

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
DOUTORADO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

DÉBORA TOMAZI MOREIRA CAUMO

**A INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES INTRAUTERINO E EXTRAUTERINO NA  
LINGUAGEM DE PRÉ-ESCOLARES: UM ESTUDO DE COORTE**

Porto Alegre

2023

DÉBORA TOMAZI MOREIRA CAUMO

**A INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES INTRAUTERINO E EXTRAUTERINO NA  
LINGUAGEM DE PRÉ-ESCOLARES: UM ESTUDO DE COORTE**

A apresentação desta tese é requisito parcial para título de doutor do Programa de Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Professor Clécio Homrich da Silva

Coorientador: Professor Márcio Pezzini França

Porto Alegre

2023

### CIP - Catalogação na Publicação

Caumo, Débora Tomazi Moreira  
A INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES INTRAUTERINO E  
EXTRAUTERINO NA LINGUAGEM DE PRÉ-ESCOLARES: UM ESTUDO  
DE COORTE / Débora Tomazi Moreira Caumo. -- 2023.  
139 f.  
Orientador: Clécio Homrich da Silva.

Coorientador: Márcio Pezzini França.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente,  
Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Linguagem Infantil. 2. Desenvolvimento da  
Linguagem. 3. Estudo de coorte. I. Silva, Clécio  
Homrich da, orient. II. França, Márcio Pezzini,  
coorient. III. Título.

DÉBORA TOMAZI MOREIRA CAUMO

A INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES INTRAUTERINO E EXTRAUTERINO NA  
LINGUAGEM DE PRÉ-ESCOLARES: UM ESTUDO DE COORTE

A apresentação desta tese é requisito parcial para título de doutor do Programa de Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Professor Clécio Homrich da Silva

Coorientador: Professor Márcio Pezzini França

Porto Alegre, 11 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Professora Deisi Cristina Gollo Marques Vidor

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)

---

Professora Leila Rechenberg

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

---

Professor Rudimar dos Santos Riesgo

Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança (UFRGS)

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Teodósio Caumo, *in memoriam*, e Gelsa Caumo  
que dignamente me apresentaram os valores da  
honestidade, da persistência e, acima de tudo, do amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Clécio Homrich da Silva, e ao meu coorientador, professor Dr. Márcio Pezzini França, por terem me recebido e me apoiado nesta intensa jornada, me mostrando os melhores caminhos. Cada um baseado em suas diversificadas experiências, o que complementou ainda mais este trabalho. Absorvi um pouco da essência de cada um nesta caminhada, aprendi muito e tenho profunda admiração pela sabedoria de vocês! Foi uma repleta satisfação tê-los ao meu lado neste percurso, estar próxima a tanta experiência e conhecimento foi uma honra.

Ao meu marido Rodrigo Cauduro Dias de Paiva que com muito amor me apoiou e me incentivou em todo este processo, e todos os dias inspira em mim o sentimento de encantamento com o conhecimento e a ciência, agregado à valores de vida essenciais.

Aos meus irmãos Camila e Daniel por compartilharem a vida comigo, estarem ao meu lado em todos os momentos, em poucas oportunidades expressei meu amor e admiração por eles porque sempre achamos que eles sabem.

Minha mãe que é o amor maior do mundo, me inspira alegria e dela herdei, entre milhares de outros aspectos, o encantamento pelas crianças e trabalho com a infância.

Meu pai que me inspirou a busca pelo pensamento superior, combinava a intelectualidade e a humildade de forma indescritível, era sempre admirável em suas palavras e atitudes, e sigo e seguirei tomando decisões me inspirando no que ele diria ou faria, ou deixaria passar, porque ele tinha a tranquilidade de que tudo havia seu tempo.

Aos demais familiares e amigos que ao longo destes últimos anos testemunharam o desenvolvimento deste trabalho, entendendo as ausências, mesmo em presença, amo tê-los na minha vida.

Às colegas de trabalho da Equipe Especializada na Saúde da Criança e do Adolescente- EESCA que compartilham comigo o sentimento de trabalhar para uma infância melhor, atuando diretamente na saúde de crianças e adolescentes do

munícipio. Obrigada pelo incentivo, apoio e inspiração para a realização do doutorado, saibam que a vocação, a experiência e o conhecimento de vocês de uma forma interdisciplinar enriquecem imensamente todo esse processo.

À fonoaudióloga Camila Fridman, na época estagiando no meu campo de trabalho, quase no fim de sua formação, quando iniciou a pandemia Covid19, e mesmo assim ela aceitou o convite de participar das testagens de um software para realizar a transcrição de fala de crianças. Então com ela vi que este era um caminho possível, mas hoje sei que tive sorte de ter naquele momento uma estagiária de capacidades muito elevadas.

À colega Carolina da Silveira Riter, mais um encontro muito especial que tive neste processo, inicialmente como residente no meu campo de trabalho, notável vocação na fonoaudiologia e capacidade acadêmica, além de muitas outras características encantadoras, ela é uma maravilhosa companhia! Colocou em ação tudo que propus de forma tão leve que fez parecer fácil e agradável, e não é à toa que está neste momento finalizando seu mestrado. Obrigada Carol, espero um dia retribuir tudo isto!

Agradeço imensamente às colegas Ana Paula Marques Barbosa, Lívia Majolo Rockenbach, que aceitaram meu convite em colaborar com o desenvolvimento da minha tese em um dos momentos mais desafiadores. Vocês foram fundamentais para a conclusão deste trabalho, demonstrando muita dedicação ao conhecimento e amor à ciência. Fui muito abençoada em conhecê-las na disciplina de Fonologia ministrada pela professora Dra. Elisa Battisti, a quem também tenho profunda gratidão pelos aprendizados e encontros oportunizados. Fui muito pretenciosa em convidar as melhores colegas e ainda não acredito que toparam, sinto que ganhei eternas amigas.

Gostaria de registrar aqui que o pai da colega Ana Paula faleceu no mesmo dia que o meu, (05.03.22). Até hoje escuto a mensagem dela quando estou triste porque ela foi tão grandiosa nas palavras de conforto que eu nem pude falar nada melhor para ela. Este dia reuniu números do aniversário de toda a família. Nasci junto com minha irmã Camila num dia 22, meu irmão Daniel no mês de março (03), e minha mãe nasceu num dia 05, não sei se a estatística explica isto, mas meu pai conseguiu combinar muitos números na sua partida.

Então agradeço a Deus! Que quando foge a compreensão lá está Ele. Acho que somos todos relutantes em compreendê-Lo. Tudo o que há de melhor, o amor e a alegria estão aqui, a gente que só percebe quando se distancia. Então voltamos de encontro a Ele porque é disto que precisamos.

À Doutora Maria Lúcia Novaes Menezes, que não conheço pessoalmente, e quando estava desenvolvendo meu plano de pesquisa em 2019, enviei um e-mail para saber sobre o instrumento ADL (Avaliação do Desenvolvimento da Linguagem) desenvolvido por ela na FIOCRUZ. Na ocasião ela me respondeu prontamente, apesar de estar na última etapa de um projeto seu e ter realizado sua aposentadoria em 2014, ela me enviou um riquíssimo material e dicas muito elucidativas e incentivadoras sobre pesquisa com linguagem infantil, foi muito inspirador!

À professora Doutora Denise Ruschel Bandeira, e o doutorando Chrystian da Rosa Kroeff do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da UFRGS, vinculado ao Grupo de Estudo, Aplicação e Pesquisa em Avaliação Psicológica (GEAPAP), os quais me disponibilizaram acesso às vídeo-gravações e acompanhamento dos procedimentos de coleta no ano de 2019, onde tudo começou. Sem eles nada disso seria possível.

À professora Dra. Juliana Rombaldi Bernardi que amavelmente incluiu minha participação neste grandioso projeto de pesquisa, o qual realizei uma pequena parte, mas tenho ciência do longo caminho percorrido por ela e os demais coordenadores, professores e estudantes envolvidos, meu muito obrigada a todos, e minha eterna admiração e reverência a este magnífico projeto.

Manifesto minha gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é como uma segunda casa, uma casa que escolhi, almejei e faço parte, tenho orgulho e quero poder sempre honrar. Obrigada a todo corpo docente à qual devo grande parte dos aprendizados e aos colegas que tive oportunidade de conhecer.

Aos membros da banca de defesa, os professores Dr. Rudimar dos Santos Riesgo, Dra. Deisi Cristina Gollo Marques Vidor, Dra. Leila Rechenberg, e Dra. Maristela Cavalheiro Tamborindéguy França, pela solicitude com que aceitaram o convite para participar da banca de avaliação, suas contribuições para a presente pesquisa são de um valor imensurável.

À todas as crianças, que pensamos estar auxiliando, mas na verdade são elas que estão nos ensinando. A infância é mesmo um momento muito especial, que sem ter consciência voltamos a ela frequentemente e de lá tiramos os maiores ensinamentos e encontramos a verdadeira sabedoria.



"Em algum momento a gente aprende que a linguagem faz parte da nossa essência humana. Não é instrumento nem ferramenta pois é constituidor da nossa personalidade, de nosso caráter, e não externo a nós. Por isso temos canções de amor, cartas de despedida, odes à loucura. Registramos em pena e voz os universos que habitam em nós, porque somos feitos de palavras. Só não conseguimos expressar aquilo que em nós não há"

Fabio Castilhos Figueiredo

## RESUMO

**Introdução:** O desenvolvimento da linguagem infantil pode ser considerado como um indicador para o desenvolvimento global da criança. As alterações de linguagem situam-se entre os mais frequentes problemas de desenvolvimento infantil, assim, estudos nesta área são fundamentais para que se conheçam os fatores determinantes destas alterações, e/ou fatores de proteção. **Objetivo:** Investigar os fatores biológicos e ambientais, tanto intrauterinos quanto extrauterinos, relacionados com o desenvolvimento da linguagem, em crianças pré-escolares. **Métodos:** Estudo de Coorte aninhado no Projeto IVAPSA (Impacto das variações do ambiente perinatal sobre saúde da criança), no qual se avaliou a influência de diferentes ambientes intrauterinos (hipertensão gestacional, diabetes mellitus, tabagismo materno e restrição de crescimento intrauterino/criança pequena para a idade gestacional) no crescimento e desenvolvimento da criança, nos seis primeiros meses de vida e entre três e seis anos. O projeto IVAPSA registrou longitudinalmente dados de saúde, sociodemográfico, emocional e comportamental da criança e da mãe, os quais foram estudados em relação ao desenvolvimento da linguagem. Os dados foram obtidos em entrevistas e aplicações de questionários no pós-parto, ao 7º e 15º dias de vida, nos 1º, 3º e 6º mês de vida, e entre 3º e 6º ano de vida, no qual as crianças estavam em idade pré-escolar. As variáveis independentes foram os fatores do ambiente intrauterino e extrauterinos. As variáveis dependentes foram: a aquisição fonológica e do vocabulário. A amostra foi dada por 101 crianças, com idade de 3 a 6 anos. Foram avaliadas através de transcrições da fala espontânea infantil em videografações em uma interação livre com a mãe, por cerca de 10 minutos. As transcrições fonéticas foram registradas com o software Phon® e analisadas a partir do inventário fonético, do percentual de consoantes corretas e do número de palavras. Foram utilizados parâmetros cronológicos do esperado para cada faixa etária no desenvolvimento da linguagem de crianças com as mesmas características sociodemográficas. Estimativas foram ajustadas e intervalos de confiança de 95% foram calculados por meio de regressão linear e logística. **Resultados:** O ambiente intrauterino Hipertensão/Diabetes foi mais desfavorável ao desenvolvimento das habilidades fonológicas quando comparado ao ambiente intrauterino Tabaco/Restrição do Crescimento Intrauterino, mas nenhum dos grupos se diferenciou do Grupo Controle. Contudo, esse achado inédito aponta que uma maior atenção deve ser dada às rotas metabólicas e o fluxo sanguíneo placentário das gestantes com HAS/DM. O ambiente extrauterino que mais favoreceu o desenvolvimento da linguagem foi o aleitamento materno aos seis meses de vida. O sexo feminino e o avanço da idade foram favoráveis ao desenvolvimento das habilidades de linguagem. **Conclusões:** A avaliação da fala espontânea forneceu informações relevantes para o estudo do desenvolvimento da linguagem infantil. O papel de diferentes ambientes intrauterinos na linguagem infantil foi pouco explorado. Este estudo demonstrou que estes fatores podem ter influência e que as dimensões destes fatores devem ser melhor investigadas. Os fatores extrauterinos que influenciam no desenvolvimento da linguagem infantil são mais robustos e reforçam os embasamentos pré-existentes na literatura científica.

**Palavras-chave:** Linguagem Infantil. Fonética. Desenvolvimento da Linguagem. Estudos de Coorte.

## ABSTRACT

**Introduction:** Child language development can be considered an indicator of a child's overall development. Language alterations are among the most frequent problems in child development, so studies in this area are substantial to understand the determining factors of these alterations, and/or protective factors. **Objective:** To investigate biological and environmental factors, both intrauterine and extrauterine, related to language development, in preschool children. **Methods:** Cohort study hosted in the IVAPSA Project (Impact of variations in the perinatal environment on the child's health), in which it was evaluated the influence of different intrauterine environments (hypertension, diabetes mellitus, maternal smoking, and intrauterine growth restriction/small for gestational age child) in the child's growth and development, during the first six months of life and between three and six years of life. The IVAPSA project longitudinally recorded health, sociodemographic, emotional and behavioral data on the child and mother, which were studied in relation to language development. The data were obtained through interviews and questionnaires in the postpartum period, on the 7th and 15th days of life, in the 1st, 3rd and 6th months of life, and between the 3rd and 6th year of life, when the children were of preschool age. The independent variables were intrauterine and extrauterine environmental factors. The dependent variables were phonological and vocabulary acquisition. The sample consisted of 101 children aged between 3 and 6 years. The phonetic transcriptions were recorded with the Phon® software and analyzed based on the phonetic inventory, the percentage of correct consonants, and the number of words. They were evaluated through transcriptions of spontaneous child speech in video recordings in a free interaction with the mother, for about 10 minutes. Chronological parameters expected for each age group were used in the language development of children with the same sociodemographic characteristics. Estimates were adjusted, and 95% confidence intervals were calculated using linear and logistic regression. **Results:** One of the outcomes found was that the Hypertension/Diabetes intrauterine environment was more unfavorable to the development of phonological skills in this study when compared to the Smoking/Intrauterine Growth Restriction intrauterine environment, but none of the groups differed from the Control Group. However, this unprecedented finding suggests that greater attention should be paid to metabolic pathways and placental blood flow in pregnant women with Hypertension/Diabetes. The extrauterine environment that most favored language development was breastfeeding at six months of life. The female sex and the advancing age were favorable to the development of language skills. **Conclusions:** The evaluation of spontaneous speech provides relevant information for studying language development. The role of different intrauterine environments on children's language was not explored. This study showed that these factors may have an influence and the dimensions of these factors need to be better investigated. The extrauterine factors that influence the development of children's language are more robust and reinforce the pre-existing foundations in the scientific literature.

**Keywords:** Child Language. Phonetics. Language Development. CohortStudies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Quadros

Quadro 1 – Fonemas adquiridos conforme a faixa etária com base em Lamprecht (2004). .....	32
Quadro 1 – Comparação entre os ambientes intrauterinos e as variáveis de linguagem.....	90

### Figuras

Figura 1 – Sessão de transcrição fonética durante segmentação da videogravação.....	40
Figura 2 – Blocos hierárquicos para análise multivariada de regressão lineal.....	51
Figura 1 – Inventário fonético consonantal do participante 1 (P1) apresentado pelo software Phon.....	67
Figura 2 – Inventário fonético consonantal do participante 1 (P1) apresentado pelo software Phon.....	69
Figura 1 – Fluxograma da análise hierárquica por blocos desde as variáveis mais distais às mais proximais ao desfecho .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número absoluto de fonemas alvo, realizados, substituídos, apagados, epênteses e o Percentual de Consoantes Corretas (PCC) dos participantes.....	70
Tabela 2 – Possibilidades e porcentagem da ocorrência do processo fonológico de Apagamento.....	72
Tabela 3 – Processos fonológicos apresentados pelos participantes da amostra e o número (N) de participantes que realizou cada um.....	73
Tabela 4 – Resultados para o total de palavras, acertos de palavras, porcentagem de acertos de palavras (%), comprimento médio fonológico de enunciado (PMLU) do alvo (target) e realizado (actual) e a proporção de acertos fonológicos no enunciado (PWP) aplicados com o software Phon.....	75
Tabela 5 – Síntese dos resultados de todos os participantes para o Número de Consoantes Corretas, Processos Fonológicos de Substituições, Apagamentos, Epênteses, o Percentual de Consoantes Corretas (PCC), razão do Comprimento Médio Fonológico de Enunciado (PWP) e descrição do sexo e da idade.....	77
Tabela 1 – Análises descritivas das variáveis do estudo e ajustes dos grupos e fatores de confusão .....	91
Tabela 2 – Análise de correlação dos grupos de risco e grupo controle quanto ao desenvolvimento da linguagem .....	93
Tabela 3 – Comparação entre os grupos quanto a aquisição fonoaudiológica ajustando possíveis fatores confundidores .....	94
Tabela 4 – Análise de Regressão Linear Hierárquica Multivariada para avaliar fatores independentemente associados ao percentual de fonema esperados > 75%, Proporção de acertos de palavras e Tipos de palavras. ....	95

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABFW – Teste de Linguagem Infantil

ADL – Avaliação do Desenvolvimento da Linguagem

AF – Aquisição Fonológica

AFI – Alfabeto Fonético Internacional

AP – Acerto de Palavras

CEP – Comitês de Ética em Pesquisa

CHILDES – Child Language Data Exchange System

CONTR – Controles

DM – Diabetes Mellitus

DOHaD – Origens Desenvolvimentistas da saúde e doença

DSM-5 – Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais 5.<sup>a</sup> edição

GEAPAP – Grupo de Estudo, Aplicação e Pesquisa em Avaliação Psicológica

GHC – Grupo Hospitalar Conceição

HAS – Hipertensão Arterial

HCPA – Hospital de Clínicas de Porto Alegre

HIV – *Human Immuno-Deficiency Virus* (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida).

