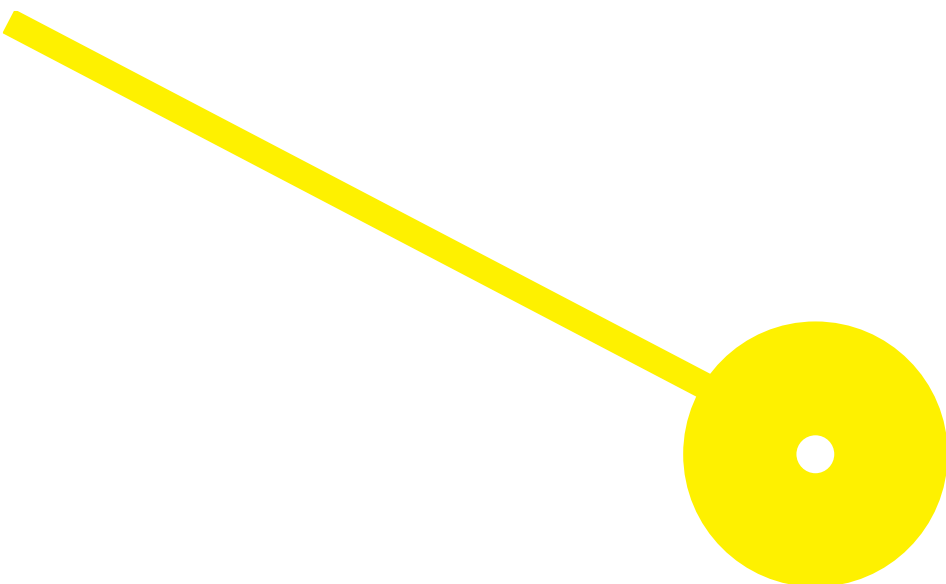




Caracterização do Evento Acústico em Ataques Ramificados (Oclusiva + Rótico) no Português Europeu

Liliana Sequeira Gomes

12/2020





**ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE**

**Caracterização do evento acústico em ataques ramificados (oclusiva + rótico) no
Português Europeu**

Autor

Liliana Sequeira Gomes

Orientador(es)

Professora Doutora Susana Rodrigues/ Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve
Professora Doutora Brígida Patrício/ Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto

**Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos
necessários à obtenção do grau de **Mestre em Terapia da Fala**
pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.**

Agradecimentos

O momento pelo qual tanto desejei chegou! Ao longo deste percurso, por vezes difícil, foram várias as pessoas que me apoiaram e encorajaram a levar este trabalho a bom porto. É momento de expressar a minha gratidão para com todos vocês que desempenharam um papel fulcral durante esta jornada, mesmo que por vezes de forma inconsciente.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer às minhas orientadoras, a Professora Doutora Susana Rodrigues e a Professora Doutora Brígida Patrício, que, para além de todo o acompanhamento e conhecimento, transmitiram-me o entusiasmo e, em alguns momentos, as palavras de alento que necessitava para continuar esta jornada. Sem dúvida, o término desta investigação era impossível sem a orientação de ambas.

À Professora Doutora Susana Rodrigues, gostaria de agradecer ainda o facto de, sem hesitar, ter respondido positivamente ao meu pedido de orientação e, acima de tudo, ter confiado em mim para a realização deste projeto. Não posso deixar de salientar a dedicação, de corpo e alma, que demonstrou durante este processo, os *emails* respondidos prontamente que permitiram o progresso e término deste trabalho de forma mais eficaz e, também, por me mostrar que sou capaz.

À Professora Doutora Brígida Patrício, que me acompanha deste a licenciatura e que, desde então, tem sido incansável, mostrando-se sempre disponível para me ajudar em várias vertentes, agradeço por ter respondido positivamente ao meu pedido de coorientação.

Quero ainda agradecer à Professora Doutora Susana Rodrigues, ao Professor Doutor Fernando Martins e ao Professor Doutor Luís Jesus por terem autorizado o tratamento de parte dos dados da base de dados usada no trabalho de Rodrigues (2015).

À Professora Doutora Susana Silva, pela preciosa ajuda que me deu no tratamento estatístico dos dados. Obrigada pela disponibilidade e generosidade.

Ao Professor Doutor Luís Jesus, que prontamente se disponibilizou para ajudar no tratamento estatístico dos dados. Obrigada pela disponibilidade e generosidade.

Não posso deixar de agradecer à minha família que é o meu pilar e é onde me apoio para superar as adversidades da vida. Aos meus pais, Francisco Gomes e Olinda Sequeira, que mantêm como prioridade apoiar incondicionalmente e proporcionar sempre as melhores condições possíveis para que as suas filhas alcancem tudo o que desejam. À minha irmã, Ana Rita Gomes, por me encorajar e encaminhar nos momentos mais difíceis, através da sua visão pragmática. À minha irmã, Iolanda Gomes, por, desde cedo, me apoiar e orientar para a

importância de me dedicar a algo que realmente me preencha, através dos seus conselhos sábios de irmã mais velha.

Por fim, quero agradecer ao meu namorado, Ricardo Fernandes, por toda a paciência, compreensão, carinho e apoio incondicional. Obrigada por estares sempre ao meu lado, por seres o meu porto seguro, por me enalteceres como ninguém, por me acalmares e motivares nos momentos mais difíceis e por cuidares sempre de mim.

Resumo

Com a presente investigação pretende-se caracterizar o evento acústico presente em ataque ramificado (oclusiva + rótico) no Português Europeu (PE).

Trata-se de uma investigação de carácter observacional-descritivo, de natureza quantitativa. Para a presente investigação recorreu-se a parte dos dados armazenados na base de dados utilizada no estudo de Rodrigues (2015). Os dados dizem respeito a produções de 10 adultos, sem patologia, falantes do PE (variante do sul do país). Foram analisadas 35 produções (5 repetições de 7 palavras diferentes), por participante.

Os resultados obtidos mostram o efeito significativo da vogal nuclear da sílaba na duração do evento acústico. Relativamente à qualidade do evento acústico verifica-se influência da vogal nuclear nos valores de frequência do evento acústico. No entanto, os resultados mostram uma tendência clara para a centralização dos valores de frequência deste evento. Quanto à realização fonética do rótico, verifica-se que esta não tem impacto nos valores de frequência do evento acústico e influencia significativamente a duração do evento acústico.

Este estudo contribui com dados empíricos acerca do evento acústico, importantes para a compreensão do fenómeno de aquisição de sons e melhor compreensão das perturbações dos sons da fala no que se refere a produções que impliquem ataques ramificados.

Palavras-chave: ataques ramificados, rótico, evento acústico, análise acústica.

Abstract

The present investigation intends to characterize the acoustic event present in a branched attack (occlusive + rotic) in European Portuguese (PE).

This is a quantitative observational-descriptive investigation. The data used was part of those in the database used by Rodrigues (2015). The data included productions of 10 EP Portuguese adults (variant of the south of the country) without pathology. In total, 35 productions were analyzed (5 repetitions of 7 different words), per participant.

The results obtained show the significant effect of the nuclear vowel of the syllable on the duration of the acoustic event. Regarding the quality of the acoustic event, there is an influence of the nuclear vowel on the frequency values of the acoustic event. However, the results show a clear trend towards centralizing the frequency values of this event. Regarding the phonetic performance of the rotic, it appears that it has no impact on the frequency values of the acoustic event and significantly influences the duration of the acoustic event.

This study contributes with empirical data about the acoustic event, which are important for understanding the phenomenon of sound acquisition and better understanding of the disturbances of speech sounds regarding productions that imply branched attacks.

Keywords: branched attacks, rotic, acoustic event, acoustic analysis.

Índice

Introdução	1
1. Caracterização da produção dos róticos	4
1.1. Caracterização articulatória dos róticos	4
1.2. Caracterização acústica dos róticos.....	6
1.3. Caracterização fonológica dos róticos.....	8
1.3.1 Caracterização dos ataques ramificados.....	11
1.3.2 Aquisição do ataque ramificado.....	14
1.4. Os róticos no Português Europeu.....	15
2. Caracterização do Evento Acústico em Ataques Ramificados	17
2.1 Evento acústico em ataques ramificados nas várias línguas do mundo	18
2.2 No Português Europeu	21
3. Métodos	22
3.1 Questões de investigação	22
3.2 Descrição da base de dados original	23
3.3 Caracterização da população e amostra	23
3.4 Propriedades do <i>corpus</i>	24
3.5 Procedimentos	24
3.6 Medidas acústicas para análise dos dados.....	25
3.6.1 Medidas de frequência.....	25
3.6.2 Medidas de duração.....	25
3.7 Tratamento estatístico dos dados	26
4. Resultados	27
4.1 Duração do evento acústico	27
4.2 Qualidade do evento acústico	28
4.2.1 Frequência de <i>F1</i> do evento acústico e da vogal nuclear da sílaba	28

4.2.2	Frequência de <i>F2</i> do evento acústico e da vogal nuclear da sílaba.....	34
4.2.3	Sumário dos resultados: qualidade do evento acústico.....	40
4.3	Influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico	41
4.3.1	Valores de frequência do evento acústico em função das realizações fonéticas do rótico	42
4.3.2	Valores de duração do evento acústico em função das realizações fonéticas do rótico	42
5.	Discussão.....	43
5.1	Duração do evento acústico	43
5.2	Qualidade do evento acústico	44
5.3	Influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico	47
5.4	Propostas de aplicação/contributo dos dados obtidos da presente investigação	48
6.	Conclusão.....	50
	Referências Bibliográficas.....	51
	Anexos.....	59
	Anexo 1 - Principais características dos estudos realizados no âmbito da análise do evento acústico.....	59

Índice de abreviaturas

A	Ataque
AFI	Alfabeto Fonético Internacional
C	Consoante
Cd	Coda
dur2	Duração do evento acústico
dur5	Duração da vogal nuclear da sílaba
EPG	Electropalatografia
Hz	Hertz
IPA	International Phonetic Alphabet
LATF	Laboratório de Audição e Terapia da Fala
ms	Milissegundos
Nu	Núcleo
PE	Português Europeu
PB	Português do Brasil
R	Rima
s	Segundos
SAMPA	Speech Assesment Methods Phonetic Alphabet
transFF	Ponto médio dos eventos acústicos
t3ff	Ponto médio das vogais nucleares da sílaba
V	Vogal

Índice de quadros

Quadro 1 – Símbolos fonéticos específicos para diferentes realizações das vibrantes e respectivas descrições fonéticas. Adaptado de <i>International Phonetic Association</i> (2020).....	5
Quadro 2 – Contextos onde /R/ pode ocorrer, na distribuição fonotática do Português. Adaptado de Cunha e Cintra (1997).....	9
Quadro 3 – Contextos onde /r/ pode ocorrer, na distribuição fonotática do Português. Adaptado de Cunha e Cintra (1997) e Freitas e Santos (2009).....	10
Quadro 4 – Classificação das vibrantes do Português Europeu. Retirado de Mateus, Falé e Freitas (2005, p. 193).....	11
Quadro 5 – Escala de Sonoridade Indexada para o Português. Adaptada de Vigário e Falé (1994).....	13
Quadro 6 – Estímulos selecionados.....	24
Quadro 7 – Comparação dos valores médios de frequência de <i>F1</i> das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de <i>F1</i> do evento acústico.....	30
Quadro 8 – Comparação dos valores médios de frequência de <i>F1</i> das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de <i>F1</i> do evento acústico, para informantes femininos.....	31
Quadro 9 – Comparação dos valores médios de frequência de <i>F1</i> das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de <i>F1</i> do evento acústico, para informantes masculinos.....	32
Quadro 10 – Comparação dos Valores médios de frequência de <i>F2</i> das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de <i>F2</i> do evento acústico.....	36
Quadro 11 – Comparação dos valores médios de frequência de <i>F2</i> das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de <i>F2</i> do evento acústico, para informantes femininos.....	37
Quadro 12 – Comparação dos valores médios de frequência de <i>F2</i> das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de <i>F2</i> do evento acústico, para informantes masculinos.....	38

Índice de figuras

Figura 1 – Estrutura interna da sílaba, de acordo com o modelo de Ataque–Rima. Retirado de Freitas e Santos (2009, p.23).....	11
Figura 2 – Representação da primeira sílaba da palavra prado num modelo Ataque–Rima. Retirado de Freitas e Santos (2009, p.35).....	12
Figura 3 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à duração do evento acústico, em função da vogal nuclear da sílaba.....	28
Figura 4 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de <i>F1</i> do evento acústico, em função da vogal nuclear da sílaba.....	28
Figura 5 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de <i>F1</i> das vogais nucleares da sílaba.....	29
Figura 6 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de <i>F1</i> para vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico.....	33
Figura 7 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de <i>F2</i> do evento acústico, em função da vogal nuclear da sílaba.....	34
Figura 8 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de <i>F2</i> das vogais nucleares da sílaba.....	35
Figura 9 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de <i>F2</i> para vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico.....	39
Figura 10 – Espaços vocálicos referentes aos informantes do sexo masculino (representados pelas elipses mais transparentes e no invólucro convexo (convex hull) com linhas de conexão tracejadas) e aos informantes do sexo femininos. Os espaços vocálicos são representados por um polígono (parte superior) e por um invólucro convexo (parte inferior). / i, e, E, a, O, o, u, @ / representam as vogais nos valores médios de <i>F1</i> e <i>F2</i> , em Hz.....	41
Figura 11 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à duração do evento acústico, em função da realização fonética do rótico (<i>Real1</i> – realizações com características de fricativa; <i>Real2</i> – realizações com características de aproximante; <i>Real3</i> – realizações canónicas).....	43

Introdução

Os róticos integram a classe das consoantes líquidas, mais concretamente das consoantes líquidas vibrantes (Cunha & Cintra, 1997). No que ao desenvolvimento e aquisição dos sons da fala diz respeito, as líquidas são, geralmente, de aquisição tardia, sendo dos últimos sons a serem adquiridos por parte dos falantes portugueses (Costa, 2010; Freitas, 1997; Mendes et al., 2013). Para além do domínio tardio das consoantes líquidas, é frequente encontrar nas produções de crianças com perturbações dos sons da fala esta classe de sons alterada. É ainda comum a utilização de diversos processos fonológicos envolvendo os sons desta classe, como a redução dos encontros consonânticos (Jesus et al., 2015; Lousada et al., 2013; Lousada et al., 2014; Mendes et al., 2013).

No que diz respeito ao padrão de aquisição dos ataques ramificados consoante + líquida no Português Europeu (PE), não existe consenso na literatura. Os resultados dos estudos de Amorim (2014) e de Mendes, Afonso, Lousada e Andrade (2013) mostram que os ataques ramificados consoante + lateral são adquiridos primeiro do que os ataques ramificados consoante + rótico (Cl » Cr). Mais recentemente, Ramalho e Freitas (2018) realizaram um estudo com 30 crianças sem patologia falantes do PE com o principal objetivo de contribuir com dados transversais sobre ataques ramificados em início de palavra no desenvolvimento típico de crianças com 3, 4 e 5 anos, em Portugal, onde concluíram que os ataques ramificados consoante + rótico são adquiridos primeiro do que os ataques ramificados consoante + lateral (Cr » Cl). No seguimento dos resultados obtidos, as autoras levantam a seguinte hipótese: o evento acústico que parece existir entre o segmento consonântico e o rótico, identificado no estudo de Rodrigues (2015) realizado com adultos sem patologia, falantes do PE, aparentemente poderá contribuir para um melhor processamento das consoantes por parte das crianças, motivando a aquisição mais precoce dos ataques ramificados consoante + rótico. No entanto, para este argumento ser válido, é importante compreender a natureza deste evento acústico.

De facto, no estudo de Rodrigues (2015) foi identificada a presença de um evento acústico entre a consoante oclusiva e o rótico, não tendo, no entanto, sido alvo de uma análise detalhada.

Porquê estudar o evento acústico nos ataques ramificados?

As alterações na produção dos sons da fala são uma das alterações de comunicação mais comuns na infância, sendo uma condição de alta prevalência em crianças com idade pré escolar (Law et al., 2000; Sugden et al., 2019; Wren et al., 2018; Wren et al., 2016). Desta forma, crianças com perturbação dos sons da fala constituem grande parte da casuística dos Terapeutas da Fala (Oliveira, Lousada, & Jesus, 2015; Wren et al., 2018) sendo que, para a avaliação e intervenção neste tipo de perturbação, o conhecimento detalhado do desenvolvimento fonético-fonológico assume grande importância.

Tal como já referido, do ponto de vista de aquisição e desenvolvimento dos sons da fala, existem vários estudos realizados para o PE que referem que as consoantes líquidas são as últimas a serem adquiridas pelas crianças (Amorim, 2014; Costa, 2010; Freitas, 1997; Mendes et al., 2013). A posição que o

fonema ocupa na sílaba também deve ser tida em conta quando se estuda o desenvolvimento e aquisição dos fonemas (Freitas, 1997; Vigário, Martins, & Frota, 2005). A criança começa por adquirir estruturas simples, como sílaba CV, e vai adquirindo progressivamente estruturas mais complexas (Amorim, 2014; Fikkert, 1994; Freitas, 1997).

No PE a sílaba constituída por um ataque simples ou não ramificado é a mais frequente. Pelo contrário, as sílabas constituídas por ataque complexo ou ramificado, composto por uma sequência de duas consoantes, são pouco frequentes, tendo uma frequência inferior a 5% (Amorim, 2014; Vigário & Falé, 1994; Vigário, Freitas & Frota, 2006). Os ataques ramificados mais comuns no PE são constituídos por oclusiva e líquida (94%), sendo mais comum a combinação de oclusiva surda com /r/ (69,4%) (Vigário & Falé, 1994).

Na literatura parece não existir um consenso acerca do padrão de aquisição dos ataques ramificados pelas crianças falantes do PE, uma vez que os estudos realizados para o PE nem sempre apresentam resultados concordantes no que diz respeito à sequência de aquisição dos ataques ramificados. Para justificar os resultados distintos levantam-se alguns argumentos relacionados essencialmente com as diferentes abordagens metodológicas adotadas em cada um dos estudos (Almeida, 2011; Amorim, 2014; Mendes et al., 2013; Ramalho & Freitas, 2018). Além destes argumentos, Ramalho e Freitas (2018) apresentam no seu estudo outro argumento que poderá justificar os resultados distintos, relacionado com a presença de um evento acústico presente nos ataques ramificados consoante + rótico. Quanto a este último argumento, não existem para o PE estudos que caracterizem de forma detalhada este evento acústico e que, desta forma, permitam validar, ou não, este argumento¹.

É nesta ótica que se considera pertinente a realização de um estudo para o PE que caracterize detalhadamente este evento acústico. A caracterização detalhada deste fenómeno irá contribuir para uma melhor compreensão do padrão de desenvolvimento e aquisição fonético-fonológico das crianças falantes do PE. Para além disto, e tendo em conta que o /r/ é dos últimos sons adquiridos e é um segmento que está, frequentemente, alterado nas produções das crianças com perturbações dos sons da fala (Costa, 2010; Freitas, 1997; Nishida, 2005), estudos sobre este evento são importantes para colaborar com a prática clínica e adequar as estratégias usadas ao longo da intervenção ao nível da produção do fonema /r/, nomeadamente, em ataque ramificado.

Porquê estudar a população adulta?

Para estudar o padrão de desenvolvimento da produção dos sons da fala torna-se importante analisar as produções da população adulta, uma vez que esta é o principal modelo para as crianças e é a partir das produções dos adultos que as crianças constroem o seu repertório fonético e fonológico (Dalston, 1975; Rodrigues, 2015). Segundo Dalston (1975), o estudo das alterações na produção dos sons da fala em crianças deve iniciar com a caracterização acústica desses fonemas na produção de adultos sem patologia.

¹ Na secção 2.2.1, serão apresentados mais detalhes acerca dos resultados e argumentos que poderão justificar as inconsistências acerca do padrão de aquisição dos ataques ramificados por parte das crianças falantes do PE.

No PE, o conhecimento acerca das produções dos adultos sem patologia é restrito, pelo que o estudo das propriedades acústicas dos vários segmentos inerentes à produção da população adulta e a construção de bases de dados são essenciais para o estudo e aplicação à vertente clínica (Rodrigues, 2015).

Porquê recorrer à análise acústica?

No que respeita à análise das amostras de fala, a análise acústica assume um papel fulcral e complementar ao trabalho do terapeuta da fala, pois através desta ferramenta é possível objetivar/quantificar dados, colmatando os limites da perceção do ser humano (Lousada, 2006; Rvachew, 2003; Shriberg & Lof, 1991). Tendo isto em conta, a utilização da análise acústica permitirá obter dados objetivos e mensuráveis que contribuirão para a caracterização da natureza do evento acústico presente entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico) e já identificado no trabalho de Rodrigues (2015) para o PE.

Quadro 1 – Símbolos fonéticos específicos para diferentes realizações das vibrantes e respetivas descrições fonéticas. Adaptado de *International Phonetic Association* (2020).

Símbolo AFI	Descrição Fonética
[r]	<i>Voiced alveolar trill</i>
[ɾ]	<i>Voiced alveolar tap or flap</i>
[ɹ]	<i>Voiced alveolar approximant</i>
[ɽ]	<i>Voiced retroflex tap or flap</i>
[ɻ]	<i>Voiced retroflex approximant</i>
[ʀ]	<i>Voiced uvular trill</i>
[ʁ]	<i>Voiced uvular approximant or fricative</i>
[ɻ̥]	<i>Voiced alveolar lateral flap</i>

Legenda: AFI – Alfabeto Fonético Internacional

Desta forma, os róticos formam um grupo heterogéneo do ponto de vista fonético, apresentando uma grande variedade quanto ao modo e ponto articulatório. Relativamente ao modo articulatório podem classificar-se como vibrante múltipla (*trill*), vibrante simples (*tap*), fricativas e aproximantes. Quanto ao ponto articulatório podem ser produzidos de forma dental, alveolar, retroflexa e uvular. O ponto de articulação mais comum é na zona dento-alveolar (Ladefoged & Maddieson, 1996).

A vibrante múltipla (*trill*), genericamente, é produzida através de vários ciclos de vibração do ápice da língua com a região dento-alveolar (vibrante múltipla alveolar – *apical trill*) ou múltiplos ciclos de vibração da região posterior da língua com a úvula ou faringe (vibrante múltipla uvular – *uvular trill*) (Ladefoged, 2005; Ladefoged & Maddieson, 1996). Esta vibrante é caracterizada pela existência de vários ciclos de vibração, sendo que a vibração se inicia quando os articuladores se posicionam numa distância suficientemente estreita para que, com a passagem do fluxo ideal de ar por essa abertura, exista uma diferença de pressão capaz de gerar um padrão repetitivo de fechamento e abertura do canal de fluxo (efeito *Bernoulli*). Portanto, a vibração da língua (ápice ou região posterior) é alcançada pelas condições aerodinâmicas, não havendo ação muscular que controle a vibração (Ladefoged & Maddieson, 1996; McGowan, 1992; Solé, 2002). Este processo assemelha-se ao processo de vibração das pregas vocais. Tendo em conta que os *trills* são mais facilmente produzidos se o articulador vibratório tiver uma massa diminuída, é mais comum a produção dos *trills* que envolvem o contacto do ápice da língua com a região dento-alveolar (Ladefoged & Maddieson, 1996).

