

**PSYCHOLOGICAL RESPONSES AND COGNITIVE BEHAVIOURS:  
MEASURES OF HEART RATE VARIABILITY INDEX LANGUAGE KNOWLEDGE**

Dagmar Divjak  
Hui Sun  
Petar Milin (2023)

ACESIN | Novembro de 2023 | Wellington Almeida

# OBJETIVO GERAL

Detectar, através da **Variabilidade de Frequência Cardíaca (VFC)**, se os indivíduos possuem conhecimento gramatical e explorar o qual sensível essa resposta é.

# OBJETIVO GERAL

Detectar, através da **Variabilidade de Frequência Cardíaca (VFC)**, se os indivíduos possuem conhecimento gramatical e explorar o qual sensível essa resposta é.

A VFC mede a **variabilidade entre sucessivas batidas cardíacas** e captura a flutuação da **duração dos intervalos entre batidas**: uma VFC baixa é indicativo de *regularidade* na frequência cardíaca; já uma VFC alta é indicativo de *irregularidade* na frequência cardíaca.



# PROBLEMA DE FUNDO

Algumas técnicas experimentais geralmente utilizadas para verificar o conhecimento linguístico podem ser **reflexivas** demais e depender do **conhecimento metalinguístico** que indivíduos têm (ex. os testes de julgamento de aceitabilidade ou gramaticalidade).

# PROBLEMA DE FUNDO

Algumas técnicas experimentais geralmente utilizadas para verificar o conhecimento linguístico podem ser **reflexivas** demais e depender do **conhecimento metalinguístico** que indivíduos têm (ex. os testes de julgamento de aceitabilidade ou gramaticalidade).

Por essas e outras razões, tem-se apostado em técnicas mais **reflexas**, que são capazes de medir reações individuais de maneira mais automatizada (mais **online**, em termos psicolinguísticos).

# LITERATURA

A **Variabilidade de Frequência Cardíaca** tem sido tomada, na literatura especializada, como uma **expressão** do sistema nervoso autônomo e tem sido relacionada com funções cognitivas.

# LITERATURA

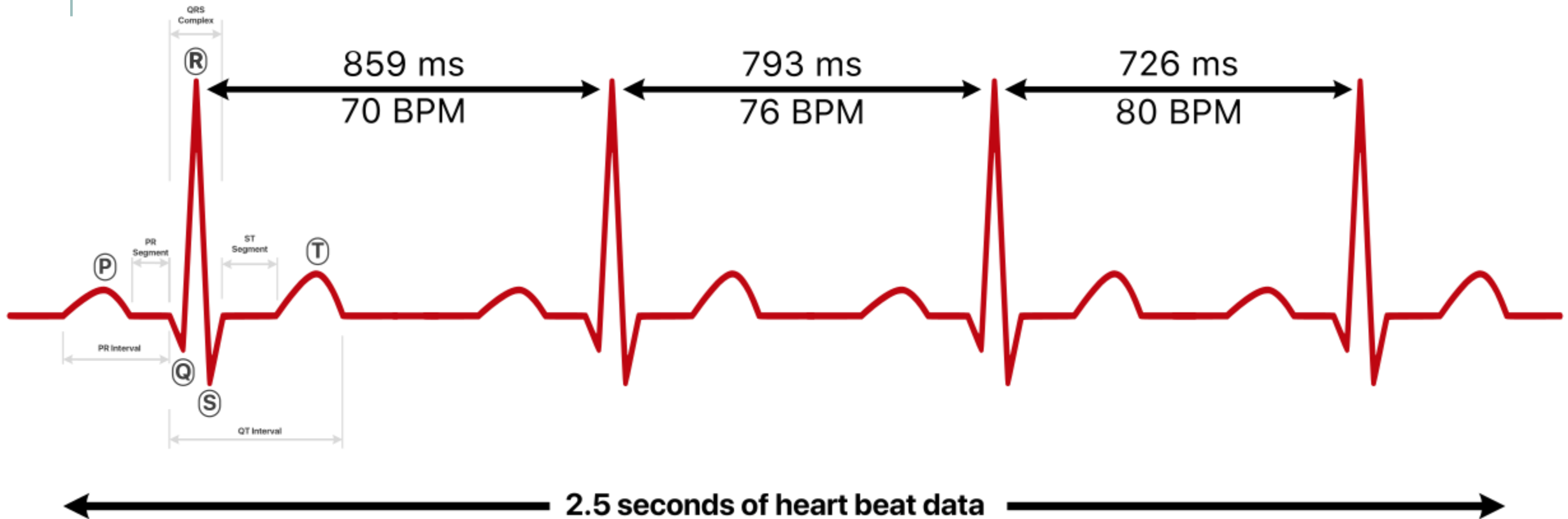
A **Variabilidade de Frequência Cardíaca** tem sido tomada, na literatura especializada, como uma **expressão do sistema nervoso autônomo** e tem sido relacionada com funções cognitivas.