IPA – International Phonetic Alphabet

IVAPSA – Impacto das Variações do Ambiente Perinatal sobre a Saúde da Criança nos Primeiros Cinco Anos de Vida

OMS – Organização Mundial de Saúde

PB – Português Brasileiro

PCC – Percentual de Consoantes Corretas

Percent\_FA – Percentual de fonemas adquiridos

PVC – Percentual de Vogais Corretas

PIG – Pequeno para Idade Gestacional

PMLU – Phonological Mean Length of Utterance (Comprimento Médio Fonológico do Enunciado)

PROC – Protocolo de Observação Comportamental

RN – Recém-nascidos

RTT – Razão total/tipos

RS – Rio Grande do Sul

TBCO – Tabagismo

TELD – Test of Early Language Development

TOLD-P3 – Third Edition Test of Language Development Primary 3

TP – Tipos de Palavras

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
2.1 DESENVOLVIMENTO INFANTIL NORMAL E PATOLÓGICO .....	20
2.2 DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM TÍPICO E ATÍPICO .....	23
2.3 AVALIAÇÃO DA LINGUAGEM .....	26
<b>2.3.1 Avaliação Fonológica .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2 Avaliação do Vocabulário .....</b>	<b>34</b>
2.4 AVALIAÇÃO DA FALA ESPONTÂNEA .....	37
2.5 TRANSCRIÇÃO FONÉTICA COM O SOFTWARE PHON .....	38
<b>3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>42</b>
<b>4 HIPÓTESE .....</b>	<b>44</b>
<b>5 OBJETIVOS .....</b>	<b>45</b>
5.1 GERAL .....	45
5.2 ESPECÍFICOS.....	45
<b>6 METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
6.1 DELINEAMENTO .....	46
6.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	46
<b>6.2.1 Critérios de inclusão .....</b>	<b>47</b>
<b>6.2.2 Critérios de exclusão.....</b>	<b>47</b>
6.3 COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS.....	47
6.4 VARIÁVEIS UTILIZADAS .....	49
6.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	49
6.6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS .....	52
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
<b>7 RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
7.1 ARTIGO 1.....	59
7.2 ARTIGO 2.....	60
7.3 ARTIGO 3.....	83



<b>8 CONCLUSÕES .....</b>	<b>105</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE A – PROTOCOLO PARA REGISTRO DA FALA DA CRIANÇA DO ESTUDO-PILOTO PARA E ANÁLISE DE TRANSCRIÇÕES FONÉTICAS DA FALA INFANTIL COM USO DO SOFTWARE PHON.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA ABRALIN .....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE C – MATERIAL SUPLEMENTAR DO ARTIGO 3.....</b>	<b>137</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento infantil é um processo de continuidade e mudanças nos diferentes domínios do comportamento humano - motor, cognitivo, linguagem e psicossocial - que ocorre durante a infância. Trata-se de processo multifacetado em que fatores intrínsecos à criança relacionados à sua herança genética e fatores biológicos, interagem com fatores externos, provenientes do ambiente físico, social, cultural e emocional em que a criança vive (ENGLE; BLACK, 2008). A identificação de indicadores de risco para o desenvolvimento da criança, sejam elas orgânicas e/ou ambientais, possibilita, além de uma intervenção oportuna, mais ações preventivas, menores alterações no desenvolvimento, e diminui as chances de risco biopsicossocial para a criança (THIENGO; CAVALCANTE; LOVISI, 2015).

São considerados fatores ambientais o nível socioeconômico, a escolaridade dos pais, estrutura familiar, pais adolescentes, ingresso na escola, entre outros aspectos relacionados com entorno da criança. Os fatores biológicos são aqueles relacionados aos eventos pré, peri e pós-natais, como a idade gestacional e/ou o peso ao nascimento, possíveis deficiências físicas, a saúde da criança e o seu estado nutricional. Crianças que apresentam riscos biológicos são consideradas de alto risco e são vulneráveis a apresentarem atraso no desenvolvimento ou mesmo desenvolvimento atípico. Os fatores de risco biológicos, assim como outros (ambientais e socioeconômicos), exercem importante influência sobre o desenvolvimento da criança, podendo prejudicar habilidades cognitivas e o desenvolvimento normal da linguagem (DA ROCHA NEVES *et al.*, 2016).

Nas habilidades de linguagem, como nas outras áreas do desenvolvimento, as crianças dependem das oportunidades oferecidas pelo ambiente para desenvolverem plenamente a herança genética. No que se refere às alterações de linguagem diversos fatores ambientais também podem estar envolvidos, como, por exemplo, as relações sociais deficitárias e a falta de oportunidades linguísticas no ambiente (LABANCA *et al.*, 2015).

A evolução da linguagem e da fala é considerada como um indicador útil para o desenvolvimento global e cognitivo da criança que pode ser relacionado com o desempenho escolar futuro (AMORIM, 2011). As diversas etapas da aquisição da linguagem estão bem estabelecidas e funcionam como marcos do desenvolvimento.

O desenvolvimento fonológico inicia-se com a emissão dos primeiros sons e acontece de forma progressiva até a idade aproximada de cinco anos, momento em que, em geral, há a aquisição completa dos sons da fala (CERON *et al.*, 2020).

O impacto da permanência destas alterações ao longo da idade escolar pode interferir negativamente na alfabetização e na socialização ao longo de todo o percurso acadêmico (FRANÇA, 2004). As alterações de linguagem podem ter consequências cognitivas, sociais e emocionais graves, já que é por meio da linguagem, a criança se torna capaz de compreender o contexto cultural e nele se inserir, realizando um papel central na socialização do indivíduo (ARAÚJO; MARTELETO; SCHOEN-FERREIRA, 2010). As alterações de linguagem situam-se entre os mais frequentes problemas de desenvolvimento infantil, atingindo de 3 a 15% das crianças (SCHIRMER; FONTOURA; NUNES, 2004).

Tendo em vista a magnitude do problema e a abrangência dos fatores de riscos biológicos e ambientais, a atual pesquisa buscou investigar os fatores biológicos e ambientais relacionados com o desenvolvimento da linguagem, em crianças pré-escolares.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura aborda os temas relevantes a este estudo, trazendo inicialmente uma breve revisão sobre o desenvolvimento infantil normal e patológico, em seguida sobre o desenvolvimento da linguagem, típico e atípico. Na terceira sessão a avaliação da linguagem no âmbito da fonoaudiologia foi explanada, dando destaque para avaliação fonológica e avaliação do vocabulário, discorridos em subtítulos nesta sessão. A quarta sessão traz a temática da avaliação da fala espontânea. Na última sessão foi trazida as informações pertinentes à transcrição fonética e a descrição do software Phon, utilizado para este procedimento.

### 2.1 DESENVOLVIMENTO INFANTIL NORMAL E PATOLÓGICO NA INFÂNCIA

A criança é um ser dinâmico, complexo, em constante transformação, que apresenta uma sequência previsível e regular de crescimento físico e de desenvolvimento neuropsicomotor. Esse desenvolvimento sofre a influência contínua de fatores intrínsecos e extrínsecos que provocam variações de um indivíduo para outro e que tornam único o curso do desenvolvimento de cada criança. Os fatores intrínsecos determinam as características físicas da criança, a cor dos seus olhos e outros atributos geneticamente determinados. Os fatores extrínsecos começam a atuar desde a concepção, estando diretamente relacionados com o ambiente da vida intrauterina, proporcionado pela mãe por meio das suas condições de saúde e nutrição. Além disso, mãe e feto sofrem os efeitos do ambiente que os circunda. O bem-estar emocional da mãe também influencia de forma significativa o bem-estar do feto, embora esse tipo de influência não funcione, necessariamente, como causa direta de problemas de desenvolvimento ulteriores. Após o nascimento, o ambiente em que a criança vive, os cuidados que lhe são dispensados pelos pais, o carinho, estímulos e alimentação passam a fazer parte significativa no processo de maturação que a leva da dependência à independência (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Estudos que relacionam a influência de situações precoces da saúde dos indivíduos ao longo da vida têm sido amplamente divulgados. Trazem a temática Origens Desenvolvimentistas da saúde e doença – DOHaD – e tentam explicar como

a exposição precoce a diferentes fatores no início da vida podem desencadear um perfil de saúde/doença característico no decorrer do ciclo vital. Dessa forma, ambientes intrauterinos assim como o período pós-natal são importantes momentos para determinação do perfil de saúde tanto da mulher (gestante/ puérpera) quanto do recém-nascido. Assim, a presença de doenças crônicas durante a gestação poderá desencadear adaptações estruturais e funcionais no feto que podem alterar a programação metabólica, a qual tende a persistir no período pós-natal (SILVEIRA *et al.*, 2007).

O conceito de desenvolvimento é amplo, envolve uma transformação complexa, contínua, dinâmica e progressiva, que inclui, além do crescimento, maturação, aprendizagem e aspectos psíquicos e sociais. Costuma-se falar em desenvolvimento de forma distinta entre desenvolvimento físico, cognitivo e psicossocial, como uma forma de facilitar o estudo do desenvolvimento humano. Mas cabe apontar que tais aspectos estão interligados e influenciam-se mutuamente durante a vida do indivíduo a depender inclusive da sua interação com o meio social em que vive. Portanto, o desenvolvimento da criança será sempre mediado por outras pessoas, pelas famílias, pelos profissionais de saúde, da educação, entre outros, que delimitam e atribuem significados à sua realidade. A interação da criança com a sua rede social de proteção assegura a sua sobrevivência e a sua relação com o mundo, contribuindo para o seu desenvolvimento psicossocial. Na sua relação com os adultos, ela assimila habilidades que foram construídas pela história social ao longo do tempo, tais como as habilidades de sentar-se, andar e falar. Outro aspecto importantíssimo é o desenvolvimento afetivo. A criança estabelece o vínculo com as pessoas que interagem com ela, com características de condutas, representações mentais e sentimentos (BRASIL, 2012).

Os primeiros anos de vida são considerados um período crucial e particularmente importante porque é nesta fase que ocorre o desenvolvimento vital do indivíduo em todos os domínios. O Center of The Developing Child (2009) da Universidade de Harvard refere que é entre o nascimento e os 5 anos de idade que se dá a construção da arquitetura cerebral básica, marcada por uma grande plasticidade e crescimento cerebral. Estes são influenciados pelas experiências precoces das crianças que serão a base do seu desenvolvimento e aprendizagem,

saúde e comportamento (COUTINHO, 2012; EICKMANN; EMOND; LIMA, 2016).

Segundo Bee (2003) a compreensão do desenvolvimento da criança se dá além da própria criança e dos padrões de desenvolvimento intrínsecos que possam existir, sendo necessária examinar toda a ecologia do desenvolvimento: padrão de interação com a família e as influências da cultura mais ampla sobre aquela família. Assim sendo, o desenvolvimento infantil envolve múltiplas aquisições, tais como o crescimento físico, a maturação neurológica e a construção de habilidades relacionadas ao comportamento, as habilidades cognitivas, social e afetiva da criança. Espera-se como resultado, uma criança capaz de responder às suas próprias necessidades e às do seu meio (MIRANDA *et al.*, 2003).

Os fatores de risco são condições ou variáveis associadas à alta probabilidade de ocorrência de resultados negativos ou indesejáveis. Crianças portadoras de determinados atributos biológicos e/ou sob efeito de determinadas variáveis ambientais têm maior probabilidade de apresentar distúrbio ou atraso em seu desenvolvimento, quando comparadas com crianças que não sofreram efeitos de tais variáveis (MARCONDELLI; MAIA, 2005). Muitos fatores, ambientais ou biológicos, podem intervir nesse desenvolvimento e causar possíveis danos à criança. Os transtornos do desenvolvimento têm como características o início na primeira ou na segunda infância, com comprometimento ou retardo do desenvolvimento de funções estreitamente ligadas à maturação biológica do sistema nervoso central e a evolução contínua sem remissões nem recaídas. Já os transtornos de comportamentos e emocionais incluem os transtornos hipercinéticos como distúrbios da atividade e da atenção e distúrbios de conduta. Este grupo de transtornos inicia precocemente, durante os primeiros cinco anos de vida, e pode vir acompanhado de um déficit cognitivo e de um atraso específico do desenvolvimento da motricidade e da linguagem (OMS, 2001).

A literatura científica, nos últimos anos, tem contribuído para a identificação dos possíveis fatores associados à ocorrência de transtornos na população infantil, os quais podem ser agrupados em:

- Fatores biológicos: relacionados a anormalidades do sistema nervoso central, causadas por lesões, infecções, desnutrição ou exposição a toxinas; fatores

genéticos, relacionados à história familiar de transtorno mental;

- Fatores psicossociais: relacionados a disfunções na vida familiar e situações indutoras de estresse e fatores ambientais, como problemas na comunidade (violência urbana) e tipos de abuso (físico, psicológico e sexual).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) indicava, no ano de 2003, que pelo menos 10% das crianças de qualquer país nascem ou adquirem impedimentos, físicos, mentais ou sensoriais, que interferem no seu desenvolvimento (PATEL *et al.*, 2007). No Brasil, estudos registraram taxas de prevalência de 7 a 12,7% (MIRANDA *et al.*, 2003). A identificação precoce é fundamental para um melhor prognóstico das crianças com alterações no desenvolvimento, sendo que a prevenção de deficiências depende de ações e medidas detectá-las, evitando e/ou diminuindo agravos.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO DA LINGUAGEM TÍPICO E ATÍPICO

A palavra infante vem do latim *infans*, que significa incapaz de falar. Geralmente, define o período que vai do nascimento até aproximadamente dos 2 aos 3 anos de idade, quando a fala já se transformou em instrumento de comunicação. Nessa fase inicial da vida, muitos eventos ocorrem pela primeira vez: o primeiro sorriso, a primeira palavra, os primeiros passos, o primeiro alcançar de um objeto (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2012; LIMA *et al.*, 2016).

No momento que se adquire uma nova palavra ocorre um impacto no desenvolvimento infantil e tal movimento se converte numa ferramenta de análise e síntese. Isto capacita a compreensão do seu entorno e a regulação de sua própria conduta. A linguagem como instrumento de comunicação e elaboração do pensamento é adquirida num sistema arbitrário de sinais de que representa a língua. Ao falar, se produz e articulam sons com significado, num veículo de expressão ideativa. A linguagem é um claro exemplo de função superior do cérebro cujo desenvolvimento se sustenta, por um lado, em uma estrutura anatomofuncional geneticamente determinada e, por outro, no estímulo verbal dado pelo meio (CASTAÑO, 2003).

O desenvolvimento da linguagem depende, portanto, não somente de uma

reação percepto-motora entre as percepções e as praxias, mas de um ato complexo que envolve a cognição (FRANÇA, 2004). A linguagem é um sistema finito de princípios e regras que permitem ao falante codificar significados em sons e ao ouvinte decodificar sons em significado. Contudo, esse sistema finito possui a propriedade de ser infinitamente criativo, no sentido de possibilitar ao falante e ao ouvinte criar e entender um conjunto infinito de sentenças gramaticais novas (GERBER, 1996).

A aprendizagem e o uso da linguagem dependem de habilidades receptivas e expressivas. Capacidade expressiva refere-se à produção de sinais vocálicos, gestuais ou verbais, enquanto capacidade receptiva refere-se ao processo de receber e compreender mensagens linguísticas (SENA, 2014). Antes de começar a falar a criança já comunica com o olhar, expressão facial ou movimentos corporais. Temos assim a fase pré-linguística, até aos 11 -12 meses. A fase linguística inicia-se quando a criança diz a sua primeira palavra com significado, e coincide habitualmente com o início dos primeiros passos, embora possa haver uma grande variabilidade dentro dos padrões normais. As diversas etapas da aquisição da linguagem estão bem estabelecidas e funcionam como marcos do desenvolvimento:

- Aos 18 meses diz cerca de 10 palavras, usa ecolalia e jargão frequentemente
- Aos 24 meses começa a juntar duas palavras e tem um vocabulário de pelo menos 50 palavras
- Aos 3 anos faz frases com 3 ou mais palavras, usa pronomes e deixa de usar jargão ou ecolalia
- Aos 4 anos faz frases de 6 palavras, faz perguntas, conta histórias, usa o plural, o passado; compreende regras de jogos simples
- Aos 5 anos faz frases completas e fala corretamente
- Aos 6 anos está apta para aprender a ler e a escrever
- O desenvolvimento da linguagem continua a evoluir até os 15 anos, e mesmo na idade adulta mantém um enriquecimento linguístico constante (AMORIM, 2011).

A aquisição de linguagem infantil prevê a interação entre quatro sistemas linguísticos interdependentes:



- I. O pragmático, que se refere ao uso comunicativo da linguagem num contexto social;
- II. O fonológico, envolvendo a percepção e a produção de sons para formar palavras;
- III. O semântico, respeitando as palavras e seu significado e;
- IV. O gramatical, compreendendo as regras sintáticas e morfológicas para combinar palavras em frases compreensíveis.

Os sistemas fonológico e gramatical conferem à linguagem a sua forma. O sistema pragmático descreve o modo como a linguagem deve ser adaptada a situações sociais específicas, transmitindo emoções e enfatizando significados (SCHIRMER; FONTOURA; NUNES, 2004).

As dimensões de organização adequadas para as primeiras fases de compreensão e produção linguísticas devem ser encontradas nas representações memorizadas da criança para eventos ou experiências específicos. Espera-se que, no período pré-escolar, as crianças desenvolvam produções linguísticas mais claras e compreensivas, aumentem seu vocabulário, usem melhor as flexões gramaticais e comecem a se preocupar com uma sintaxe mais complexa. Antes de ingressarem no ensino fundamental, já devem ter tido convívio com um repertório linguístico variado (ARAÚJO; MARTELETO; SCHOEN-FERREIRA, 2010).

Os estágios de linguagem pelos quais a criança passa em seu desenvolvimento linguístico podem variar de uma criança para outra. Todavia, a sequência de estágios é previsível, havendo uma hierarquia entre eles.

O desenvolvimento atípico da linguagem pode ser um sintoma comum a diversas patologias, desde doenças do sistema nervoso central de origem genética ou psiquiátrica, podendo mesmo ser o primeiro sinal de alerta em algumas situações. Pode, ou não, estar associado a atraso mental, ou a comorbidades várias, como paralisia cerebral, alterações cromossômicas, fenda do palato, surdez, ou surgir isoladamente (AMORIM, 2011).

Segundo os critérios diagnósticos no DSM 5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) são considerados transtornos de linguagem dificuldades persistentes na aquisição e no uso da linguagem em suas diversas modalidades (falada, escrita, linguagem de sinais ou outra) devido a déficits na compreensão ou na produção, inclusive:

- Vocabulário reduzido (conhecimento e uso de palavras);
- Estrutura limitada de frases (capacidade de unir palavras e terminações de palavras de modo a formar frases, com base nas regras gramaticais e morfológicas);
- Prejuízos no discurso (capacidade de usar vocabulário e unir frases para explicar ou descrever um tópico ou uma série de eventos, ou ter uma conversa);

Considera-se transtorno de linguagem quando as capacidades linguísticas estão, de forma substancial e quantificável, abaixo do esperado para a idade, resultando em limitações funcionais na comunicação efetiva, na participação social, no sucesso acadêmico ou no desempenho profissional, individualmente ou em qualquer combinação. O início dos sintomas ocorre precocemente no período do desenvolvimento e as dificuldades não são atribuíveis a deficiência auditiva ou outro prejuízo sensorial, a disfunção motora ou a outra condição médica ou neurológica, não sendo mais bem explicadas por deficiência intelectual (transtorno do desenvolvimento intelectual) ou por atraso global do desenvolvimento (SENA, 2014).

As alterações na interação e na comunicação podem representar, além de situações de vulnerabilidade e escassez de estímulos, outras dificuldades para o desenvolvimento integral da criança. Podem influenciar no aprendizado de competências sociais e acadêmicas da criança, e a identificação precoce dessa alteração possibilita também a intervenção precoce, contribuindo, conseqüentemente, para minimizar o agravamento e a persistência dessas alterações (HAGE *et al.*, 2004).

### 2.3 AVALIAÇÃO DA LINGUAGEM

Em âmbito fonoaudiológico, a avaliação é uma das ações mais frequentes na rotina de trabalho, cujo êxito é assegurado pela produção de informações que ajudem a levantar, confirmar ou negar uma hipótese diagnóstica. É objetivo da avaliação elencar o conjunto de dificuldades e facilidades nas diferentes áreas, verificar e especificar os problemas e, ainda, obter dados para a tomada de decisões (HAGE *et al.*, 2004). As dificuldades que envolvem a linguagem referem-se a alterações no processo de desenvolvimento da expressão e recepção verbal e/ou escrita. Grande parte das queixas relatadas na clínica pediátrica, neurológica e fonoaudiológica infantil envolvem algum tipo de atraso na aquisição da linguagem ou dificuldades de

aprendizagem e diferentes riscos ao desenvolvimento cognitivo (SCHIRMER; FONTOURA; NUNES, 2004).