A vibrante múltipla uvular está presente em algumas variantes conservadoras do Francês e Alemão, no entanto, falantes destas línguas usam frequentemente fricativas uvulares ou aproximantes.

Para falantes do Francês e do Alemão, Delattre (1971) mostrou que a vibrante múltipla é produzida, inicialmente, com o recuo da raiz da língua seguido da sua elevação em direção à úvula que também se desloca ligeiramente para a frente no sentido de favorecer a ocorrência da vibração.

A vibrante simples (*tap*), geralmente, é apical e é produzida através de um breve contacto entre os articuladores. Existe, portanto, apenas um movimento direto do ápice da língua para a região dento-alveolar. *Taps* são realizações comuns na África do Sul, em Liverpool (Inglaterra) e na Escócia (Ladefoged & Maddieson, 1996; Ogden, 2009).

A aproximante [ɹ] é produzida através da elevação do ápice da língua em direção à região alveolar numa restrição de aproximação, o palato mole eleva-se e as pregas vocais vibram (Ogden, 2009). Esta variante de rótico é a mais comum e é usada na maioria dos dialetos do Inglês Americano e também para o Inglês Britânico falado na região sul do país, Irlanda, América do Norte e na maior parte do Hemisfério Sul (Ladefoged & Johnson, 2011; Ladefoged & Maddieson, 1996; Ogden, 2009). Por sua vez, a aproximante uvular [ʁ] é produzida pelo posicionamento do corpo da língua próximo ao palato mole, frequentemente próximo à úvula (Webb, 2002). Este segmento uvular é comum no Alemão padrão, especialmente em posições não iniciais da palavra (Ladefoged & Maddieson, 1996).

No que diz respeito à fricativa, a diferença entre este segmento e a produção de uma aproximante está relacionada com o grau de constricção entre articuladores (Ladefoged, 1968). Na produção da fricativa alveolar [ɹ] é evidente uma maior proximidade entre os articuladores comparativamente à aproximante. A fricativa alveolar está presente em alguns dialetos Ingleses da África do Sul. Por outro lado, a fricativa uvular [ʁ] é produzida quando o corpo da língua entra, efetivamente, em contacto com a zona velar. Este segmento é comum no dialeto de Northumberland falado no noroeste da Inglaterra e do Inglês da Serra Leoa (Ladefoged & Maddieson, 1996).

Os aspetos articulatórios estão intimamente relacionados com os aspetos acústicos dos sons da fala (Kent, 1993; Kent & Read, 2002), pelo que as características articulatórias tradicionais dos sons da fala, manifestadas por meio de propriedades físicas, podem assumir padrões acústicos típicos (Raphael, Borden, & Harris, 2011; Roach, 2010). Na secção seguinte serão exploradas características acústicas inerentes à produção dos vários segmentos da classe dos róticos.

1.2. Caracterização acústica dos róticos

Relativamente às características acústicas da vibrante múltipla, Ladefoged e Maddieson (1996) mostram, no seu estudo, espetogramas de *apical trills* em Filandês e Russo e cada ciclo completo dura cerca de 50 ms. A frequência de vibração destes sons foi cerca de 20 Hz. No estudo de Lindau (1980), a taxa média de vibração para *apical trills* produzidos por um total de 25 falantes de vários idiomas foi de 25 Hz. Quanto à vibrante uvular pode ser produzida como fricativa uvular apresentando uma forma de onda irregular, estrutura dos formantes indefinida e diminuição da amplitude de onda relativamente aos segmentos adjacentes (Jesus & Shadle, 2005; Punnoose, 2010; Rennie & Martins, 2013; Rodrigues, 2015). É possível

delimitar a representação da produção desta fricativa através do último pulso regular da vogal antecedente e do primeiro pulso regular da vogal seguinte (Samczuk, 2004).

A vibrante simples alveolar (*tap*) é representada de forma descontínua no espectrograma, dado que, genericamente, apresenta um único contacto entre os articuladores. Esta descontinuidade é marcada pela presença de uma coluna vertical branca devido ao breve contacto entre os articuladores. Além disso, apresentam uma forma de onda irregular e, tendo em conta que as realizações de /r/ demonstram uma energia reduzida, verifica-se a diminuição da amplitude da forma de onda (Bradley & Willis, 2012; Punnoose, 2010; Silva, 1996; Willis & Bradley, 2008). Na análise espectrográfica, este segmento apresenta duração reduzida e uma intensidade diminuída relativamente aos segmentos vizinhos (Punnoose, 2010). Punnoose (2010) mostra que, grande parte das vezes, observam-se fracas realizações de /r/, denominando-as de *tap approximants*. Contrariamente ao *tap*, o *tap approximant* é caracterizado por uma continuidade espectral, forma de onda regular e maior amplitude do que o *tap* (embora ainda apresente menor amplitude do que as vogais (Bradley & Willis, 2012; Ladefoged, 2003; Lawson, Stuart-Smith, Scobbie, Yaeger-Dror, & Maclagan, 2011; Nishida, 2005; Punnoose, 2010; Rogers, 2006; Willis & Bradley, 2008).

Proctor (2009), num estudo realizado para o Espanhol, a partir da comparação dos espectrogramas da produção do *tap* e da oclusiva /d/, mostra que as mudanças na estrutura formântica, principalmente de *F2*, começam muito antes do período de encerramento do *tap*, pelo que a transição de *F2* é mais suave, quer da vogal precedente para o *tap*, quer deste para a vogal seguinte. Quanto às mudanças na estrutura dos formantes da oclusiva /d/ no mesmo contexto vocálico, o mesmo não se verifica, verificando-se uma transição de *F2* mais brusca (Proctor, 2009).

Considerando diversos estudos realizados em vários idiomas, como o Tâmil, o Espanhol, o Grego e o Catalão, a duração da vibrante simples varia entre 15 e 30ms (McDonough & Johnson, 1997; Navarro, 1918; Nicolaidis, 2001; Recasens, 1986). Segundo Baltazani & Nicolaidis (2013), a duração do *tap*, para o Grego, apresenta valores médios entre 11 e 57 ms, nos diferentes contextos. Quilis (1981), num estudo realizado para o Espanhol, mediu a duração média desse segmento em 20 ms. Catford (1977) refere que a duração de cada *tap* é superior à duração de cada ciclo do *trill*.

A vibrante múltipla e a vibrante simples são frequentemente comparadas na literatura (Bradley, 2001; Catford, 1977; Recasens, 1991; Recasens & Pallarès, 1999). Recasens e Pallarès (1999) compararam características acústicas e articulatórias dos segmentos /r/ e /r/ num estudo realizado para o Catalão e mostram que /r/ é mais posterior. Estudos realizados para várias línguas revelam que *F1* apresenta valores de frequência inversamente proporcionais à altura da língua e *F2* e *F3* têm valores de frequência mais altos para sons mais anteriores comparativamente a sons posteriores (Escudero et al., 2009; Recasens & Espinosa, 2007). De acordo com Fant (1960), os valores de frequência de *F2* dos róticos estão inversamente relacionados com o volume da cavidade oral posterior ao ponto de articulação e variam com o grau de constricção faríngea. Tendo em conta esta informação, o “trill” não pode ser encarado como uma mera sequência de “taps” (Bradley, 2001; Catford, 1977; Recasens, 1991; Recasens & Pallarès, 1999).

Para a aproximante [ɹ], de acordo com o estudo de Falgueras (2001) para as vibrantes do Espanhol, a aproximante é o segmento com menor duração em todos os contextos analisados (21 – 23 ms em ataque simples intervocálico; 26 ms em ataque ramificado e 32 ms em coda). Relativamente às características espectrais, as realizações de [ɹ] são marcadas pela redução de intensidade comparativamente aos segmentos vocálicos próximos. A sua produção é encarada como uma manifestação articulatória mais relaxada (Ladefoged & Maddieson, 1996). Existem vários autores que mencionam que o valor da frequência de $F3$ é significativamente baixo, aproximando-se de $F2$, sendo que esta é uma característica acústica proeminente na produção de /r/ do Inglês Americano (Dalston, 1975; Lehiste, 1964; O'Connor, Gerstman, Liberman, Delattre, & Cooper, 1957; Stevens, 1998). A estrutura fomântica é caracterizada por ser contínua durante o período de constrição do trato vocal e pela redução da amplitude de onda (Bradley & Willis, 2012).

No que diz respeito à fricativa alveolar, a maior proximidade existente entre os articuladores comparativamente à aproximante é refletida na queda de amplitude do sinal acústico e, ainda, na presença de fricção (Ladefoged & Maddieson, 1996).

1.3. Caracterização fonológica dos róticos

Apesar da heterogeneidade a nível fonético que caracteriza os róticos das línguas do mundo, salienta-se a sua homogeneidade a nível fonológico, principalmente no que se refere ao seu comportamento em termos dos padrões fonotáticos das línguas (Ladefoged & Maddieson, 1996; Proctor, 2009; Punnoose, 2010; Wiese, 2001, 2011)

Fonologicamente, os róticos tendem a comportar-se de forma semelhante, ocupando posições particulares na estrutura silábica de vários idiomas. Não é incomum serem as únicas consoantes permitidas como segundo elemento do ataque ramificado e como coda medial. Geralmente, nos idiomas com ataques ramificados, os róticos tendem a ocorrer próximo do núcleo da sílaba (Lindau, 1985). Frequentemente, as laterais e/ou nasais também partilham esta posição particular (Ladefoged & Maddieson, 1996).

Proctor (2009) refere algumas características importantes acerca do comportamento das líquidas:

"I. a capacity to facilitate clustering in onsets and codas

II. an affinity for the nucleus, observed in their distribution in clusters and ability to function as syllabic consonants

III. a degree of interchangeability within the class, manifest in allophony, neutralization and other phenomena" (Proctor, 2009, p.4).

Com base nas propriedades acústicas, Jakobson, Fant e Halle (1952) introduziram o conceito de *classe universal de traços distintivos*. Mais tarde, Chomsky & Halle (1968) apresentaram uma revisão desta proposta e criaram novos traços tendo em conta as propriedades articulatórias dos sons, pelo que os traços introduzidos relacionam-se com o modo e ponto articulatório. Segundo a proposta de Chomsky & Halle (1968) as líquidas são representadas pelas propriedades [+ consonântico] e [silábico], sendo que o valor

[silábico] varia de acordo com o seu comportamento fonológico, como margens ou núcleos de sílabas, sem serem consideradas verdadeiras vogais.

Clements (1985), para além das características articulatórias, considerou, também, o facto dos traços atuarem em conjunto na ativação dos processos fonológicos. De acordo com esta classificação, as líquidas são representadas pelas propriedades: [+ soantes], [+ aproximantes] e [- vocóides].

No caso específico dos róticos, as realizações fricativas desta classe de sons são claramente contínuas. Contudo, esta classificação não é tão clara nas produções que envolvem a vibração da língua e consequente interrupção momentânea à passagem do ar pela cavidade oral. Ainda assim, uma vez que não existe um bloqueio efetivo do fluxo de ar proveniente dos pulmões, confere-se a característica de [+ contínuo] a todas as produções de consoantes róticas (Chomsky & Halle, 1968).

Relativamente ao traço [soante], geralmente, os róticos são produzidos com um grau de constrição moderado, pelo que são considerados [+soantes]. No entanto, noutros idiomas (e.g. Checo) estes segmentos são produzidos com um elevado grau de constrição, o que faz com que sejam considerados como [- soantes] (Chomsky & Halle, 1968).

Para o Inglês, Chomsky & Halle (1968) referem que o rótico é [- anterior] e recorrem ao traço de lateralidade no processo de distinção entre [l] ([+ lateral]) e [ɭ] ([- lateral]).

No caso do Inglês Americano, segundo os resultados obtidos no estudo de Espy-Wilson (1992), [ɭ] pode ser classificado como [- silábico] e [- consonântico]. Relativamente ao ponto de articulação este segmento apresenta as seguintes propriedades: [- alto], [- recuado], [- anterior] e [+ retroflexo].

Na distribuição fonotática do Português, segundo Cunha e Cintra (1997) e Freitas e Santos (2009), verifica-se que os róticos podem ocorrer nos seguintes contextos (ver Quadros 2 e 3):

Quadro 2 – Contextos onde /R/ pode ocorrer, na distribuição fonotática do Português. Adaptado de Cunha e Cintra (1997).

Contextos de Ocorrência de /R/
Início de palavra: /'Rɔde/ – roda
Posição intervocálica: /'Ka <u>RU</u> / – carro

Quadro 3 – Contextos onde /r/ pode ocorrer, na distribuição fonotática do Português. Adaptado de Cunha e Cintra (1997) e Freitas e Santos (2009).

Contextos de Ocorrência de /r/
Coda medial ou final: /'barku/ – barco, /'dar/ – dar
Posição intervocálica: /'karu/ – caro
Depois de obstruinte, num ataque ramificado: /'frɛti/ – frente

Do ponto de vista fonológico, os dois róticos opõem-se apenas em posição intervocálica, /R/ não ocorre em final de palavra e /r/ não ocorre em início de palavra (Mateus & Andrade, 2000; Mateus, Falé & Freitas, 2005). Apenas o /r/ pode ocorrer em coda e como segundo elemento do ataque ramificado, devido ao grau elevado de sonoridade, semelhante ao das glides. O grau de sonoridade da sílaba aumenta do ataque para o núcleo e diminui do núcleo para a coda. Por outro lado, /R/ apresenta um grau reduzido de sonoridade, semelhante ao das obstruintes, o que favorece a ocorrência deste rótico em ataque de sílaba (Clements, 1990).

De acordo com Mateus, Falé e Freitas (2005), os traços relacionados com o modo de articulação das consoantes líquidas no PE são [+consonântico], uma vez que existe algum tipo de obstrução à passagem do ar pelo trato vocal, e [+soante], tendo em conta que existe a vibração espontânea das cordas vocais. Para além disto, são [+contínuas], visto que não existe uma oclusão no ponto de articulação do segmento. No que diz respeito ao ponto de articulação das vibrantes, a vibrante alveolar caracteriza-se como sendo [+anterior] e [+coronal]. A vibrante uvular caracteriza-se por [+recuada]. No quadro 4 observam-se quais as propriedades das vibrantes, sendo que, para a presente investigação, salientam-se as propriedades do *tap* /r/. Segundo os autores anteriormente mencionados os traços estão assinalados com [+] ou [-] caso o valor do traço esteja presente ou ausente, respetivamente.

Quadro 4 – Classificação das vibrantes do Português Europeu. Retirado de Mateus, Falé e Freitas (2005, p. 193).

traços/segmentos	r	R
Consonântico	+	+
Soante	+	+
Vozeado	+	+
Alto	-	+
Baixo	-	-
Recuado	-	+
Arredondado	-	-
Anterior	+	-
Coronal	+	-
Contínuo	+	+
Lateral	-	-
Nasal	-	-

1.3.1 Caracterização dos ataques ramificados

Os sons da fala são agrupados em constituintes silábicos hierarquicamente organizados. No PE existe um modelo de representação da sílaba designado de *Ataque-Rima*, conforme representado no diagrama em árvore seguidamente apresentado (ver figura 1) (Freitas & Santos, 2009; Mateus & Andrade, 2000).

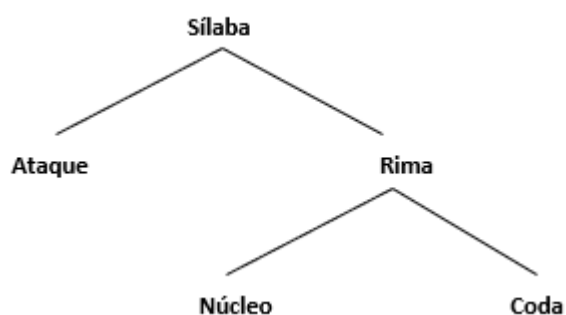


Figura 1 – Estrutura interna da sílaba, de acordo com o modelo de Ataque-Rima. Retirado de Freitas e Santos (2009, p.23).

De acordo com o modelo *Ataque-Rima* os constituintes silábicos apresentam, no máximo, duas posições internas: ataque (A) e rima (R). A rima ramifica em núcleo (Nu) e coda (Cd). Cada constituinte (A, R, Nu e Cd) pode ser *ramificado*, quando é preenchido por dois segmentos ou *não ramificado*, quando é preenchido por um segmento ou quando o constituinte se encontra vazio (Freitas & Santos, 2009; Mateus & Andrade, 2000).

Tendo em conta o objetivo da presente investigação, salienta-se o constituinte ataque que, no Português, é constituído por consoantes e pode surgir no início e no meio da palavra. À semelhança dos restantes constituintes, pode ser não ramificado ou ramificado. O ataque não ramificado pode ser simples, quando preenchido por um segmento, ou vazio, quando não tem um segmento. O Ataque ramificado é preenchido por dois segmentos (Freitas & Santos, 2009).

Em Português, o ataque da sílaba pode ser preenchido pela maioria das consoantes do inventário fonológico da língua, com a exceção das consoantes /ɲ/, /ʎ/ e /ç/ que não são admitidas em ataque no início de palavra, apenas em posição medial de palavra (Mateus & d'Andrade, 2000).

No PE é mais frequente a sílaba ser constituída por ataque simples ou não ramificado (Vigário & Falé, 1994; Vigário, Frota, & Martins, 2006). É, portanto, pouco comum a sílaba ser constituída por ataque complexo ou ramificado, ou seja, composto por uma sequência de duas consoantes (frequência de ocorrência inferior a 5%) (Vigário, Frota & Martins, 2006).

Para a presente investigação salienta-se a importância de explorar o ataque ramificado, uma vez que, como anteriormente mencionado, existem vários estudos que referem a presença de um evento acústico entre os segmentos consonânticos do ataque ramificado que ainda não foi alvo de uma caracterização detalhada para o PE. Segue-se um exemplo no qual está representado um ataque ramificado (ver figura 2).

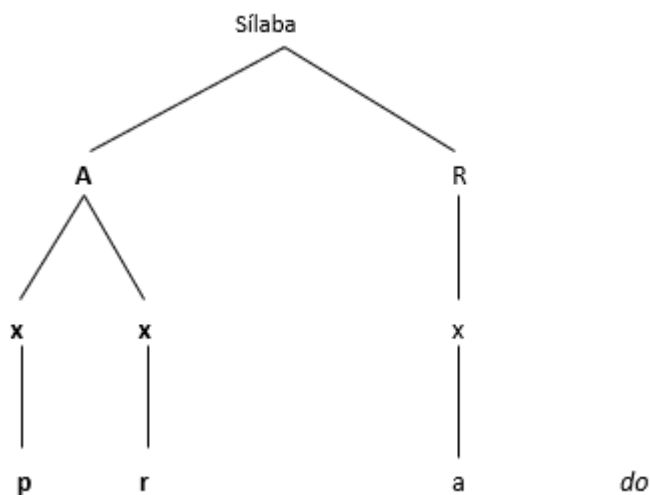


Figura 2 – Representação da primeira sílaba da palavra prado num modelo Ataque-Rima. Retirado de Freitas e Santos (2009, p.35).

Os ataques ramificados mais frequentes são constituídos por consoante oclusiva + consoante líquida (a vibrante /r/ ou a lateral /l/) (Freitas & Santos, 2009). Vigário e Falé (1994) fornecem informações acerca da frequência das diferentes combinações consonânticas dos ataques ramificados em PE em todas as posições da palavra, sendo que ataques ramificados oclusiva + líquida são os mais frequentes (94%) face aos ataques ramificados fricativa + líquida e, dentro do subtipo oclusiva + líquida, 69% são combinações de oclusiva + rótico.

Assim, os ataques ramificados, em Português, apenas apresentam a combinação obstruinte + líquida, respeitando o Princípio de Sonoridade (Selkirk, 1984). Segundo este princípio, os constituintes da sílaba apresentam um nível crescente de sonoridade do início até ao núcleo e decrescente deste até ao final.

No entanto, este princípio não é suficiente para justificar a estrutura silábica, uma vez que sequências com consoantes oclusiva e fricativa ou consoantes fricativa e nasal não são admitidas em Português, mesmo respeitando o Princípio de Sonoridade. Torna-se necessário especificar para cada língua o valor da diferença de sonoridade que os segmentos de uma mesma sílaba devem manter entre si, recorrendo, assim, à Condição de Dissemelhança. Estes valores devem ser especificados com base numa escala de sonoridade (Amorim, 2014).

No quadro 5 está representada a *Escala de Sonoridade Indexada para o Português* (Vigário & Falé, 1994).

Quadro 5 – Escala de Sonoridade Indexada para o Português. Adaptada de Vigário e Falé (1994).

Sons do PE	Valores de sonoridade
Oclusiva Desvozeada (/p/, /t/, /k/)	0.5
Oclusiva Vozeada (/b/, /d/, /g/)	1
Fricativa Não Coronal Desvozeada (/f/)	1.5
Fricativa Não Coronal Vozeada (/v/)	2
Fricativa Coronal Desvozeada (/s/, /ʃ/)	2.5
Fricativa Coronal Vozeada (/z/, /ʒ/)	3
Nasal (/m/, /n/, /ɲ/)	3.5
Líquida Lateral (/l/, /ʎ/)	5.5
Líquida Vibrante (/r/, /R/)	6
Vogal	10

Legenda: PE – Português Europeu

Com base nesta escala, Vigário e Falé (1994) referem que:

"Os segmentos adjacentes numa mesma sílaba têm de ter entre si uma diferença de sonoridade igual ou superior a 4 [...], sendo sempre preferível um valor superior e sendo sempre marcada (ou impossível) uma sequência com um valor inferior" (Vigário & Falé, 1994, p.474).

Embora esta proposta permita explicar a impossibilidade de sequências com oclusiva e fricativa, como por exemplo "pfV", ou fricativa e nasal, como por exemplo "vnV", não explica o motivo pelo qual só as líquidas anteriores podem preencher o segundo lugar de um ataque ramificado. Apesar das sequências como "pΔV" ou "vRV" respeitarem o valor da diferença de sonoridade entre os segmentos da sílaba, estas sequências não são possíveis em Português (Amorim, 2014).

No caso específico da classe dos róticos, em Português, o único rótico possível para preencher o segundo segmento do ataque ramificado é o /r/ (Freitas & Santos, 2009; Mateus & Andrade, 2000). Mateus e Andrade (2000) mostram as várias combinações possíveis de ataque ramificado nas várias posições de palavra, em Português. Depois da análise de todas as possibilidades, verifica-se que os ataques ramificados formados por obstruinte + rótico apresentam menos restrições do que as verificadas na combinação entre obstruinte + lateral. Todas as oclusivas (surdas e sonoras) podem combinar-se com o rótico /r/ tanto na posição inicial de palavra como na posição medial. No que diz respeito às fricativas, apenas são admitidas sequências com as fricativas não coronais (/fr/ ou /vr/ em posição inicial e medial de palavra).