“O **sistema nervoso autônomo** é a parte do sistema nervoso que alimenta os órgãos internos, incluindo os vasos sanguíneos, estômago, intestino, fígado, rins, bexiga, órgãos genitais, pulmões, pupilas, coração e as glândulas digestivas, salivares e sudoríparas” ([Low, 2021](#)).

**SIMPÁTICO:** estímulo de processos corporais (-VFC)

**PARASSIMPÁTICO:** inibição/relaxamento de processos corporais (+VFC)

# Heart rate variability



someone with high HRV may reflect increased parasympathetic activity, and someone with low HRV may reflect increased sympathetic activity.



# LITERATURA

Forte et al. (2019), por exemplo, em uma revisão sistemática, com dados de eletrocardiogramas contínuos de 19.430 indivíduos saudáveis, pontuaram que a alta Variabilidade de Frequência Cardíaca pode ser associada com melhor performance cognitiva – com o efeito, inclusive, tendo sido observado através dos domínios das funções cognitivas globais, atenção, velocidade de processamento, funções executivas, memória, linguagem e habilidades visuoespaciais.

alta VFC → maior ação do parassimpático → maior relaxamento

# LITERATURA

Forte et al. (2019), no entanto, também relatam a **escassez de estudos especificamente linguísticos** ligados à Variabilidade de Frequência Cardíaca, dentre os quais alguns sequer demonstraram resultados significativos (Britton *et al.* 2008; Zeki Al Hazzouri *et al.* 2017; Frewen et al. 2013) para mais detalhes.

# METODOLOGIA

**Participantes:** 41 adultos saudáveis e falantes nativos de British English (21 mulheres), com idades entre 18 e 44 anos ( $M = 21,9$  anos;  $DP = 6,4$  anos);

27/40 eram bilíngues, 10/27 **reportando** proficiência nativa na L2, e todos **reportaram** terem algum nível de experiência com sotaques estrangeiros.

# METODOLOGIA

**Tarefa:** Foi pedido aos participantes que ouvissem 40 amostras de fala curtas em inglês; metade delas continham erros gramaticais na colocação de artigos (e.g., a/an, the). Eles deveriam dizer o quanto eles gostariam de ser representados por aquele falante em termos de argumentação e linguagem, em uma escala likert de 7 pontos (-3 “não mesmo” a 3 “bastante/muito”).

Enquanto isso, os participantes tinham sua atividade cardíaca medida através de equipamento apropriado.

# METODOLOGIA

**Estímulos e design experimental:** Os estímulos foram apresentados em diferentes sotaques (**nativo/estrangeiro** [polonês]) e por falantes **homens e mulheres**.

Cada amostra de fala foi criada baseada em uma resposta transcrita de uma entrevista sobre oito **temas cotidianos** (i.e. educação, meio-ambiente, cultura, globalização, saúde, cidade, grupos minoritários, vícios).

# METODOLOGIA

As amostras de fala foram retirados do corpus BACKBONE English as Lingua Franca de falantes poloneses;

Os trechos foram revisados para que somente erros de colocação de artigos fossem mantidos;

Eventualmente, erros de artigos eram acrescentados quando se queria aumentar a taxa de erro, que ia de 18% a 56% (hipótese de acomodação);

# METODOLOGIA

A partir dos 40 estímulos base (20 com erros e 20 sem erros) foram gravados **160 estímulos auditivos** (nativo x polonês; homem x mulher).

Cada falante ouviu **8 blocos**, 2 em cada subtipo (nativo homem; nativo mulher; polonês homem; polonês mulher). Cada bloco continha **5 estímulos**. Em cada bloco, os falantes escutavam uma pessoa falando sobre **o mesmo tópico**.