Para produzir a fala, as crianças devem aprender os movimentos (articulatório e fonatório) necessário para produzir palavras diante do modelo do adulto, e deve ter conhecimento das formas fonológicas das palavras de sua língua nativa. Assim, o desenvolvimento fonológico tem dois componentes básicos: (1) um de base biológica associado ao desenvolvimento das habilidades motoras da fala necessárias para a pronúncia adulta; e (2) um componente cognitivo-linguístico associado à aprendizagem do sistema fonológico da língua ambiente; este componente inclui processos de memória e reconhecimento de padrões para recuperação de palavras no “léxico mental” de uma criança (STOEL-GAMMON, 2010).

Os desvios fonéticos (antigo distúrbio articulatório) são decorrentes das alterações anátomo-fisiológicas dos órgãos fonoarticulatórios e de dificuldades sensoriais (perda auditiva) que comprometem a produção dos sons da língua. Os desvios fonológicos (antiga dislalia) não são considerados uma incapacidade articulatória propriamente dita, mas uma organização falha do sistema (dificuldade em se perceber os contrastes) dos sons da língua que compromete a sua emissão (DA COSTA, 2006).

Cabe aqui abordar os conceitos de linguagem, língua, fala e som. A linguagem pode ser entendida como a capacidade humana de desenvolver a língua, que por sua vez refere-se ao sistema. Conforme descrito nos estudos da linguística saussuriana, que discorre sobre fundamentos da linguística, a fala é apontada como exercício individual da faculdade da linguagem no indivíduo, e o som como um acessório, uma imagem sonora (SAUSSURE, 2006, CLG pgs 85-93). O que possibilita o uso da língua e o que a sustenta é a fala (a expressão da língua). E é no ato de fala que a língua expressa valor, por isso a importância de contextos que possibilitem, a avaliação da aquisição da linguagem infantil de forma a considerar o contexto, com a fala observada num contexto de espontaneidade. Figueira (2015) destaca a contribuição do pensamento saussuriano para a análise da singularidade da linguagem na infância, como em situações de criação de palavras novas (neologismos), que verificamos frequentemente na linguagem infantil. Estas poderiam ser consideradas erros numa avaliação de linguagem puramente fonética ou gramatical, já que essas podem ser

produtos do aprendizado sobre as relações sintagmáticas, que formam orações e relações associativas (infinitas).

Existem inúmeras teorias e fundamentos linguísticos. Dependendo o objetivo do estudo pode-se optar por diferentes abordagens, por exemplo variacionistas, estudos dialetais ou discursivas que tem o discurso como objeto, entendido como processo social, ou seja, seu objeto não é a língua, mas o discurso, um objeto histórico-social, onde os elementos linguísticos intervêm como pressupostos.

Instrumentos sistemáticos e formais de avaliação da linguagem em crianças com idade entre dois e cinco anos são de suma importância, tanto para a investigação de possíveis alterações quanto para propor intervenção fonoaudiológica (LINDAU *et al.*, 2015). No entanto, atualmente, são poucos os instrumentos disponíveis no português brasileiro para investigações e uso clínico. Observa-se que, dos instrumentos encontrados em uma revisão sistemática (SILVA; LINDAU; GIACHETI, 2017), somente dois avaliam aspectos receptivos e expressivos em um mesmo instrumento que são internacionais adaptados para o Brasil: Test of Early Language Development (TELD) e Third Edition Test of Language Development Primary 3 (TOLD-P:3), este último para faixa etária a partir de 4 a 8 anos.

Segundo um artigo de revisão sobre instrumentos de avaliação da linguagem (NASCIMENTO, 2012), na Fonoaudiologia no Brasil, a detecção precoce de alterações no desenvolvimento infantil pode estar sendo afetada pelo escasso número de instrumentos para triagens específicas a contribuir no diagnóstico de alterações de linguagem em crianças pequenas. Este estudo encontrou comercialmente disponíveis apenas um teste de linguagem infantil, o Teste ABFW, destinado à avaliação das áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática, indicado para crianças de 2 a 12 anos de idade e o PROC para avaliação da linguagem e dos aspectos cognitivos infantis, indicado para crianças de 12 a 48 meses.

Um instrumento brasileiro desenvolvido para avaliar a aquisição e o desenvolvimento da linguagem, o ADL - Avaliação do Desenvolvimento da Linguagem, foi desenvolvido e validado a partir da tese (MENEZES, 2003), vem sendo utilizado em estudos e clinicamente no Brasil (WILLIAMS, 2021). Este permite a avaliação da linguagem expressiva e receptiva, voltado para a faixa etária de um ano

a seis anos e onze meses, envolve a aplicação de um protocolo, um kit de brinquedos e um livro de estímulos (FRANCO; LOPES; LOPES-HERRERA, 2014).

Silva, Lindau e Giacheti (2017) encontraram somente seis instrumentos para avaliar a linguagem infantil no Brasil, 3 para expressiva e outros 3 para receptiva, respectivamente: 1. Teste de Linguagem Infantil – (ABFW), 2. Protocolo para Observação do Desenvolvimento Cognitivo e de Linguagem Expressiva – (PODCLE), 3. PODCLEr que foi revisado para crianças entre um mês a 1 ano e 2 meses linguagem expressiva, 4. Protocolo de Observação Comportamental - PROC, 5. Teste de Vocabulário por Imagens Peabody – TVIP e 6. Teste Illinois De Habilidades Psicolinguísticas – ITPA.

Muitos destes protocolos, voltados a avaliação clínica num contexto controlado, destacam a importância de observar e considerar a fala espontânea da criança e seu desempenho linguístico em diferentes ambientes. Apesar de ser um elemento importante e ser muito utilizada como complemento na avaliação da linguagem, a fala espontânea tem sido pouco explorada por exigir transcrições trabalhosas ou ser considerado um dado mais subjetivo, ou difícil de quantificar. Com o avanço da tecnológica cada vez mais recursos estão disponíveis para facilitar esse processo.

Quando testes padronizados estão disponíveis e adequados, eles ainda podem ser menos eficazes do que amostras de fala espontânea para avaliar alguns falantes em qualquer grupo, por exemplo, crianças muito pequenas e pessoas com comunicação oral severamente comprometida em qualquer idade. A avaliação fonoaudiológica da fala espontânea também oferece a oportunidade de realizar uma abordagem mais autêntica e abrangente da comunicação oral do que normalmente é possível com testes padronizados (STOCKMAN, 2010).

A situação específica de avaliação determina os métodos mais apropriados para caracterizar o desempenho individual em determinado momento. Deve-se considerar além das diversas influências que o sujeito sofreu no decorrer da vida, as influências decorrentes da própria tarefa e das peculiaridades pertencentes ao meio em que a avaliação é realizada. O atual estudo envolveu a avaliação da aquisição da linguagem através de amostras de fala espontânea, numa abordagem voltada a fala expressiva, através do desempenho fonológico e de vocabulário de crianças pré-

escolares, os quais serão discorridos a seguir.

### 2.3.1 Avaliação fonológica

Para avaliar a aquisição fonológica são utilizadas diversas dimensões teóricas para criar um conjunto de regras que possam capturar diferenças entre as pronúncias dos adultos e as (errôneas) pronúncias da criança, por exemplo, Grunwell (1981), e a teoria da fonologia natural de Stampe (1969), que propôs um conjunto de “processos fonológicos” universais que se aplicam a fala infantil. A teoria da Fonologia Natural tem como conceito-chave os processos fonológicos, que se refere a operações mentais que ocorrem na fala de modo a substituir uma classe de sons ou sequência de sons, que apresentam uma dificuldade comum à capacidade para a fala do indivíduo, por uma classe idêntica, mas em que a propriedade causadora da dificuldade não se encontra presente. Na sua definição, os processos fonológicos não são mais do que simplificações da fala adulta que a criança realiza no decurso do desenvolvimento, aproximando-se do seu sistema-alvo quando aprende a limitar, ordenar e suprimir esses processos (GUERREIRO; FROTA, 2010).

Conforme Lamprecht (2004), no início da produção de fala, por volta de um ano e pouco de idade, a criança depara-se com um conflito entre o sistema fonológico empregado em seu ambiente e o alvo a ser atingido, que se refere às limitações na sua capacidade de articulação, de planejamento motor, de memória fonológica e de processamento auditivo. Para atender a essas dificuldades, a criança simplifica suas produções num movimento natural de adaptação do *output* as suas capacidades. Isso significa simplificar estruturas silábicas, valer-se de um inventário fonético e fonológico incompleto e reduzir movimentos articulatórios através de assimilações que tornam os segmentos mais parecidos. Essas adequações do sistema fonológico da língua constituem as estratégias de reparo, destinadas a resolver o conflito da melhor maneira possível para o estágio de desenvolvimento em que a criança pequena se encontra, conforme os exemplos a seguir:

- dessonorização de obstruintes (ex.: 'abre' - ['api]);
- anteriorização (ex.: 'queijo' - ['kezu]) e posteriorização (ex.: 'balsa' - ['boJa]);
- semivocalização de líquidas (ex.: 'cenoura' - ['noja], 'colo' - ['kɔwu], 'folha' - ['foja]);

- substituição de líquida, geralmente de não-lateral por lateral (ex.: 'passarinho' - [pasa'linu], 'barraca' - [ba'laka]);
  - não-realização do segmento em onset simples (ex.: 'rua' - ['ua]).
- No nível silábico:
- não-realização do segundo membro de um onset complexo (ou redução de encontro consonantal) (ex.: 'braço' - ['basu]);
  - não-realização da coda (ex.: 'carninha' - [ka'ninja]);
  - metátese (ex.: 'verde' - ['vredzi] 'dragão' - [da'graw]);
  - epêntese (ex.: 'brabo' - [ba'rabu]);
  - não-realização de uma ou mais sílabas (ex.: 'dormindo' - ['mindu].

Esses processos fonológicos foram descritos nos estudos de Lamprecht (2004) sobre a aquisição fonológica do português brasileiro (PB) tendo como base a Teoria da Fonologia Natural, que se deu a partir de publicações de renomados estudiosos da área citados em sua publicação: Stampe, (1973), Ingram, (1976, 1981, 1989), Grunwell (1981, 1982, 1985), Stoel-Gammon e Dunn (1985). Pesquisas sobre a aquisição do português com base na Fonologia Natural apontam, entre outros, os seguintes processos fonológicos como operantes no processo de aquisição da fonologia por crianças brasileiras: redução de encontro consonantal; anteriorização, posteriorização, dessonorização de obstruinte, substituição de líquida e assimilação (LAMPRECHT, 2004).

Ainda conforme relatado por Lamprecht (2004), com o avanço da idade e amadurecimento da criança, as estratégias também mudam, na medida em que as necessidades de adequação ao sistema-alvo diminuem. A construção gradativa do conhecimento que do sistema fonológico em aquisição dá-se a partir das evidências que a criança encontra na língua do seu ambiente, dirigida pelo grupo social em que está inserida. No caso da ampla maioria das crianças, o amadurecimento do conhecimento fonológico resulta no estabelecimento de um sistema condizente com esse *input*, ou seja, das informações linguísticas recebidas pela exposição ao ambiente. Nem sempre, porém, a criança pequena manifesta todo o conhecimento, ou toda a sua capacidade na produção da fala (*output*). A produção da fala proporciona indícios valiosos do conhecimento fonológico que uma criança tem e que, embora ainda não utilizado, fornece pistas indicativas da potencialidade e do

crescimento da criança.

A aquisição fonológica das consoantes do português brasileiro (PB), inicia-se de forma gradual e progressiva. Estima-se que aproximadamente aos 5 anos de idade a criança apresente o inventário fonológico completo ou próximo ao do adulto. A ordem de aquisição e desenvolvimento das classes de sons é plosivas e nasais, seguido de fricativas e líquidas incluindo o tap /r/, essa última classe é considerada de domínio mais tardio. Essa mesma ordem de aquisição também é referida em estudos internacionais (CERON et. al, 2022).

O inventário de consoantes do PB é constituído por 19 segmentos, do ponto de vista fonológico é distribuído em classe de sons, formando as plosivas (/p, b, t, d, k, g/), nasais (/m, n, ɲ /), fricativas (/f, v, s, z, ʃ, ʒ/), líquidas (/x, λ, l/) e o tap /r/. Esses segmentos são ainda divididos conforme a estrutura silábica da língua em *onset* simples- início de sílaba, complexo – encontro consonantal e coda – final de sílaba (CERON 2022). Especificamente sobre a aquisição fonológica do PB e dos fonemas utilizados no Rio Grande do Sul, o Quadro 1 apresenta a cronologia da aquisição de crianças de 1 até os 5 anos de idade, conforme Lamprecht e colaboradores (2004).

**Quadro 1.** Fonemas adquiridos conforme a faixa etária com base em Lamprecht (2004).

Faixa etária	Fonemas adquiridos																																							
3;0 a 3;3	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l																							
3;4 a 3;5	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l	x																						
3;6 a 3;9	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l	x	ʃ	ʒ																				
3;10 a 3;11	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l	x	ʃ	ʒ																		ʃ coda		
4;0 a 4;1	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l	x	ʃ	ʒ																	ʃ coda	λ		
4;2 a 4;11	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l	x	ʃ	ʒ																	ʃ coda	λ	ʃ o1	
>5ª	p	b	t	d	k	g	m	n	ɲ	s	z	S	f	v	ʃ	ʒ	l	x	ʃ	ʒ																ʃ coda	λ	ʃ o1	ʃ o2	l o2

‘S’ maiúsculo indica o fonema /s/ na posição coda, ‘o1’ onset simples e ‘o2’ onset complexo.

Fonte: Elaboração própria



Lamprecht e colaboradores (2004), reuniram na publicação intitulada “Aquisição Fonológica do Português Brasileiro”, uma série de estudos conduzidos no Rio Grande do Sul (RS), que apresentou dados de aquisição de sons e estrutura silábica, que até hoje tem servido como parâmetro. A partir de bases de dados coletadas entre os anos de 1991 e 1998 constitui diferentes corpus de fala de crianças: duas coletas transversais, com 310 crianças típicas e 80 crianças com desvio, com idades entre 2 e 7 anos, uma coleta longitudinal de quatro crianças, com idades entre 1 e 2 anos. As três bases de dados consistem em gravações com amostras de fala, utilizando as figuras do instrumento “Avaliação Fonológica da Criança” e brinquedos para as crianças menores. Todos os participantes desse estudo foram recrutados em duas cidades (Porto Alegre e Pelotas), tinham nível sociolinguístico nivelado pela escolaridade dos pais (Ensino Fundamental Completo) e falavam a variante linguística desta região. Esta obra apresenta uma síntese do desenvolvimento cronológico da aquisição fonológica, parâmetro que utilizamos para o que é considerado o esperado para a idade. A seguir estão descritas as características da variante falada em Porto Alegre (RS) e Pelotas (RS), cujas amostras de fala estão registradas nos três bancos de dados acima descritos:

- Palatalização de *lt*/e *ldl* diante de */i/*. Ex: 'tia'[tʃia] 'dinheiro'[dʒi'neru];
- Elevação das vogais médias, [e]para [i] e [o] para [u], em determinados contextos.: Ex: 'menino' [mi'ninu], 'coruja' [ku'ruʒa];
- Semivocalização ou velarização da lateral quando em posição de coda. Ex: 'sal' [saw], 'alto'['awtu];
- Monotongação de ditongos fonéticos. Ex: 'madeira' [ma'dera], 'pouco' ['poku];
- Produção da fricativa em coda como fricativa alveolar (sem a palatalização característica de outras variantes, como, por exemplo, a carioca) Ex: 'casca' ['kaska], 'lapis' ['lapis];
- Produção do r-fraco como tap, e do r-forte como fricativa velar. Ex: 'arara' [a'rara], 'rato' ['xatu], 'carro' ['kaxu];
- Não-produção, quase categórica, do /r/ do morfema do infinitivo e do /s/ do morfema do plural. Ex: 'lavar' [la'va], 'dois livros' [dojs 'livru].

### 2.3.2 Avaliação do vocabulário

O vocabulário é parte integrante das habilidades da linguagem oral, e, como tal, sua avaliação é um importante indicador de problemas de linguagem. Utilizando uma definição mais específica, pode-se distinguir os termos “léxico” e “vocabulário”, sendo o primeiro o conjunto de palavras disponíveis aos sujeitos, enquanto o segundo seria uma amostra do léxico individual, ou seja, “o conjunto das palavras que são de fato utilizadas pelo locutor no ato da fala”. Assim o vocabulário receptivo corresponde ao conjunto de palavras que a pessoa é capaz de compreender, ao passo que o vocabulário expressivo estaria relacionado ao léxico, ou seja, às palavras capazes de ser produzidas. O vocabulário expressivo corresponde ao léxico, que pode ser emitido pela criança e avaliado pelo número de palavras que ela produz. Portanto, é possível avaliar o vocabulário expressivo a partir do momento em que a criança começa a falar (ARMONIA et al., 2015).

A aquisição do vocabulário não é tão explorada quanto o da fonologia no Brasil. Uma revisão sistemática, elencou três instrumentos de avaliação do vocabulário infantil (Teste de Linguagem Infantil ABFW, Expressive Vocabulary Test - EVT - e Peabody Picture Vocabulary Test - PPVT) que têm sido utilizados nas pesquisas brasileiras com crianças em idade pré-escolar e escolar. Os principais resultados encontrados indicam a predominância de pesquisas transversais e observacionais, mostrando a necessidade da condução de mais pesquisas no Brasil (CARBONIERI; LÚCIO, 2020).

No PB verificou-se que, entre um ano e quatro meses e um ano e seis meses, o crescimento médio do vocabulário é de quatro palavras por mês, enquanto que, entre um ano e dez meses e dois anos, esse crescimento é de 25 palavras por mês (BASTOS; RAMOS; MARQUES, 2004). Dos 2 aos 5 anos a linguagem da criança evolui do uso de uma palavra a uma forma gramatical bem estruturada e torna-se mais eficiente, sendo capaz de direcioná-la a vários interlocutores (GIUSTI; BEFI-LOPES, 2008).

Uma pesquisa realizada por Wiethan, Mota e Moraes (2016) buscou correlacionar vocabulário e fonologia e verificou que ambos se desenvolvem gradualmente de forma semelhante em crianças com desenvolvimento típico de

linguagem falantes do português brasileiro. Este estudo classificou os dados do vocabulário, contabilizando o número dos tipos (*types*) lexicais produzidos, realizando a soma simples de quantas palavras (número de palavras) foram ditas por 186 crianças com idade entre um ano e seis meses e cinco anos e onze meses. Para executar essa contagem, foram utilizadas as transcrições da fala espontânea produzidas a partir de perguntas e a análise de pequenas narrativas orais. A seguir é possível verificar a média ( $M_e$ ) do número dos tipos lexicais produzidos por faixa etária, e o número mínimo (Min) e máximo (Máx) encontrado neste estudo:

– De 1:6 a 1:11	$M_e$ 20	Min 8	Máx 37
– De 2:0 a 2:3	$M_e$ 57	Min 30	Máx 129
– De 2:4 a 2:7	$M_e$ 96	Min 60	Máx 158
– De 2:8 a 2:11	$M_e$ 107	Min 73	Máx 176
– De 3:0 a 3:3	$M_e$ 103	Min 57	Máx 143
– De 3:4 a 3:7	$M_e$ 126	Min 73	Máx 169
– De 3:8 a 3:11	$M_e$ 139	Min 78	Máx 191
– De 4:0 a 4:3	$M_e$ 139	Min 92	Máx 178
– De 4:4a 4:7	$M_e$ 172	Min 89	Máx 310
– De 4:8 a 4:11	$M_e$ 164	Min 98	Máx 232
– De 5:0 a 5:3	$M_e$ 127	Min 60	Máx 173
– De 5:4 a 5:7	$M_e$ 132	Min 66	Máx 187
– De 5:8 a 5:11	$M_e$ 135	Min 77	Máx 205

As autoras do referido estudo verificaram que com o aumento dos valores das variáveis fonológicas (número de fonemas e nível de complexidade) houve o aumento do vocabulário.

