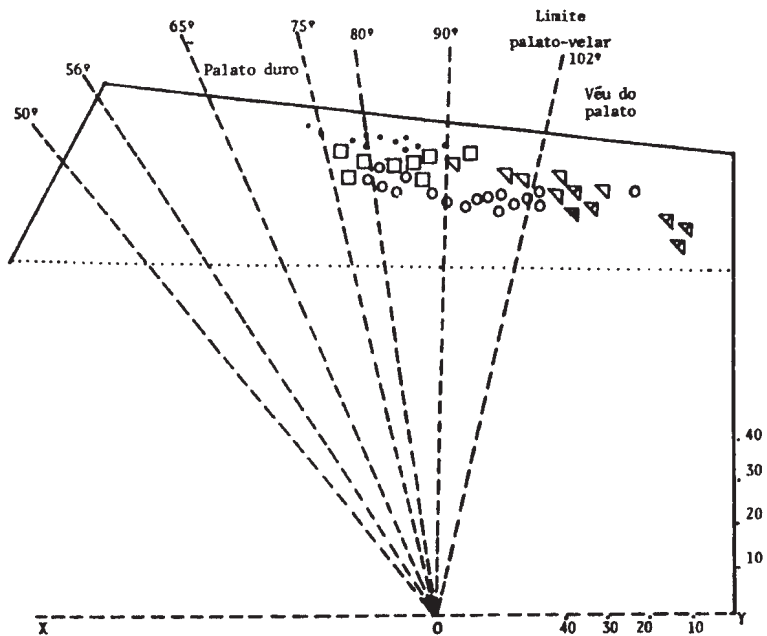


Fig. 8

- 1/41 — [ē] em [ˈpɛ̃<sup>m</sup>pɸ]  
 3/34 - - - [ō] em [ˈp̃õ<sup>m</sup>pɸ]  
 11/42 . . . [ū] em [ˈb̃ũ<sup>m</sup>bɸ]

Informante A.A.



- T
- s
- △ δ
- △ u

Fig. 9 - Representação esquemática das zonas de dispersão do lugar do ponto mais elevado da língua.