Cada bloco foi **pré-julgado** por 60 falantes nativos como altamente inteligível e compreensível.



# EXEMPLOS DE ESTÍMULOS

(a) Com erros:

I think that culture is one of the areas most affected by a globalization and it's hard to say whether it's the positive or negative impact. I think that thanks to a globalization people all around the world listen to same music, watch the same movies, and read same books. They can discuss the same issues with each other, and understand each other better because they know what they are talking about.



# EXEMPLOS DE ESTÍMULOS

(b) Sem erros:

I think that immigration is a positive outcome of globalization because people have the possibility to meet each other, to travel from one country to another, and to get a job in a new country. This helps with integration and creating a multicultural environment. However, some emigrants live in very bad conditions and sometimes they are unwilling to integrate with the native citizens of the country where they live.

# PÓS-TESTE

5/41 não reconheceram o sotaque polonês;

1/41 declarou não ter notado erros nas falas;

2/41 disseram haver **SOMENTE** erros relacionados ao uso de artigos;

Em geral, os participantes estimaram que a voz **feminina britânica** cometeu **menos erros** do que (em ordem) as vozes masculina britânica, feminina polonesa e masculina polonesa.

# ESTATÍSTICA

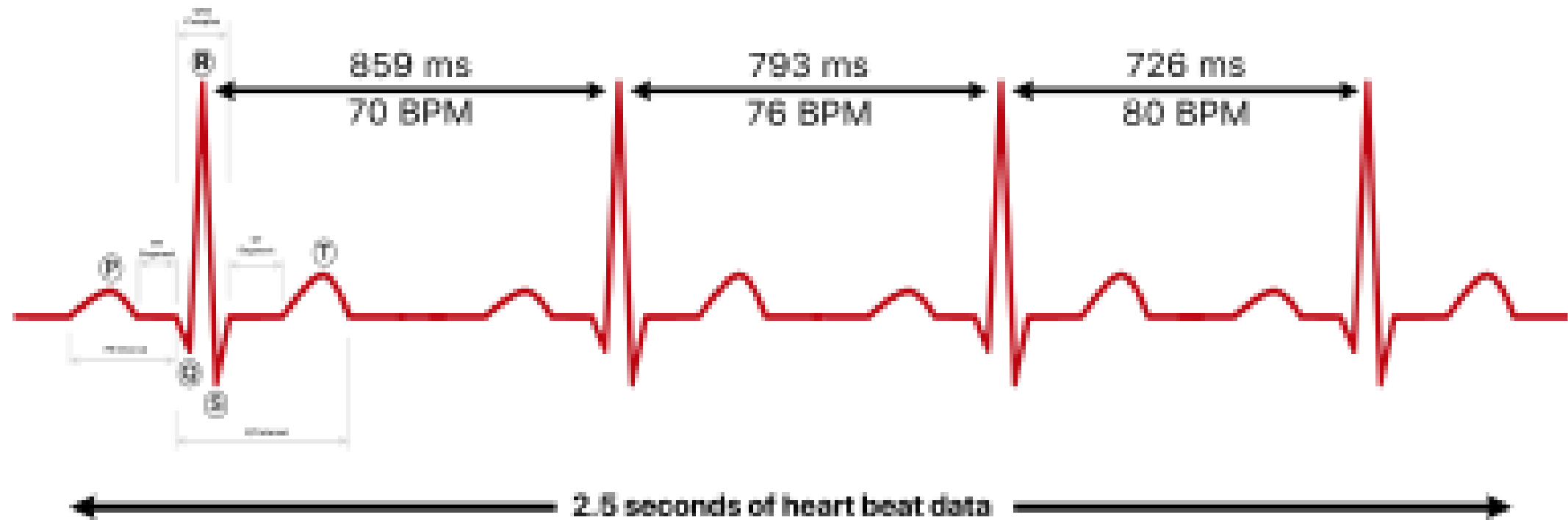


## Modelo Generalizado Aditivo de Efeitos Mistos

$gam(\mathbf{HRV.NN50} \sim \text{SpeakerAccent} + s(\text{TrialOrder}) + s(\text{ErrorDensity}) + s(\text{HR.M}) + s(\text{TrialOrder}, \text{Participant}, bs = 'fs', m = 1), \dots)$

Em estatística, um modelo aditivo generalizado é um modelo linear generalizado no qual a variável de resposta linear depende linearmente de funções suaves desconhecidas de algumas variáveis preditoras, e o interesse se concentra na inferência sobre essas funções suaves.