As primeiras 50 palavras adquiridas pelas crianças são, em sua grande maioria, palavras de categorias lexicais como substantivos (nomes de pessoas, de animais, de alimento), verbos e adjetivos (HAGE; PEREIRA, 2006). No processo de aquisição do vocabulário podem ocorrer desvios que fazem parte do desenvolvimento lexical, enquanto a criança põe em prática as novas palavras assimiladas experimentando suas capacidades linguísticas, fazendo suposições sobre em que contextos empregar e formas de conjugar ou combinar as novas palavras com outras já aprendidas.

As crianças diferem no ritmo do desenvolvimento do vocabulário e da gramática, diferenças explicadas pela hereditariedade e pelas influências ambientais. Apesar de haver variações do desenvolvimento inicial, a maioria das crianças já fala bem aos cinco ou seis anos de idade. As crianças podem atingir 14 mil palavras no seu vocabulário de compreensão aos 6 anos de idade, lembrando que o de compreensão (receptivo) é medido diferentemente do vocabulário expressivo. Além disso, os estudos mostram que as meninas estão um pouco à frente dos meninos em relação à linguagem, depois, gradualmente, as diferenças vão desaparecendo (BERK, 2001; BEE, 2003; ARMONIA *et al.*, 2015)

Os desvios descritos a seguir fazem parte do processo de aquisição lexical inicial, desaparecendo ou diminuindo significativamente conforme a criança aumenta seu vocabulário nos anos posteriores. O desvio semântico por proximidade morfológica ocorre quando se substitui a palavra referente por outra criada, mediante processo de derivação ou composição. Exemplo: “farmacêutico” por farmaceiro. E o desvio semântico por proximidade fonológica ocorre quando a substituição acontece em função da semelhança fonológica entre as palavras. Exemplo: “empalhado” por empanado; “esmaltado” por asfaltado. Esses desvios podem ocorrer por uma série de fatores. Alguns podem ocorrer pelo fato de a criança não resgatar da memória a forma fonológica correta da palavra, outros por analogia (a criança ouve e fala padaria, confeitaria e diz “lancheria”), outros podem ocorrer em função de as palavras serem usadas sempre num mesmo contexto (mesa por “comida”). Certos desvios, especialmente a superextensão, podem ocorrer pelo fato de as palavras compartilharem de traços perceptivos (livro por revista) ou funcionais (travesseiro por almofada). E, por fim, os desvios podem ocorrer por propósitos comunicativos: a criança “superextende” ou “subextende” o significado de uma palavra pelo fato de não ter adquirido uma mais apropriada (HAGE; PEREIRA, 2006).

A descrição dos desvios não foi alvo do atual estudo, que buscou medir esta variável de forma quantitativa em conjunto com outras variáveis do desenvolvimento infantil. Este estudo buscou quantificar palavras e enunciados produzidos pelas crianças, assim como a diversidade do vocabulário, contabilizando as diferentes palavras empregadas na fala espontânea, metodologia descrita a seguir.

## 2.4. AVALIAÇÃO DA FALA ESPONTÂNEA

Os protocolos e instrumentos de avaliação da linguagem infantil são voltados à avaliação clínica num contexto controlado, mas destacam a importância de observar e considerar a fala espontânea da criança e seu desempenho linguístico em diferentes ambientes. Apesar de ser um elemento importante e ser muito utilizada como complemento na avaliação da linguagem, a fala espontânea tem sido pouco explorada por exigir transcrições trabalhosas ou ser considerado um dado mais subjetivo, ou difícil de quantificar. Com o avanço da tecnológica cada vez mais recursos estão disponíveis para facilitar esse processo.

O termo "espontâneo" representa situações em que as produções verbais do falante não são totalmente induzidas e provocadas e, portanto, permitem que os participantes tenham liberdade criativa (GENEST; MASSON, 2017). Para a avaliação da fala espontânea é necessário realizar a gravação de áudio ou vídeo e a transcrição fonética. A transcrição fonética é o método que permite descrever a realização da fala espontânea, sendo realizada por intermédio da representação de sons da fala por símbolos gráficos. Conforme Seara, Nunes e Volcão (2011) ela se refere à capacidade de representar, através de símbolos, os sons emitidos por um falante. Os símbolos usualmente são baseados no Alfabeto Fonético Internacional (AFI), que foi desenvolvido por foneticistas da Associação Fonética Internacional, apresentando uma notação padrão para a representação fonética de todas as línguas do mundo. Quanto mais completa e mais próxima estiver dos elementos apresentados mais ricos e precisos serão os resultados e conclusões dessa transcrição.

A demanda por avaliações fonoaudiológicas de falas espontâneas aumentou dentro dos contextos contemporâneos multiculturais e multilíngues em que os serviços profissionais são prestados nos Estados Unidos e no exterior. Nos locais dos EUA com alta densidade de línguas e culturas minoritárias (por exemplo, Califórnia), espera-se que os fonoaudiólogos avaliem uma amostra de linguagem falada espontânea antes de diagnosticar uma fala ou linguagem com problema. Este é um requisito em testes padronizados e referenciado em normas porque nem sempre disponibilizam avaliação de peculiaridades das línguas e dialetos minoritários, sendo o uso da avaliação da espontânea uma norma mais ainda ativa em países em desenvolvimento (STOCKMAN, 2010).

Uma importante medida na avaliação da fala espontânea é a análise do inventário fonético, que visa identificar todos os sons da fala que a criança produz. Um fonema é a representação de uma unidade fonológica (som). Um critério utilizado para ser creditado um fonema em seu inventário, é de que a criança deve produzir esse fonema pelo menos duas vezes em uma amostra de fala espontânea (STOEL-GAMMON, 2011).

Para projetar uma pesquisa com amostragem de fala espontânea, o procedimento inicial é a transcrição da fala, que envolve disponibilidade de tempo e um planejamento que envolve o trabalho de extrair, registrar e analisar amostras e a confiabilidade na extração e registro.

A realização de transcrições fonéticas é examinador-dependente e a reprodutibilidade é utilizada como medida de confiabilidade. A confiabilidade intra-examinador representa a consistência das medidas realizadas nas mesmas condições de avaliação, em dois momentos diferentes, pelo mesmo examinador. Já a confiabilidade inter-examinador vincula-se à consistência das medidas realizadas por dois examinadores diferentes ou mais. Se tratando da fala de crianças em idade pré-escolar, é esperado a ocorrência de trocas fonológicas, falhas de linguagem de outras ordens (morfológicas e sintáticas) resultando numa fala de difícil captação por aparelhos tecnológicos e evidenciando ainda mais a necessidade de um especialista. Porém existem estudos utilizando e/ou desenvolvendo tecnologias capazes de auxiliar, facilitar e padronizar esta tarefa, fornecendo maior confiabilidade (SABRI, 2018).

## 2.5 TRANSCRIÇÃO FONÉTICA COM O SOFTWARE PHON

Phon é um software para a transcrição e análise de dados fonológicos e fonéticos, desenvolvido como parte do projeto PhonBank, uma expansão do projeto CHILDES (Child Language Data Exchange System) que é um banco de dados internacional para pesquisas em aquisição da linguagem. O Phon foi projetado para sistematizar dados de linguagem proporcionando ferramentas de análises para dados fonéticos e fonológicos (ROSE; MACWHINNEY. 2014; HEDLUND; ROSE, 2020).

Uma versão em PDF do manual está disponível on-line e no menu de ajuda no site programa ([https://www.phon.ca/phon-manual/getting\\_started.html](https://www.phon.ca/phon-manual/getting_started.html)). Conforme descrito no manual, o Phon é um software especialmente útil para transcrição fonética da fala, suportando arquivos de áudio e vídeo que podem ser segmentados para vincular à transcrição correspondente ao segmento. É compatível com outros programas de análise de fala, como o Praat, e as transcrições podem ser importadas e exportadas nos formatos CSV, XML, HTML e CSV, o que permite o transporte de dados para outros aplicativos e programas de análise estatística.

O Phon possibilita documentar e analisar o sistema fonológico de qualquer idioma falado. Vincula os trechos transcritos com o áudio correspondente, o que facilita a conferência e possibilita a escuta de um mesmo trecho quantas vezes for necessário para transcrição fonética. A transcrição no modo cego (*blindmode*) permite que vários transcritores trabalhem no mesmo arquivo de forma independente. Para validar as transcrições, o validador pode exibi-las paralelamente para fins de comparação, revisões, discussões de consenso e validação. Ele fornece uma estrutura para a construção de bancos de dados multimídia bem como métodos para anotação de dados, extração e geração de relatórios.

As funções para transcrição disponíveis no Phon incluem: alinhamento de vídeo ou áudio com a transcrição; recursos com caracteres do IPA (mapa de fonemas; dicionários fonéticos para diferentes idiomas que possibilita transcrição automática a partir da escrita ortográfica); interface para transcrições cegas múltiplas e validação baseada em consenso; sistemas para identificação automática de dados (por exemplo, características fonéticas; silabificação). É possível aplicar Medidas de Porcentagem de Consoantes Corretas (PCC) ou de vogais corretas (PVC), além de medidas de precisão de palavras corretas (ROSE; STOEL-GAMMON, 2015). A Figura 1 apresenta uma sessão de transcrição sendo realizada no Phon. Após carregar o vídeo ou áudio, os trechos de fala-alvo pode ser segmentados para que o registro da transcrição fique associado momento de fala.

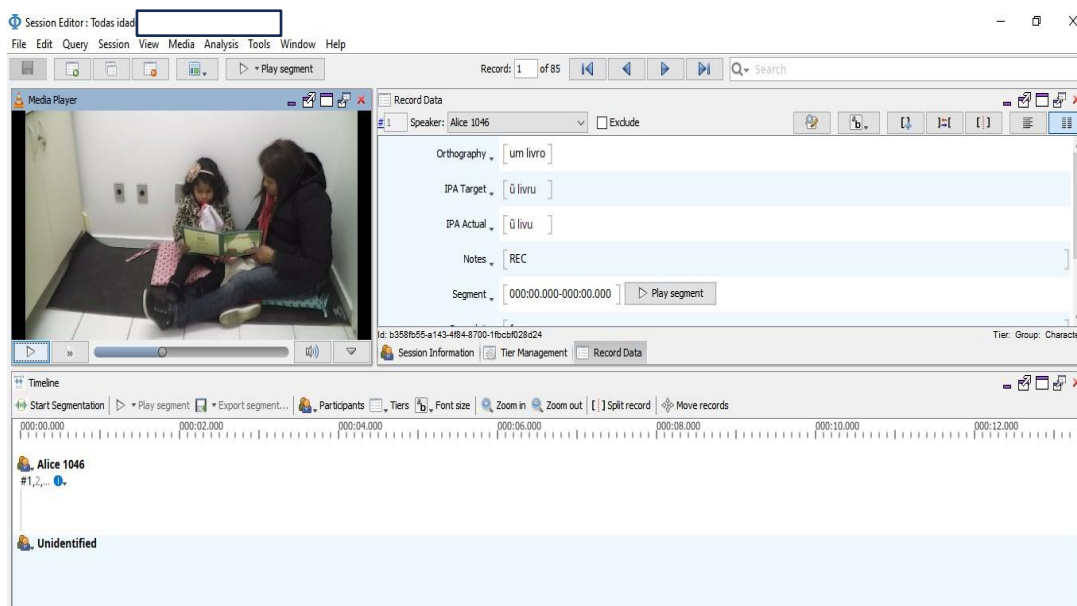


Figura 1. Sessão de transcrição fonética durante a segmentação da videogravação.  
Fonte: Elaboração própria

Após a realização da transcrição fonética de uma conversação têm-se um corpus de fala. Este registro possibilita as mais diversas análises, muitas destas disponíveis no Phon:

- Inventário Fonético: identificar os fonemas que a criança pode produzir, apresentando os símbolos fonéticos e a quantidade de vezes que a criança buscou produzir (alvo) e as vezes em que realmente produziu na transcrição fonética, que resulta no seu Inventário Fonético;
- Porcentagem de Consoantes Corretas (PCC), é calculada pelo Phon dividindo o número de vezes que a criança produziu cada consoante na transcrição alvo em relação ao número total de acertos da consoante na transcrição da produção realizada pela criança;
- Análises de processos fonológicos, para comparações sistemáticas entre o fonema alvo e as formas fonológicas realizadas pela criança. Para aplicar esta análise o Phon disponibiliza os seguintes processos que podem ser estimados na amostra transcrita: *Coronal Backing* (posteriorização de coronal), *Deaffrication* (desafricação), *Deletion* (apagamento), *Devoicing* (dessonorização), *Glottalization* (glotalização), *Lateralization* (lateralização), *Liquid Gliding&Vocalization* (semivocalização de líquida), *Fricative Stopping* (Oclusivização de fricativa), *Velar Fronting* (Frontalização de Vela), *Voicing* (Sonorização), *Custom Process*



(personalizar processo): nesta seleção é possível personalizar a análise de processos fonológicos;

- Análises fonológica da extensão do enunciado através da análise do Comprimento Médio Fonológico do Enunciado ou Phonological Mean Length of Utterance (PMLU), que é uma medida que leva em consideração a precisão de uma criança em relação aos sons-alvo e o comprimento das produções da criança. No Phon o PMLU é pontuado no “enunciado alvo” como o número de consoantes alvo e no “enunciado realizado” com o número total de segmentos mais o número de consoantes corretas produzidas, ignorando diacríticos (símbolos que indicam entonação ou acentuação). A proporção de acertos fonológicos no enunciado (PWP) é definida como a razão entre “PMLU realizado” e “PMLU alvo”. método proposto por Ingram (2002);
- *Word Match* (Acertos de Palavras): A análise de acertos de palavras oferece uma série de avaliações de precisão de pronúncia de palavras inteiras, contabilizando o número de palavras pronunciadas corretamente e a que não corresponderam ao alvo. Além disso, esta ferramenta disponibiliza uma análise por estrutura da sílaba (consoante/vogal CV), número de sílaba (comprimento da palavra) e padrões de ênfase (entonação, acentuação).

O software permite a criação de diferentes projetos e a padronização do banco de dados pode ser feita conforme o objetivo do pesquisador.

### 3. JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa busca explorar a complexa interação entre fatores pré-natais e pós-natais que influenciam nas habilidades linguísticas durante os primeiros anos de vida. Entre um conjunto de fatores descritos com forte valor preditivo de alterações da linguagem na criança, a evidência mostra a necessidade de se conhecerem os fatores determinantes destas alterações, de forma a ser possível a realização de ações de prevenção mais apropriadas ao contexto (COUTINHO, 2012; THIENGO; CAVALCANTE; LOVISI, 2015; LUCISANO *et al.*, 2017).

A análise da produção científica sobre os estudos acerca de crianças pré-escolares demonstra que os profissionais de saúde e da educação necessitam dar mais atenção a detecção de problemas de desenvolvimento em crianças pequenas, considerando a possibilidade de prevenção, a plasticidade neural e índices de resolubilidade. Para tanto, é importante que o conhecimento dos fatores envolvidos e a assertividade no direcionamento de informações e nas intervenções necessárias ao desenvolvimento, considerando as etapas do desenvolvimento pelas quais a criança transita (DIAS, 2013; THIENGO; CAVALCANTE; LOVISI, 2015; LUCISANO *et al.*, 2017)

Uma revisão sistemática realizada para identificar os transtornos mais prevalentes na infância e adolescência e possíveis fatores associados, concluiu que o conhecimento destes e de seus potenciais fatores de risco trazem a possibilidade de desenvolvimento de programas de intervenção focados em prevenir e/ou atenuar agravos (THIENGO; CAVALCANTE; LOVISI, 2015).

Devido ao impacto das alterações de linguagem, é fundamental que se possa identificar e intervir a fim de minimizar os efeitos negativos decorrentes destas (HALPERN, 2000). A avaliação de crianças em idade de três a seis anos tem sido alvo de diversas pesquisas, as quais sugerem a importância dessa fase para o comportamento infantil, assim como a possibilidade de identificar precocemente sinais preditores de futuras dificuldades de aprendizagem e contribuir para a elaboração de programas de intervenção (DIAS, 2013). Evitar ou reduzir as incapacidades, possibilita diminuir os índices de deficiências no futuro ou diminuir a gravidade das mesmas (DRACHLER, 2000; WILLRICH *et al.*, 2009).

Este estudo visa contribuir para o campo da linguagem infantil investigando

informações valiosas que poderão auxiliar nas políticas públicas, nas práticas clínicas e prospectando pesquisas futuras sobre o tema. A compreensão mais aprofundada da influência dos ambientes intrauterino e extrauterino na linguagem de pré-escolares pode resultar em intervenções mais eficazes, além das ações de prevenção colaborando assim para um desenvolvimento linguístico mais saudável da população infantil.

#### **4. HIPÓTESES**

- Crianças do grupo controle, que não são expostas a um ambiente intrauterino adverso, têm melhor desenvolvimento de linguagem do que aquelas dos grupos de risco intrauterino;
- Fatores como baixo peso ao nascer, baixa escolaridade materna e baixo nível socioeconômico influenciam negativamente o desenvolvimento da linguagem na população infantil e;
- Crianças que frequentam pré-escola apresentam melhor desenvolvimento da linguagem.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 GERAL

Investigar os fatores de risco biológicos e ambientais, tanto intrauterinos como extrauterinos, relacionados com o desenvolvimento da linguagem em crianças pré-escolares.

### 5.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar o desenvolvimento fonológico a partir do inventário fonético apresentado pela criança em relação à idade esperada para aquisição dos fonemas;
- Avaliar o vocabulário apresentado a partir das palavras diferentes verbalizadas pela criança durante a gravação da fala espontânea em livre interação com a mãe;
- Verificar qual é a associação entre os diferentes ambientes intrauterinos adversos e o desenvolvimento da linguagem da criança e;
- Verificar as correlações entre os fatores de risco ambientais pós-natal e as variáveis observadas de linguagem nas crianças.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 DELINEAMENTO

Estudo de coorte. O presente projeto encontra-se aninhado no Projeto IVAPSA (Impacto das Variações do Ambiente Perinatal sobre Saúde da Criança nos Primeiros Cinco Anos de Vida), no qual se avaliou a influência de diferentes ambientes adversos intrauterinos no crescimento e desenvolvimento da criança nos seis primeiros meses de vida e na segunda fase entre três e seis anos de vida.

### 6.2 POPULAÇÃO/ AMOSTRA

Os participantes pertencem ao projeto de coorte IVAPSA (Impacto das Variações do Ambiente Perinatal sobre a Saúde da Criança nos Primeiros Cinco Anos de Vida), acompanhados no período de 2011-2016 (primeira fase) e 2017-2019 (segunda fase).

O tamanho da amostra do projeto original constituiu-se de 400 pares mãe-filho, pertencentes a quatro diferentes ambientes intrauterinos adversos (hipertensão gestacional, diabetes mellitus, tabagismo materno e restrição de crescimento intrauterino/criança pequena para a idade gestacional) e um grupo controle.