1.3.2 Aquisição do ataque ramificado

Do ponto de vista de aquisição e desenvolvimento da produção dos sons da fala verifica-se que os ataques ramificados são, geralmente, mencionados como estruturas de aquisição tardia por parte das crianças (Amorim, 2014; Freitas, 1997; Lousada, 2012; Ramalho & Freitas, 2018). São vários os fatores que podem explicar essa aquisição tardia dos ataques ramificados: o domínio gradual dos gestos articulatórios na infância; as propriedades acústicas e articulatórias dos segmentos envolvidos (/l/ e /r/ como segunda consoante do ataque ramificado) e a complexidade estrutural das sílabas com ataques ramificados (Ramalho & Freitas, 2018).

Estudos realizados para o PE mostram que a epêntese é um processo fonológico relativamente frequente ao longo da aquisição dos ataques ramificados por parte das crianças, sendo que este é mencionado como um processo intermédio entre a redução do ataque ramificado e a produção plena do mesmo (Freitas, 1997; Freitas, 2003).

Como mencionado anteriormente, os estudos acerca do padrão de aquisição dos ataques ramificados pelas crianças falantes do PE parecem não ser consensuais. As inconsistências existentes nos estudos realizados para o PE acerca do padrão de aquisição dos ataques ramificados podem estar relacionadas com as diferentes metodologias adotadas em cada um dos estudos:

- O estudo de Ramalho e Freitas (2018) teve um menor número de participantes relativamente aos outros dois estudos (Amorim, 2014; Mendes et al., 2013);
- Os participantes apresentam diferentes dialetos regionais: no estudo de Mendes, Afonso, Lousada e Andrade (2013) participaram falantes de várias zonas de Portugal, em Amorim (2014) participaram crianças apenas da zona norte do país e Ramalho e Freitas (2018) recolheram dados apenas em Lisboa;
- Apresentam diferenças quanto ao número de palavras alvo: Amorim (2014) usou 2 palavras para avaliar a consoante /l/ e 12 para a consoante /r/, Mendes, Afonso, Lousada e Andrade (2013) usaram 3 palavras para avaliar a consoante /l/ e 15 para a consoante /r/ e Ramalho e Freitas (2018) usaram 8 palavras para avaliar a consoante /l/ e 26 para a consoante /r/;

- O nível de transcrição em Mendes, Afonso, Lousada e Andrade (2013) pode interferir na classificação das produções, pois as autoras consideraram as produções com epêntese de vogal, podendo existir uma percepção diferente da epêntese de vogal nos ataques ramificados com lateral e *tap*.

Estas e outras diferenças metodológicas podem contribuir para que alguns estudos mostrem que os ataques ramificados consoante + lateral são adquiridos primeiro do que os ataques ramificados consoante + rótico (Cl » Cr) (Amorim, 2014; Mendes et al., 2013) e outros verifiquem o oposto (Cr » Cl) (Almeida, 2011; Ramalho & Freitas, 2018). Já Ribas (2004) considera que não existe uma ordem de aquisição para o ataque ramificado, uma vez que a idade de estabilização do ataque ramificado com lateral ou com rótico é a mesma, por volta dos cinco anos.

Salienta-se também um argumento levantado no estudo de Ramalho e Freitas (2018), relacionado com a presença de um evento acústico que parece existir entre o segmento consonântico e o rótico, identificado no estudo de Rodrigues (2015) realizado com adultos sem patologia. Aparentemente, este argumento poderá ser explorado para explicar a aquisição Cr » Cl, uma vez que as crianças constroem o seu reportório fonético-fonológico com base nas produções dos adultos e a eventual ocorrência de um evento acústico, no *input*, entre os dois segmentos consonânticos, pode sugerir diferenças de processamento linguístico destes alvos².

1.4. Os róticos no Português Europeu

No PE existem dois segmentos que integram a classe dos róticos e, tal como acontece para as restantes línguas do mundo, no PE também é descrita a ocorrência de variação fonética que caracteriza os róticos.

Tradicionalmente, o inventário do PE apresenta duas consoantes vibrantes: a vibrante simples alveolar /ɾ/ (*tap* ou *flap*) e a vibrante múltipla uvular /R/ (*trill*) (Cunha & Cintra, 1997; Mateus & d'Andrade, 2000).

Existem, na literatura, algumas características espectrais que são comuns às diferentes realizações fonéticas encontradas para a vibrante alveolar. Vários autores referem que a redução de amplitude da forma de onda face aos segmentos adjacentes e a duração reduzida do segmento são características importantes para identificar a vibrante alveolar. Com a exceção da aproximante alveolar vozeada, a irregularidade da forma de onda também pode ser uma característica importante para identificar este segmento (Baltazani & Nicolaidis, 2013; Bradley & Willis, 2012; Falgueras, 2001; Ladefoged, 2003; Ladefoged & Maddieson, 1996; Nishida, 2005; Punnoose, 2010; Rogers, 2006; Willis & Bradley, 2008). Os resultados do estudo de Rodrigues (2015), realizado com 10 falantes do PE (zona sul do país), sobre a caracterização acústica das consoantes líquidas para o PE mostram, também, estas características como aspetos importantes para a identificação da vibrante alveolar.

² Apesar de existirem alguns estudos que identificam a presença do evento acústico entre os elementos consonânticos do ataque ramificado consoante + /l/, a percentagem de ocorrência deste evento neste contexto é muito baixa (Colantoni & Steele, 2004).

Apesar das consoantes róticas estarem classificadas como vibrantes para o PE, vários autores mostram que estes segmentos nem sempre apresentam características articulatórias concordantes com essa convenção (Jesus & Shadle, 2005; Mateus & Rodrigues, 2004; Rennie & Martins, 2013; Rodrigues, 2015).

Relativamente à produção da vibrante alveolar, no estudo de Rodrigues (2015), a percentagem de ocorrência foi maior para a fricativa alveolar vozeada [ɹ] (35%) e para a aproximante alveolar [ɹ̥] (25%), sendo que a percentagem de realizações canónicas da vibrante alveolar [r] foi reduzida (2%). Quanto à vibrante uvular /R/, as realizações fonéticas com maior percentagem de ocorrência são as fricativas uvulares (vozeada [ʀ] e não vozeada [ʀ̥]), com 46% cada realização. A vibrante uvular canónica [R] ocorre apenas em 8% das possibilidades. Os resultados relativos à vibrante uvular [R] não foram analisados do ponto de vista da estatística inferencial, uma vez que são referentes a um único participante (Rodrigues, 2015).

Para além disto, no estudo de Rodrigues (2015), são fornecidos dados acerca da duração e da frequência dos formantes das vibrantes. Relativamente à duração, a realização aproximante [ɹ̥] apresenta valores médios de duração de 20 ± 7 ms em ataque ramificado, de 25 ± 7 ms em ataque simples e de 26 ± 10 ms em coda. Já a vibrante uvular, para o único participante no estudo com realizações canónicas da vibrante uvular, a duração média é de 94 ± 10.5 ms. Quanto às frequências dos formantes, a autora refere que os valores diferem em função do contexto vocálico, pelo que apresenta no seu estudo os valores médios da frequência dos formantes da aproximante [ɹ̥] em diferentes contextos vocálicos.

Tendo em conta os resultados do estudo de Rodrigues (2015) anteriormente apresentados, apesar da dimensão e características da amostra não permitir a generalização dos resultados para a população, verifica-se que as realizações canónicas de /r/ e de /R/ não são as realizações fonéticas mais frequentes por parte dos falantes que integram a amostra.

Jesus & Shadle (2005) verificaram que algumas consoantes líquidas vibrantes /R, r/ do PE eram frequentemente realizadas como fricativas [ʀ, ʀ̥, ʀ̥̥]. Estes autores concluíram que, aparentemente, é comum no PE o fonema /r/ ser produzido como fricativa alveolar vozeada [ɹ] em posição final de palavra. Dois dos quatro participantes neste estudo produziram /R/, maioritariamente, como [ʀ] em posição inicial de palavra. A aproximante uvular [ʀ̥] foi utilizada raramente. À semelhança de Jesus & Shadle (2005), Cruz-Ferreira (1995) identifica as fricativas uvulares sonora [ʀ] e surda [ʀ̥] como variantes comuns no PE.

De acordo com os resultados apresentados no estudo de Delgado-Martins (2002) acerca de um informante falante do PE, verifica-se também a presença de fricção e ausência de vozeamento associados à produção do segmento [r], embora sem referência à sua frequência de ocorrência face à posição silábica ocupada. Segundo este mesmo estudo, o segmento [r] tem uma duração média de 26 ms.

No estudo de Rennie & Martins (2013) foram identificadas cinco realizações fonéticas diferentes para o /R/ do PE: a fricativa uvular vozeada [ʀ], a fricativa uvular surda [ʀ̥], a fricativa velar surda [x], a vibrante alveolar [r], e a vibrante uvular [R]. A fricativa uvular vozeada [ʀ] é a variante com maior percentagem de ocorrência (76%) (Rennie & Martins, 2013). Mateus & D'Andrade (2000) também apresentam resultados concordantes com a predominância de [ʀ] em Lisboa.

Outro estudo de carácter articulatorio realizado por Teixeira et al., (2012) acerca dos aspetos dinâmicos da produção dos sons do PE revela que o segmento /r/ é realizado com uma única breve constricção e que /R/ é frequentemente produzido como fricativa uvular, existindo, portanto, apenas uma aproximação entre os articuladores e não um contacto efetivo. No entanto, existem também realizações compatíveis com uma vibrante múltipla alveolar [r].

2. Caracterização do Evento Acústico em Ataques Ramificados

A ocorrência de um evento acústico entre a oclusiva e a vibrante alveolar, em ataque ramificado, já reportada anteriormente, será explorada com maior detalhe nesta secção da dissertação.

Analisando a literatura consultada acerca dos róticos em ataque ramificado e/ou coda, verifica-se que existem vários estudos que referem a presença de um evento acústico entre os segmentos consonânticos, para línguas como o Português do Brasil (PB) (Clemente & Nishida, 2007; Nishida, 2005; Silva, Clemente & Nishida, 2006; Silva, 1996), o Espanhol (Falgueras, 2001; Quillis, 1999; Ramírez, 2006; Schmeiser, 2009a), o Catalão (Recasens & Espinosa, 2007), o Inglês Americano (Gick & Wilson, 2001, 2006; Riera, Romero, & Parrell, 2009), o Búlgaro (Jetchev, 1995), o Húngaro (Vago & Gósy, 2007), o Romeno (C. Savu, 2012) e o Grego (Baltazani, 2005, 2009; Nicolaidis & Baltazani, 2011, 2014). No anexo 1 é apresentado um quadro síntese com as principais variáveis, metodologias e resultados apresentados em vários estudos acerca do evento acústico (Colantoni & Steele, 2004; Nicolaidis & Baltazani, 2014; Nishida, 2005; Quillis, 1999; Ramírez, 2006; Recasens & Espinosa, 2007; Rodrigues, 2015; Silva et al., 2006; Silva, 1996)

Este evento recebe diferentes designações que parecem variar de língua para língua e/ou consoante os autores. Algumas das designações mais frequentemente encontradas são “vogal epentética” (Colantoni & Steele, 2004; Ramírez, 2006), “vogal intrusiva” (Bradley & Schmeiser, 2003; Schmeiser, 2009a, 2009b), “elemento vocálico” (Clemente & Nishida, 2007; Nishida, 2005; Recasens & Espinosa, 2007; Savu, 2012; Silva et al., 2006), “elemento esvarabático” (Falgueras, 2001; Jetchev, 1995; Quillis, 1999), “excrecente *schwa*” (Gick & Wilson, 2001, 2006), “*schwa-like element*” (Riera et al., 2009), “*vowel-like transition*” (Baltazani, 2005, 2009), “vocóide” (Nicolaidis & Baltazani, 2014) ou “elemento vocálico de transição” (Riera & Romero, 2013).

A natureza acústica deste evento difere de língua para língua, o que gera diferentes interpretações. Existem estudos que referem que o evento acústico que surge entre os dois elementos consonânticos do ataque ramificado apresenta características fonéticas idênticas às de uma vogal neutra, geralmente designada por *schwa*. Esta hipótese é apresentada para o Búlgaro (Jetchev, 1995), para o Inglês Americano (Riera, Romero & Parrell, 2009) e para o PB (Clemente & Nishida, 2007). Outros estudos referem que este evento apresenta características espectrais semelhantes às da vogal nuclear da sílaba. Este pressuposto é referido para o Espanhol (Quillis, 1999) e para PB (Nishida, 2005; Silva, Clemente & Nishida, 2006; Silva, 1996). Existe ainda outra hipótese alternativa que refere este evento como sendo parte integrante do rótico

e não o reflexo da vogal nuclear ou do *schwa*. Esta hipótese é apresentada para o Grego (Baltazani & Nicolaidis, 2013; Baltazani, 2005, 2009) e para o Espanhol (Falgueras, 2001).

2.1 Evento acústico em ataques ramificados nas várias línguas do mundo

Para o Espanhol, Quillis (1999), no *Tratado de fonética y fonología españolas*, refere a existência de um *elemento esvarabático* (termo usado pelo autor) entre a consoante e o *tap* em grupos consonânticos. Recorrendo apenas à análise visual dos espectrogramas, os autores propõem que a estrutura formântica deste elemento parece seguir a estrutura formântica da vogal nuclear.

Colantoni e Steele (2004), num estudo realizado com 10 falantes do Francês e 11 falantes do Espanhol, analisaram as realizações fonéticas das sequências obstruinte + lateral por oposição a obstruinte + rótico. Os resultados mostram que, para as duas línguas, a percentagem de ocorrência da vogal epentética (*epenthetic vowel* – termo usado pelos autores) quando o segundo elemento da sequência é a lateral /l/ foi inferior a 2%. Já a ocorrência de vogal epentética foi variável para a sequência obstruinte + rótico. De acordo com este mesmo estudo, para o Francês, língua em que o rótico é realizado como fricativa, a percentagem de ocorrência de vogal epentética foi inferior comparativamente à percentagem obtida para o Espanhol, língua em que o rótico é realizado como *tap*. Perante estes dados, parece existir interferência da realização fonética do rótico na ocorrência do evento acústico, denominado, pelos autores, de “vogal epentética”. Para além disto, salienta-se outra distinção: para o Francês a vogal epentética ocorre maioritariamente em sequências com obstruinte vozeada e róticos (5.6% para /p, t, k/ + /r/ versus 89.9% para /b, d, g/ + /r/) enquanto para o Espanhol a inserção da vogal epentética ocorre quer a obstruinte seja vozeada ou não vozeada (superior aos 90% para /p, t, k/ + /r/ e /b, d, g/ + /r/).

Tendo em conta os resultados do estudo de Colantoni & Steele (2004), obtidos através de análise acústica, verifica-se que, aparentemente, a ocorrência da vogal epentética correlaciona-se com as propriedades fonéticas partilhadas pela obstruinte e pela líquida. Os autores referem que esta estratégia é uma forma de distanciar, do ponto de vista articulatorio, os dois segmentos consonânticos do ataque ramificado. Desta forma, colocaram a hipótese de que, quanto maiores forem as semelhanças entre obstruinte e líquida (em termos de ponto e modo de articulação e vozeamento), maior será a ocorrência da vogal epentética (para as duas línguas) (Colantoni & Steele, 2004). Além disto, Colantoni e Steele (2004), apesar do objetivo do estudo não ser analisar a qualidade da vogal epentética, mediram as frequências dos formantes desta e realizaram testes estatísticos que revelaram que a qualidade da vogal epentética é afetada pelas vogais nucleares da sílaba.

No estudo realizado por Ramírez (2006), com cinco adultos falantes do Espanhol, são analisadas as características acústicas do evento acústico. Neste estudo, o evento acústico também é identificado como vogal epentética. Depois de serem realizados testes estatísticos para comparar os valores da frequência dos formantes da vogal epentética com os valores da frequência da vogal nuclear da sílaba, concluiu-se que não existiam diferenças estatisticamente significativas. Os resultados obtidos por Ramírez

(2006) sugerem, por isso, existir semelhanças entre o evento acústico identificado e a vogal nuclear. No entanto, após a representação gráfica do triângulo vocálico das vogais /a/, /i/ e /u/ e das vogais epentéticas, verifica-se que as vogais epentéticas surgem na área central do triângulo vocálico de Espanhol, aproximando-se do *schwa*, embora tendam ligeiramente em direção à vogal nuclear da sílaba. Segundo o autor, esta pequena tendência pode ser o suficiente para atribuir as propriedades da vogal nuclear à vogal epentética. Ainda assim, o autor refere que existe a possibilidade da vogal epentética ser semelhante a uma vogal neutra - *schwa*. De acordo com Ramírez (2006), é necessária uma análise formântica mais aprofundada para determinar, exatamente, a natureza da vogal epentética. Para além disto, os resultados deste estudo mostram que a vogal epentética existente nos grupos formados por consoante + líquida em Espanhol tem uma duração de aproximadamente um terço da vogal nuclear (*epenthetic vowel* - 26.98ms; *full vowel* - 85.61ms).

Recasens e Espinosa (2007) apresentam dados eletropalatográficos e acústicos dos róticos para o Catalão. Os resultados mostram que a duração da vogal epentética (termo usado pelos autores) é maior quando a oclusiva é vozeada (40-43 ms versus 25-35 ms).

Outros estudos mostram que a duração do evento acústico é superior à duração do rótico, para todos os contextos vocálicos (Nicolaidis & Baltazani, 2014; Savu, 2013).

Nicolaidis e Baltazani (2014), num estudo com cinco falantes do Grego, recolheram dados articulatorios através de Eletropalatografia (EPG) e recorreram à análise acústica de palavras que contivessem a sequência /VrCV/. Neste estudo, apresentam valores de duração para o evento acústico que variam de 30 a 37 milissegundos e de 22 a 28 milissegundos para o rótico. Nicolaidis e Baltazani (2014) comparam os valores da frequência dos pontos médios dos dois primeiros formantes do evento acústico e da vogal nuclear anterior (V1). Os resultados mostram que os valores dos formantes do evento acústico são semelhantes aos da vogal nuclear (V1), mas têm uma tendência clara para se centralizarem, pelo que este evento é encarado como sendo parte integrante do rótico e não como reflexo do *schaw* ou da vogal nuclear (Baltazani & Nicolaidis, 2013; Nicolaidis & Baltazani, 2014).

Savu (2013), num estudo para a língua romena, realizado com cinco participantes, mediu a duração do evento acústico nos contextos /#rV/, /CrV/, /VrC/ e /VrV/. Este estudo apresenta valores médios de duração para o evento acústico de 31ms em /VrC/ e 30.3ms em /CrV/ e valores médios de duração para o rótico de 26.9ms em /rC/ e 24ms em /Cr/.

Silva (1996), na sua investigação acerca das líquidas do PB identifica a existência de um evento acústico em ataques ramificados e em codas finais, pelo que o *tap* ocorre sempre entre eventos de natureza vocálica. Através da análise visual do sinal acústico indica uma possível semelhança entre a estrutura formântica do evento à esquerda do *tap* em ataque ramificado e a estrutura formântica da vogal nuclear da sílaba. Refere que a única diferença que parece haver entre o evento acústico e a vogal nuclear é a duração, sendo o evento muito mais breve. No entanto, neste estudo não são apresentadas conclusões a respeito da natureza da estrutura formântica do evento acústico tanto do *tap* em ataque ramificado como do *tap* em coda.

Carvalho (2004), num estudo comparativo das vibrantes do PB com as do Espanhol Colombiano, mostra que ambas as línguas apresentam um evento acústico de natureza vocálica à esquerda do *tap* em ataque ramificado, identificando uma aparente semelhança entre o evento vocálico e a vogal nuclear da sílaba. Este estudo afirma que o evento identificado corresponde a uma vogal epentética. No entanto, baseia-se apenas numa análise visual do sinal acústico, sem recorrer aos valores de frequência dos formantes do evento acústico e da vogal nuclear, o que impossibilita identificar categoricamente qual é a qualidade desse segmento.

Os dois últimos estudos mencionados (Carvalho, 2004; Silva, 1996) concordam que, no caso do PB, existem semelhanças entre o evento acústico e a vogal nuclear do grupo consonântico. Ambos recorreram apenas a uma análise visual, pelo que é necessário investigar a natureza do evento acústico através de uma análise quantitativa para comprovar que, de facto, este evento partilha a mesma natureza da vogal nuclear (Silva, Clemente & Nishida, 2006).

Silva, Clemente e Nishida (2006) num estudo realizado para o PB com dois informantes, após recorrerem à análise acústica com o intuito de averiguar o comportamento do evento acústico em coda e em ataque ramificado, concluíram que este evento apresenta comportamentos distintos de acordo com a posição silábica. De facto, em ataque ramificado, parece existir influência da qualidade da vogal nuclear na produção do evento acústico, pelo que a estrutura formântica deste evento é semelhante à da vogal nuclear da sílaba. No entanto, em coda, o evento acústico assemelha-se a uma vogal neutra centralizada.

Relativamente à duração do evento acústico, nos estudos de Silva (1996) e Silva, Clemente e Nishida (2006), realizados para o PB, conclui-se que este evento vocálico tem uma menor duração quando comparado com a vogal nuclear da sílaba que contém o ataque ramificado, variando de 10 a 20 milissegundos e de 16 a 24 milissegundos, respetivamente.

Outro estudo, realizado por Nishida (2005), para o PB, descreve o fenómeno acústico que é produzido nos grupos com o *tap*. Neste estudo, realizado com dois informantes, foram recolhidas e submetidas à análise acústica cinco repetições de 37 palavras da língua (dissílabas, com acentuação grave), com a sílaba tónica composta por oclusivas e a fricativa [f], uma vez que apenas estas consoantes ocorrem em posição tónica no PB. Além disto, também foram alternadas as 7 vogais orais do PB. Nishida (2005) extraiu as medidas de $F1$, $F2$ e $F3$ das vogais nucleares dos grupos e dos eventos acústicos nos seus pontos médios, para, através da comparação dos resultados, determinar a natureza acústica do evento. Através da comparação destas medidas, verifica-se que, nos grupos compostos por oclusivas, os eventos acústicos comportam-se da mesma forma que o triângulo vocálico das 7 vogais do PB. Desta forma, os resultados deste estudo mostram que o evento acústico produzido em grupos do PB compostos por “oclusiva + /r/ + vogal” não é uma vogal neutra do tipo *schwa*. Este estudo conclui que a estrutura dos formantes dos eventos acústicos presentes nos grupos consonânticos compostos por oclusivas é condicionada pela estrutura formântica da vogal nuclear do grupo. Desta forma, levanta a hipótese de que o *tap*, nos grupos consonânticos do PB, “entrecorta” a vogal nuclear e, por esta razão, o evento acústico apresenta a mesma estrutura formântica que a vogal nuclear.