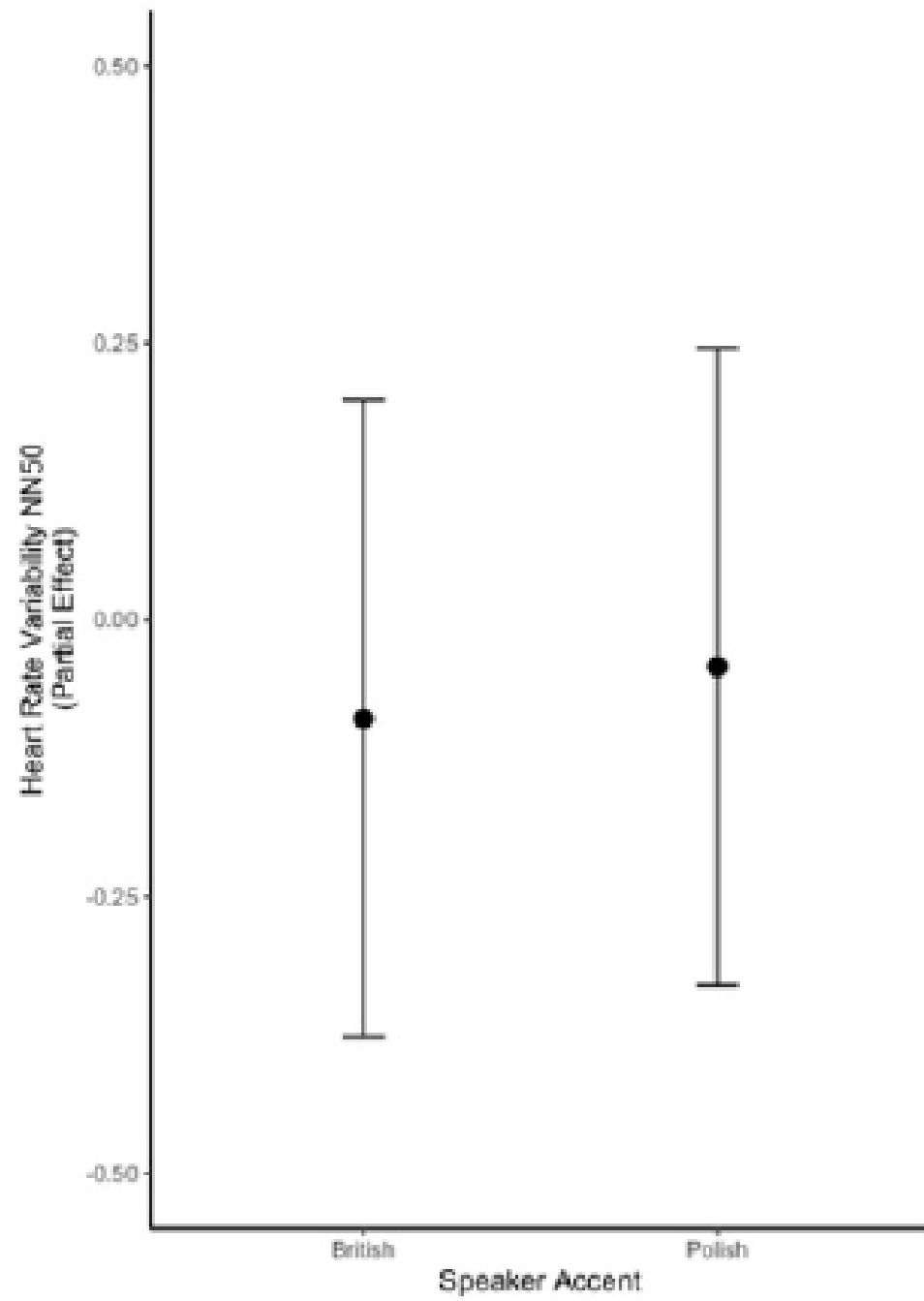
# Heart rate variability

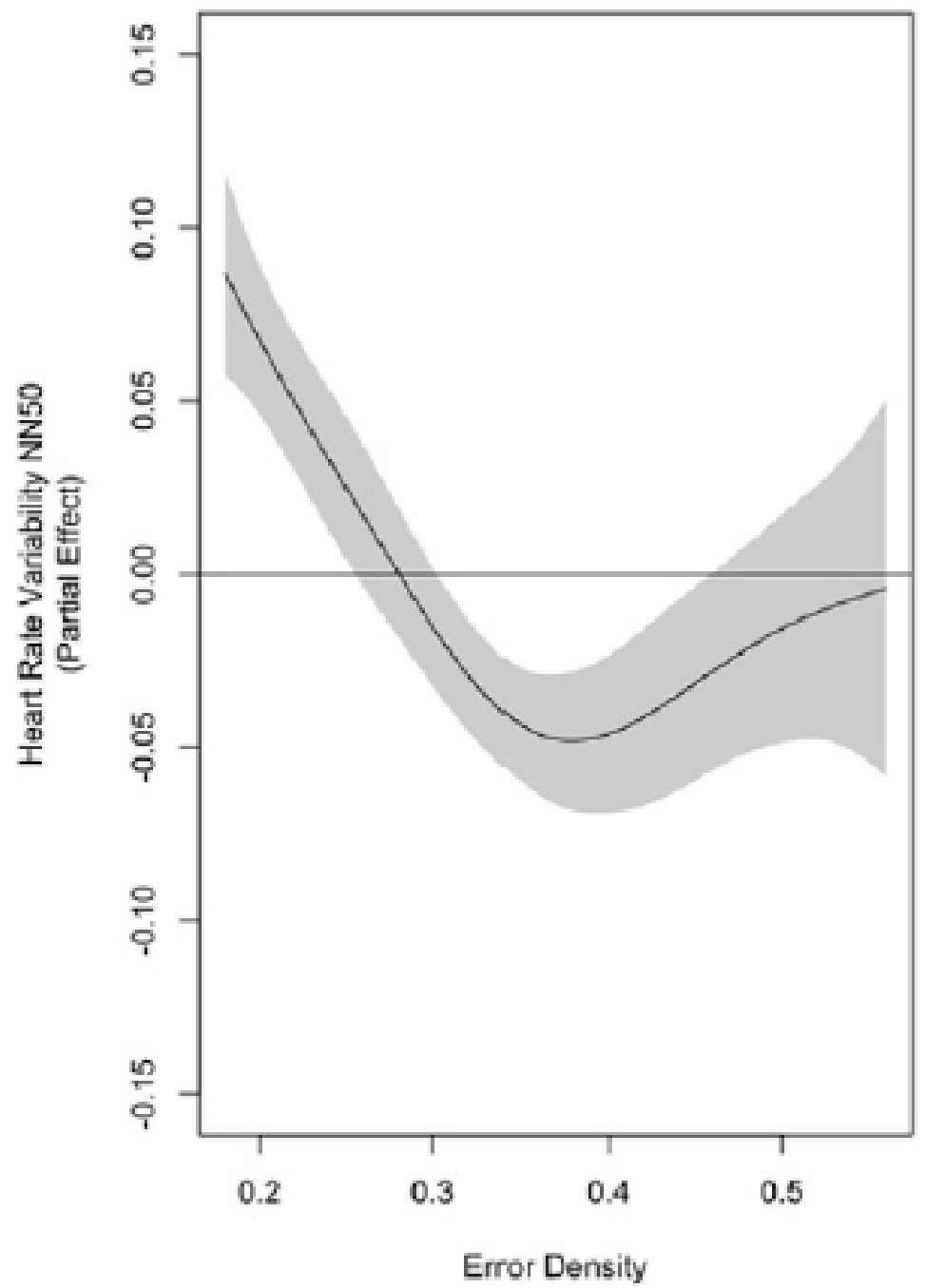


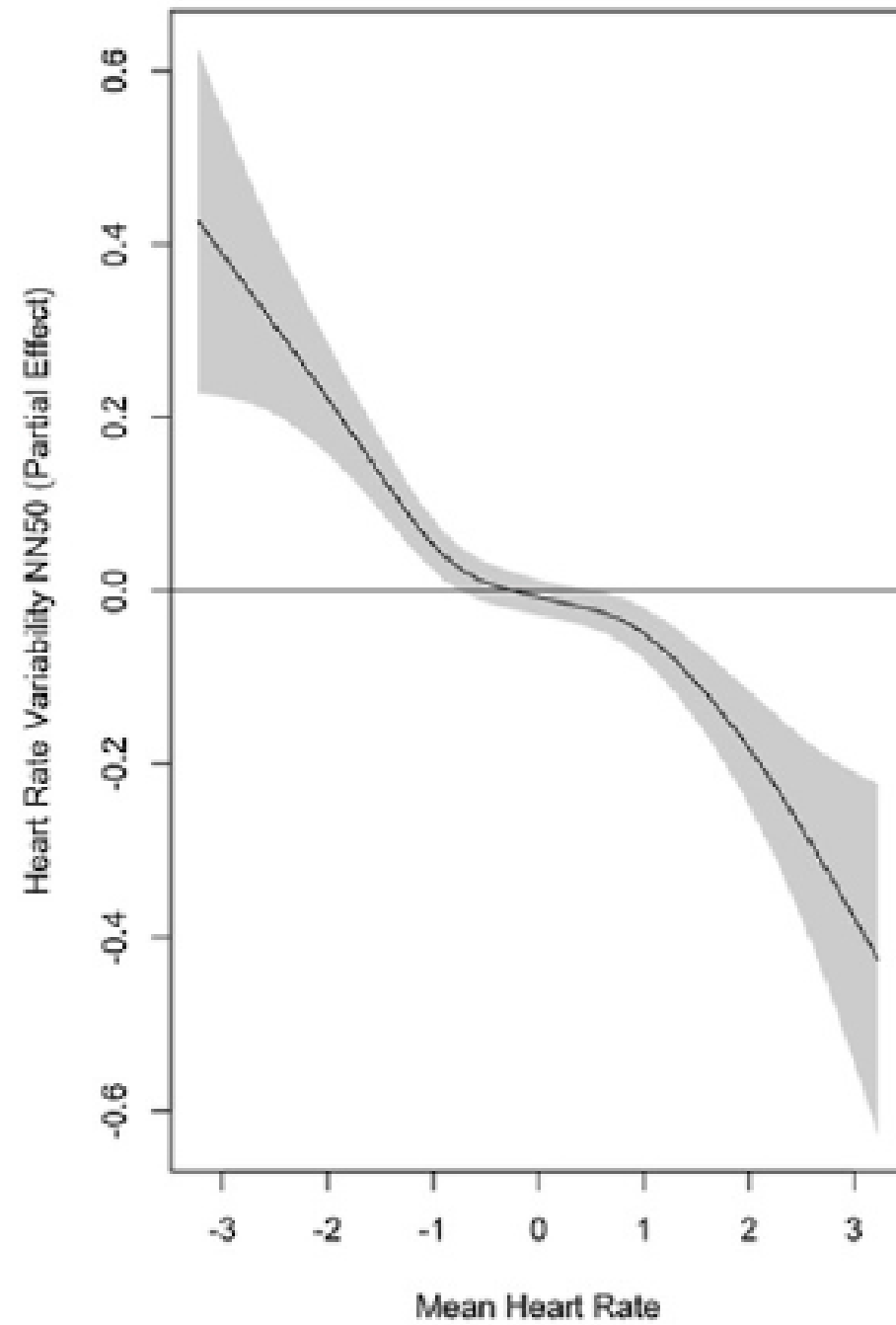
**Table 1**

Trimmed (i.e., criticised) Generalised Additive Mixed Effect Model fitted to heart rate variability (HRV.NN50), on the subsample of the data containing errors.

Parametric coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
Intercept	-0.047	0.146	-0.320	0.749
SpeakerAccent (Polish)	0.047	0.014	3.255	0.001
Smooth terms:				
	edf	Ref.df	F	p-value
s(TrialOrder)	1.000	1.000	0.926	0.336
s(ErrorDensity)	2.863	3.465	12.739	<0.0001
s(HR.M)	4.164	5.202	13.555	<0.0001
s(TrialOrder, Participant)	81.711	368.000	45.494	<0.0001