O projeto de coorte múltipla prospectiva controlada, IVAPSA, utilizou uma amostra de conveniência. A segunda fase do IVAPSA buscou investigar o impacto destas variações ambientais sobre o desenvolvimento infantil em crianças na idade pré-escolar.

A amostra final para o desenvolvimento desta tese foi de 101 crianças, que realizaram as vídeo-gravações, registradas e armazenadas em arquivos de MP4 com número de identificação no laboratório do Grupo de Estudo, Aplicação e Pesquisa em Avaliação Psicológica (GEAPAP) da UFRGS, que foram realizadas entre os anos de 2017 e 2019.

### **6.2.1 Critérios de inclusão**

Os critérios de inclusão assim como os de exclusão foram aplicados na primeira fase do estudo. Foram incluídos na pesquisa todos os indivíduos que consentiram participar e que se encaixaram em um dos cinco grupos temáticos:

- Diabetes (DM) – tipo 1, 2 ou gestacional, quando diagnosticado pelo médico do pré-natal;
- Hipertensão (HAS) – crônica, pré-eclâmpsia, eclâmpsia ou gestacional, quando diagnosticado pelo médico do pré-natal;
- Tabagismo (TBCO) – mulheres que responderam afirmativamente sobre o uso de tabaco em qualquer fase da gestação, independentemente do número de cigarros fumados;
- Pequeno para Idade Gestacional (PIG) – crianças nascidas abaixo do percentil 5 da curva de peso para idade gestacional (ALEXANDER *et al.*, 1996) sem doença aparente que tenha causado essa restrição de crescimento intrauterino considerada então como idiopática e;
- Controle (CONTR) – que não possuem nenhuma das características acima ou outra doença presente.

### **6.2.2 Critérios de exclusão**

Na Fase I do projeto foram excluídas as puérperas com teste positivo para HIV (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida) e os recém-nascidos (RN) pré-terms. Também foram excluídas da amostra os RN que eram gemelares, que apresentaram doenças crônicas ou congênitas ao nascimento, que necessitaram de internação hospitalar e que apresentaram peso ao nascimento inferior a 500 gramas.

## **6.3 COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS**

Os participantes foram recrutados até 48 horas após o parto nas maternidades do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), do Hospital Fêmeina e do Hospital Nossa Senhora do Conceição, ambos do Grupo Hospitalar Conceição.

As entrevistas e coletas de dados foram realizadas nas primeiras 48 horas após o parto e, posteriormente, no 7º, 15º e 30º dia, no 3º e 6º mês e entre o 3º e 6º ano de vida da criança. Foram obtidas informações demográficas, socioeconômicas e familiares, sobre o pré-natal, o nascimento, além das medidas antropométricas e material biológico materno e das crianças. As informações foram colhidas a partir de questionários semiestruturados elaborados pela própria equipe de pesquisa e instrumentos de pesquisa previamente validados para os desfechos investigados.

As coletas ocorreram no domicílio e no Centro de Pesquisa Clínica do HCPA. As entrevistas do primeiro e do sexto mês e na idade pré-escolar foram realizadas no HCPA enquanto, as restantes, ocorreram no domicílio das mães. Estudantes de graduação e pós-graduação e bolsistas de iniciação científica foram treinados e realizaram a aplicação dos questionários e dos instrumentos de pesquisa.

No período pré-escolar, os pares de mães e crianças foram gravadas em vídeo numa interação livre por cerca de 10 minutos. Previamente, foi entregue um livro infantil e duas sacolas de brinquedos, as quais foram exploradas livremente pela mãe e a criança durante a gravação proporcionando uma situação de comunicação espontânea.

Antes de iniciar a gravação, foi explicado o motivo do material entregue que deveria ser explorado de maneira espontânea como se mãe e filho(a) estivessem numa interação cotidiana. Não foram fornecidas instruções sobre como eles deveriam se comportar durante esse processo. Nessa interação, permaneceram na sala apenas a mãe e a criança numa área demarcada com um tapete que media em torno de dois metros de comprimento e 90 centímetros de largura.

Durante a segunda fase da pesquisa, a aplicação dos instrumentos (gravação e questionários) foram todos realizados no mesmo dia, o que variou entre 20 e 50 minutos no total.

Após a realização da gravação, e armazenamento dos dados no laboratório do grupo de estudo, a transcrição fonética da fala das crianças foi realizada por intermédio do software Phon mediante a análise perceptivo-auditiva da linguagem feita por duas examinadoras independentes. Essas transcrições foram validadas pela pesquisadora principal (fonoaudióloga e pesquisadora) a fim de assegurar a



compatibilidade e a reprodutibilidade das análises. Neste processo de validação foi feita a comparação das duas transcrições relativas a cada criança, revisando-se o áudio e a transcrição daqueles registros que apresentaram divergência dentre as avaliadoras. Nos casos em que não se teve clareza sobre a pronúncia, o trecho foi considerado ininteligível, registrado com o símbolo /\*/ no campo destinado à transcrição fonética e com “xxx” no campo da transcrição ortográfica, conforme é indicado no manual do software utilizado para o registro dos trechos ininteligíveis. As transcrições de todas as crianças foram salvas em formato CSV, utilizados pelo Phon, respeitando-se os padrões estabelecidos pelo protocolo (APÊNDICE A).

#### 6.4 VARIÁVEIS UTILIZADAS

Variáveis independentes (preditivas):

- Fatores biológicos como escore de Apgar, baixo peso, complicações durante gestação e parto, sexo, saúde da criança, estado nutricional, peso de nascimento, comprimento e;
- Fatores ambientais como nível socioeconômico, escolaridade e profissão dos pais, pais adolescentes, nº de consultas do pré-natal, aleitamento materno, estrutura familiar, situação marital, ingresso na pré-escola, violência e condições de saúde mental materna.

Variáveis dependentes (preditivas):

- Desenvolvimento da linguagem oral através do inventário fonético, análises fonológicas e de vocabulário;

Variáveis de desfecho:

- Presença ou ausência de alterações no desenvolvimento da linguagem.

#### 6.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análises preliminares:

- Análises descritivas das variáveis utilizadas (média, desvio padrão, mediana, valor mínimo, valor máximo) e;

- Testes de normalidade: foram utilizadas tabelas de frequência e gráficos para se verificar a consistência dos dados.

Análises posteriores:

- Correlação de Pearson para investigar associações entre os fatores de risco e os desfechos de linguagem) e;
- Regressão Múltipla Linear para avaliação de modelos preditivos.

Os efeitos dos fatores de risco foram controlados em relação aos possíveis fatores de confusão. Foi realizada uma análise multivariada de dados, em blocos hierárquicos seguindo o modelo de Victora *et al.* (1997). Nele, os blocos agrupados das variáveis obedeceram uma relação hierárquica entre os fatores de risco numa linha do tempo considerando as variáveis mais distais àquelas mais proximais ao desfecho, conforme a Figura 2.

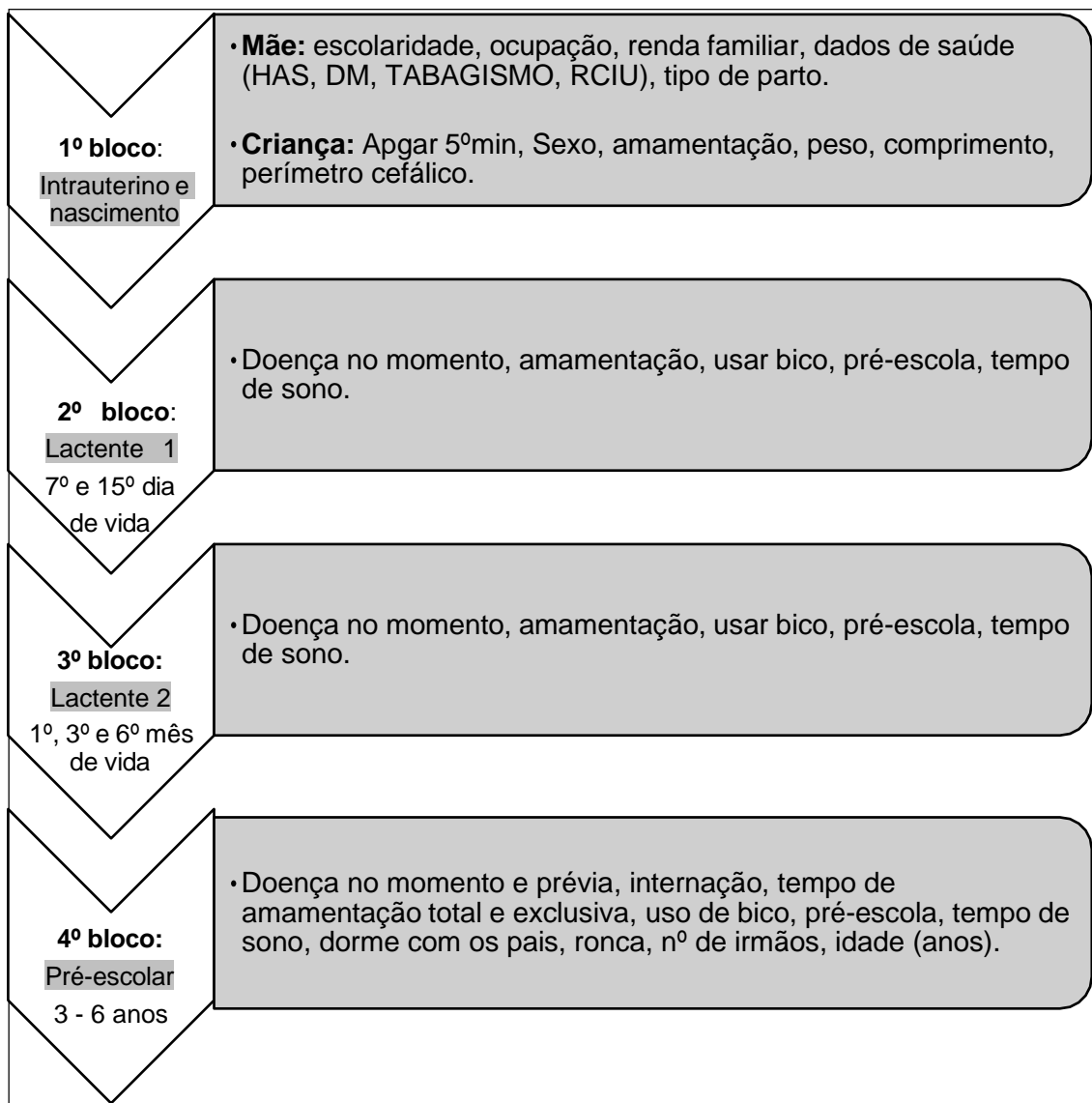


Figura 2. Blocos hierárquicos para análise multivariada de regressão linear.

Fonte: Própria autora

Análise quantitativa e qualitativa. Os dados serão analisados com o programa estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences) versão 21.0. Para as análises quantitativas, serão considerados um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), um intervalo de confiança de 95% e medidas de mensuração correlação não-paramétricas.

## 6.6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa foi aprovada e conduzida de acordo com os preceitos éticos e metodológicos previstos na Resolução Nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi devidamente aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) dos hospitais envolvidos no estudo.

Os procedimentos realizados na presente pesquisa apresentaram risco mínimo para os participantes. O projeto obteve o parecer de aprovado pelo CEP do Grupo Hospitalar Conceição (GHC) e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), sob os números 11-027 e 11-0097, respectivamente. A segunda fase do IVAPSA foi aprovada pelo comitê de ética do HCPA sob o número 170107 e buscou investigar o impacto destas variações ambientais sobre o desenvolvimento infantil. Os responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, G. R. *et al.* A United States national reference for fetal growth. **Obstetric Gynecology**, v. 87, n. 2, 1996. DOI: 10.1016/0029-7844(95)00386-X

AMORIM, R. Avaliação da criança com alteração da linguagem. **Nascer e Crescer**, v. 20, n. 3, p. 174–176, 2011.

ARAÚJO, M. V. M.; MARTELETO, R. F.; SCHOEN-FERREIRA, T. H. Avaliação do vocabulário receptivo de crianças pré-escolares: an evaluation of receptive vocabulary in preschool children. **Estudos de Psicologia**, v. 27, n. 2, p. 169–76, 2010.

ARMONIA, A. C. *et al.* Relação entre vocabulário receptivo e expressivo em crianças com transtorno específico do desenvolvimento da fala e da linguagem. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 3, p. 759–765, maio 2015.

BASTOS, J .C.; RAMOS, A. P.; MARQUES, J. Estudo do vocabulário infantil: limitações das metodologias tradicionais de coleta. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2004.

BEE, H. **A criança em desenvolvimento**. Porto Alegre: Artmed, 9ª ed, 2003.

BERK, L. E. **Desarrollo del niño y del adolescente**. Madrid: Prentice-Hall Iberia, 4ª ed. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde da criança: crescimento e desenvolvimento. **Cadernos de Atenção Básica**, n. 33, Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

CASTAÑO, J. Bases neurobiológicas dellenguaje y sus alteraciones. **Revista de Neurologia**, v. 36, n. 8, p. 781–785, 2003.

CARBONIERI, J.; LÚCIO, P. S. Avaliação do vocabulário em crianças brasileiras: revisão sistemática de estudos com três instrumentos. **CoDAS**, v. 32, n. 3, p. e20180245, 2020.

CERON, M. I. *et al.* Aquisição segmental do português brasileiro: onset simples, complexo e coda. **CoDAS**, v. 34, n. 3, 2022. DOI: 10.1590/2317- 1782/20212020439

COUTINHO, A. P. **As perturbações da aquisição e do desenvolvimento da linguagem - um estudo preliminar da prevalência, dos fatores associados e das necessidades de encaminhamento para terapia da fala em crianças de idade pré-escolar do concelho de Oeiras**. Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Escola Nacional de Saúde Pública, 2012.

DA COSTA, Maria Andressa Lacerda Dantas Pereira. **Diretrizes para a criação de um software aplicativo de apoio à avaliação dos desvios fonéticos e/ou fonológicos em crianças**. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, Pernambuco, 2005.

DA ROCHA NEVES, K. *et al.* Growth and development and their environmental and biological determinants. **Jornal de Pediatria**, v. 92, n. 3, p. 241–250, 2016.

DIAS, N. M. **Desenvolvimento e Avaliação de um Programa Intervetivo para Promoção de Funções Executivas em Crianças**. Tese (Doutorado). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

EICKMANN, S. H.; EMOND, A. M.; LIMA, M. Evaluation of child development: beyond the neuromotor aspect. **Jornal de Pediatria**, v. 92, n. 3, p. 71–83, 2016.

ENGLE, P. L.; BLACK, M. M. The effect of poverty on child development and educational outcomes. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1136, p. 243–56, 2008.

FIGUEIRA, R. A. Em torno da analogia: a contribuição de saussure para a análise da fala da criança. **Revista Prolíngua**, v. 10, n. 1, p. 174-89, 2015.

FRANÇA, M. P. *et al.* Aquisição da linguagem oral: relação e risco para a linguagem escrita. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v. 62, n. 2b, p. 469–72, 2004. DOI: 10.1590/S0004-282X2004000300017

FRANCO E. C.; LOPES A. C.; LOPES-HERRERA S. A. Linguagem receptiva e expressiva de crianças institucionalizadas. **Rev CEFAC**, v. 16, n. 6, p. 1837–41, 2014. DOI: 10.1590/1982-021620149713

GENEST, C. DA S.; MASSON, C. The contribution of corpus linguistics to the study of clinical situations: using ecological resources. **Studii De Lingvistica**, v. 7, p. 89–112, 2017.

GERBER A. **Problemas de aprendizagem relacionados a linguagem: sua natureza e tratamento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIUSTI, E.; BEFI-LOPES, D. M. Tradução e adaptação transcultural de instrumentos estrangeiros para o Português Brasileiro (PB). **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 20, n. 3, p. 207–10, 2008.

GROLLA, E. Metodologias experimentais em aquisição da linguagem. **Revista Estudos da Linguagem**, v. 7, p. 9-42, 2009.

GUERREIRO, H.; FROTA, S. Os processos fonológicos na fala da criança de cinco anos: tipologia e frequência. **Cadernos de Saúde**, v. 3, n. 1, p. 57-72, 2010.

HAGE, S. R. V. *et al.* Diagnóstico de crianças com alterações específicas de linguagem por meio de escala de desenvolvimento. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 62, n. 3 A, p. 649–53, 2004.

HAGE, S. R.; PEREIRA, M. B. Desempenho de crianças com desenvolvimento típico de linguagem em prova de vocabulário expressivo. **Revista CEFAC**, v.8, n.4, p. 419-28, 2006.

HALPERN R. Fatores de risco para suspeita de atraso no desenvolvimento neuropsicomotor aos 12 meses de vida Risk factors for suspicion of developmental delays at 12 months of age. **Jornal de pediatria**, v. 76, n. 6, p.421-28, 2000.

HEDLUND, G.; ROSE, Y. **Phon 3.1** [Computer Software], 2020. Retrieved from <https://phon.ca>.

LABANCA, L. *et al.* Language evaluation protocol for children aged 2 months to 23 months: analysis of sensitivity and specificity. **CoDAS**, v. 27, n. 2, p. 119–27, 2015.

LAMPRECHT, R. R. *et al.* **Aquisição fonológica do português: perfil de desenvolvimento e subsídios para terapia**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

LIMA, L. *et al.* A Utilização da Caderneta de Saúde da Criança no acompanhamento Infantil. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 20, n. 2, p. 167–74, 2016.

LINDAU, T.A. *et al.* Systematic and formal instruments for language assessment of preschoolers in Brazil: A Literature review. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 2, p. 656–62, 2015.

LUCISANO, R. V. *et al.* Avaliação do Brincar de Faz de Conta de Pré-Escolares: Revisão Integrativa da Literatura. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 23, n. 2, p. 309–22, 2017.

MAIA, J. M. D.; WILLIAMS, L. C. de A. Fatores de risco e fatores de proteção ao desenvolvimento infantil: uma revisão da área. **Temas em psicologia**, v. 13, n. 2, p. 91-103, dez. 2005.

MENDES, J. B. A.; SANTOS, C. C. DOS; SOARES, A. J. C.; BEFI-LOPES, D. M. Maturidade simbólica, vocabulário e desempenho intelectual de crianças com transtorno do desenvolvimento da linguagem. **CoDAS**, 33(2), e20200068, 2021. DOI: 10.1590/2317-1782/20202020068

MENEZES, M. L. N. **A construção de um instrumento para avaliação do desenvolvimento da linguagem: Idealização, estudo piloto para padronização e validação.** Tese (Doutorado). Fundação Oswaldo Cruz/ FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 2003.

MIRANDA, L. P. *et al.* A criança e o adolescente com problemas do desenvolvimento no ambulatório de pediatria. **Jornal de Pediatria**, v. 79, n. 1, p. 33–42, 2003.

NASCIMENTO, C. R. **Instrumentos de Avaliação da Linguagem para Bebês entre os 0 a 12 meses de idade e Avaliação de Linguagem em Bebês no Terceiro Bimestre de Vida: Comparação entre dois instrumentos de avaliação.** Monografia (Graduação). Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2012.

ORR, E.; GEVA, R. Symbolic play and language development. **Infant Behavior and Development**, v. 38, p. 147-61, 2015. DOI: 10.1016/j.infbeh.2015.01.002

PATEL, V. *et al.* Mental health of young people: a global public-health challenge. **Lancet**, v. 369, n. 9569, p. 1302–13, 2007.