Os estudos realizados para o PB anteriormente abordados não são concordantes com estudos realizados para outros idiomas, como é o caso do Búlgaro (Jetchev, 1995). Jetchev (1995) identifica, para o Búlgaro, a presença de um evento acústico entre os elementos consonânticos dos grupos, com uma estrutura formântica muito semelhante à de uma vogal reduzida, denominada de *schwa*, no entanto não faz uma análise detalhada da natureza formântica deste segmento.

Efetivamente, este evento acústico apresenta diferentes interpretações de acordo com a sua natureza acústica, que parece variar de língua para língua e, em alguns casos, também em função dos diferentes autores. De modo geral, e sintetizando a informação apresentada anteriormente, os autores defendem uma das seguintes hipóteses:

- O evento acústico tem características espectrais semelhantes às da vogal nuclear (para o Espanhol – Quillis, 1999; para o PB – Nishida, 2005; Silva, 1996);
- O evento acústico apresenta características de uma vogal neutra do tipo *schwa* (para o Búlgaro – Jetchev, 1995; para o Inglês Americano – Riera et al., 2009);
- O evento acústico é parte integrante do rótico (para o Grego – Baltazani & Nicolaidis, 2013; para o Espanhol – Falgueras, 2001).

2.2 No Português Europeu

Para o PE, são escassos os estudos sobre a existência de um evento acústico em ataques ramificados.

Rodrigues (2015), num estudo realizado com 10 adultos sem patologia, falantes do PE, identificou, de facto, a presença de um eventual evento acústico que existe entre o segmento consonântico e o rótico. A autora identificou este fenómeno como transição entre segmentos, durante a fase de segmentação e anotação dos resultados, com base na análise visual do espectrograma e da forma de onda. Os resultados deste estudo mostram que:

“Quando a vibrante ocorre em ataque ramificado é possível definir com maior certeza a transição de *F2* para /r/, contrariamente ao descrito para a lateral alveolar na mesma posição silábica. Considerou-se como transição o elemento que surge entre a oclusiva e a vibrante, cuja configuração dos formantes se aproxima à de uma vogal, distinguindo-se pela sua menor duração face à vogal nuclear.” (Rodrigues, 2015, p. 152).

Esta interpretação acerca do evento acústico é semelhante à apresentada nos trabalhos de (Baltazani, 2005, 2009) para o Grego, e de Riera & Romero (2013) para o Inglês Americano, ainda que a única sustentação seja feita com base na análise visual. No entanto, a natureza acústica deste evento não foi alvo de análise estatística no estudo de Rodrigues (2015) e não se conhecem outras descrições deste tipo para o PE. Desta forma, é importante estudar a natureza acústica do evento observado entre os dois segmentos do ataque ramificado no PE e explorar outras interpretações possíveis relativamente ao mesmo.

3. Métodos

Neste capítulo, o método e os procedimentos utilizados no presente trabalho são descritos detalhadamente.

Inicialmente são enunciadas as questões de investigação que norteiam este estudo (secção 3.1.) e na secção 3.2., prossegue-se com descrição da base de dados original. A caracterização da população e amostra, as propriedades do *corpus*, a recolha e análise dos dados e as medidas acústicas para a análise dos dados encontram-se, respetivamente, nas secções 3.3., 3.4., 3.5. e 3.6.. Na última secção do capítulo (secção 3.7.) são descritos os procedimentos utilizados na análise estatísticas dos resultados.

3.1 Questões de investigação

Tendo em conta a revisão da literatura realizada, o principal objetivo desta investigação é o de contribuir com dados empíricos para a caracterização do evento acústico presente nos ataques ramificados entre a consoante e o rótico, no PE. Neste sentido, surge como principal Questão de Partida (QP):

QP: Quais as características acústicas do evento acústico entre os dois segmentos do ataque ramificado (oclusiva + rótico) para o PE?

No sentido de responder à QP, delinearam-se as seguintes Questões de Investigação (QI):

Tema 1: Duração do evento acústico

QI1.1: Qual a duração do evento acústico presente entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico)?

QI1.2: Existe influência da vogal nuclear da sílaba na duração do evento acústico presente entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico)?

Tema 2: Qualidade do evento acústico

QI2.1: O evento acústico que ocorre entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico) tem propriedades idênticas às apresentadas pela vogal nuclear da sílaba?

QI2.2: O evento acústico que ocorre entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico) partilha propriedades fonéticas com uma vogal neutra do tipo schwa?

Tema 3: Influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico

QI3.1: Existe influência da realização fonética do rótico na frequência dos três primeiros formantes do evento acústico presente entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico)?

Q13.2: Existe influência da realização fonética do rótico na duração do evento acústico presente entre as consoantes do ataque ramificado (oclusiva + rótico)?

Esta investigação é de carácter observacional–descritivo, na qual as variáveis são observadas e descritas de forma a perceber como estas se comportam sem intervenção do investigador (Carmo & Ferreira, 1998; Hochman, Nahas, Filho, & Ferreira, 2005). Os dados foram recolhidos num único momento, assumindo assim o estudo um carácter transversal (Haddad, 2004). A natureza do estudo é quantitativa (Almeida & Freire, 2000).

Para a realização deste estudo, recorreu-se à base de dados utilizada por Rodrigues (2015), tendo sido para isso selecionados apenas os dados referentes aos estímulos que contêm o rótico /r/ em ataque ramificado.

3.2 Descrição da base de dados original

A base de dados original foi construída para estudar as características das consoantes líquidas do PE, a partir de 55 estímulos diferentes produzidos por 10 indivíduos. Cada um dos estímulos foi produzido cinco vezes por cada participante, pelo que, no total, foram gravadas e armazenadas 275 produções de cada participante (5 repetições de 55 palavras diferentes), o que leva a que a base de dados tenha, na sua totalidade, 2750 produções.

Esta base de dados inclui, para cada uma das produções, medidas de frequência dos formantes ($F1$, $F2$, $F3$ e $F4$) e de duração das consoantes líquidas, medidas do declive e duração das transições dos formantes e medidas de frequência e duração da vogal nuclear da sílaba que contém a consoante líquida em análise.

3.3 Caracterização da população e amostra

Os dados que integram a base de dados dizem respeito a produções de 10 adultos, com idades compreendidas entre os 20 e os 38 anos de idade, sem patologia, falantes do PE (variante do sul do país) recolhidas no Laboratório de Audição e Terapia da Fala, da Universidade do Algarve. Trata-se, portanto, de uma amostra por conveniência.

Foram incluídos na amostra os participantes que cumpriram os seguintes critérios de inclusão: ser falante monolíngue do PE, variante do sul do país; sem historial de alterações de fala e/ou linguagem; sem alterações auditivas (resultado do audiograma realizado previamente); sem acompanhamento prévio em Terapia da Fala; ausência de alterações orofaciais que possam influenciar a produção articulatória (avaliação informal da motricidade orofacial); ausência de alterações de articulação verbal com base na avaliação informal efetuada *à priori*; sem formação na área de Fonética e/ou Terapia da Fala e sem conhecimento prévio do alvo de análise; assinar o termo de consentimento informado, autorizando a participação no estudo.

3.4 Propriedades do *corpus*

O instrumento utilizado para a recolha da totalidade dos dados armazenados na base de dados é composto por 55 palavras diferentes, produzidas a partir de uma frase suporte “diga a palavra_____ por favor”. Estão incluídos estímulos trissilábicos, cuja sílaba medial de palavra integra uma das 4 líquidas do português europeu, nas posições de ataque simples, ataque ramificado e coda, respeitando a distribuição fonotática da língua, combinadas com 7 vogais orais do PE, na posição tónica (Rodrigues, 2015).

Para a realização da presente investigação foram selecionadas apenas as produções com o rótico em ataque ramificado (oclusiva /p/ + rótico). Deste modo, no total, foram analisadas 35 produções (5 repetições de 7 palavras diferentes), por participante. No quadro 6 encontram-se registadas as palavras que integram o *corpus* correspondente às produções selecionadas para o presente estudo.

Quadro 6 – Estímulos selecionados.

Rótico	Vogais orais	Ataque ramificado
/r/	/i/	Capricho
	/u/	Aprumo
	/e/	Apreço
	/o/	Cuproso
	/ɛ/	Impresso
	/a/	Soprado
	/ɔ/	Comprova

3.5 Procedimentos

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Antes do início da recolha de dados, foi facultado o termo de consentimento informado relativamente à investigação a realizar, assim como foi solicitado um compromisso escrito quanto à disponibilização e aceitação de participação (Rodrigues, 2015). Para o uso de parte dos dados da base de dados, solicitou-se a autorização aos autores da mesma.

A recolha dos dados decorreu no Laboratório de Audição e Terapia da Fala (LATF) da Universidade do Algarve, numa cabine com isolamento sonoro de 63.2 dB na oitava de 2000 Hz entre o exterior e o interior da cabine de gravação. Para a realização das gravações, o participante permaneceu de pé, em frente a um microfone DPA Microphones, 4006-TL Omni Microphone, P48 (localizado a cerca de 30 cm de distância dos lábios do participante), conectado a uma interface áudio (TASCAM US-800) e a um computador de secretária, no exterior da cabine. O sinal acústico foi gravado a 16 bits e com uma frequência de amostragem de 44 100 Hz, com o programa Audacity 2.0 (Rodrigues, 2015).

Os estímulos foram organizados de forma aleatória, em cinco listas distintas criadas a partir do *MS Excel 2010* e posteriormente apresentadas em *MS Power Point 2010*, uma frase em cada *slide* de modo a evitar uma leitura com “efeito de lista”. Cada frase permanecia 6 segundos no monitor (Rodrigues, 2015).

Antes de se iniciarem as gravações, foi solicitado aos informantes que lessem as frases o mais naturalmente possível. Foram ainda informados que a autora do estudo poderia interromper sempre que falassem de forma enfática ou demasiado rápido ou ainda em situações de hesitações ou esquecimento da leitura de alguma frase. Entre cada uma das 5 repetições, procedeu-se a uma pequena pausa para descanso do informante (Rodrigues, 2015).

As gravações foram guardadas em ficheiros do tipo WAV, num formato não comprimido, correspondentes a cada uma das repetições solicitadas foram organizados em ficheiros individuais e identificados da seguinte forma: utilizando duas iniciais no nome do participante e numeração sequencial (por exemplo: LP001.wav, LP002.wav, LP003.wav,...LP275.wav) (Rodrigues, 2015).

A segmentação e anotação do sinal acústico foi feita manualmente através da utilização do software *Praat 5.3.11* (Boersma, 2001), obedecendo aos critérios apresentados em Rodrigues (2015), para a segmentação do sinal.

Foram definidos três níveis de anotação no *Praat 5.3.30* (Boersma, 2001): *word*; *phones*; *transitions*. O primeiro inclui a representação ortográfica da palavra alvo e no segundo nível estão representadas as realizações fonéticas das consoantes líquidas e segmentos adjacentes, utilizando o alfabeto SAMPA (Wells, 1997). No terceiro nível, está identificada a transição do segundo formante entre cada segmento (Rodrigues, 2015).

3.6 Medidas acústicas para análise dos dados

3.6.1 Medidas de frequência

Para este estudo foram selecionadas as seguintes medidas de frequência:

- Frequência dos formantes $F1$, $F2$ e $F3$ (em Hz), extraída no ponto médio do evento acústico em ataque ramificado (transFF);
- Frequência dos formantes $F1$ e $F2$ (em Hz), extraída no ponto médio da vogal nuclear da sílaba que contém o rótico (t3FF).

Os valores das frequências dos formantes foram extraídos no ponto médio utilizando a seguinte função do *Praat 6.0.47*: To Formant (burg)... 0.015 5500 0.025 50; [Time step(s), Max. Number of formants, Maximum formant (Hz), Window length(s), Preemphasis form (Hz)] – split Levinson algorithm.

3.6.2 Medidas de duração

Relativamente às medidas de duração consideraram-se as seguintes:

- Duração (em ms) do evento acústico em ataque ramificado (dur2);
- Duração (em ms) da vogal nuclear da sílaba (dur5).

3.7 Tratamento estatístico dos dados

As análises estatísticas foram feitas com base em modelos de efeitos mistos, implementados na função lmer do pacote lme4 (Bates et al., 2014) para o *software R* (R Core Team, 2019). As variáveis *item*, *participante* e *repetição* foram incluídas como fatores aleatórios. Os fatores fixos variaram conforme o nível de análise.

Para análise dos efeitos da vogal nuclear (fator fixo com sete níveis) na duração do evento acústico (secção 4.1), determinou-se o efeito principal da vogal nuclear por comparação do modelo ativo (vogal nuclear como efeito fixo) com o modelo nulo (apenas fatores aleatórios). A verificação do efeito foi seguida por comparações entre níveis da vogal nuclear. Um processo semelhante foi aplicado aos efeitos da realização do rótico (fator fixo com três níveis) na frequência e duração do evento acústico (secção 4.3). Para a frequência dos formantes ($F1$, $F2$ e $F3$), foram realizadas três análises (uma por formante) e uma para a duração. Tal como na situação anterior, efeitos principais significativos foram seguidos por comparações entre níveis do fator fixo.

Para a análise das características do evento acústico ($F1$ e $F2$, secção 4.2), realizaram-se duas abordagens complementares. Na primeira, compararam-se os valores de $F1$ e $F2$ (separadamente) para cada vogal nuclear vs. evento acústico (fator fixo com oito níveis: sete vogais mais evento acústico independente do contexto vocálico). O foco esteve nas diferenças entre evento acústico e cada uma das vogais nucleares, tendo em vista um teste de centralidade do evento acústico. Numa abordagem complementar, fez-se a comparação dos valores de $F1$ e $F2$ para cada vogal nuclear vs. evento acústico em função do contexto vocálico. Como fatores fixos inclui-se o tipo de evento (vogal vs. evento acústico, dois níveis) e o tipo de vogal nuclear/contexto vocálico (sete níveis). Mediante interações significativas, comparou-se a vogal nuclear com evento acústico por contexto vocálico. Esta análise complementar permitiu avaliar como a qualidade do evento acústico varia com o contexto vocálico, refinando a avaliação da centralidade do evento acústico. Em ambas as abordagens, realizaram-se reanálises em função do sexo do informante. Embora, inicialmente, a análise estatística por sexo não estivesse planeada e este aspeto não esteja contemplado nas questões de investigação, existem estudos que referem diferenças significativas nos valores médios de frequência de $F1$ e $F2$ entre homens e mulheres. Estas diferenças são naturalmente compreendidas pelas diferenças existentes no comprimento do trato vocal entre sexos (Escudero et al., 2009). Desta forma, considerou-se pertinente a realização de testes estatísticos considerando a variável sexo.

A normalização da frequência dos formantes das vogais, gráficos do espaço vocálico e cálculos de área foram realizados com phonR 1.0.7 (McCloy, 2016) para R versão 4.0.0 rodando no RStudio versão 1.3.959. As elipses usadas nas representações do espaço vocálico foram calculadas usando o phonR 1.0.7 pacote, com base na covariância das produções e um nível de confiança de 68% correspondente a ± 1 desvio padrão do contorno de densidade normal estimado a partir dos dados.

4. Resultados

Neste capítulo serão apresentados os resultados recorrendo a uma análise estatística descritiva e inferencial.

Com o intuito de dar resposta às questões de investigação enunciadas no presente estudo, os resultados serão apresentados de acordo com três temas principais: duração do evento acústico (secção 4.1), qualidade do evento acústico (secção 4.2) e influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico (secção 4.3).

Foi utilizado o alfabeto SAMPA (*Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet*) nas legendas dos gráficos e tabelas utilizadas para apresentação dos resultados. O símbolo "@", utilizado nos gráficos do espaço vocálico, refere-se ao evento acústico.

4.1 Duração do evento acústico

A duração média do evento acústico foi de 19.8 ± 7.5 ms, sendo que os valores variaram entre 8 e 53 ms. Analisando os dados de acordo com a vogal nuclear da sílaba, verifica-se que a duração média do evento acústico foi maior no contexto da vogal nuclear [o] (22.2 ± 10.16 ms) e menor quando a vogal nuclear foi [i] (17.8 ± 5.87 ms). Para o contexto da vogal nuclear [u] o valor médio de duração do evento acústico foi de 21.44 ± 6.96 ms, para [e] foi de 18.62 ± 7.26 ms, para [ɛ] foi de 20.52 ± 7.49 ms, para [a] foi de 18.96 ± 6.88 ms e para [ɔ] foi de 19.14 ± 6.15 ms.

Os resultados da comparação do modelo nulo com o modelo contendo a vogal nuclear como variável independente indicam diferenças significativas em favor do segundo ($\chi^2(6)=16.52, p=.01$), demonstrando o efeito significativo da vogal nuclear da sílaba na duração do evento acústico (ver figura 3).

Comparações subsequentes entre vogais mostraram uma duração superior do evento acústico quando a vogal nuclear é [u] quando comparado com os contextos das vogais nucleares [a] (Beta=-2.53, IC=-4.61 - -.45, $p=.017$), [e] (Beta=-3.04, IC=-5.13 - -.95, $p=.004$), [i] (Beta=-3.69, IC=-5.77 - -1.61, $p<.001$) e [ɔ] (Beta=-2.35, IC=-4.43 - -.27, $p=.027$); verificou-se o mesmo para o contexto da vogal [o], comparando também os contextos com as vogais nucleares [a] (Beta=-3.34, IC=-5.41 - -1.27, $p=.002$), [e] (Beta=-3.85, IC=-5.92 - -1.77, $p<.001$), [i] (Beta=-4.50, IC=-6.57 - -2.43, $p<.001$) e [ɔ] (Beta=-3.16, IC=-5.23 - -1.09, $p=.003$); a duração do evento acústico quando a vogal nuclear é [ɛ] foi superior a [e] (Beta=-2.19, IC=-4.26 - -.12, $p=.038$) e [i] (Beta=-2.84, IC=-4.90 - -.79, $p=.007$).

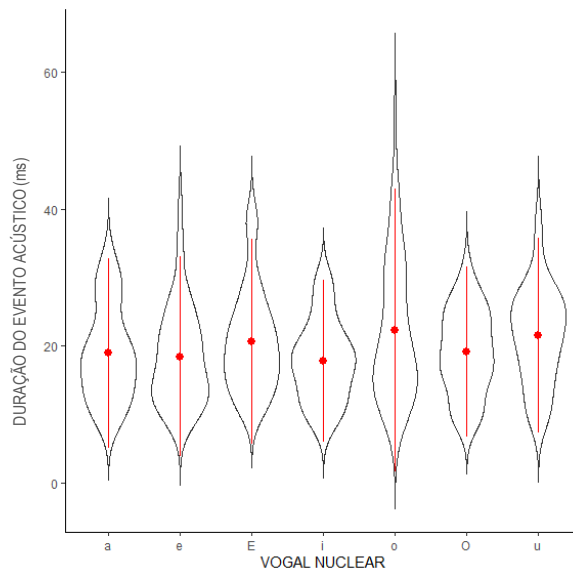


Figura 3 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à duração do evento acústico, em função da vogal nuclear da sílaba.

4.2 Qualidade do evento acústico

4.2.1 Frequência de *F1* do evento acústico e da vogal nuclear da sílaba

Globalmente, o valor médio da frequência de *F1* do evento acústico foi de 481.64 ± 121.82 Hz. Aquando da análise em função da vogal nuclear da sílaba, verifica-se que o valor médio da frequência de *F1* do evento acústico foi maior quando a vogal nuclear foi [o] (534.84 ± 183.5 Hz) e menor quando a vogal nuclear foi [i] (417.04 ± 152.38 Hz). Quando a vogal nuclear foi [u] o valor médio da frequência de *F1* do evento acústico foi de 462.61 ± 148.72 Hz, perante a vogal nuclear [e] foi de 447.94 ± 64.86 Hz, para [ɛ] foi de 502.42 ± 37.59 Hz, para [a] foi de 512.52 ± 80.46 Hz e para [ɔ] foi de 493.74 ± 67.22 Hz (ver figura 4).

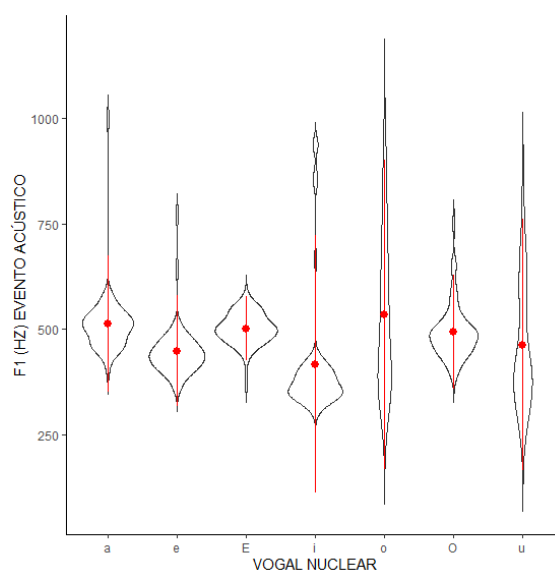


Figura 4 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de *F1* do evento acústico, em função da vogal nuclear da sílaba.

Relativamente à vogal nuclear da sílaba, verifica-se que, globalmente, o valor médio da frequência do primeiro formante ($F1$) das vogais nucleares foi de 498.6 ± 158.69 Hz. A vogal que apresentou um valor médio de frequência de $F1$ mais elevado foi [a] (750.48 ± 117.05 Hz) e a que apresentou um valor menor foi [i] (315.88 ± 42.85 Hz). A vogal [u] apresentou um valor médio de frequência de $F1$ de 425.41 ± 135.3 Hz, para a vogal [e] o valor foi de 400.28 ± 33.38 Hz, para [o] foi de 442.04 ± 47.78 Hz, para [ɛ] foi de 538.76 ± 43.56 Hz e para [ɔ] foi de 615.86 ± 84.3 Hz (ver figura 5).

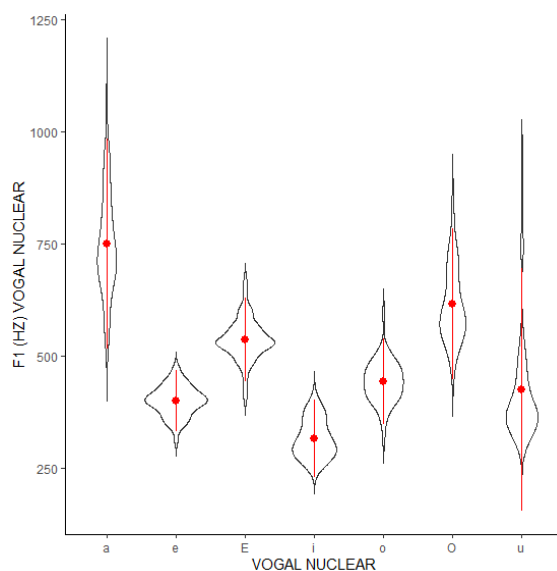


Figura 5 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de $F1$ das vogais nucleares da sílaba.