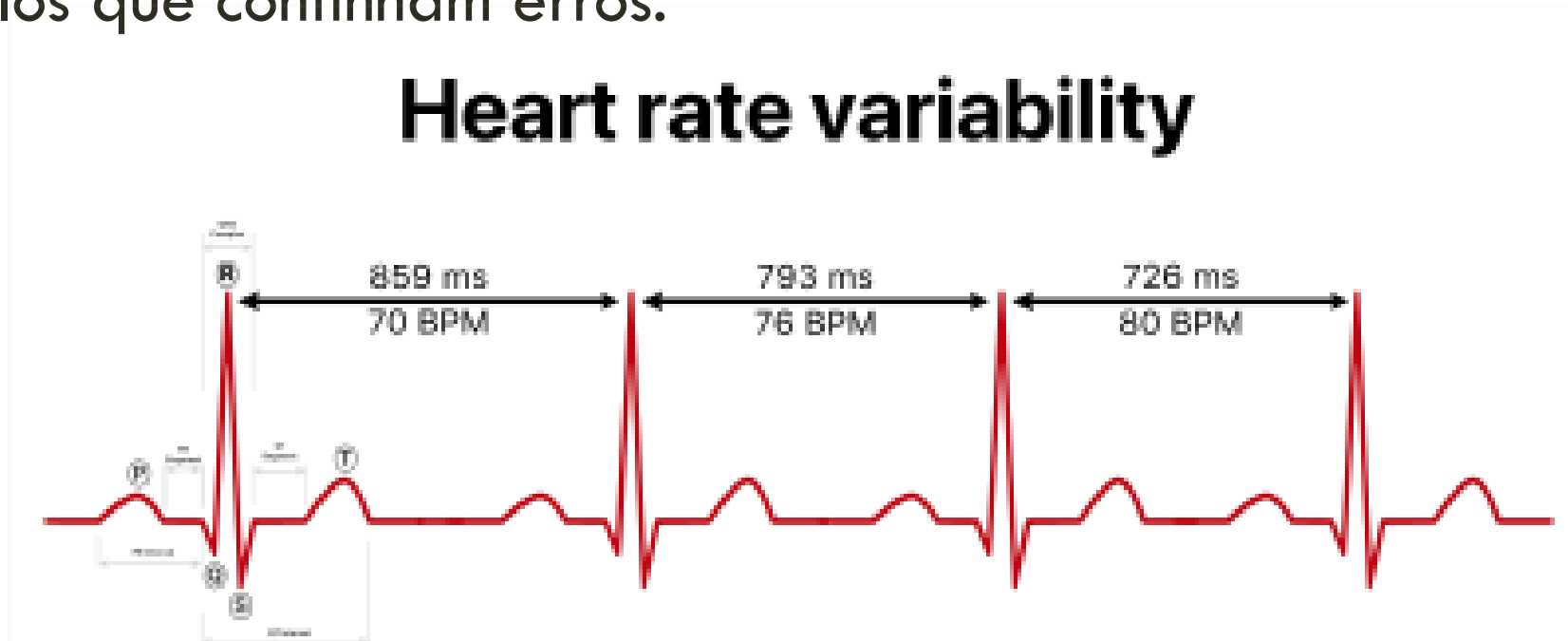


# RESULTADOS/DISCUSSÃO

O modelo estatístico confirmou que há uma resposta cardiovascular para as violações gramaticais: foi registrada uma redução significativa na VFC **indexada pelo NN50** em resposta a estímulos que continham erros.

# RESULTADOS/DISCUSSÃO

O modelo estatístico confirmou que há uma resposta cardiovascular para as violações gramaticais: foi registrada uma redução significativa na VFC indexada pelo NN50 em resposta a estímulos que continham erros.



# RESULTADOS/DISCUSSÃO

Mais especificamente, a resposta cardiovascular reflete a extensão das violações linguísticas, e a VFC diminui à medida que há mais erros nos estímulos (varia de 18% a 56%).

Ouvir a uma fala que contém erros reduz a VFC, e a redução aumenta com o número de violações, até um certo nível.