PEDROMÔNICO, M. R. M.; AFFONSO, L. A.; SAÑUDO, A. Vocabulário expressivo de crianças entre 22 e 36 meses: estudo exploratório. **Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano**, v. 12, n. 2, 2002.

ROSE, Y.; STOEL-GAMMON, C. Using PhonBank and Phon in studies of phonological development and disorders. **Clinical Linguistics & Phonetics**, v. 29, n. 8–10, 686–700, 2015. DOI 10.3109/02699206.2015.1041609

ROSE, Y.; MACWHINNEY, B. The PhonBank Project: Data and Software-Assisted Methods for the Study of Phonology and Phonological Development. In: Durand, J.; Ulrike, G.; Gjert, K. (eds.). **The Oxford Handbook of Corpus Phonology**. Oxford: Oxford University Press, p. 308-401, 2014.

SABRI, M.; FABIANO-SMITH, L. Phonological development in a bilingual arabic-english-speaking child with bilateral cochlear implants: a longitudinal case study. **American Journal Of Speech-Language Pathology**, v. 27, n. 4, p. 1506–22, 2018.



SAUSSURE, Ferdinand de. **Curso de Linguística Geral**. Organização por Charles Bally e Albert Sechehaye; colaboração de Albert Riedlinger. Tradução: Antônio Chelini, José Paulo Paes e Izidoro Blikstein. São Paulo: Cultrix, 2006.

SCHIRMER, C. R.; FONTOURA, D. R.; NUNES, M. L. Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem. **Jornal de Pediatria**, v. 80, n. 2, p. 95-103, 2004. DOI:10.1590/S0021-75572004000300012

SEARA, I. C.; NUNES, V. G.; VOLCÃO, C. L. **Fonética e fonologia do português brasileiro**. 2ª edição, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, LLV/CCE/UFSC, 2011. ISBN: 978-85-61482-38-1

SENA, T. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5, estatísticas e ciências humanas: inflexões sobre normalizações e normatizações**. [s.l.: s.n.]. v. 11, 2014.

SILVA, I. B. DA; LINDAU, T. A.; GIACHETI, C. M. Instrumentos de avaliação da linguagem falada de pré-escolares nascidos prematuros: uma revisão de literatura. **Revista CEFAC**, v. 19, n. 1, p. 90–98, 2017.

SILVEIRA, P. P. *et al.* Developmental origins of health and disease (DOHaD). **Jornal de Pediatria**, v. 83, n. 6, p. 494–504, 2007.

STOCKMAN, I. listener reliability in assigning utterance boundaries in children's spontaneous speech. **Applied Psycholinguistics**, v. 31, n. 3, p. 363-95, 2010. DOI:10.1017/S0142716410000032

STOEL-GAMMON C. Relações entre o desenvolvimento lexical e fonológico em crianças pequenas. **Jornal Child Lang**, v. 38, n. 1, p. 1-34, 2011. DOI:10.1017/S0305000910000425.

THIENGO, D. L.; CAVALCANTE, M. T.; LOVISI, G. M. Prevalence of mental disorders among children and adolescents and associated factors: A systematic review. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 63, n. 4, p. 360–372, 2015.

WIETHAN, F. M.; MOTA, H. B.; MORAES, A. B. DE. Correlações entre aquisição do vocabulário e da fonologia: número de palavras produzidas versus consoantes adquiridas. **CoDAS**, v. 28, n. 4, p. 379–387, jul. 2016.

WILLIAMS, E. M. O. Ratings for the language development from 0 to 4 years. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 117539–549, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n12-487

## 7. RESULTADOS

### 7.1. ARTIGO 1 (APÊNDICE B)

Título: *Phonetic transcription of spontaneous children's speech with the aid of software: a systematic review.*

Autores: Débora Tomazi Moreira Caumo<sup>1</sup>, Márcio Pezzini França<sup>2</sup>, Clécio Homrich da Silva<sup>1</sup>

1. Programa de Pós-Graduação: Saúde da Criança e do Adolescente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS.

2. Departamento de Odontologia Preventiva e Social da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS.

Publicado na revista: ABRALIN [S. l.], v. 21, n. 2, p. 10–31, 2022.

7.2. ARTIGO 2 (em processo de publicação)

7.3. ARTIGO 3 (em processo de publicação)

## 8. CONCLUSÕES

A avaliação do desenvolvimento fonológico a partir da transcrição fonética de amostras de fala espontânea mostrou-se uma metodologia útil, confiável e bastante rica. A utilização de um software, especificamente o Phon, possibilitou uma melhor organização e padronização dos dados de fala e ofereceu diversas formas de análise bastante confiáveis.

Foram encontradas correlações entre os melhores resultados de linguagem dos pré-escolares no ambiente extrauterino. O aleitamento materno até os seis meses foi o fator que mais favoreceu o desenvolvimento da linguagem destas crianças, no que diz respeito a aquisição fonológica.

As crianças do estudo com melhor desenvolvimento das habilidades fonológicas de linguagem eram do sexo feminino. A progressão da idade se correlacionou positivamente ao desenvolvimento das habilidades de linguagem estudadas, tanto para a aquisição fonológica quanto para a progressão do vocabulário.

Ao verificar a relação entre o desenvolvimento da linguagem das crianças e os diferentes ambientes intrauterinos adversos, as crianças do grupo de risco de mães hipertensas/diabéticas apresentaram piores escores na aquisição do vocabulário do que aquelas do grupo de risco de mães tabagistas e com restrição do crescimento intrauterino, mas ressalta-se que não houve esta diferença quando comparadas ao grupo controle. Isto apenas aponta um caminho pouco explorado, que pode estar interferindo no desenvolvimento da linguagem. É necessário o desenvolvimento de outros estudos buscando investigar a relação entre os diferentes tipos de ambientes intrauterinos e extrauterinos e sua influência no desenvolvimento da linguagem infantil.

No presente estudo houve uma tendência a melhora do desempenho da linguagem com o aumento da renda familiar. A maior renda familiar esteve associada a um percentual de fonemas adquiridos maior que 75%, mesmo sendo baixa a renda familiar mensal de todos os participantes, o que impossibilitou comparações com outros grupos socioeconômicos desse estudo.

As crianças do grupo controle tiveram a aquisição da linguagem aquém à idade esperada, conforme os parâmetros da cronologia da aquisição fonológica pré-estabelecida no estudo. Isto talvez se deva ao baixo nível socioeconômico dos participantes da pesquisa.

Os dados levantados a partir de um estudo de Coorte foi vantajoso no quesito do acompanhamento de diversos fatores envolvidos no desenvolvimento infantil possibilitando ajustes de variáveis confundidoras. As desvantagens estiveram relacionadas a ocorrência de perdas no seguimento, não sendo possível coletar os dados de todas os participantes até o final do estudo.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da fala espontânea no período pré-escolar mostrou-se um importante quesito, fornecendo diferentes medidas de análise da linguagem infantil de diversas habilidades que devem ser consideradas numa avaliação do desenvolvimento da linguagem.

Por meio da revisão sistemática realizado na primeira etapa da pesquisa foi possível concluir que há vantagens no uso de software para transcrição fonética, principalmente no que diz respeito ao armazenamento e sistematização dos dados de fala, facilitando as análises e complementando a avaliação da linguagem infantil com amostras de fala espontânea.

A aplicabilidade do software Phon foi verificada no segundo estudo desta tese, mostrando-se eficiente e eficaz. O uso do Phon proporcionou maior confiabilidade para amostras de fala espontânea e facilitou a tarefa de transcrição fonética. Esta ainda depende de um transcritor humano, e quando se trata de avaliação da linguagem infantil, é necessário um fonoaudiólogo especialista. As ferramentas encontradas no software fornecem suporte para facilitar o uso dos símbolos fonéticos, segmentação e pareamento de áudio para escrita e análises de dados de fala.

A análise da influência de diferentes ambientes intrauterinos no desenvolvimento da linguagem infantil, que é um fator pouco explorado e, conforme mostrou o terceiro estudo desta tese, parece influenciar. As dimensões destes fatores precisam ser melhor investigadas devido às limitações desta pesquisa. Os fatores extrauterinos que influenciam no desenvolvimento da linguagem infantil são mais robustos e reforçam os embasamentos pré-existent na literatura científica.

Este estudo contribuiu para elucidar questões multifatoriais relacionadas ao desenvolvimento da linguagem infantil. Envolveu metodologias inéditas, partindo de um estudo longitudinal com dados do desenvolvimento infantil desde o ambiente intrauterino, e métodos inovadores com uso da tecnologia para avaliação da fala espontânea.

## APÊNDICE A

### PROTOCOLO PARA REGISTRO DA FALA DA CRIANÇA DO ESTUDO-PILOTO PARA E ANÁLISE DE TRANSCRIÇÕES FONÉTICAS DA FALA INFANTIL COM USO DO SOFTWARE PHON

Este protocolo foi desenvolvido para a realização da transcrição fonética de vídeo-gravações de crianças em situação de fala espontânea, participantes deste estudo. As amostras de fala espontânea foram gravadas durante interação das crianças com sua mãe (ou responsável), no ambiente clínico, onde receberam um livro infantil e brinquedos (fazendinha e panelinhas) para interagirem livremente.

Os vídeos estão salvos com o número identificador do participante, data da sessão e idade da criança para que esses dados sejam registrados durante as transcrições. Os transcritores farão as transcrições de forma independente.

A transcrição fonética é feita pela análise perceptivo-auditiva de duas examinadoras, validado pela pesquisadora principal, a fim de assegurar a reprodutibilidade e confiabilidade das análises. Para a realização e validação das transcrições será utilizado o software PHON conforme os passos descritos abaixo e os padrões definidos neste protocolo.

#### **A. Passo a passo para a utilização do software PHON na transcrição:**

1. Instalar versão Phon 3.2.0: <https://www.phon.ca>
2. Inserir o nome do projeto, o nome do Corpus e da Sessão (Nº identificador da criança registrado no vídeo).
3. Ao abrir uma sessão de transcrição inserimos os dados referente ao participante (identificador, sexo, data de nascimento, data da sessão).
4. Atribuir uma mídia a sessão: Selecione no menu “Media>Assign media to session” e carregue o vídeo a ser analisado.



5. Abrir a sessão com o Blind Mode selecionado no campo correspondente. Apenas o orador alvo deve ser transcrito como participante de uma sessão, ou seja, não transcrever a fala da mãe.

6. Segmentar o áudio (apenas transcritor 1) para selecionar todos os trechos de fala da criança alvo que posteriormente serão transcritos: Selecione no menu "Load layout >Segmentation". Uma janela "timeline" vai abrir, então selecione "Start Segmentation". Um menu de controles abrirá ao lado, não sendo necessário modificar os controles padrões, apenas a tecla "space" (no teclado) é acionada toda vez que o transcritor escutar a fala da criança alvo. Click em "Start segmentation" e comece a selecionar os trechos de fala.

7. Após segmentar, transcrever cada "Record" (trechos da fala da criança). Aparece na janela no limite superior, com os comandos de avançar para o "record" seguinte ou retornar se necessário. Usar fones para escuta dos "records", rever quantas vezes for necessário para a transcrição fonética.

8. Se precisar criar um novo "record" clique em <New recordaftercurrent> no limite superior da tela ao lado do ícone "salvar" contendo um sinal de (+). Também é possível excluir um "record" em "delete current record" no ícone a seguir com sinal de (-). É possível incluir outro enunciado no mesmo "record": na mesma janela de transcrição há um sinal de [ + ] (mais e colchetes) para incluir outro enunciado.

9. No menu há um mapa com os fonemas do IPA. Selecione Tools > IPA Map e o fonema que deseja inserir na sua transcrição. Utilize os fonemas do português brasileiro levando em consideração o sotaque regional conforme o descrito a seguir, no item B, deste protocolo.

10. Transcrever a fala nas três modalidades: Ortográfica, Alvo e Realizada, no software nomeadas em inglês:

Orthography – referente ao nível ortográfico da fala da criança. Escrever o português ortográfico (correto), se na fala da criança houver omissões ou trocas de sons, será feito este registro abaixo no campo IPA Actual.

IPA Target: transcrição fonética do enunciado falado conforme o alvo do que a criança está falando. Deve haver uma transcrição inserida para cada palavra encontrada na ortografia, exceto onde uma omissão foi indicada, por exemplo:

- a. A criança falou ortograficamente: QUERO COMER A SOBREMESA
- b. No Ipa Target (alvo), sabendo que não é usual pronunciar o R em coda no final de “comer”, e em verbos no infinitivo em geral, devemos omiti-lo aqui para que não seja considerado um erro, pois seu alvo era este: [kɛrukume a sobprimeza]. Observar as características da fala regional descritas abaixo no passo a passo para transcrição.

IPA Actual: codificar a transcrição fonética do enunciado falado como ouvido. Deve haver uma transcrição para cada palavra encontrada em Target, exceto onde uma omissão foi indicada. Exemplo: Se no enunciado acima a criança produziu outras formas de pronunciar (omissões, substituições, acréscimos) que não eram alvo de sua fala, devemos registrar aqui. Supomos que a criança realiza os processos fonológicos de “semivocalização de líquida” (em quero) e “redução de encontro consonantal” (em sobremesa) devemos registrar: [kɛiwkume a sobimeza]

11. Os colchetes utilizados para indicar trecho transcrito estão inseridos automaticamente no Phon nos campos de transcrição. O supra segmento modificador ['] precede a sílaba acentuada é encontrado nas ferramentas no menu “Tools >IPa Map”, assim como outros modificadores de entonação que poderão ser marcados, porém não vão interferir nas análises deste estudo caso não seja utilizado.

12. Em cada sessão é possível inserir notas no campo “Notes”, permitindo anotações gerais. Inserir as notas pertinentes durante a transcrição, como erros na fala da mãe ou erros na fala da criança que não são de ordem fonética como problemas de sintaxe, semântica, fluência, distorção, neologismos. As notas são somente para fins de registro, não sendo alvo de análises neste estudo.

13. Usar o código “xxx” para segmentos ininteligíveis no campo ortográfico e o símbolo asterisco [\*] nos campos de transcrição fonética. Quando houver dúvida sobre a produção real da criança considerar o trecho ininteligível.

14. O tópico “Segment” indica os tempos de início e término da mídia para o enunciado falado. É possível ajustar mesmo se previamente marcado na segmentação do vídeo.

15. Ao finalizar a transcrição fechar a sessão, salvando as últimas alterações e selecionar no menu da janela Project Manager > “Tools” >Export as CSV. Selecionar a pasta de destino no campo “Destination folder” e selecionar no campo “Sessions” a sessão que deseja exportar e clicar em Next. Nesta próxima janela é possível incluir ou excluir as informações que serão exportadas, selecionar Next e verificar se a mensagem de que a exportação foi completada aparece, então deve estar disponível um arquivo CSV na área de destino com a transcrição.

### **B. Passo a passo para realização da transcrição fonética**

A transcrição fonética para este estudo tem base nos parâmetros descritos por Lamprecht (2004) devido as características dialetais do português brasileiro falado na região metropolitana do Rio Grande do Sul. A fala dessa região apresenta as características a seguir relacionadas.

- Palatalização de /t/ e /d/ diante de /i/. Ex: ‘tia’ [tʃia], ‘dinheiro’ [dʒi’neru]
- Elevação das vogais médias /e/ para [i] e /o/ para [u], em determinados contextos. Ex: ‘menino’ [mi’ninu] ‘coruja’ [ku’ruʒa]
- Semivocalização ou velarização da lateral quando em posição de coda. Ex: ‘sal’ [saw], ‘alto’ [‘awtu]
- Monotongação de ditongos fonéticos. Ex: ‘madeira’ [ma’dera], ‘pouco’ [‘poku]
- Produção da fricativa em coda como fricativa alveolar (sem a palatalização característica de outras variantes, como, por exemplo, a carioca) Ex: ‘casca’ [‘kaska], ‘lápiz’ [‘lapis]
- Produção do r-fraco como tap, e do r-forte como fricativa velar. Ex: ‘arara’ [a’rara] , ‘rato’ [‘xatu], ‘carro’ [‘kaxu]
- Não-produção, quase categórica, do /r/ do morfema do infinitivo e do /s/ do morfema do plural. Ex: ‘lavar’ [la’va] ‘dois livros’ [dojs ‘livru]

- O diacrítico que representa a nasalidade, isto é, o til (~), quando se reveste desse valor fonológico, deve aparecer sempre. Ex: Mão ['mãw], Põe ['põy], Romã [xo'mã]
- Outro cuidado deve ser ter com a equivalência entre o L em posição de coda e o vai [w]. Ex: Sol ['sow], Ágil ['aʒiw], Último ['uwtʃimu], Painei [pay'nɛw]
- Utilizar o diacrítico til nos casos de vogais nasalizadas pelos fonemas nasais (m,n). Ex: Assim [a'sĩ], Bom ['bõw], Também [tã'bɛy]. Chegaram [ʃegarãw].

O quadro abaixo lista exemplos de palavras que ilustram o emprego dos símbolos fonéticos que serão utilizados na transcrição conforme o português brasileiro (Silva, 2003). Estão apresentados os símbolos fonéticos empregados no dialeto regional (Rio Grande do Sul), capital Porto Alegre, a qual pertence a amostra.

<b>Símbolo fonético (classificação): Exemplo ortográfico / [Transcrição Fonética]</b>		
p (oclusiva bilabial desvozeada)	pata	['pata]
b (oclusiva bilabial vozeada)	bala	['bala]
t (oclusiva alveolar desvozeada)	tapa	['tapa]
d (oclusiva alveolar vozeada)	data	['data]
k (oclusiva velar desvozeada)	capa	['kapa]
g (oclusiva velar vozeada)	gata	['gata]
tʃ (africada alveopalatal desvozeada)	tia	['tʃia]
dʒ (africada alveopalatal vozeada)	dia	['dʒia]
f (fricativa labiodental desvozeada)	faca	['faka]
v (fricativa labiodental vozeada)	vaca	['vaka]
s (fricativa alveolar desvozeada)	sala, caça, paz	['sala] ['kasa] ['pas]
z (fricativa alveolar vozeada)	zapata, casa	[za'pata] ['kaza]
ʃ (fricativa alveopalatal desvozeada)	chá, acha	[ʃa] ['aʃa]
ʒ (fricativa alveopalatal vozeada)	já, haja	['ʒa] ['aʒa]
x (fricativa velar desvozeada)	rata, marra	['xata] ['maxa]

m (nasal bilabial vozeada)	Mala	['mala]
n (nasal alveolar vozeada)	nada	['nada]
ɲ (nasal palatal vozeada)	manhã	[mãɲã]
r (tepe alveolar vozeado)	cara, prata, mar, carta	['kara] ['prata] ['mar] ['karta]
l (lateral alveolar vozeada)	lata, plana	['lata] ['plana]
w (lateral alveolar vozeada velarizada)	sal, salta	['saw] ['sawta]
ʎ (lateral palatal vozeada)	Malha	['maʎa]

Em relação às vogais, dos símbolos adotados pela Associação Internacional de Fonética para a transcrição dos segmentos vocálicos, foram selecionados sete que ocorrem em posição tônica no português apresentados na tabela a seguir:

Símbolo	Exemplo
[i]	vi ['vi]
[e]	ipê ['ipe]
[ɛ]	pé ['pe]
[a]	pá ['pa]
[ɔ]	avó [a'vɔ]
[o]	avô [a'vo]
[u]	jacu [ʒa'ku]

Para as vogais em posição de ditongo, átonas, utilizar /w/ (para u) e /j/ (para i). Se a criança produzir um som diverso do dialeto incluir observação nas NOTAS, e não na transcrição. Se houver necessidade de utilizar outros símbolos fonéticos, diferente do dialeto (sotaque) regional, é possível selecionar no Mapa IPA embutido no software Phon para descrever nas NOTAS, porém se for uma ocorrência isolada, não é necessário indicar o fonema, apenas anotar se houve uma distorção, uma ocorrência de disfluência, uma onomatopeia, etc. Usar as notas para estas ocorrências adversas.