4.2.1.1. Frequência de $F1$ para vogal nuclear vs. evento acústico

Comparações do valor médio global de $F1$ do evento acústico (independentemente do contexto vocálico) com as vogais nucleares indicaram valores significativamente superiores de $F1$ para as vogais [a], [ɛ], [ɔ] e significativamente inferiores para as vogais [e], [i], [o], [u], em relação aos valores de $F1$ do evento acústico (ver quadro 7).

Quadro 7 – Comparação dos valores médios de frequência de *F1* das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de *F1* do evento acústico.

<i>Preditores</i>	<i>F1</i>		
	<i>Beta</i>	<i>IC</i>	<i>P</i>
Intercepto Y	481.61	460.54 – 502.69	<.001
[a] vs. EA	268.87	239.58 – 298.15	<.001
[e] vs. EA	-82.60	-112.16 – -53.05	<.001
[E] vs. EA	55.65	26.62 – 84.69	<.001
[i] vs. EA	-165.73	-195.02 – -136.45	<.001
[o] vs. EA	-39.57	-68.86 – -10.29	.008
[O] vs. EA	134.25	104.96 – 163.53	<.001
[u] vs. EA	-56.41	-85.96 – -26.86	<.001
Efeitos aleatórios			
σ^2	9765.29		
T ₀₀ PARTICIPANTE	876.30		
T ₀₀ REPETIÇÃO	.00		
ICC	.08		
N _{PARTICIPANTE}	10		
N _{REPETIÇÃO}	5		
Observações	698		
R ² Marginal / R ² Condiciona	.470 / .513		

Legenda: EA – Evento Acústico;

Para informantes femininos, observaram-se valores de *F1* significativamente superiores ao evento acústico para as vogais [a], [ɛ], [ɔ] e significativamente inferiores para as vogais [e], [i], [u]. Para a vogal [o], não se verificaram diferenças significativas entre vogais e evento acústico (ver quadro 8).

Quadro 8 – Comparação dos valores médios de frequência de *F1* das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de *F1* do evento acústico, para informantes femininos.

<i>Preditores</i>	<i>F1</i>		
	<i>Beta</i>	<i>IC</i>	<i>P</i>
Intercepto Y	476.25	451.25 – 501.24	<.001
[a] vs. EA	357.67	319.36 – 395.99	<.001
[e] vs. EA	-62.41	-100.72 – -24.09	.001
[E] vs. EA	71.23	32.92 – 109.55	<.001
[i] vs. EA	-143.89	-182.20 – -105.57	<.001
[o] vs. EA	-19.65	-57.96 – 18.67	.315
[O] vs. EA	196.39	158.08 – 234.71	<.001
[u] vs. EA	-52.17	-90.48 – -13.85	.008
Efeitos aleatórios			
σ^2	8358.46		
T ₀₀ PARTICIPANTE	574.50		
T ₀₀ REPETIÇÃO	.00		
ICC	.06		
N _{PARTICIPANTE}	5		
N _{REPETIÇÃO}	5		
Observações	350		
R ² Marginal / R ² Condiciona	.605 / .630		

Legenda: EA – Evento Acústico

Para informantes masculinos, observaram-se valores de *F1* significativamente superiores ao evento acústico para as vogais [a], [ɔ], significativamente inferiores para as vogais [e], [i], [o], [u]. Para a vogal [ɛ], não se verificaram diferenças significativas entre vogais e evento acústico (ver quadro 9).

Quadro 9 – Comparação dos valores médios de frequência de *F1* das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de *F1* do evento acústico, para informantes masculinos.

Preditores	<i>F1</i>		
	Beta	IC	P
Intercepto Y	487.07	456.37 – 517.77	<.001
[a] vs. EA	179.97	138.46 – 221.48	<.001
[e] vs. EA	-103.13	-145.40 – -60.86	<.001
[E] vs. EA	40.03	-.79 – 80.84	.055
[i] vs. EA	-187.67	-229.18 – -146.16	<.001
[o] vs. EA	-59.59	-101.10 – -18.08	.005
[O] vs. EA	72.01	30.50 – 113.52	.001
[u] vs. EA	-60.28	-102.55 – -18.02	.005
Efeitos aleatórios			
σ^2	9805.56		
T ₀₀ PARTICIPANTE	944.93		
T ₀₀ REPETIÇÃO	.00		
ICC	.09		
N _{PARTICIPANTE}	5		
N _{REPETIÇÃO}	5		
Observações	348		
R ² Marginal / R ² Condiciona	.378 / .433		

Legenda: EA – Evento Acústico

4.2.1.2. Frequência de *F1* para vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico

Observou-se uma interação significativa entre tipo de unidade (evento acústico vs. vogal nuclear) e tipo de vogal nuclear ($F(6,683.85)=43.01, p<.001$). Comparações entre valores de *F1* para vogal nuclear vs. evento acústico em função do tipo de vogal nuclear da palavra mostraram valores significativamente superiores para a vogal nuclear nos casos [a] (Beta=237.96, IC=205.63 – 270.29, $p<.001$), [ɛ] (Beta=34.78, IC=20.17 – 49.40, $p<.001$) e [ɔ] (Beta=122.12, IC=, $p<.001$), significativamente superiores para o evento acústico nos casos [e] (Beta=-47.76, IC=-67.29 – -28.22, $p<.001$), [i] (Beta=-101.16, IC=-142.57 – -59.75, $p<.001$) [o] (Beta=-92.80, IC=-139.06 – -46.54, $p<.001$), e ausência de diferenças significativas na comparação feita para palavras com a vogal [u] ($p=.18$) (ver figura 6).

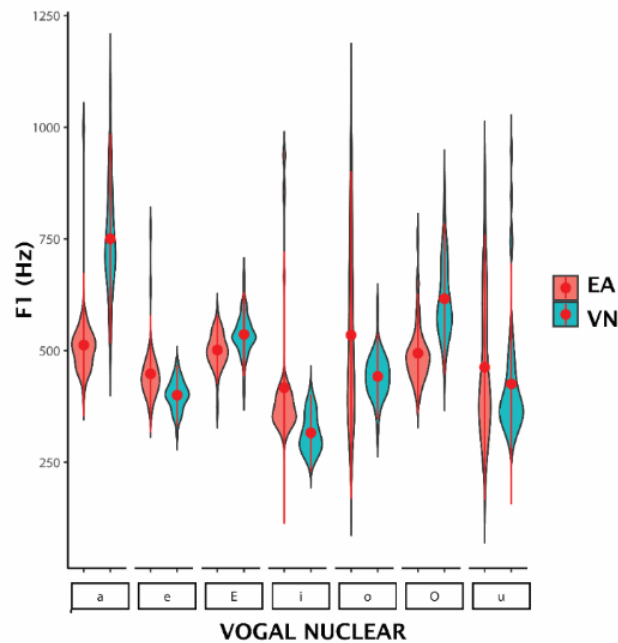


Figura 6 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de *F1* para vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico.

Para informantes femininos, observou-se também uma interação significativa entre tipo de unidade (evento acústico vs. vogal nuclear) e tipo de vogal nuclear ($F(6,345)=38.38, p<.001$). Os resultados diferiram dos obtidos para toda a amostra em alguns pontos: comparações entre valores de *F1* para vogal nuclear vs. evento acústico em função do tipo de vogal nuclear da palavra mostraram valores significativamente superiores para a vogal nuclear nos casos [a] (Beta=327.28 , IC=296.14 – 358.42, $p<.001$), [ɛ] (Beta=47.92, IC=23.57 – 72.27, $p<.001$) e [ɔ] (Beta=188.28 , IC=54.86 – 221.70, $p<.001$), significativamente superiores para o evento acústico nos casos [e] (Beta=-36.80 , IC=-70.48 – -3.12, $p=.032$) e [i] (Beta=-114.28, IC=-182.69 – -45.87, $p<.001$), mas a ausência de diferenças significativas observou-se não só para [u] ($p=.730$), como também para [o] ($p=.101$).

Para informantes masculinos, observou-se também uma interação significativa entre tipo de unidade (evento acústico vs. vogal nuclear) e tipo de vogal nuclear ($F(6,339.08)=13.75, p<.001$). Ao contrário dos informantes femininos, os resultados coincidiram com os obtidos para toda a amostra: comparações entre valores de *F1* para vogal nuclear vs. evento acústico em função do tipo de vogal nuclear da palavra mostraram valores significativamente superiores para a vogal nuclear nos casos [a] (Beta=148.64 , IC=105.65 – 191.63, $p<.001$), [ɛ] (Beta=22.15, IC=6.70 – 37.61, $p=.005$) e [ɔ] (Beta=55.96 , IC=27.77 – 84.15, $p<.001$), significativamente superiores para o evento acústico nos casos [e] (Beta=-59.17, IC=-77.47 – -40.87, $p=.032$), [i] (Beta=-88.04, IC=-134.42 – -41.66, $p<.001$) e [o] (Beta=-128.28, IC=-189.88 – -66.68, $p<.001$), com ausência de diferenças significativas para [u] ($p=.730$).

4.2.2 Frequência de F2 do evento acústico e da vogal nuclear da sílaba

Globalmente, o valor médio da frequência de F2 do evento acústico foi de 1506.21 ± 257.69 Hz. Após a análise de acordo com a vogal nuclear da sílaba, verifica-se que o valor médio da frequência de F2 do evento acústico foi maior quando a vogal nuclear foi [i] (1778.58 ± 224.63 Hz) e menor quando a vogal nuclear foi [ɔ] (1291.6 ± 168.36 Hz). Quando a vogal nuclear foi [u] o valor médio da frequência de F2 do evento acústico foi de 1404.35 ± 208.28 Hz, perante a vogal nuclear [e] foi de 1624.28 ± 203.81 Hz, para [o] foi de 1420.1 ± 214.97 Hz, para [ɛ] foi de 1602.62 ± 215.66 Hz e para [a] foi de 1419.88 ± 209.95 Hz (ver figura 7).

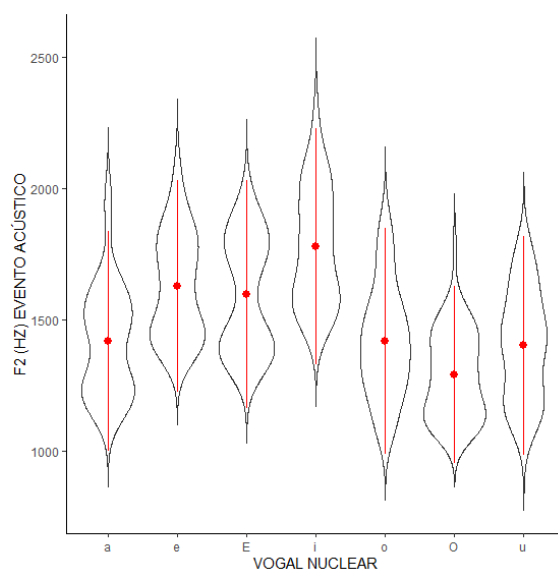


Figura 7 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de F2 do evento acústico, em função da vogal nuclear da sílaba.

No que concerne à vogal nuclear da sílaba, verifica-se que, globalmente, o valor médio da frequência de F2 das vogais nucleares foi de 1604.31 ± 548.66 Hz. A vogal que apresentou um valor médio de frequência de F2 mais elevado foi [i] (2437.46 ± 281.12 Hz) e a que apresentou um valor menor foi [ɔ] (1110.56 ± 101.22 Hz). A vogal [u] apresentou um valor médio de frequência de F2 de 1121.69 ± 263.25 Hz, para a vogal [e] o valor foi de 2112.18 ± 256.18 Hz, para [o] foi de 1126.16 ± 171.47 Hz, para [ɛ] foi de 1904.08 ± 211.43 Hz e para [a] foi de 1408.04 ± 153.95 Hz (ver figura 8).

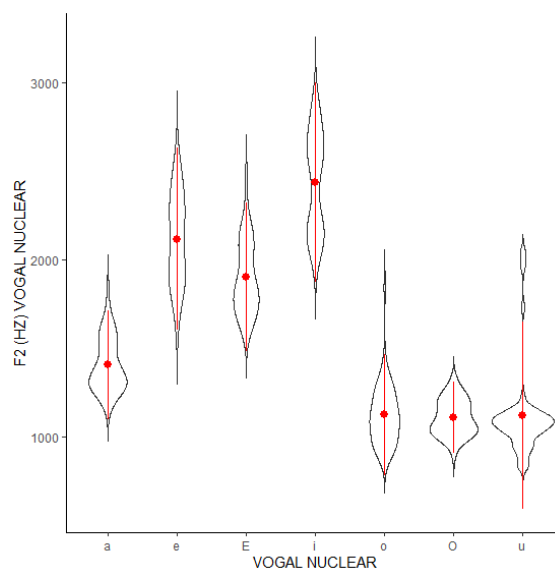


Figura 8 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de $F2$ das vogais nucleares da sílaba.

4.2.2.1. Frequência de $F2$ para vogal nuclear vs. evento acústico

Comparações do valor médio global de $F2$ do evento acústico (independentemente do contexto vocálico) com as vogais nucleares indicaram valores de $F2$ significativamente superiores para as vogais [e], [ɛ], [i] e significativamente inferiores para as vogais [a], [o], [ɔ], [u] (ver quadro 10).

Quadro 10 – Comparação dos Valores médios de frequência de *F2* das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de *F2* do evento acústico.

<i>Preditores</i>	<i>F2</i>		
	<i>Beta</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>
Intercepto Y	1506.19	1427.46 – 1584.92	<.001
[a] vs. EA	-97.79	-157.43 – -38.16	.001
[e] vs. EA	607.76	547.59 – 667.93	<.001
[É] vs. EA	400.26	341.14 – 459.39	<.001
[i] vs. EA	931.27	871.63 – 990.90	<.001
[o] vs. EA	-380.03	-439.67 – -320.40	<.001
[O] vs. EA	-395.63	-455.27 – -336.00	<.001
[u] vs. EA	-384.60	-444.77 – -324.43	<.001
Efeitos Aleatórios			
σ^2	40489.18		
T ₀₀ PARTICIPANTE	14976.33		
T ₀₀ REPETIÇÃO	.00		
ICC	.27		
N _{PARTICIPANTE}	10		
N _{REPETIÇÃO}	5		
Observações	698		
R ² Marginal / R ² Conditional	.701 / .782		

Legenda: EA – Evento Acústico

Para informantes femininos, o padrão de resultados foi equivalente ao observado para a generalidade dos informantes (ver quadro 11).

Quadro 11 – Comparação dos valores médios de frequência de *F2* das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de *F2* do evento acústico, para informantes femininos.

<i>Preditores</i>	<i>F2</i>		
	<i>Beta</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>
(Intercept)	1626.10	1571.38 – 1680.81	<.001
[a] vs. EA	-96.38	-176.91 – -15.84	.019
[e] vs. EA	612.46	531.93 – 693.00	<.001
[E] vs. EA	421.30	340.77 – 501.84	<.001
[i] vs. EA	1026.06	945.53 – 1106.60	<.001
[o] vs. EA	-426.74	-507.27 – -346.20	<.001
[O] vs. EA	-444.98	-525.51 – -364.44	<.001
[u] vs. EA	-558.22	-638.75 – -477.68	<.001
Efeitos aleatórios			
σ^2	36935.29		
τ^2_{00} PARTICIPANTE	2841.04		
τ^2_{00} REPETIÇÃO	.00		
ICC	.07		
$N_{\text{PARTICIPANTE}}$	5		
$N_{\text{REPETIÇÃO}}$	5		
Observações	350		
R^2 Marginal / R^2 Conditional	.805 / .819		

Legenda: EA – Evento Acústico

Para informantes masculinos, o padrão de resultados foi também equivalente ao global (ver quadro 12).

Quadro 12 – Comparação dos valores médios de frequência de *F2* das vogais nucleares da sílaba vs. valor médio da frequência de *F2* do evento acústico, para informantes masculinos.

<i>Preditores</i>	<i>F2</i>		
	<i>Beta</i>	<i>IC</i>	<i>P</i>
(Intercept)	1386.15	1327.53 – 1444.77	<.001
[a] vs. EA	-99.07	-180.54 – -17.60	.017
[e] vs. EA	602.66	519.71 – 685.62	<.001
[E] vs. EA	380.48	300.39 – 460.58	<.001
[i] vs. EA	836.61	755.14 – 918.08	<.001
[o] vs. EA	-333.19	-414.66 – -251.72	<.001
[O] vs. EA	-346.15	-427.62 – -264.68	<.001
[u] vs. EA	-204.60	-287.55 – -121.65	<.001
Random Effects			
σ^2	37766.96		
τ_{00} PARTICIPANTE	3386.76		
τ_{00} REPETIÇÃO	.00		
ICC	5		
$N_{\text{PARTICIPANTE}}$	5		
Observações	348		
R^2 Marginal / R^2 Conditional	.732 / NA		

Legenda: EA – Evento Acústico

4.2.2.2. Frequência de *F2* para vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico

A interação entre tipo de unidade e tipo de vogal nuclear foi significativa ($F(6,688)=131.71, p<.001$). Comparações entre valores de *F2* para vogal nuclear vs. evento acústico em função do tipo de vogal nuclear da sílaba mostraram valores significativamente superiores para a vogal nuclear nos casos [e] (Beta=486.96 , $IC=428.33 – 545.59, p<.001$), [ɛ] (Beta=306.02, $IC=260.61 – 351.43, p<.001$) e [i] (Beta=658.88 , $IC=601.21 – 716.55, p<.001$), significativamente superiores para o evento acústico nos casos [o] (Beta=-293.94, $IC=-358.63 – -229.25, p<.001$), [ɔ] (Beta=-181.04, $IC=-215.96 – -146.12, p<.001$) e [u] (Beta=-282.65, $IC=-372.31 – -193.00, p<.001$), e ausência de diferenças significativas na comparação feita para sílabas com a vogal nuclear [a] ($p=.59$) (ver figura 9).

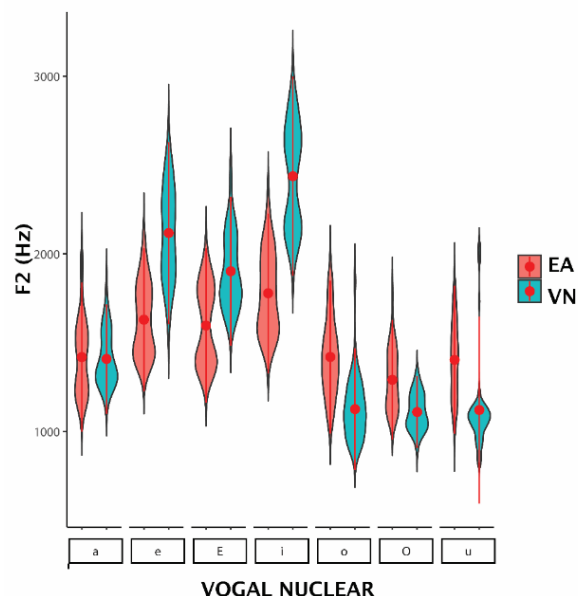


Figura 9 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à frequência de $F2$ para vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico.

Para informantes femininos, a interação entre tipo de unidade e tipo de vogal nuclear foi significativa ($F(6,344.98)=118.49, p<.001$) e o padrão de resultados foi equivalente ao obtido para a globalidade da amostra. Comparações entre valores de $F2$ para vogal nuclear vs. evento acústico em função do tipo de vogal nuclear da palavra mostraram valores significativamente superiores para a vogal nuclear nos casos [e] (Beta=444.60, IC=345.97 – 543.23, $p<.001$), [ε] (Beta=244.80, IC=164.70 – 324.90, $p<.001$) e [i] (Beta=728.40, IC=630.48 – 826.32, $p<.001$), significativamente superiores para o evento acústico nos casos [o] (Beta=-229.52, IC=-279.13 – -179.91, $p<.001$), [ɔ] (Beta=-230.72, IC=-262.22 – -199.22, $p<.001$) e [u] (Beta=-380.96, IC=-434.15 – -327.77, $p<.001$) e ausência de diferenças significativas na comparação feita para palavras com a vogal [a] ($p=.10$).

Para informantes masculinos, a interação entre tipo de unidade e tipo de vogal nuclear foi significativa ($F(6,342.99)=61.02, p<.001$) e o padrão de resultados foi também equivalente ao obtido para a globalidade da amostra. Comparações entre valores de $F2$ para vogal nuclear vs. evento acústico em função do tipo de vogal nuclear da palavra mostraram valores significativamente superiores para a vogal nuclear nos casos [e] (Beta=531.08, IC=472.67 – 589.49, $p<.001$), [ε] (Beta=364.88, IC=326.68 – 403.09, $p<.001$) e [i] (Beta=589.36, IC=535.62 – 643.10, $p<.001$), significativamente superiores para o evento acústico nos casos [o] (Beta=-358.36, IC=-474.85 – -241.87, $p<.001$), [ɔ] (Beta=-131.36, IC=-189.15 – -73.57, $p<.001$) e [u] (Beta=-180.25, IC=-349.44 – -11.06, $p=.035$), e ausência de diferenças significativas na comparação feita para palavras com a vogal [a] ($p=.543$).

4.2.3 Sumário dos resultados: qualidade do evento acústico

Na apresentação dos resultados relativos aos valores do primeiro formante ($F1$) quando são realizados testes estatísticos com o intuito de comparar o valor global do evento acústico com a vogal nuclear da sílaba verifica-se que valores de $F1$ são significativamente superiores para as vogais [a], [ɛ] e [ɔ] e significativamente inferior para as vogais [e], [i], [o] e [u]. Na análise por sexo, os resultados são concordantes com os anteriores, com a exceção da frequência de $F1$ para a vogal [o] em informantes femininos e para a vogal [ɛ] em informantes masculinos que não revelaram diferenças estatisticamente significativas.

Perante a análise de $F1$ para a vogal nuclear da sílaba vs. evento acústico por contexto vocálico, constata-se que, à semelhança dos resultados mencionados anteriormente, os valores médios de frequência de $F1$ são significativamente superiores para as vogais [a], [ɛ] e [ɔ] e significativamente inferiores para as vogais [e], [i] e [o]. No entanto, não existiram diferenças significativas para a vogal [u]. Na análise por sexo, mais uma vez, os valores de $F1$ foram significativamente superiores para as vogais [a], [ɛ] e [ɔ] e significativamente inferiores para as vogais [e] e [i], no caso dos informantes femininos e [e], [i] e [o], no caso dos informantes masculinos. Não existiram diferenças significativas para as vogais [o] e [u], no caso de informantes femininos, e para a vogal [o], no caso de informantes masculinos.