# workin' x working

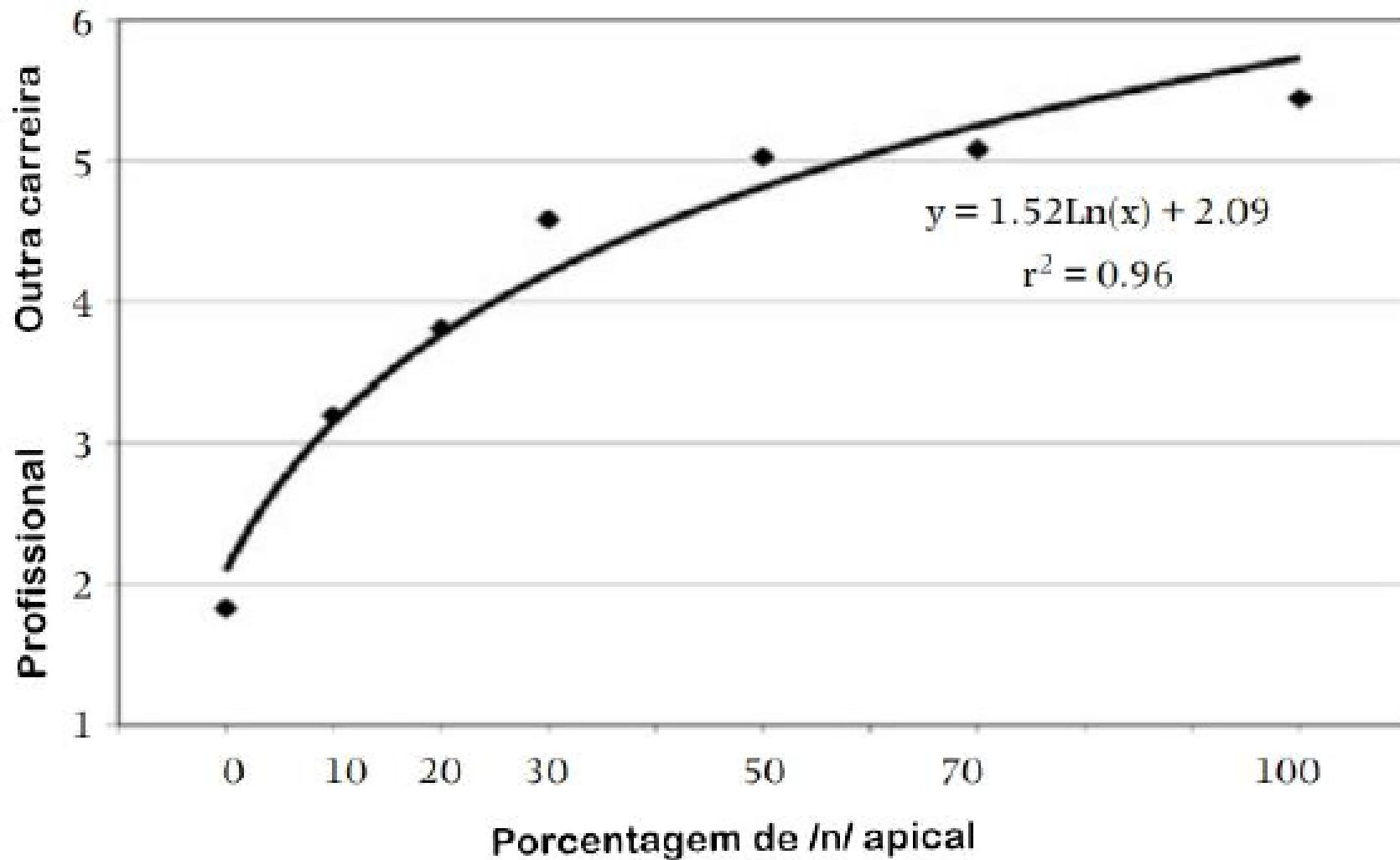


Figura 3 - Resultado do experimento 2 da bateria do monitor sociolinguístico. Fonte: Labov *et al.* (2011), adaptado.

# RESULTADOS/DISCUSSÃO

Esses resultados demonstram que os falantes absorveram os padrões linguísticos esperados para sua língua e, em resposta a violação desses padrões, exibem respostas reflexas.

Mas essas respostas são relativamente diferente das respostas reflexivas: vamos lembrar que, ao serem perguntados, somente um participante identificou corretamente o tipo de violação que existia nas sentenças.

# DÚVIDAS/ENCAMINHAMENTOS

1. Não houve distinção em termos de **variabilidade sociolinguística** (SOTO; ALMEIDA, 2021);
2. Como seria o comportamento face à variação sociolinguística?  
**Erro L2 x variação L1** (que tende a já estar acomodada na mente do falante, de alguma forma).
3. O tipo de estímulo usado abre caminho para **o uso de estímulos mais ecológicos** e menos controlados?