## **APÊNDICE B**

ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA ABRALIN:

Phonetic transcription of spontaneous children's speech with the aid of software: a systematic review.

# Phonetic transcription of spontaneous children's speech with the aid of software: a systematic review



OPEN ACCESS

EDITED BY

- Monique Leite Araújo (UnB)
- Sara Recio Pineda (UB)

EVALUATED BY

- Andressa Toni (USP)
- Márcia Cristina do Carmo (UEPG)

ABOUT THE AUTHORS

- Débora Tomazi Moreira Caumo  
Conceptualization, Methodology, Supervision, and Writing of the article.
- Márcio Pezzini França  
Conceptualization, Methodology, Supervision, and Writing of the article.
- Clécio Homrich da Silva  
Conceptualization, Methodology, Supervision, and Writing of the article.

DATES

- Received: 29/06/2022
- Accepted: 22/12/2022
- Published: 31/12/2022

HOW TO CITE

Caumo, D. T. M.; França, M. P., Silva, C. S. (2022), Phonetic transcription of spontaneous children's speech with the aid of software: a systematic review. *Revista da Abralín*, v. 21, n. 2, p. 10-31, 2022.

Débora Tomazi Moreira CAUMO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Márcio Pezzini FRANÇA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Clécio Homrich da SILVA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

ABSTRACT

The aim of the study was to identify, synthesize and classify the software currently available that can help in the task of phonetic transcription of the spontaneous speech of pre-school children to evaluate the development of children's language. A systematic review was performed for articles published, for the 10-year period (June 2010 to June 2020), without restrictions as to location and language, using the Cochrane, Pubmed and Web of Science databases. The terms used in the search strategies were "phonological", "phonetic", "transcription", "computer" and "software". The studies were selected by two independent reviewers using pre-defined search strategies. In the initial search, after the exclusion of duplicates, 534 articles were found. By reading their titles and abstracts, 46 articles related to the theme were left, which were then read in full. After reading, 24 articles were included in the study. The results revealed a total of seven software available for the phonetic transcription of spontaneous speech from preschoolers used for different analyses: LENA and Timestamper (for babbling and pre-linguistic vocalizations), ELAN (for gestural communication, extralinguistic elements and the

situational context), Phon (for phonetic and phonological analyses), CLAN and SALT (for morphosyntactic, grammatical and semantic aspects) and Praat (for acoustic measurements). Through this systematic review, it can be concluded that there are advantages to using software for phonetic transcription, sample storage, and child language analysis, especially concerning standardization and reliability for spontaneous speech samples. Phonetic transcription still relies on the ability and subjectivity of a human transcriber. The tools found in the software provide support to facilitate using phonetic symbols, audio segmentation and pairing to writing, and analysis of speech data.

### RESUMO

O objetivo do estudo foi identificar, sintetizar e classificar os softwares atualmente disponíveis que podem auxiliar na tarefa de transcrição fonética da fala espontânea de pré-escolares, para avaliar o desenvolvimento da linguagem infantil. Foi realizada uma revisão sistemática de artigos publicados, no período de 10 anos (de junho de 2010 a junho de 2020), sem restrições quanto à localização e idioma, utilizando as bases de dados Cochrane, Pubmed e Web of Science. Os termos utilizados nas estratégias de busca foram "fonológico", "fonético", "transcrição", "computador" e "software". Os estudos foram selecionados por dois revisores independentes usando estratégias de busca pré-definidas. Na busca inicial, após a exclusão de duplicatas, foram encontrados 534 artigos. Com a leitura de seus títulos e resumos, restaram 46 artigos relacionados ao tema, que foram lidos na íntegra. Após a leitura, 24 artigos foram incluídos no estudo. Os resultados revelaram um total de sete softwares disponíveis para auxiliar a transcrição fonética da fala espontânea de pré-escolares utilizados para diferentes análises: LENA e Timestamper (para balbucios e vocalizações pré-linguísticas), ELAN (para comunicação gestual, elementos extralinguísticos e contexto situacional), Phon (para análises fonéticas e fonológicas), CLAN e SALT (para aspectos morfossintáticos, gramaticais e semânticos) e Praat (para medidas acústicas). Por meio desta revisão sistemática, pode-se concluir que há vantagens no uso de software para transcrição fonética, armazenamento de amostras e análise de linguagem infantil, principalmente no que diz respeito à padronização e confiabilidade para amostras de fala espontânea. A transcrição fonética ainda depende de um transcritor humano. As ferramentas encontradas nos softwares fornecem suporte para facilitar o uso dos símbolos fonéticos, segmentação e pareamento de áudio para escrita e análises de dados de fala.



KEYWORDS

Phonetics, Child Language, Software, Language Development.

PALAVRAS-CHAVE

Fonética. Linguagem Infantil. Software. Desenvolvimento da Linguagem.

SUMMARY FOR NON-SPECIALISTS

Phonetic transcription is a method of describing speech. Speech sounds are represented by special graphic symbols. To assess speech and language in children, it is often necessary to transcribe recordings of their spontaneous speech. Assessing speech in a natural context is especially important to consider the skill set, communicative context and sociocultural aspects. In this systematic review, all studies with preschool-age children were included to identify, synthesize and classify existing software that can help in the phonetic transcription of spontaneous speech of children in this age group.

## Introduction

To assess speech and language in children, it is often necessary to transcribe recordings of their spontaneous speech. Assessing speech in a natural context is especially important to consider skill set, communicative context, and socio-cultural aspects. Phonetic transcription is a method of describing spontaneous speech. Speech sounds are represented by special graphic symbols. Usually based on the International Phonetic Alphabet, the IPA is a system of standard notation for the phonetic representation of all languages in the world that was developed by phoneticians from the International Phonetic Association. The latest version of the IPA Alphabet was published in 2015, and IPA charts are re-issued annually (INTERNATIONAL PHONETIC ASSOCIATION, 2021).

The term "spontaneous" describes situations in which the speaker's verbal productions are not fully induced and evoked, therefore allowing participants creative freedom (GENEST; MASSON, 2017). In some clinical situations, when the verification of language skills is semi-guided, spontaneous speech production can be part of the assessment. There are other situations in which spontaneous speech can occur in which we find the terms "ecological" or "natural" as research data. The terms "ecological" and "natural" refer to the situations and contexts of data collection, such as the environments in which the child builds relationships (e.g. at home and school). These environments provide the opportunity to collect speech samples during natural, routine activities.

Phonetic transcriptions are examiner-dependent, and reproducibility is used as a measure of reliability. Intra-examiner reliability refers to the consistency of measurements taken under the

same conditions of assessment, at two or more different times, by the same examiner. Inter-examiner reliability, on the other hand, is linked to the consistency of measurements performed by two or more examiners (VENTURINI et al., 2006).

Traditionally, phonetic transcriptions are manually annotated and collected by specialists to guarantee quality. However, in many cases, this can limit the reliability of the information (ALVAREZ et al., 2015). Even with the advancement of technology, software capable of performing speech recognition for automatic subtitles they are error prone and require revision. This is an even greater challenge for speech with deviations. Speech of preschool-age children usually present phonological errors and other types of language problems (e.g. morphological and syntactic errors). In such situations, analyses performed by specialists trained in transcription of child speech are preferred (SABRI, 2018).

In Brazil, children are considered to be of preschool age until they are 6 years old. They begin elementary school at that time. In the United States of America, children are considered preschoolers until they reach the age of five (FREITAS; SHELTON, 2005).

Phonetic transcription is a useful means for language assessments of preschool children through a sample of spontaneous speech. But it can be laborious, time-consuming and costly. Children are developing speech skills, which can make speech even more difficult to transcribe. Technology is constantly advancing and can help in this task.

The main objective of this study was to find software that assists in performing phonetic transcription of children's speech. The specific objectives were to investigate the use of software in research with children's spontaneous speech in a decade of publications of scientific articles, to identify, synthesize and classify existing software that can help in the task of phonetic transcription.

## 1. Method

This systematic review was carried out using the Cochrane Central Register, PubMed, and Web of Science databases, and registered on the PROSPERO platform - International Prospective Register of Systematic Reviews - online database of systematic review protocols on health-related topics, under CRD number 42020191698 on 07/26/2020. On this date, there were still no records of other reviews in progress or published on this topic. This certified that our research is unprecedented and relevant. The Appendix 1 presents more details of the methodology applied and the registration of this project on the PROSPERO platform. The Mesh (Medical Subject Heading) terms "phonological", "phonetic", "transcription", "computer" and "software" were used for each of the selected databases (Cochrane Central Register, PubMed and Web of Science) with search strategies formulated by a librarian (see Appendix 1).

The articles were first selected by two independent reviewers according to the pre-defined search strategies. Duplicate articles in the databases were excluded. After reading the titles and abstracts, those that were not related to the research topic were excluded. The resulting files were saved in the Zotero reference manager and read in their complete format for analysis using inclusion, exclusion, and final selection criteria.

The steps for selecting and analysing the articles, as well as presenting the results, were performed according to the PRISMA protocol - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses- (MOHER et al., 2009).

### Inclusion criteria

- Previously published in journals, specialist magazines, or even indexed in the referred databases for the 10-year period from June 2010 to June 2020, with no restrictions as to location and language.
- Studies that used software to assist phonetic transcription of the spontaneous speech with audio and / or video recording for phonetic transcription.
- Studies that included children of preschool age, admitting studies that contain other age groups in addition to preschool children.
- Exclusion criteria
- Publications that used software for a purpose other than phonetic transcription of spontaneous speech recordings.

We found 645 records in the initial search of the three databases and duplicates were excluded (111), leaving 534 records. The search resulted in the following records: Cochrane Central Register, 1; PubMed, 171 and Web of Science, 473. After the exclusion of articles with unrelated titles and abstracts, 46 records remained, which were read in full analysis. The articles were excluded at this stage (22) because they did not fit the criteria of the children's age range (non-inclusion of preschoolers) and the use of software that does not allow the assessment of spontaneous speech. In this way, 24 studies were included for the qualitative synthesis, as presented in the flow diagram (Figure 1).

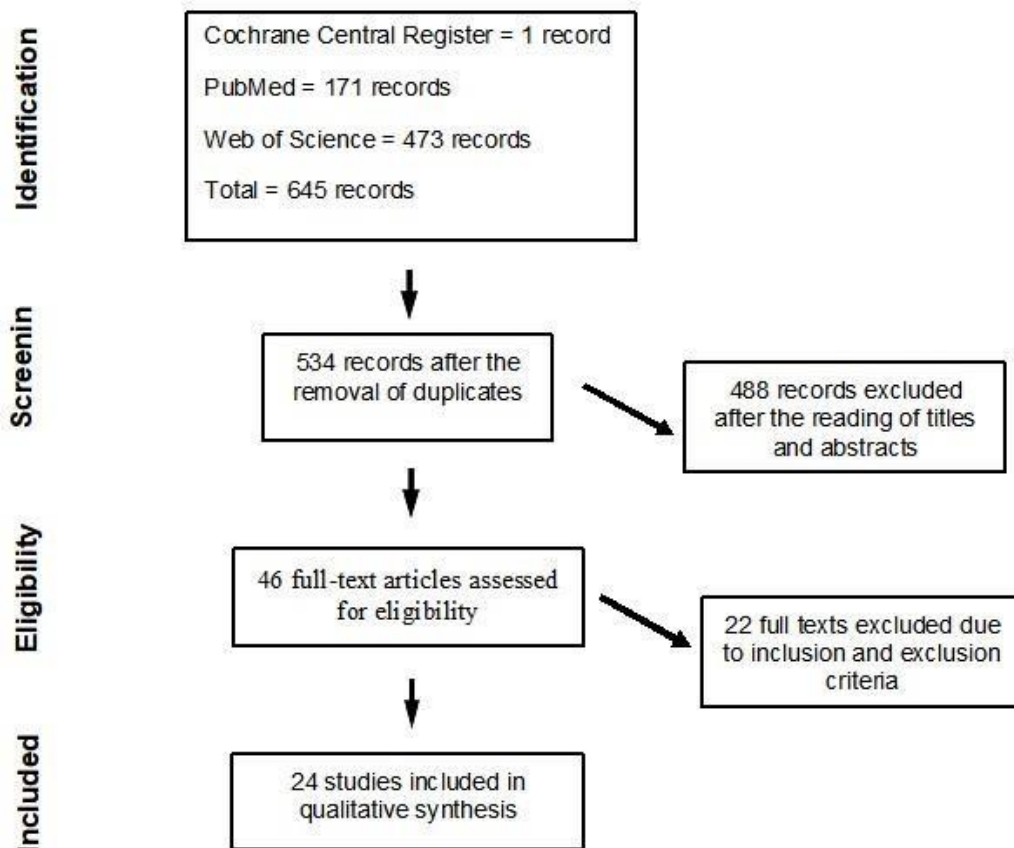


FIGURE 1 - Study flow diagram of the search and selection process.  
Source: authors.

## 2. Results

The summaries of the 24 articles selected for this systematic review are presented in Table 1, with information regarding the author(s), years of publication, objectives, methods, participant ages, sample sizes, and software.

Author/ Year	Objective	Method	Sample		Software
			Age (a)	Size and sex	
SABRI; FABIANO-SMITH, 2018	To observe the interaction between two languages and the effect of cochlear implants (CIs) on the acquisition of two phonetic systems.	A longitudinal study that examined the phonological development of an Arabic-English bilingual child with bilateral CIs.	3.6-4.0 years	1 F	Phon
BURGESS ET AL., 2013	To characterize and compare the home and school linguistic environments of pre-school-aged children with Autism Spectrum Disorders (ASDs).	A longitudinal study in which naturalistic language samples from the children were recorded at three-month intervals for one year.	35-67 months	10 F and M	LENA, SALT
FLIPSEN; KANGAS, 2014	To document the mean length of utterance (MLU) in children using CIs due to profound hearing loss.	A longitudinal study in which samples were obtained by post-graduate students trained to interact with and record the children in audiometric booths.	3 years	10 F and M	SALT
XU et al., 2014	To analyze early language development of language in a comparison between an automated method and a conventional method of manual transcription.	A case study using an automated analysis to study naturalistic recordings of child phonetic production	8-48 months	106 F and M	LENA
D'APICE et al., 2019	To verify the contribution of parenting to the language, cognition, and behavior of children.	A cross-sectional study including a large sample of children and their families studied in their home environment over three days.	2.03-3.99 years	107 F and M	LENA, CLAN
COLLETTA et al., 2010	To investigate changes in the development of discourse that occur in language and gestures.	A cross-sectional study comparing three age-group samples (6 years, 10 years, and adults) and including 84 children and a total of 122 participants.	5.3-10 years	84 F and M	ELAN
RATNER; MACWHINNEY, 2016	To assess the advantages of analyzing speech samples with speech analysis software.	Sample research of a broader study of a large cohort of mothers and babies, to investigate the possible predictors of later language performance by the children, and review the data obtained from a data exchange system.	7-24 months	125 F and M	CLAN
CANAULT, et al., 2016	To examine the accuracy of LENA, a language environment analysis system, in European French.	A comparison between the automated and human methods of audio recording analysis for counting human adult words and child vocalization.	3-48 months	18 F and M sexes	LENA
PEZOLD et al., 2020	To analyze speech samples by comparing tests run by two computer programs.	A study of two prematurely born, preschool-aged children included in the database of a previous study	4.9 years	2 F and M	CLAN, SALT
OLLER et al., 2010	To obtain development measures for early speech.	A comparison between the automated analysis of audio recordings and conventional methods of manual transcription for children presenting typical development, LLE, and ASDs.	16-48 months	232 F and M	LENA
BALCIUNIENE, 2012	To analyze the narrative characteristics of Lithuanian pre-schoolers.	A cross-sectional study with an analysis based on experimental data from child narratives collected at a nursery school.	6-7 years	24 F and M	CLAN
GREENWOOD et al., 2011	To examine the relation between the volume of vocal productions and the spoken vocabulary of children, using automatic speech processing.	A prospective longitudinal, cross-sectional study in which audio recordings were repeatedly collected from home environments over 10 months.	12-20 months	30 F and M	LENA

## REVISTA DA ABRALIN

ROSE; STOEL-GAMMON, 2015	To present an overview of new tools that can be used to deepen our understanding of phonological development and disorders.	A case study with the longitudinal data of one child with typical phonological development and three children with a phonological disorder.	2.0-5.8 years	4 M	Phon, Praat
MOELLER et al., 2010	To examine the impact of late-identified hearing loss on speech and language.	A longitudinal study with a control group and a descriptive analysis of cases involving children with slight to moderate sensorineural hearing loss.	28-41 months	14 F and M	SALT
CHAPARRO-MORENO, REALI; MALDONADO-CARREÑO, 2017	To use reading tasks to investigate the linguistic productions of Colombian pre-school children.	A cross-sectional study in which a sample of 13 teachers matched with groups of four children from a private school shared reading sessions. These sessions were recorded and analyzed and the effects of reading an illustrated book with and without words were compared.	43-55 months	52 F and M	CLAN
RASANEN et al., 2019	To assess a system with the recorded samples of children from six different linguistic corpora.	The development of an open-source system that can be adapted to different languages or dialects, with orthographically transcribed speech data in the corpora.	0-32 months	58 F and M	LENA
BREDIN-OJA et al., 2018	To investigate the reliability of an automated language analysis system in comparison with human transcribing.	A case study determining the rate of vocalization in children with different pathologies that involve language impairment.	31-46 months	6 M	LENA
BUSCH et al., 2018	To assess the reliability of LENA in comparison with manual transcription.	A correlation and concordance study between LENA estimates and a manual count of 48 audio recording samples.	2-5 years	6 F and M	LENA, Praat
JULIEN et al., 2019	To examine the level of morphosyntactic development in neglected children.	A cross-sectional study, with a control group, was part of a broader longitudinal study measuring levels of language development and personal characteristics in the home environment.	4 years	170 F and M	SALT
GENEST; MASSON, 2017	To describe methods for transcribing data in natural environments.	A description of the linguistic tools for processing oral data, to present the principles and methods for building a linguistic corpus.	NA	NA	CLAN, Praat
GOMES DE MELO BEZERRA et al., 2016	To contribute to the research of language acquisition through the analysis of natural speech interactions.	A description of ELAN and CLAN software programs and the transcription of language data.	NA	NA	ELAN, CLAN.
CANAULT; LE NORMAND; THAI VAN, 2017	To give an overview of the LENA system, as well as its advantages and disadvantages.	A description of the uses for the software analysis.	NA	NA	LENA, Praat
BYUN; ROSE, 2016	To present Phon software and a series of functions specially designed to facilitate the study of child phonology.	A description of the software tools and uses.	NA	NA	Phon
WILLADSEN et al., 2018	To develop software for codifying infant babbling.	The development of a software program to assist with codifying pre-linguistic real-time vocalizations in nursing infants with cleft palate.	NA	NA	Time-Stamper

(a) M and F (masculine and feminine), CI (cochlear implant), ASDs (autism spectrum disorders), LLE (late language emergence).

(b) NA (not applicable).