No gráfico dos espaços das vogais (ver figura 10) é possível verificar, de facto, a existência de diferenças entre sexos, tal como foi referido nas secções anteriores. No entanto, apesar das diferenças, constata-se que tanto os homens como as mulheres seguem a mesma tendência.

Na apresentação dos resultados relativos aos valores do segundo formante ($F2$) quando são realizados testes estatísticos com a finalidade de comparar o valor global evento acústico com a vogal nuclear da sílaba verifica-se que os valores foram significativamente superiores para as vogais [e], [ɛ] e [i] e significativamente inferiores para as vogais [a], [o], [ɔ] e [u]. Na análise por sexo os resultados foram concordantes com os apresentados para a generalidade dos informantes.

Perante a análise de $F2$ para a vogal nuclear da sílaba vs. evento acústico por contexto vocálico, constata-se que os resultados foram semelhantes aos obtidos anteriormente (por comparação com o valor global de $F2$ do evento acústico). Os valores de $F2$ foram significativamente superiores para as vogais [e], [ɛ] e [i] e significativamente inferiores para as vogais [o], [ɔ] e [u]. No entanto não existiram diferenças estatisticamente significativas para a vogal [a]. Na análise por sexo os resultados foram concordantes com os apresentados para a generalidade dos informantes.

Analisando os resultados obtidos nas secções anteriores e os espaços das vogais, representados na figura 10, verifica-se a existência de elipses sobrepostas e/ou elipses com uma área alargada, com maior dispersão dos valores, nas situações em que não existem diferenças significativas. Para além disto, a representação gráfica dos espaços das vogais mostra a posição centralizada do evento acústico (ver figura 10), à semelhança do que se depreende pela análise dos valores médios de frequência de $F1$ e $F2$ obtidos

para a vogal nuclear da sílaba vs. evento acústico, por contexto vocálico. Este aspeto será discutido mais à frente no capítulo da discussão.

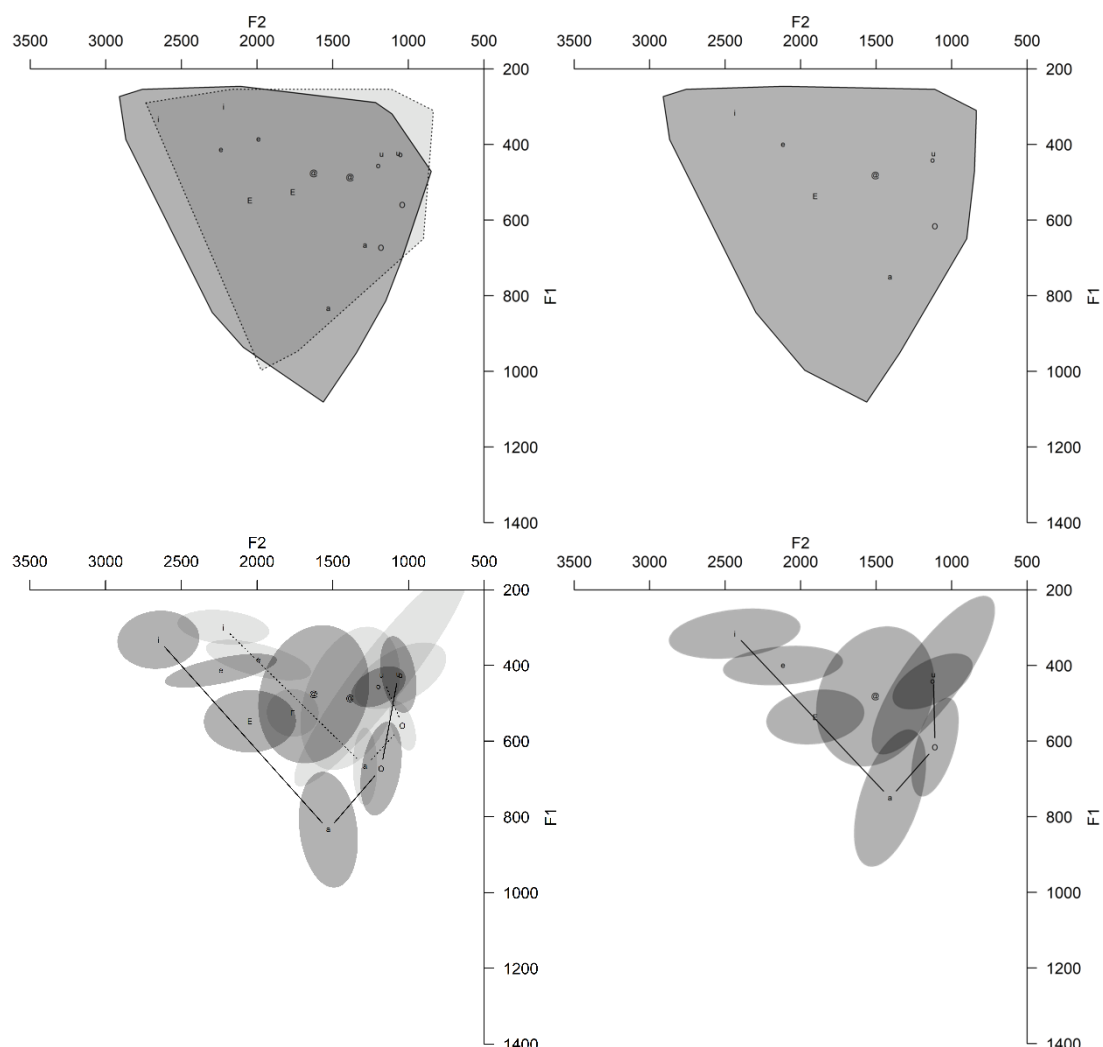


Figura 10 – Espaços vocálicos referentes aos informantes do sexo masculino (representados pelas elipses mais transparentes e no invólucro convexo (*convex hull*) com linhas de conexão tracejadas) e aos informantes do sexo femininos. Os espaços vocálicos são representados por um polígono (parte superior) e por um invólucro convexo (parte inferior). /i, e, E, a, O, o, u, @ / representam as vogais nos valores médios de *F1* e *F2*, em Hz.

4.3 Influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico

A partir das oito realizações fonéticas descritas para o rótico em Rodrigues (2015), decidiu-se agrupar as diferentes realizações em três grandes grupos, com base nas características gerais das realizações observadas, nomeadamente realizações com características de fricção (fricativas), realizações com características de segmentos aproximantes e realizações canónicas da vibrante alveolar no PE. Esta organização foi realizada com base no que está descrito na literatura, uma vez que só assim será possível comparar os dados deste estudo com os dados apresentados noutras investigações. A separação das

realizações fonéticas com características de fricativas, de aproximantes e de realizações canônicas foi feita com base nos critérios apresentados em Rodrigues (2015, p. 156).

4.3.1 Valores de frequência do evento acústico em função das realizações fonéticas do rótico

Analisando os valores médios de frequência dos três primeiros formantes do evento acústico quando o rótico foi realizado como fricativa, verifica-se que *F1* apresentou um valor médio de 492.14 ± 112.84 Hz, para *F2* apresentou um valor de 1539.2 ± 266.56 Hz e para *F3* o valor médio foi de 2623.31 ± 225.56 Hz.

Quanto aos valores médios de frequência dos três primeiros formantes do evento acústico quando o rótico foi realizado como aproximante, verifica-se que *F1* apresentou um valor médio de 473.09 ± 135.76 Hz, para *F2* apresentou um valor de 1424.79 ± 217.15 Hz e para *F3* o valor médio foi de 2527.2 ± 210.68 Hz.

Os valores médios de frequência dos três primeiros formantes do evento acústico quando o rótico foi realizado de forma canônica foram de 379 ± 44.53 Hz para *F1*, 1813.27 ± 116.55 Hz para *F2* e 2825.55 ± 100.68 Hz para *F3*.

Os resultados da comparação do modelo nulo com o modelo contendo a realização fonética do rótico como variável independente não revelaram diferenças significativas para *F1* ($\chi^2(2)=3.71, p=.15$), *F2* ($\chi^2(2)=3.48, p=.17$) ou *F3* ($\chi^2(2)=3.37, p=.18$), indicando que a realização fonética do rótico não tem impacto nos valores de frequência do evento acústico.

4.3.2 Valores de duração do evento acústico em função das realizações fonéticas do rótico

Nas realizações do rótico como fricativa, o valor médio de duração do evento acústico foi de 17.92 ± 6.59 ms. Quando o rótico foi realizado como aproximante, o valor médio de duração do evento acústico foi de 23.55 ± 7.6 ms. Nas realizações canônicas do rótico, verifica-se que o valor médio de duração do evento acústico foi de 12.82 ± 7.5 ms.

Os resultados da comparação do modelo nulo com o modelo contendo a realização fonética do rótico como variável independente indicaram diferenças significativas em favor do segundo ($\chi^2(2)=18.44, p<.001$), demonstrando o efeito significativo da realização do rótico na duração do evento acústico. Comparações entre os três tipos de realizações apontam a vantagem da aproximante sobre a fricativa (*Beta*=3.24; Intervalo de confiança 95%=1.75 – 4.74; $p<.001$) e da aproximante sobre a canônica (*Beta*=5.92; Intervalo de confiança 95%=2.43–9.42; $p<.001$) (ver figura 11).

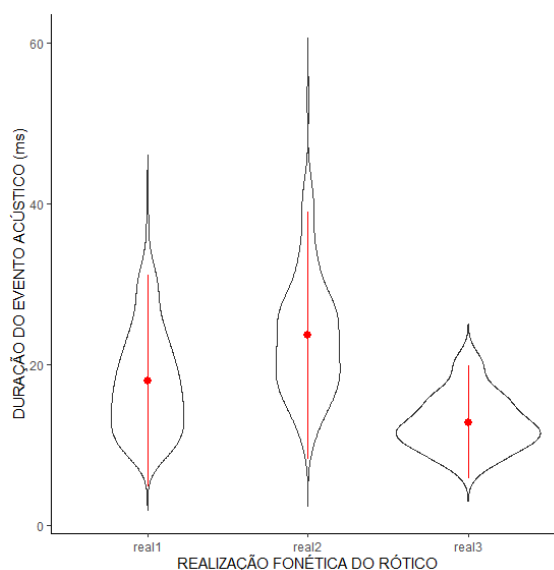


Figura 11 – Média (ponto central), desvio-padrão (barra) e probabilidade da densidade dos dados (forma) relativos à duração do evento acústico, em função da realização fonética do rótico (*Real 1* – realizações com características de fricativa; *Real 2* – realizações com características de aproximante; *Real 3* – realizações canônicas).

5. Discussão

Neste capítulo é apresentada a discussão dos resultados descritos ao longo do capítulo 4, comparando-os, sempre que possível, com estudos semelhantes que apresentem uma descrição e análise detalhada do evento acústico. Contudo, refere-se, desde já, que são poucos os trabalhos onde esta descrição e análise é apresentada e discutida de forma pormenorizada.

5.1 Duração do evento acústico

No presente estudo, o evento acústico existente entre os elementos consonânticos do ataque ramificado apresentou valores médios de duração de 20 ms. Valores semelhantes são apresentados noutros estudos, nomeadamente estudos realizados para o Espanhol (Ramírez, 2006) e para o Português do Brasil (Nishida, 2005). Outros estudos apresentam valores médios de duração do evento acústico um pouco mais elevados, como é o caso do estudo realizado por Savu (2013) para o Romeno, no qual também é analisado o evento acústico presente no contexto /CrV/ (30 ms) e em Nicolaidis e Baltazani (2014) num estudo realizado para o Grego, que analisa o evento acústico presente no contexto /rC/ (32 ms). Outro estudo realizado por Colantoni e Steele (2004) com falantes do Espanhol e do Francês mostra valores médios de duração do evento acústico presente em ataque ramificado consoante + líquida superiores para ambas as línguas (entre os 27 e os 38 ms para o Francês e entre os 31 e os 40 ms para o Espanhol), comparativamente com os resultados obtidos no presente trabalho. A duração de cada segmento fonético é determinada pelas suas características articulatórias. No entanto, esta propriedade varia também de acordo com o débito de fala, características dos segmentos adjacentes, posição do acento, estrutura silábica

e com as características da própria língua (Lehiste, 1996; Mateus et al., 2005; Ogden, 2009). Tendo em conta que fatores como a velocidade de leitura implicam diferenças de duração, e esta variável não foi controlada aquando da recolha dos dados (Rodrigues, 2015), as comparações entre valores obtidos neste e noutros trabalhos (que também não consideraram este aspeto, para além de utilizarem, em alguns casos, procedimentos metodológicos diferentes) devem ocorrer com as devidas reservas.

De acordo com o presente estudo, a vogal nuclear da sílaba influencia significativamente a duração do evento acústico, apresentando um valor médio de duração significativamente maior quando a vogal nuclear é [u] (quando comparado com [a], [e], [i] e [ɔ]) ou [o] (quando comparado com [a], [e], [i] e [ɔ]). Na literatura não foram identificados dados concordantes com este resultado, sendo que, no estudo de Ramírez (2006), realizado para o Espanhol, a duração média do evento acústico não apresenta diferenças estatisticamente significativas em função da vogal nuclear da sílaba. Segundo o estudo de Escudero et al. (2009) sobre as vogais do PE e PB verifica-se que, de certa forma, a duração das vogais depende da anterioridade/posterioridade das mesmas, sendo que a vogal /u/ é mais longa que a vogal /i/ e a vogal /o/ é mais longa que a vogal /e/. De acordo com os dados anteriormente mencionados depreende-se que contextos em que a vogal nuclear é aparentemente mais longa, parecem estar associados a eventos acústicos também mais longos.

5.2 Qualidade do evento acústico

Apesar de não existirem muitos estudos com dados detalhados acerca dos valores médios de frequência dos formantes do evento acústico, verifica-se que os valores médios apresentados no presente estudo ($F1$: 481.64 Hz, $F2$: 1506.21 Hz) encontram-se próximos dos apresentados no estudo de Nishida (2005), realizado com dois informantes falantes do PB, para os dois primeiros formantes do evento acústico presente entre os elementos consonânticos do ataque ramificado. Para o Espanhol, Ramírez (2006) apresenta valores médios de frequência para os três primeiros formantes do evento acústico presente em ataque ramificado, sendo que estes valores médios encontram-se dentro de uma gama de frequências mais elevada ($F1$: 638.24 Hz, $F2$: 1738.34 Hz), comparativamente com os valores médios de frequência de $F1$ e $F2$ do evento acústico obtidos no presente estudo. A configuração do trato vocal de um adulto assemelha-se a um tubo reto, fechado numas das extremidades, com um comprimento médio de 17 cm, sendo que os três primeiros picos de ressonância apresentam valores aproximados de 500, 1500 e 2500 Hz. No entanto, o trato vocal transfere as suas características ao som produzido na glote, de acordo com a sua configuração tridimensional (resultado do posicionamento das suas estruturas). Esta transferência é também denominada de "função de transferência". Desta forma, considera-se que a vogal cujo trato vocal assume a forma mais próxima possível da tubular, mantendo uma menor interferência no som produzido na glote é aquela cujos valores estarão mais próximos dos valores anteriormente referidos, valores esses que integram a função de transferência de uma vogal neutra ($F1$: 500 Hz, $F2$: 1500 Hz e $F3$: 2500 Hz) (Gonçalves et al., 2009). Fazendo o paralelismo dos valores de frequência de $F1$ e $F2$ da função de transferência de uma

vogal neutra com os valores médios de frequência de *F1* e *F2* do evento acústico obtidos no presente trabalho (*F1*: 481.64 Hz e *F2*: 1506.21), verifica-se que estes estão bastante próximos.

Quando se analisa a frequência dos formantes do evento acústico de acordo com as vogais nucleares da sílaba é possível constatar que os valores médios de frequência de *F1* apresentados neste estudo encontram-se dentro da mesma gama de frequências apresentada no estudo de Nishida (2005) para todas as vogais orais do Português ([i], [u], [e], [ɛ], [a], [ɔ]), exceto para a vogal [o] que apresenta valores ligeiramente mais elevados na presente investigação. Para *F2*, acontece o mesmo quando as vogais nucleares são [i], [e], [ɛ] e [ɔ], pelo que o evento acústico apresenta valores médios de frequência de *F2* dentro da mesma gama de valores apresentados na presente investigação e no estudo de Nishida (2005). Quando as vogais nucleares são [a], [o] e [u] o mesmo já não acontece, sendo que nestes contextos o evento acústico apresenta valores médios de frequência de *F2* ligeiramente inferiores no estudo de Nishida (2005). Outra particularidade prende-se com o facto de, tanto no presente estudo como no estudo de Nishida (2005), quando a vogal nuclear é [i] os valores médios de frequência do evento acústico são menores para *F1* e mais elevados para *F2* comparativamente com os valores apresentados perante as restantes vogais nucleares. Este fenómeno também se verifica no estudo de Ramírez (2006), realizado para o Espanhol. Apesar das frequências apresentadas no estudo de Ramírez (2006) serem mais elevadas, verifica-se que, à semelhança do que acontece na presente investigação, os valores médios de frequência do evento acústico quando a vogal nuclear é [i] são mais baixos para *F1* e mais elevados para *F2* comparativamente com os valores apresentados perante as restantes vogais nucleares³. Estes resultados podem ser corroborados pela relação existente entre os parâmetros acústicos e as características articulatórias de cada segmento: valores de frequência de *F1* inversamente proporcionais à altura da língua e *F2* apresenta valores de frequência mais altos para sons mais anteriores comparativamente a sons posteriores (Recasens & Espinosa, 2007).

Os resultados relativos à comparação dos valores de frequência de *F1* e *F2* das vogais nucleares com os valores de frequência de *F1* e *F2* do evento acústico mostram que, de um modo geral, existe influência da vogal nuclear no evento acústico. Este é um resultado naturalmente justificado pelos fenómenos de coarticulação presentes no mecanismo de fala (Farnetani, 1999). No entanto, verifica-se uma tendência clara para a centralização dos valores de frequência deste evento.

Na análise do valor médio global de frequência do evento acústico vs. vogal nuclear da sílaba verifica-se que os valores médios de frequência de *F1* são significativamente superiores para as vogais nucleares [a], [ɛ] e [ɔ] e significativamente inferiores para as vogais nucleares [e], [i], [o] e [u]. Quanto aos valores de frequência de *F2*, estes foram significativamente superiores para as vogais nucleares [e], [ɛ] e [i] e significativamente inferiores para as vogais [a], [o], [ɔ] e [u]. Perante a análise por sexo, os resultados são semelhantes, no entanto, não se verificam diferenças significativas entre o valor médio global de frequência

³ No estudo de Ramírez (2006) foram analisados os valores de frequência dos três primeiros formantes do evento acústico presente entre os elementos consonânticos do ataque ramificado de acordo com as vogais [a], [i] e [u].

de *F1* do evento acústico e da vogal nuclear [o], para informantes do sexo feminino. De facto, na representação gráfica dos espaços das vogais é possível observar sobreposição de parte das elipses referentes aos dados de informantes femininos para a vogal [o] e para o evento acústico ([@]) (ver figura 10, na secção 4.2.3.).

Com a análise dos valores de frequência do evento acústico por contexto vocálico verifica-se que os valores médios de frequência de *F1* são significativamente superiores para os contextos das vogais nucleares [a], [ɛ] e [ɔ] e significativamente inferiores para as vogais [e], [i] e [o]. Os valores de *F2* foram significativamente superiores para os contextos das vogais [e], [ɛ] e [i] e significativamente inferiores para as vogais [o], [ɔ] e [u]. Os valores de frequência de *F1* são determinados de acordo com a altura da vogal, pelo que, de acordo com o estudo de Escudero et al. (2009) acerca da descrição acústica das vogais no PB e no PE, a vogal baixa / a / apresenta valores de frequência de *F1* mais elevados, seguida pelas vogais / ɛ / e / ɔ /, depois pelas vogais médias / e / e / o / e, por fim, pelas vogais altas / i / e / u /, sendo que estas últimas apresentam valores de frequência de *F1* inferiores. Relativamente aos valores de frequência de *F2* estes espelham o avanço/recuo da língua, pelo que os valores de frequência de *F2* são mais elevados para a vogal anterior / i /, seguida pelas vogais / e / e / ɛ /, depois pela vogal central / a / e, por fim, pelas vogais posteriores / ɔ /, / o / e / u /, sendo que a vogal / u / apresenta valores de frequência de *F2* inferiores (Escudero et al., 2009). De acordo com os resultados da presente investigação, os valores médios de frequência de *F1* do evento acústico são, de forma geral, inferiores comparativamente com os valores médios de frequência de *F1* das vogais baixas e superiores relativamente aos valores médios de frequência de *F1* das vogais altas. Adicionalmente, os valores médios de frequência de *F2* do evento acústico obtidos no presente trabalho são, de forma geral, inferiores comparativamente com os valores médios de frequência de *F2* das vogais anteriores e superiores relativamente aos valores médios de frequência de *F2* das vogais posteriores. Desta forma, a análise destes dados parece indicar uma posição centralizada do evento acústico, sendo possível visualizar este fenómeno no gráfico dos espaços das vogais (ver figura 10). A posição centralizada que o evento acústico assume, sem se fundir com os segmentos adjacentes, aparentemente, evidencia um comportamento característico de uma vogal neutra (Adda-decker, Mareüil, & Lamel, 1999). No entanto, não existiram diferenças significativas entre os valores médios de frequência de *F1* da vogal nuclear e do evento acústico para o contexto vocálico da vogal [u] e também não se verificaram diferenças significativas entre os valores médios de frequência de *F2* da vogal nuclear e do evento acústico para o contexto vocálico da vogal [a]. Estes aspetos podem ser justificados pelo facto de existir uma maior dispersão dos dados nestes contextos vocálicos, sendo que este fenómeno pode ser observado na figura 10, representado pelas elipses com maior área.

A análise por sexo revela resultados semelhantes aos referidos anteriormente, pelo que, os valores médios de frequência de *F1* da vogal nuclear vs. evento acústico por contexto vocálico são significativamente superiores para as vogais nucleares [a], [ɛ] e [ɔ], tanto para informantes masculinos como para informantes femininos, e significativamente inferiores para as vogais [e], [i], para informantes femininos e para as vogais [e], [i], [o], para informantes masculinos. Estes dados são coincidentes com a

generalidade dos espaços vocálicos representados pelas elipses na figura 10. No entanto, salienta-se que não se verificaram diferenças significativas dos valores de frequência de $F1$ para informantes femininos nos contextos das vogais [o] e [u] e para informantes masculinos no contexto da vogal [u]. De facto, através da representação dos espaços vocálicos (ver figura 10), é possível constatar que, para informantes femininos, as elipses correspondentes às vogais [o] e [u] sobrepõem-se, e para informantes masculinos, verifica-se uma maior dispersão dos dados para a vogal [u]. Como mencionado anteriormente, as diferenças encontradas entre sexos poderão ser compreendidas pelas diferenças inerentes ao comprimento do trato vocal entre informantes do sexo feminino e masculino (Escudero et al., 2009). Na recente *Gramática do Português* são apresentados gráficos com os valores médios de $F1$ e $F2$ associados às vogais do PE produzidos por 12 falantes adultos nativos do PE (6 mulheres e 6 homens). No gráfico com dados representados por sexo, à semelhança do que acontece no presente estudo (ver figura 10), os valores das vogais [o] e [u] também se sobrepõem ligeiramente para os informantes do sexo feminino (Raposo et al., 2020).

De acordo com os resultados da presente investigação existe influência da vogal nuclear na produção evento acústico, justificado pelos fenómenos de coarticulação que caracterizam a fala (Farnetani, 1999), no entanto, verifica-se a centralização dos valores de frequência deste evento. Estes resultados são concordantes com os apresentados no estudo de Nicolaidis & Baltazani (2014) realizado com cinco informantes gregos, no qual se observou existir semelhança entre os formantes do vocoide (termo usado pelos autores para se referirem ao evento acústico) e da vogal nuclear da sílaba, mas com uma tendência clara para ocupar uma posição mais centralizada. No entanto, no estudo anteriormente mencionado o evento acústico foi estudado em contexto /VrC/ e não em /CrV/ como no presente trabalho. Silva, Clemente e Nishida (2006) também apresentam resultados semelhantes para o contexto vocálico /VrC/, referindo que, nesta posição silábica, o evento acústico assume características de uma vogal neutra, no entanto, em contexto /CrV/ os autores referem que o evento acústico é a mesma vogal nuclear, entrecortada pelo *tap*. Colantoni e Steele (2004), num estudo realizado com 21 falantes do Espanhol e do Francês para o contexto /CrV/, referem que a qualidade da vogal epentética (termo usado pelos autores para se referirem ao evento acústico) é afetada pelas vogais nucleares da sílaba, no entanto, não apresentam dados mais detalhados acerca da qualidade da vogal epentética nem fazem referência à centralização da mesma.

5.3 Influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico

Os resultados da presente investigação mostram que a realização fonética do rótico não influencia significativamente os valores de frequência de $F1$, $F2$ ou $F3$ do evento acústico. Não foram encontrados estudos que se debruçassem sobre este aspeto específico, pelo que não é possível comparar com os dados existentes na literatura. Colantoni e Steele (2004) num estudo realizado com falantes do Espanhol e do Francês mostram que, aparentemente, o tipo de realização fonética do rótico influencia a percentagem de

ocorrência do evento acústico, no entanto não estuda a influência da realização fonética do rótico na frequência do evento acústico.

Relativamente à duração do evento acústico esta é influenciada significativamente pela realização fonética do rótico, sendo maior quando o rótico é realizado como aproximante.

Com a finalidade de caracterizar o evento acústico, colocou-se a questão se existiria ou não influência das principais características de realizações fonéticas nas propriedades acústicas do evento acústico. O que se verificou foi que não existe efeito das diferentes realizações fonéticas nos valores de $F1$, $F2$ e $F3$, mas parece existir algum efeito na duração do evento acústico. No entanto, não foram encontrados estudos que se debruçassem sobre a influência da realização fonética do rótico nas características de duração e de frequência do evento acústico que permitissem a comparação dos resultados obtidos na presente investigação com a literatura. No futuro, poderá ser pertinente explorar estas questões com maior detalhe para o PE e para outras línguas em que este evento acústico está descrito.

5.4 Propostas de aplicação/contributo dos dados obtidos da presente investigação

Torna-se importante olhar para os dados empíricos obtidos no presente estudo e analisar de que forma é que estes poderão contribuir para uma melhor compreensão do padrão de desenvolvimento e aquisição fonético-fonológico das crianças falantes do PE, tendo em conta que os resultados apresentados na literatura são controversos, nomeadamente, ao nível da aquisição dos ataques ramificados consoante + líquida. Como referido no enquadramento teórico deste trabalho, existem estudos que mostram que os ataques ramificados consoante + lateral são adquiridos primeiro do que os ataques ramificados consoante + rótico (CI » Cr) (Amorim, 2014; Mendes et al., 2013) e outros verificam o oposto (Cr » CI) (Almeida, 2011; Ramalho & Freitas, 2018). Com a caracterização detalhada do evento acústico presente entre os elementos consonânticos do ataque ramificado, verifica-se que este evento assume uma posição centralizada e, embora não tenha sido alvo de estudo na presente investigação, segundo os resultados apresentados em Rodrigues (2015), distingue-se pela menor duração relativamente à vogal nuclear da sílaba. De facto, a presença deste evento acústico com características de uma vogal neutra de curta duração na produção dos adultos falantes do PE poderá contribuir para o melhor processamento das duas consoantes do ataque ramificado por parte das crianças. Estes dados apoiam a hipótese levantada no estudo de Ramalho e Freitas (2018) para explicar a aquisição precoce do /r/ em ataque ramificado, face ao /l/ na mesma posição silábica (/Cr/ » /CI/).

Outra hipótese relevante que pode ser colocada relaciona-se com a possível relação entre o evento acústico presente entre os elementos consonânticos do ataque ramificado em adultos falantes do PE e os processos de epêntese verificados no processo de aquisição e desenvolvimento fonológico das crianças Portuguesas. No que concerne à perceção de fala, este evento acústico presente nas produções dos adultos não é um segmento de fácil identificação sem o auxílio da análise acústica. No entanto, existem estudos de perceção de fala em crianças realizados essencialmente nas décadas de 80 e 90 que mostraram que o sinal

acústico de fala é processado de formas diferentes por crianças e adultos (Elliott, Hammer, Scholl, Carrell, & Wasowicz, 1989; Elliott, Hammer, Scholl, & Wasowicz, 1989; Hicks, 2005; Nittrouer, 1992, 1996; Strange, 1989). Para além disto, alguns destes estudos mostram que as crianças parecem atribuir maior atenção às propriedades dinâmicas, designadamente informações obtidas a partir da transição dos formantes, comparativamente com os adultos (Hicks, 2005; Nittrouer, 1992, 1996). Embora nenhum dos estudos anteriores seja especificamente direcionado para a perceção do evento acústico, estes dados fundamentam a hipótese de que a realização de processos de epêntese verificados no processo de aquisição e desenvolvimento fonológico das crianças Portuguesas poderá estar relacionada com as dissemelhanças ao nível da perceção do sinal de fala entre crianças e adultos. De facto, existem estudos realizados com crianças falantes do PE que mencionam a epêntese como um processo fonológico relativamente frequente ao longo da aquisição dos ataques ramificados, sendo que este é mencionado como um processo intermédio entre a redução do ataque ramificado e a produção plena do mesmo (Freitas, 1997; Freitas, 2003). O surgimento posterior da epêntese vocálica mostra o possível processamento das duas consoantes do ataque ramificado como consoantes independentes (Freitas, 2003). Desta forma, o uso da epêntese em ataques ramificados por parte das crianças falantes do PE poderá relacionar-se com o *input* fornecido pelos adultos falantes do PE e com a forma como este é percecionado pelas crianças, uma vez que é a partir das produções dos adultos que as crianças constroem o seu repertório fonético e fonológico (Dalston, 1975; Freitas, Frola & Vigario, 2003; Rodrigues, 2015).

Outra análise pode ser feita para justificar a relação entre o evento acústico presente entre os elementos consonânticos do ataque ramificado em adultos falantes do PE e os processos de epêntese verificados no processo de aquisição e desenvolvimento fonológico das crianças portuguesas. Quando se analisam estudos acerca do evento acústico presente em ataques ramificados consoante + rótico é possível constatar que estes estudos referem-se essencialmente a línguas românicas (como o Português, Francês, Espanhol, Romeno) (ver anexo 1). Para línguas germânicas, como o Holandês, não foram encontrados estudos acerca do evento acústico entre os dois elementos consonânticos do ataque ramificado. Para o Inglês (língua germânica) foi identificado apenas um estudo acerca do evento acústico presente entre os dois elementos do ataque ramificado. Através da pesquisa acerca dos processos fonológicos típicos do desenvolvimento em crianças falantes de outras línguas como o Inglês e o Holandês (línguas germânicas) verifica-se que não foram encontrados estudos na literatura que mencionassem a presença de processos de epêntese no desenvolvimento das crianças ao longo da aquisição dos ataques ramificados (Beers, 1992; Booij, 1999; Bowen, 2011; Dodd, Holm & Zhu, 2003). Estes dados favorecem a hipótese de que os processos de epêntese presentes na aquisição e desenvolvimento dos ataques ramificados por parte das crianças poderão estar relacionados com o *input* fornecido pelos adultos, já que na pesquisa bibliográfica efetuada para o presente estudo, a propósito de línguas em que se verifique a ocorrência de um evento acústico entre os dois elementos consonânticos do ataque ramificado, não foi encontrada literatura referente a línguas como o Inglês ou o Holandês.

6. Conclusão

Com o presente estudo conclui-se que o evento acústico apresenta um valor médio de duração de aproximadamente 20 ms, sendo que a vogal nuclear da sílaba tem um efeito significativo na duração do evento acústico.

Relativamente aos valores médios de frequência dos dois primeiros formantes do evento acústico ($F1$: 482 Hz e $F2$: 1506 Hz) verifica-se que estes apresentam valores próximos dos valores de frequência da função de transição de uma vogal neutra ($F1$: 500 Hz e $F2$: 1500 Hz), apresentando uma posição centralizada no espaço acústico das vogais.

No que respeita à influência da realização fonética do rótico nas características do evento acústico, os dados do presente estudo mostram que esta não influencia os valores de frequência de $F1$, $F2$ e $F3$ do evento acústico, no entanto, tem um efeito significativo nos valores de duração deste evento.

Uma das principais limitações deste trabalho relaciona-se com o número de participantes, assim como a restrição a uma zona dialetal, o que condiciona a generalização dos resultados obtidos. Neste sentido, como sugestão futura, seria interessante não só aumentar o tamanho da amostra, mas também alargá-la a outras regiões do país.

Partindo dos resultados obtidos no presente estudo futuramente poderá ser importante a realização de investigações que procurem realizar a caracterização acústica detalhada do evento acústico noutros contextos silábicos como /VrC/ e que controlem o débito de fala de modo a assegurar maior confiabilidade aos resultados da duração dos segmentos. Na presente investigação, o evento acústico foi estudado no contexto de ataque ramificado composto por oclusiva surda /p/ e rótico, sendo também pertinente a realização de estudos que analisem a possível correlação existente entre o evento acústico presente em ataque ramificado e as propriedades fonéticas partilhadas pela oclusiva e a líquida. Para além disto, e como já mencionado anteriormente no capítulo dos resultados, poderá ser importante explorar questões relacionadas com a influência da realização fonética do rótico nas características de frequência e duração do evento acústico.

Os resultados deste estudo devem ser encarados como dados preliminares importantes para a compreensão do fenómeno de aquisição de sons e melhor compreensão das perturbações dos sons da fala no que se refere a produções que impliquem ataques ramificados, designadamente, oclusiva + rótico. Adicionalmente, os dados da presente investigação têm um contributo importante para a tomada de melhores decisões terapêuticas, por exemplo, ao nível das prioridades da intervenção, tendo em conta os sons a tratar, promovendo uma intervenção terapêutica mais eficaz.

Referências Bibliográficas

- Adda-decker, M., Mareüil, P. B. De, & Lamel, L. (1999). Pronunciation variants in french : schwa & liaison. *ICPh599*, 2239–2242.
- Almeida, L. (2011). *Acquisition de la structure syllabique en contexte de bilinguisme simultané portugais-français*. Dissertação de Doutoramento. Lisboa: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Amorim, C. (2014). *Padrão de aquisição de contrastes do PE: a interação entre traços, segmentos e sílabas*. Dissertação de Doutoramento. Universidade do Porto, Portugal.
- Baltazani, M. (2005). *Phonetic variability of the Greek rhotic sound*. Poster presented at *Phonetics and Phonology in Iberia (PaPI)*. Barcelona, Spain. <https://doi.org/10.1017/CB09781107415324.004>
- Baltazani, M. (2009). Acoustic Characterization of the Greek Rhotic in Clusters. In *Proceedings of 18th International Symposium on Theoretical and Applied Linguistics* (pp. 87–95).
- Baltazani, M., & Nicolaidis, K. (2013). *The many faces of /r/*. In L. Spreafico & A. Vietti (Eds.), *Rhotics. New Data and Perspectives* (pp. 125–144). Bolzano: Bozen-Bolzano University Press.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2014). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Beers, M. (1992). Phonological processes in dutch language impaired children. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 17(1), 9–16. <https://doi.org/10.3109/14015439209099176>
- Boersma, P. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International*, 5, 341–345.
- Booij, G. (1999). *The Phonology of Dutch*. Oxford University Press.
- Bowen, C. (2011). abela 2: Processos Fonológicos. Retrieved November 28, 2020, from <http://www.speech-language-therapy.com/>
- Bradley, T. G. (2001). *The Phonetics and Phonology of rhotic duration contrast and neutralization*. PhD Thesis. The Pennsylvania State University.
- Bradley, T. G., & Schmeiser, B. (2003). *On the phonetic reality of Spanish /r/ in complex onsets*. In P. Kempchinsky & C.-E. Piñeros (Eds.), *Theory, Practice, and Acquisition* (pp. 1–20). Somerville: Cascadilla Press. Retrieved from <http://langlit.ucdavis.edu/home/tbradley/research/bradleyschmeiser.pdf>
- Bradley, T., & Willis, E. (2012). *Rhotic Variation and Contrast in Veracruz Mexican Spanish*. *Estudios de Fonética Experimental*, XXI, 43–74. Urbana - Champaign.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia de Investigação: guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Carvalho, K. C. H. P. (2004). *DESCRIÇÃO FONÉTICO-ACÚSTICA DAS VIBRANTES NO PORTUGUÊS E NO ESPANHOL*. Dissertação de Doutoramento. UNESP/Assis.
- Catford, J. C. (1977). *Fundamental Problems in Phonetics*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The Sound Pattern of English*. Cambridge: MIT Press.
- Clemente, F. C., & Nishida, G. (2007). CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DO TAP EM CODA: DADOS DO PORTUGUÊS DE CURITIBA E DO ESPANHOL DE BUENOS AIRES, 73–88.

- Clements, G. N. (1985). The geometry of phonological features. *Phonology Yearbook*, 2(1), 225–252.
<https://doi.org/10.1017/s0952675700000440>
- Clements, G. N. (1990). *The role of the sonority cycle in core syllabification*. In: J. Kingston and M. Beckman, editors. *Papers in laboratory phonology I: Between the grammar and physics of speech*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 282–333.
- Colantoni, L., & Steele, J. (2004). *Phonetically-driven epenthesis asymmetries in French and Spanish obstruent-liquid clusters*. In R. S. Gess & E. J. Rubin (Eds.), *Theoretical and Experimental Approaches to Romance Linguistics* (pp. 77–96). Amsterdam: John Benjamins.
- Costa, T. (2010). *The Acquisition of the Consonantal System in European Portuguese: Focus on Place and Manner Features*. *Dissertação de Doutoramento*. Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Cruz-Ferreira, M. (1995). European Portuguese. *Journal of the International Phonetic Association* 25(2), Pp. 90–94.
- Cunha, C., & Cintra, L. (1997). *Nova Gramática do Português Contemporâneo* (13a Ed.). Lisboa: Sá da Costa.
- Dalston, R. M. (1975). Acoustic characteristics of English /w,r,l/ spoken correctly by young children and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 57(2), 462–469.
<https://doi.org/10.1121/1.380469>
- Delattre, P. (1971). Pharyngeal Features in the Consonants of Arabic, German, Spanish, French, and American English. *Phonetica*, 23, 129–155.
- Delgado-Martins, M. R. (2002). *Fonética do Português. Trinta anos de investigação*. (Caminho, Ed.). Lisboa.
- Dodd, B., Holm, A., & Zhu, H. (2003). Phonological development: A normative study of British English-speaking children. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 17(8), 617–643.
<https://doi.org/10.1080/0269920031000111348>
- Elliott, L. L., Hammer, M. A., Scholl, M. E., Carrell, T. D., & Wasowicz, J. M. (1989). Discrimination of rising and falling simulated single-formant frequency transitions: Practice and transition duration effects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 86(3), 945–953. <https://doi.org/10.1121/1.398729>
- Elliott, L. L., Hammer, M. A., Scholl, M. E., & Wasowicz, J. M. (1989). Age differences in discrimination of simulated single-formant frequency transitions. *Perception & Psychophysics*, 46(2), 181–186.
<https://doi.org/10.3758/BF03204981>
- Escudero, P., Boersma, P., Rauber, A. S., & Bion, R. A. H. (2009). A cross-dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(3), 1379–1393. <https://doi.org/10.1121/1.3180321>
- Espy-Wilson, C. Y. (1992). Acoustic measures for linguistic features distinguishing the semivowels /w j r l/ in American English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 92(2), 736–757.
<https://doi.org/10.1121/1.403998>
- Falgueras, B. B. (2001). *Las Vibrantes del Español: Manifestaciones Acústicas Y Procesos Fonéticos*. *Dissertação de Doutoramento*. Universidad Autónoma de Barcelona, Espanha.

- Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*. The Hague: Mouton.
- Farnetani, E. (1999). *Coarticulation and Connected Speech Processes*. In W. J. Hardcastle & J. Laver (Eds.), *The Handbook of Phonological Theory*. (Blackwell., Ed.) Oxford.
- Fikkert, P. (1994). *On the acquisition of prosodic structure*. *Dissertação de doutoramento. Aquatic Invasions* (Vol. 13). Dordrecht: HIL.
- Freitas, M. J. (1997). *Aquisição da Estrutura Silábica do Português Europeu*. Universidad Autónoma de Barcelona, Espanha.
- Freitas, M. J., & Santos, A. L. (2009). *Contar (histórias de) sílabas (2ª Ed.)*. Lisboa: Edições Colibri.
- Freitas, M. João. (2003). The acquisition of Onset clusters in European Portuguese. *Probus*, 15(1), 27–46. <https://doi.org/10.1515/prbs.2003.004>
- Freitas, M João, Frota, S., & Vigario, M. (2003). From signal to grammar: Rhythm and the acquisition of syllable structure. *Proceedings of the Boston University Conference on Language Development*, 27(November), 809–821.
- Gick, B., & Wilson, I. (2001). *Pre-Liquid excrescent schwa: What happens when vocalic targets conflict*. University of British Columbia, Canada. In *Proceedings of 7th Eurospeech* (pp. 273–276).
- Gick, B., & Wilson, I. (2006). *Excrescent schwa and vowel laxing: Cross-linguistic: responses to conflicting articulatory targets*. In L. Goldstein, D. H. Whalen, & C. T. Best (Eds.), *Laboratory Phonology 8: Varieties of Phonological Competence* (pp. 635–659). Berlin: Mouton de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110197211.3.635>
- Gonçalves, M. I. R., Pontes, P. A. D. L., Pedrosa, V. V., Pontes, A. A. L., Curcio, D., & De Biase, N. G. (2009). Função de transferência das vogais orais do Português brasileiro: análise acústica comparativa. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 75(5), 680–684.
- Haddad, N. (2004). *Metodologia de Estudos em Ciências da Saúde. Como planejar, analisar e apresentar um trabalho científico*. São Paulo: ROCA.
- Hicks, C. B. (2005). Dynamic , and Contextual Cues in Speech Perception, 48(August), 960–974.
- Hochman, B., Nahas, F. X., Filho, R. S. de O., & Ferreira, L. M. (2005). Research designs. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 20(2), 2–9. <https://doi.org/10.1037/met0000082>
- International Phonetic Association. (2020). *The International Phonetic Alphabet*, 2020.
- Jakobson, R., Fant, G., & Halle, M. (1952). *Preliminaries to Speech Analysis*. Cambridge, MIT Press.
- Jesus, L. M. T., Lousada, M., Domingues, D., Hall, A., & Tomé, D. (2015). Phonological processes in Portuguese children with speech sound disorders. *Poznan Studies in Contemporary Linguistics*, 51(1), 75–88. <https://doi.org/10.1515/psicl-2015-0003>
- Jesus, L. M. T., & Shadle, C. H. (2005). Acoustic analysis of European Portuguese uvular [χ, R] and voiceless tapped alveolar [] fricatives. *Journal of the International Phonetic Association*, 35(1), 27–44. <https://doi.org/10.1017/S0025100305001866>
- Jetchev, G. (1995). Rhotics , jers and schwa in the history of Bulgarian. *13th International Congress of Phonetic Sciences*, (August), 170–174.

- Kent, D. R. (1993). Vocal Tract Acoustics. *Journal of Voice*, 7(2), 97–117. *Journal of Voice*, 7(2), 97–117.
- Kent, R. D., & Read, C. (2002). *Acoustic Analysis of Speech (2nd Ed.)*. New York: Delmar Cengage.
- Ladefoged, P. (1968). *A Phonetic Study of West African Languages*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ladefoged, P. (2003). *Phonetic Data Analysis*. Oxford: Blackwell.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2011). *A course in Phonetics (6th Ed.)*. Boston: Thomson Wadsworth.
- Ladefoged, Peter. (2005). *Vowels and Consonants: An Introduction to the Sounds of Languages (2nd Ed.)*. Oxford: Blackwell.
- Ladefoged, Peter, & Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Blackwell Publishers.
- Law, J., Boyle, J., Harris, F., Harkness, A., & Nye, C. (2000). The feasibility of universal screening for primary speech and language delay: Findings from a systematic review of the literature. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(3), 190–200. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00069.x>
- Lawson, E., Stuart-Smith, J., Scobbie, J. M., Yaeger-Dror, M., & Maclagan, M. (2011). *Liquids*. In M. Di Paolo & M. Yaeger-Dror (Eds.), *Sociophonetics – A student's guide*. London: Routledge.
- Lehiste, I. (1964). *Acoustic characteristics of selected English consonants*. Bloomington: Indiana University Press.
- Lehiste, I. (1996). *Suprasegmentals features of speech*. In J. L. Norman (Ed.), *Principles of Experimental Phonetics*. St. Louis: Mosby.
- Lindau, M. (1980). *The story of /r/*. In *UCLA Working Papers in Phonetics*. Los Angeles, USA.
- Lindau, M. (1985). *The story of /r/*. In Victoria Fromkin (ed.), *Phonetic Linguistics: Essays in honor of Peter Ladefoged*, 157–168. Orlando: Academic Press.
- Lousada, M., Jesus, L. M. T., Capelas, S., Margaça, C., Simões, D., Valente, A., ... Joffe, V. L. (2013). Phonological and articulation treatment approaches in Portuguese children with speech and language impairments: A randomized controlled intervention study. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 48(2), 172–187. <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2012.00191.x>
- Lousada, M., Jesus, L. M. T., Hall, A., & Joffe, V. (2014). Intelligibility as a clinical outcome measure following intervention with children with phonologically based speech-sound disorders. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 49(5), 584–601. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12095>
- Lousada, M. L. (2012). *ALTERAÇÕES FONOLÓGICAS EM CRIANÇAS COM PERTURBAÇÃO DE LINGUAGEM*. Universidade de Aveiro. Retrieved from http://sweet.ua.pt/lmtj/lmtj/Lousada2007_2012/Lousada2012.pdf
- Lousada, Marisa. (2006). *Estudo da Produção de Oclusivas do Português Europeu. Dissertação de Mestrado*. Universidade de Aveiro, Portugal.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge: Cambridge University.
- Mateus, M. H., & D'Andrade, E. (2000). *The Phonology of Portuguese*. Oxford: Oxford University Press.
- Mateus, M. H. M., Falé, I., & Freitas, M. J. (2005). *Fonética e Fonologia do Português*. Lisboa: Universidade

Aberta.

- Mateus, M. H. M., & Rodrigues, C. (2004). *A vibrante em coda no Português Europeu*. In T. Freitas & A. Mendes (Orgs.) *Atas do XIX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística* (pp. 289–299). Lisboa: APL.
- McCloy, D. R. (2016). Normalizing and plotting vowels with phonR 1.0.7. University of Washington, USA. University of Washington, USA.
- McDonough, J., & Johnson, K. (1997). Tamil liquids: An investigation into the basis of the contrast among five liquids in a dialect of Tamil. *Journal of the International Phonetic Association*, 27(1–2), 1–26. <https://doi.org/10.1017/S0025100300005387>
- McGowan, R. S. (1992). Tongue-tip trills and vocal-tract wall compliance. *J. Acoust. Soc. Am.* 91:2903–2910.
- Mendes, A., Afonso, E., Lousada, M., & Andrade, F. (2013). *Teste Fonético Fonológico ALPE (TFF-ALPE)*. Aveiro: Edubox.
- Navarro, T. (1918). Diferencias de duración entre las consonantes españolas. *Rev. Filol. Esp.*, 5: 367–393.
- Nicolaidis, K. (2001). An electropalatographic study of Greek spontaneous speech. *Journal of the International Phonetic Association*, 31(1), 67–85. <https://doi.org/10.1017/S0025100301001062>
- Nicolaidis, K., & Baltazani, M. (2011). An electropalatographic and acoustic study of the Greek rhotic in /Cr/ clusters. In Proceedings of 17th ICPHS (pp. 1474–1477), (August).
- Nicolaidis, K., & Baltazani, M. (2014). *The Greek Rhotic in /rC/ Sequences: An Acoustic and Electropalatographic Study*. In N. Lavidas, T. Alexiou, & A. M. Sougari (Eds.), *Major Trends in Theoretical and Applied Linguistics - volume 1* (pp. 157–176). London: Versita. <https://doi.org/10.2478/9788376560762.p22>
- Nishida, G. (2005). *Análise Acústica do Tap em Grupos no Português do Brasil*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Nittrouer, S. (1992). Age-related differences in perceptual effects of formant transitions within syllables and across syllable boundaries. *Journal of Phonetics*, 20(3), 351–382. [https://doi.org/10.1016/s0095-4470\(19\)30639-4](https://doi.org/10.1016/s0095-4470(19)30639-4)
- Nittrouer, S. (1996). Discriminability and perceptual weighting of some acoustic cues to speech perception by 3-year-olds. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(2), 278–297. <https://doi.org/10.1044/jshr.3902.278>
- O'Connor, J. D., Gerstman, L. J., Liberman, A. M., Delattre, P. C., & Cooper, F. S. (1957). Acoustic Cues for the Perception of Initial /w, j, r, l/ in English. *WORD*, 13(1), 24–43. <https://doi.org/10.1080/00437956.1957.11659626>
- Ogden, R. (2009). *An Introduction to English Phonetics. Phonetica*. Edinburgh: Edinburgh University Press. <https://doi.org/10.1159/000328775>
- Oliveira, C., Lousada, M., & Jesus, L. M. T. (2015). The clinical practice of speech and language therapists with children with phonologically based speech sound disorders. *Child Language Teaching and Therapy*, 31(2), 173–194. <https://doi.org/10.1177/0265659014550420>

- Proctor, M. I. (2009). *Gestural Characterization of a Phonological Class: the Liquids*. PhD Thesis. Yale University.
- Punnoose, R. (2010). *An auditory and acoustic study of liquids in Malayalam*. PhD Thesis. Newcastle University, UK. Retrieved from <https://theses.ncl.ac.uk/dspace/handle/10443/1091>
- Quilis, A. (1981). *Fonética acústica de la lengua española*. Gredos, Madrid.
- Quilis, A. (1999). *Tratado de Fonología y Fonética Españolas (2ª Ed.)*. Madrid: Gredos.
- R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. *Dendrochronologia*, 0(2), 1–16. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Ramalho, A. M., & Freitas, M. J. (2018). Word-initial rhotic clusters in typically developing children: European Portuguese. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 32(5–6), 459–480. <https://doi.org/10.1080/02699206.2017.1359857>
- Ramírez, C. J. (2006). Acoustic and perceptual characterization of the epenthetic vowel between the clusters formed by consonant + liquid in Spanish. *Selected Proceedings of the 2nd Conference on Laboratory Approaches to Spanish Phonetics and Phonology*, (1991), 48–61. Retrieved from <http://www.lingref.com/cpp/lasp/2/paper1325.pdf>
- Raphael, L. J., Borden, G. J., & Harris, K. S. (2011). *Speech Science Primer: Physiology, Acoustic, and Perception of Speech (6th Ed.)*. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.
- Raposo, E. B. P., Nascimento, M. F. B. do, Mota, M. A. C. da, Segura, L., Mendes, A., & Andrade, A. (2020). *A Gramática do Português* (Fundação C). Lisboa.
- Recasens, D., & Espinosa, A. (2007). Phonetic typology and positional allophones for alveolar rhotics in catalan. *Phonetica*, 64(1), 1–28. <https://doi.org/10.1159/000100059>
- Recasens, Daniel. (1986). Estudis de fonètica experimental del català oriental central. *Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat*
- Recasens, Daniel. (1991). On the production characteristics of apicoalveolar taps and trills. *Journal of Phonetics*, 19(3–4), 267–280. [https://doi.org/10.1016/s0095-4470\(19\)30344-4](https://doi.org/10.1016/s0095-4470(19)30344-4)
- Recasens, Daniel, & Pallarès, M. D. (1999). A study of /J/ and /r/ in the light of the “DAC” coarticulation model. *Journal of Phonetics*, 27(2), 143–169. <https://doi.org/10.1006/jpho.1999.0092>
- Rennicke, I., & Martins, P. T. (2013). As Realizações Fonéticas de /R/ em português europeu: análise de um corpus dialetal e implicações no sistema fonológico. *Textos Seleccionados Do XXVIII Encontro Da Associação Portuguesa de Linguística*, 509–523.
- Ribas, L. P. (2004). *Sobre a aquisição do onset complexo*. In R. R. Lamprecht et al. (Eds.), *Aquisição fonológica do português: Perfil de desenvolvimento e subsídios para a terapia*. Porto Alegre: Artmed, 151–164.
- Riera, M., & Romero, J. (2013). *New insights into American English V+/r/ sequences*. In L. Spreafico & A. Vietti (Eds.), *Rhotics. New Data and Perspectives (pp. 159–172)*. Bolzano: Bozen-Bolzano University Press.
- Riera, M., Romero, J., & Parrell, B. (2009). *Schwa in American English V+/r/ sequences*. In M. Vigário, S. Frota

- & M.J. Freitas (Eds), *Phonetics and Phonology: Interactions and interrelations* (pp. 15–34). Amsterdam: John Benjamins.
- Roach, P. (2010). *Phonetics*. Oxford: Oxford University Press.
- Rodrigues, S. F. V. (2015). *Caracterização acústica das consoantes líquidas do Português Europeu*. Universidade de Lisboa, Portugal.
- Rogers, E. (2006). A preliminary study of the acoustics of liquids in Wanyi. In Proceedings of 11th Australian International Conference on Speech Science & Technology (pp. 427–432).
- Rvachew, S. (2003). Computer Applications and Treatment Outcomes. *Language Learning and Education*, 10(1), 17–21.
- Samczuk, I. B. (2004). *Descrição Fonético-Acústica das Fricativas no Português Brasileiro*. Dissertação de Mestrado. Pontífica Universidade Católica de São Paulo, Brasil.
- Savu, C. (2012). An acoustic-phonetic perspective on the phonological behavior of the rhotic tap. *Proceedings of ConSOLE XX*, 213–227. Retrieved from <http://media.leidenuniv.nl/legacy/console20-proceedings-savu.pdf>
- Savu, C. F. (2013). Another look at the structure of [r]: Constricted intervals and vocalic elements. In L. Spreafico & A. Vietti (Eds.), *Rhotics. New Data and Perspectives* (pp. 145–158). Bolzano: Bozen-Bolzano University Press. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01690965.2013.834063>
- Schmeiser, B. (2009a). An Acoustic Analysis of Intrusive Vowels in Guatemalan Spanish /rC/ Clusters. In *Proceedings of the 32nd Annual Penn Linguistics Colloquium*. (No.22, Vol. 15), pp. 192–202). <https://doi.org/10.1017/CB09781107415324.004>
- Schmeiser, B. (2009b). Prosodic and Segmental Effects on Vowel Intrusion Duration in Spanish /rC/ Clusters. In M. Vigário, S. Frota & M.J. Freitas (Eds), *Phonetics and Phonology: Interactions and interrelations* (pp. 181–203). Amsterdam: John Benjamins.
- Selkirk, E. (1984). On the major class features and syllable theory. In M. Aronoff e R. Oehrle (eds.). *Language Sound Structure*. Cambridge, MA: MIT, 107–136.
- Shriberg, L. D., & Lof, G. L. (1991). Reliability studies in broad and narrow phonetic transcription. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 5(3), 225–279. <https://doi.org/10.3109/02699209108986113>
- Silva, Adelaide H P, Clemente, F. C., & Nishida, G. (2006). PARA A REPRESENTAÇÃO DINÂMICA DO TAP EM GRUPOS E CODAS: EVIDÊNCIAS ACÚSTICAS, 20–26.
- Silva, Adelaide Hercília Pescatori. (1996). *Para a Descrição Fonético- Acústica das Líquidas no Português Brasileiro: Dados de um Informante Paulistano*. Universidade Estadual de Campinas.
- Solé, M. J. (2002). Aerodynamic characteristics of trills and phonological patterning. *Journal of Phonetics*, 30(4), 655–688. <https://doi.org/10.1006/jpho.2002.0179>
- Stevens, K. N. (1998). *Acoustic Phonetics*. Cambridge: MIT Press.
- Strange, W. (1989). Evolving Theories of Vowel Perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85(5), 2081–2087. <https://doi.org/10.1121/1.397860>

- Sugden, E., Lloyd, S., Lam, J., & Cleland, J. (2019). Systematic review of ultrasound visual biofeedback in intervention for speech sound disorders. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 54(5), 705–728. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12478>
- Teixeira, A., Martins, P., Oliveira, C., & Silva, A. (2012). Production and modeling of the European Portuguese palatal lateral. In Proceedings of PROPOR 2012 (pp. 318–328). https://doi.org/10.1007/978-3-642-28885-2_36
- Vago, R. M., & Gósy, M. (2007). Schwa vocalization in the realization of /r/. In Proceedings of 16th ICPhS (pp. 505–508).
- Vigário, M., & Falé, I. (1994). A sílaba no português europeu fundamental: Uma descrição e algumas considerações de ordem teórica. *Atas Do IX Encontro Da Associação Portuguesa de Linguística*, Lisboa: APL/Colibri, 465–477.
- Vigário, M., Frota, S., & Martins, F. (2006). A ferramenta FreP e a frequência de tipos silábicos e classes de segmentos no Português. *Textos Seleccionados Do XXI Encontro Nacional Da Associação Portuguesa de Linguística*, (February 2017), 675–687.
- Vigário, Marina, Freitas, M. J., & Frota, S. (2006). Grammar and frequency effects in the acquisition of prosodic words in European Portuguese. *Language and Speech*, 49(2), 175–203. <https://doi.org/10.1177/00238309060490020301>
- Vigário, Marina, Martins, F., & Frota, S. (2005). Frequências no Português Europeu: a ferramenta FreP. *Actas Do XX Encontro Nacional Da Associação Portuguesa de Linguística*, (January), 897–908.
- Webb, E. R. (2002). *The Relational /r/: Three Case Studies in Rhotic Integrity and Variation*. PhD Thesis. University of Texas at Austin, USA. <https://doi.org/10.1139/m75-263>
- Wells, J. c. (1997). *SAMPA computer readable phonetic alphabet*. In D. Gibbon, R. Moore, & R. Winski (Eds.), *Handbook of Standards and Resources for Spoken Language Systems* (pp. 684–732). Berlin: Mouton de Gruyter.
- Wiese, R. (2001). The phonology of /r/. *Distinctive Feature Theory*, 2, 335–368.
- Wiese, R. (2011). The Representation of Rhotics. *The Blackwell Companion to Phonology*, 1–19. <https://doi.org/10.1002/9781444335262.wbctp0030>
- Willis, E. W., & Bradley, T. G. (2008). Contrast maintenance of taps and trills in Dominican Spanish: Data and analysis. *Selected Proceedings of the 3rd Conference on Laboratory Approaches to Spanish Phonology*, (1991), 87–100. Retrieved from <http://www.lingref.com/cpp/lasp/3/paper1716.pdf>
- Wren, Y., Harding, S., Goldbart, J., & Roulstone, S. (2018). A systematic review and classification of interventions for speech-sound disorder in preschool children. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 53(3), 446–467. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12371>
- Wren, Y., Miller, L. L., Peters, T. J., Emond, A., & Roulstone, S. (2016). The Development of English as a Second Language With and Without Specific Language Impairment: Clinical Implications. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 24(2), 1–14. <https://doi.org/10.1044/2015>

Anexos

Anexo 1 – Principais características dos estudos realizados no âmbito da análise do evento acústico

Autor(s) e ano	N	Língua(s)	Aspetos em análise	Procedimentos e medidas de análise dos dados	Principais resultados
Quillis (1999)	-	Espanhol	-	<ul style="list-style-type: none">• Análise visual da estrutura formântica.	<ul style="list-style-type: none">• Estrutura formântica do elemento <i>esvarabático</i> parece seguir a estrutura formântica da vogal nuclear.
Colantoni & Steele (2004)	21	Espanhol e Francês	<ul style="list-style-type: none">• Percentagem de ocorrência da vogal epentética;• Frequência dos 3 primeiros formantes da vogal epentética;• Frequência dos 2 primeiros formantes da vogal precedente e da vogal nuclear da sílaba;• Duração da vogal epentética.	<ul style="list-style-type: none">• Análise acústica;• Análise estatística descritiva e inferencial.	<ul style="list-style-type: none">• Para as duas línguas, a percentagem de ocorrência da vogal epentética quando o segundo elemento da sequência é a lateral /l/ foi inferior a 2% e quando o segundo elemento é o rótico a percentagem é variável;• Para o Francês, a percentagem de ocorrência de vogal epentética foi inferior comparativamente à percentagem obtida para o Espanhol;• Parece existir interferência da realização fonética do rótico na ocorrência do evento acústico;• A qualidade da vogal epentética é afetada pelas vogais nucleares da sílaba;• Para o Francês, 8 dos 10 informantes não apresentaram diferenças significativas quanto à duração média da vogal epentética, sendo que esta variou de 27ms a 38ms;• Para o Espanhol, 8 dos 11 informantes não apresentaram diferenças significativas quanto à duração média da vogal epentética, sendo que esta variou de 31ms a 40ms.

Autor(s) e ano	N	Língua(s)	Aspetos em análise	Procedimentos e medidas de análise dos dados	Principais resultados
Ramírez (2006)	5	Espanhol	<ul style="list-style-type: none"> • Frequência dos 3 primeiros formantes da vogal epentética e da vogal nuclear da sílaba; • Duração da líquida, da vogal epentética e da vogal nuclear da sílaba; • Percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Influência do ponto articulatorio do primeiro elemento do ataque ramificado na percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Influência do rótico <i>versus</i> lateral na percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Influência do vozeamento do primeiro elemento do ataque ramificado na percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Influência do acento de palavra na percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Influência da vogal nuclear da sílaba na percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Perceção da presença/ausência da vogal epentética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Extração de medidas no ponto médio de cada segmento; • Triângulo vocálico: comparação do comportamento dos dois primeiros formantes da vogal epentética e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados sugerem existir semelhanças entre a vogal epentética e a vogal nuclear da sílaba; • A duração da vogal epentética é de aproximadamente um terço da vogal nuclear da sílaba; • A duração da vogal epentética não parece ser afetada pelo ponto articulatorio do primeiro elemento do ataque ramificado; • A percentagem de ocorrência da vogal epentética é maior nas seguintes situações: em ataques ramificados formados por consoante + <i>flap</i> comparativamente aos ataques ramificados consoante + lateral; quando a vogal nuclear é /a/; quando o primeiro elemento do ataque ramificado é uma consoante oclusiva comparativamente a uma consoante fricativa; quando o primeiro elemento do ataque ramificado é dental comparativamente a bilabial, labiodental ou velar; quando o primeiro elemento do ataque ramificado é desvozeado; • No caso do espanhol, a vogal epentética tem a função de facilitar perceção do ataque ramificado por parte dos falantes espanhóis.

Autor(s) e ano	N	Língua(s)	Aspetos em análise	Procedimentos e medidas de análise dos dados	Principais resultados
Recasens & Espinosa (2007)	10	Catalão	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de contacto entre língua e palato (dados de eletropalatografia) do <i>tap</i> e do <i>trill</i>; • Duração do <i>tap</i>, do <i>trill</i> e da vogal epentética; • Percentagem de ocorrência da vogal epentética; • Frequência dos 3 primeiros formantes do <i>tap</i> e do <i>trill</i>; • Influência da posição na palavra na produção do <i>tap</i> e do <i>trill</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Análise eletropalatográfica. 	<ul style="list-style-type: none"> • A duração da vogal epentética é maior quando a oclusiva é vozeada (40–43 ms versus 25–35 ms); • A Percentagem de ocorrência da vogal epentética é maior quando o rótico surge junto a uma consoante vozeada <i>versus</i> consoante desvozeada.
Nicolaidis & Baltazani (2014)	5	Grego	<ul style="list-style-type: none"> • Duração do vocoide e do rótico; • Frequência dos dois primeiros formantes do vocoide e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Análise eletropalatográfica; • Extração de medidas no ponto médio de cada segmento; • Triângulo vocálico: comparação do comportamento dos dois primeiros formantes do vocoide e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores de duração para o vocoide variam de 30 a 37 ms e para o rótico variam de 22 a 28 ms; • Valores dos formantes do vocoide são semelhantes aos da vogal nuclear, mas têm uma tendência clara para se centralizarem; • O vocoide é encarado como sendo parte integrante do rótico.
Savu (2013)	5	Romeno	<ul style="list-style-type: none"> • Duração do elemento vocálico e do rótico; 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; 	<ul style="list-style-type: none"> • valores médios de duração para o elemento vocálico de 31 ms em /VrC/ e 30,3 ms em /CrV/ e valores médios de duração para o rótico de 26,9 ms em /rC/ e 24 ms em /Cr/.

Autor(s) e ano	N	Língua(s)	Aspetos em análise	Procedimentos e medidas de análise dos dados	Principais resultados
Silva (1996)	1	Português do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Duração das líquidas e do evento acústico; • Frequência dos 3 primeiros formantes das líquidas e das vogais nucleares da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise visual da estrutura formântica; • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Extração de medidas no ponto médio de cada segmento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possível semelhança entre a estrutura formântica do evento à esquerda do <i>tap</i> em ataque ramificado e a estrutura formântica da vogal nuclear da sílaba; • A duração do evento vocálico varia de 10 a 20 ms.
Carvalho (2004)	4	Português do Brasil e Espanhol	<ul style="list-style-type: none"> • Duração do rótico; • Frequência dos 3 primeiros formantes do rótico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise visual da estrutura formântica; • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Extração de medidas no ponto onde o segmento parece adquirir a sua realização plena. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparente semelhança entre o elemento vocálico e a vogal nuclear da sílaba.
Silva, Clemente e Nishida (2006)	2	Português do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Duração do elemento vocálico e da vogal nuclear da sílaba; • Frequência dos 3 primeiros formantes do elemento vocálico e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise visual da estrutura formântica; • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Extração de medidas no ponto médio de cada segmento; • Triângulo vocálico: comparação do comportamento dos dois primeiros formantes do elemento vocálico e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • A duração do elemento vocálico varia de 7 ms a 18 ms; • A duração da vogal nuclear da sílaba varia de 16 ms a 24 ms; • Em ataque ramificado: estrutura formântica do elemento vocálico semelhante à da vogal nuclear da sílaba; • Em coda: elemento vocálico assemelha-se a uma vogal neutra centralizada.

Autor(s) e ano	N	Língua(s)	Aspetos em análise	Procedimentos e medidas de análise dos dados	Principais resultados
Nishida (2005)	2	Português do Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Número de ocorrências do elemento vocálico; • Duração do elemento vocálico; • Frequência dos 3 primeiros formantes do elemento vocálico e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise visual da estrutura formântica; • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Extração de medidas no ponto médio de cada segmento; • Triângulo vocálico: comparação do comportamento dos dois primeiros formantes do elemento vocálico e da vogal nuclear da sílaba. 	<ul style="list-style-type: none"> • A duração do elemento vocálico varia de 15ms a 24ms; • Levanta a hipótese de que o <i>tap</i>, nos grupos consonânticos do PB, “entrecorta” a vogal nuclear e, por esta razão, o elemento vocálico apresenta a mesma estrutura formântica que a vogal nuclear.
Jetchev (1995)	-	Búlgaro	-	<ul style="list-style-type: none"> • Análise visual da estrutura formântica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elemento <i>esvarabático</i> entre os elementos consonânticos dos grupos apresenta uma estrutura formântica muito semelhante à de uma vogal reduzida, denominada de <i>schwa</i>.
Rodrigues (2015)	10	Português Europeu	<ul style="list-style-type: none"> • Duração das consoantes líquidas; • Frequência dos 4 primeiros formantes das consoantes líquidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análise visual da estrutura formântica; • Análise acústica; • Análise estatística descritiva e inferencial; • Extração de medidas no ponto médio de cada segmento; 	<ul style="list-style-type: none"> • Foi identificado um elemento de transição entre a oclusiva e a vibrante cuja configuração dos formantes se aproxima à de uma vogal, distinguindo-se pela sua menor duração face à vogal nuclear da sílaba⁴.

⁴ Para o estudo de Rodrigues (2015) são apresentados apenas os principais resultados relativos ao elemento de transição entre a oclusiva e a vibrante e não os principais resultados de todo estudo.