TABLE 1 - Synthesis of studies using phonetic transcription software to analyze language development in children: objectives, methods, samples, and software.

Source: authors.

From these 24 studies, we found seven software programs designed to assist phonetic transcription of the spontaneous speech of preschool-aged children. All software was developed in the English language, although some studies were also carried out in other languages. Table 2 shows these software programs, the language of each study, and the cost of access.

Software	Research language	Operational System	Access: Free/ Non-free
LENA	French, American English, British English, Dutch	Not mentioned.	Non-free
TimeStamper	British English, Germanic Scandinavian, Brazilian Portuguese	Windows, Mac, Linux.	Free
ELAN	French, Brazilian Portuguese	Windows, Mac, Linux	Free
Phon	American English, British English, Arabic	Windows, Mac, Linux	Free
CLAN	Spanish, American English, French, Lithuanian, Brazilian Portuguese	Windows, Mac, Linux	Free
SALT	French, American English	Windows, Mac	Non-free
Praat	French, Dutch, American English, British English	Windows, Mac, Linux,	Free

TABLE 2 – Software programs, research languages, operational systems, and cost of access.

Source: authors.

The types of analysis performed by the software were classified into four categories:

- Pre-linguistic communication and prosody - analyses encompassing the number of child vocalizations (NCV), babbling, the counting of child conversational turns, the counting of transcribed syllables, vocal and prosodic aspects (acoustic signals of speech), and linguistic exposure with adult word counts (AWC).
- Phonetics and phonology - inventories of consonants and vowels; syllable forms and words; stress patterns, relational analyses (identifying substitution and/or exclusion errors based on individual phonemes or phonological classes), the Percentage of Consonants Correct (PCC) or Percentage of Vowels Correct (PVC) metric, in addition to precision measures of whole words.
- Morphosyntax, grammar, and semantics - frequency counts, such as the total number of words, the number of different words (NDW), narrative productivity, type of utterance, co-occurrence analysis, abandoned utterances, verbal rate, mean length of utterance (MLU), frequency and lexical diversity, and type/token ratio (TTR - a measure of lexical diversity, in which the number of unique words is divided by the total number of words).
- Extra-linguistic communication, gestures, and context - facial expressions, body posture, actions, handling, information about the environment and surrounding events, and any other information outside of vocal or speech production.

Results revealed a total of seven software being used to aid phonetic transcription of the spontaneous speech of preschoolers, in different types of analysis: LENA and TimeStamper (used for studying babbling and pre-linguistic vocalizations), ELAN (used to analyze gestural communication, with the transcription of extra-linguistic elements and situational contexts), Phon for phonetics and phonology, CLAN and SALT for the analysis of morphosyntax, grammar, and semantics, and Praat for analysis of sound waves and the parameters of frequency, duration, and intensity (see Figure 2).

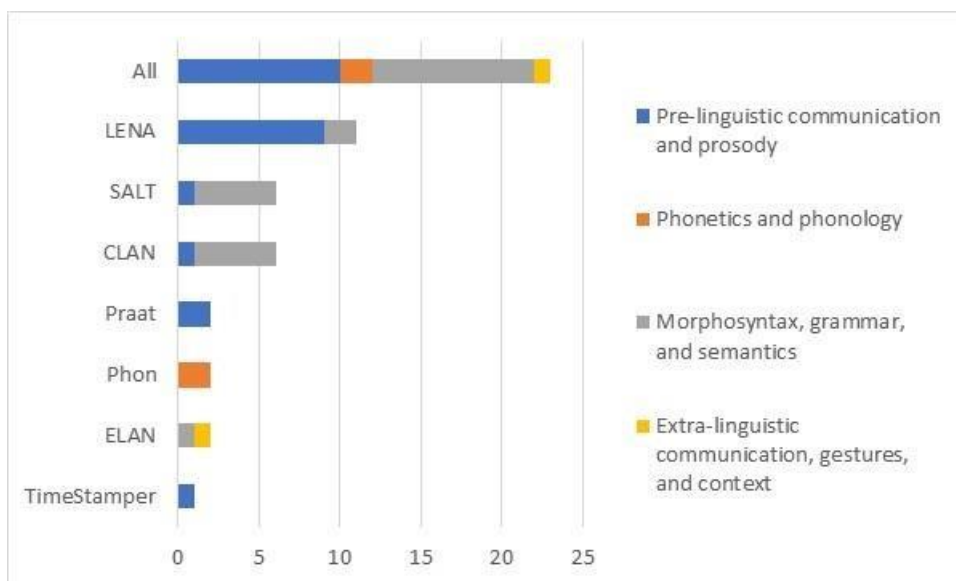


FIGURE 2. Types of analysis applied in language studies using software.

Source: authors.

The full function of these software programs is not restricted to only the features described in the studies. Software information on the operation and applicability for aiding Phonetic Transcription is presented below:

1. LENA: It is a digital audio recording device for transcription. Private access (<http://www.lena.org>). Provides automated measures of speech heard and produced by the child. The algorithms are trained to identify and differentiate speech from adults, from children, from noise. It does not recognize any words that are being spoken. Since the algorithms are not open source, it is not possible to improve the software or update it. The WCE (Word Count Estimation) module has been enhanced for American English. Although the system can be used with recordings in any language, its accuracy is not necessarily consistent across different populations and this complicates any attempt to compare languages ( CANAULT, et al., 2016), (RÄSÄNEN, et al., 2019).



2. TimeStamper: Plays video (mp4) or audio (mp3) files. It can be obtained by contacting [ctr-cis@liverpool.ac.uk](mailto:ctr-cis@liverpool.ac.uk) and will be made available for non-commercial use under the terms of the Apache 2.0 license. TimeStamper assists the transcriber in the evaluation of canonical babbling, to verify whether or not the child was observed in the canonical babbling stage. At the end of the recording, a window appears, asking the encoder to select yes or no for canonical babbling, and lists the syllables presented. Responses are automatically saved in two different locations, making it easy to analysis data and assign a particular recording to specific transcribers. A transcriber can only see the last entry to avoid any influence on final decisions. The canonical babbling index can be calculated automatically, and it is possible to view the syllables presented by the child in a syllabic inventory. At the end of the recording, a window appears asking the encoder to select canonical yes/no, and then lists the syllables it has found. Real-time evaluation reduces time and resource demand, but uploading a new video will result in the loss of all previous data (WILLADSEN et al., 2018).
3. ELAN: Allows you to link up to 4 video files to an annotation document. It uses existing native media structures, such as Windows Media Player, QuickTime or VLC. Free access (<https://archive.mpi.nl/tla/elan>). Performs linguistic analysis, allows data notes of oral and non-verbal language (gestures). It makes it possible to add an unlimited number of text annotations to audio and/or video recordings aligned with the media time, but it depends on the user's notes (GOMES DE MELO BEZERRA et al., 2016).
4. Phon: Provides a framework for building multimedia databases (mp3, mp4). Free access (<https://www.phon.ca>). Includes time alignment of multimedia data with transcription; resources with IPA characters (IPA map; phonetic dictionaries for different languages); interface for multiple blind transcriptions and consensus-based transcription validation; systems for automatic data identification (phonetic characteristics; syllabification). Enables data consultation and produces reports. The built-in dictionaries, despite offering automatic phonetic transcription through the insertion of orthographic writing by the user, are not yet available in all languages (ROSE; STOEL-GAMMON, 2015).
5. CLAN: Loads audio and video data (mp3, mp4). Free access (<http://childes.talkbank.org>). It allows the transcription and aligning it with audio or video. Additional information (gestures, interpretations) can be documented using conventions to transcribe the different statements. A file transcribed with CLAN software consists of header lines starting with the @ symbol and contains corpus metadata such as language, participants, dates, locations, and video names. In the transcription, each speech production is associated with a "tag" that isolates the audio or video passage in question. A set of transcription conventions must be used for linguistic phenomena that are not uttered by the study participant. The choice and number of lines must be determined by the researcher and/or the professional, according to the aims of the

analysis. CLAN software also offers the means to export data to other software, to generate additional analyses, (GENEST; MASSON, 2017), and accommodates investigations concerning frequency counts and morphosyntax (GOMES DE MELO BEZERRA et al., 2016). Although CLAN can complete analyses in 49 languages, the comparisons in the database and the value list published in the manual are only for English-speaking children. CLAN users can compare samples by exchanging with database systems that the software is part of (PEZOLD et al., 2020).

6. SALT: Most digital audio formats are supported. Private access (<http://saltsoftware.com/products/software>). Standardizes the process of obtaining, transcribing and analyzing language samples. It contains a transcription editor and a database of normative conversations in English and Spanish that allow the automatic calculation of standard scores to aid clinical judgment. This software has an integrated training program designed to extend its use as a clinical tool to non-clinical users who are not speech therapists. SALT tools include several different types of automatic analysis, such as average length of statement, number of different words, scores for words, speech, repeated reviews, abandoned statements, and verbal rate. The original normative databases were created with samples from North Americans, but SALT developers say they are receptive to collaborations with other nations interested in developing normative data with SALT for their populations (OVERTON; WREN, 2014), (PEZOLD, IMGRUND; STORKEL, 2020).
7. Praat: Enables you to record or open audio files (aiff, wav or flac format) Free access. (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>). It is a software for speech analysis and synthesis that was developed by linguists from the Institute of Phonetic Sciences, at the University of Amsterdam. It requires reading manuals and tutorials (available in English, Spanish, German, Swedish and Hungarian). Transcription of audio data can be performed with the Transcriber10 tool, which combines text and sound and creates annotation TAGS (CANAULT; LE NORMAND; THAI VAN, 2017), (GENEST; MASSON, 2017). Developed for the analysis of sound waves, with parameters such as frequency, length, intensity and formants. It is possible to apply the analyzes from files generated in other software (LENA, CLAN, Phon, ELAN), in order to extract, for example, information about the prosody of the speech performed or perceived by the child (ROSE; STOEL -GAMMON, 2015), (CANAULT; LE NORMAND; THAI VAN, 2017).

LENA, the software from which we obtained more records (10 articles) in this systematic review, is used to study early childhood language development in natural environments, with ecological validity. We only found one other software program (TimeStamper) with the same purpose. It was only used by the study group that developed it. LENA facilitates the collection and analysis of audio recordings of infants, providing automated measures for the speech heard and produced by the child. However, only the audio captured with the LENA recorder can be analyzed by the software itself. In a study by Canault et al., (2016) healthy French children from three to 48 months of age were recruited and divided into six age groups. These groups corresponded to one of the following stages of language development: vocalizations between 3 to 6 months; babbling between 6 to 12 months,

first words between 12 to 18 months, vocabulary explosion between 18 to 24 months, grammatical explosion between 24 to 36 months and grammar stabilization between 36 to 48 months. These age groups are exceedingly difficult to study with objective measures, which could explain the number of studies that have used this software.

The studies were classified according to the descriptions in the method section of each article: longitudinal (when they followed the development of language over a period), cross-sectional (studies that refer to language assessment at a given time), software assessment (studies that aimed to evaluate the software), and studies for software development (see Figure 3). All selected studies were observational or presented software reviews or development. Because they are not homogeneous, their statistical results could not be used to perform a meta-analysis.

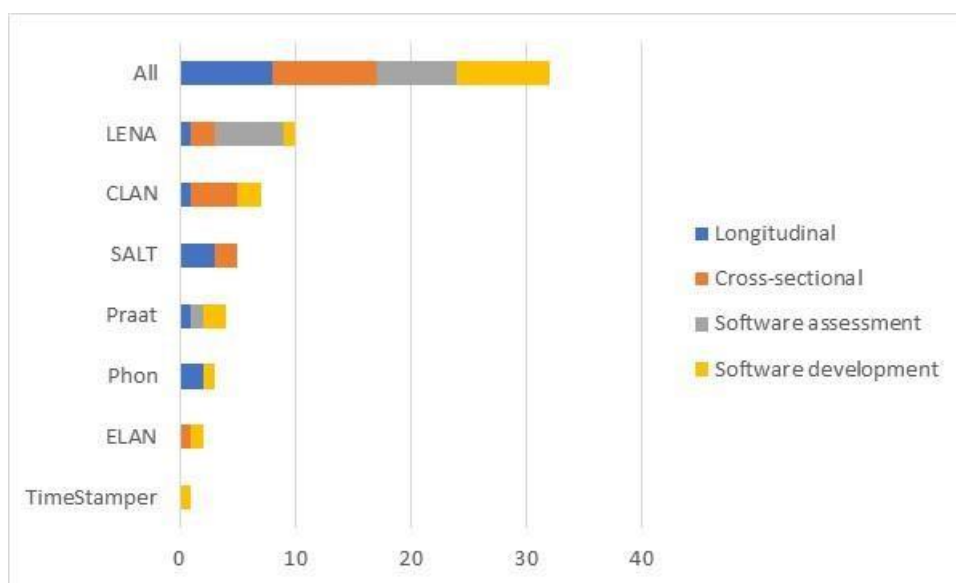


FIGURE 3 - Study design according to the method described in the articles included in this review. Source: authors.

The software were used to analyze the speech of children with difficulties, as well as typical development. LENA was used in studies involving children with autism spectrum disorder (ASD), late language emergence (LLE), Down’s syndrome, and chromosomal deletions. TimeStamper was used for children with cleft palates. SALT was used in research including children with hearing loss and ASD, whereas Phon was used for children with phonological disorders and hearing loss.

The reported methodology in the articles showed a variety of environments in which the recordings of spontaneous speech were collected. These settings included: homes, schools, outpatient clinics, and diverse environments (i.e., when the child used a tape recorder over a day or more).

The recording times for speech transcription with software similarly differed among the reported data. It is important to emphasize that some of the times presented were selected clippings from the transcriptions of recordings that may have been longer and perhaps carried out over

several days or for different periods in the child's development, as in longitudinal studies. The socioeconomic levels of the participants were assessed, but many studies did not report this data (15 of 24 publications). Those who included this information used different measures: while some evaluated class and income brackets, others assessed parental education and used questionnaires to gather information about house sizes and types of employment. This aspect of the research showed considerably heterogeneous data among the studies.

### 3. Discussion

The choice of software to transcribe the speech of young children depended on study objectives, the desired analysis, and the characteristics of the research population. Some software was used to focus on certain age groups, such as LENA and TimeStamper. These were chosen to examine pre-linguistic vocalizations, babbling, and first words, in addition to capturing information about the linguistic diversity to which the child is exposed. Other software programs in this review also permitted a linguistic analysis of children who are already building words and longer utterances.

The software performed many types of analysis and assisted with investigations concerning phonetics and phonology, vocabulary diversity and sentence constructions (e.g. size and type of utterance and syntactic index), and even the prosodic characteristics of speech (such as intonation, babbling, and chaining) and gestures. For these reasons, some of the studies used more than one category of software in their analysis. For example, Burgess et al. (2013), used LENA to collect recordings and identify occurrences of adult words, and SALT to transcribe and analyse quantity, quality, and diversity of adult speech in a sample with autistic children. In another study, CLAN was used together with ELAN software. The first software was used for the analysis of phonological and morphosyntactic aspects, in addition to accounting for elements of speech production. The second software examined non-verbal communicative interactions and gestures (GOMES DE MELO BEZERRA et al., 2016). Most software offers the possibility to export data to other programs for additional analysis. The Praat software, designed to analyze the processing of acoustic signals, was used in studies with other software: LENA (BUSCH et al., 2018) (CANAULT; LE NORMAND; THAI VAN, 2017), CLAN (GENEST; MASSON, 2017) and Phon, (ROSE; STOELGAMMON, 2015).

Some types of software share similar functions but stipulate different conditions of access. Pezold et al. (2020) used two software for the same purpose in order to compare them. They chose CLAN and SALT to compute the MLU and NDW in the speech of two preschool children of different sexes and compared the results with those of other children from the same age group, available in databases open to the software. The results were similar regardless of the program used. The programs differed only when comparing the children's performance with a database of samples collected in different environments. This highlights the importance of standardized data for comparison purposes.

Some studies used databases provided by the software to prepare and develop analyses. For example, CLAN was developed using a standard transcription method called CHAT (Codes for the Human Analysis of Transcripts) to build a free international database that is called the CHILDES platform (Child Language Data Exchange System). CHAT has tools not only for the transcription of utterances (the so-called graphemic transcription), but also entire scenes of enunciation that may include additional notes referring to pragmatic elements of facial expressions, gestures, intonations, prosodic elements, morphosyntactic analysis, and any other necessary aspects (DEL RE et al., 2011). Like CLAN, Phon software has a multilingual corpus (PhonBank), designed to assist with the analysis of phonological and phonetic data transcribed with CHAT. There are full compatibility and interoperability with CLAN. PhonBank and TalkBank, in turn, serve as an expansion to the CHILDES platform and support research in language acquisition (BYUN; ROSE, 2016).

Another point to consider is the software language support. According to the information presented in Table 2, studies carried out with preschool children have not been done in many languages, although most of these software programs do not limit their use only to the language in which they were developed. Since languages around the world are morphologically distinct, a grammatical analysis requires an understanding of a specific corpus of the language spoken in the place of study. In Brazil, a research group from the Laboratory of Emerging Linguistic Productivity Laboratory (LAPLE) at the Federal University of Santa Catarina has been creating a program for the morphological analysis of Brazilian Portuguese with CLAN software, using the CHILDES database. However, this type of analysis is still not available in Portuguese. A preliminary analysis of data extracted from the "pau003.cha" corpus - which consists of 10,688 utterances in Portuguese recorded by adults and children - is available for use (SCLAR-CABRAL; VASILÉVSKI, 2011).

Each language has specific phonetic, prosodic, and acoustic characteristics. Therefore, this diversity makes it difficult to define parameters that may lead to a general, non-English count of linguistic units. Canault, Le Normand and Thai Van, (2017) found LENA validations for Chinese, Mandarin, and Spanish. Currently, work is underway for Korean, Arabic, and Vietnamese, as well as for bilingual and trilingual environments. However, these studies report different reliability rates and do not systematically follow the same methodology. In fact, these different validations are based on audio samples of different sizes, with varying samples and analysis parameters. AWC and NCV are the variables that show the best agreement and correlation rates. We mentioned previously that it is possible to check the agreement rates and correlation coefficients for studies in different languages.

The applicability of the software is focused on research area, not on clinical practice, according to the studies in this review. Skahan and Lof (2007 cited in SARAIVA *et al.*, 2017), found that only 8% of speech therapists used computerized phonological analysis procedures. According to these authors, this low percentage of use could be explained by a lack of access to computers with the necessary support, by the cost of some software programs, or by a lack of familiarity with the technology and/or knowledge regarding the availability of programs with computerized evaluation methods.

Overton and Wren (2014) conducted a pilot study with schoolchildren aged 5 to 12 years, using naturalistic language samples. The results showed that measurement in a natural environment is

often problematic. Additionally, these analyses are more time consuming and are currently considered unfeasible in the clinical setting. As a result, professionals generally resort to the use of formal assessments with standardized instruments. Despite this, the authors observed that sampling in a natural environment provided a more complete and realistic picture of a child's skills and suggested that software can facilitate this task. Moreover, they noted that reliability calculations between the transcripts of a speech therapist and those of an assistant were considered acceptable for most measurements of naturalistic language skills.

Busch et al. (2018) compared the analyses of manual transcribers using Praat and LENA software. The transcribers listened to each audio file for five minutes without knowledge of the LENA results. They used TextGrids in Praat to take notes, marking speech intervals for each of the speakers and electronic sounds separately (e.g. sounds from televisions or other electronic devices). The transcribers used different tags to mark uncertain words and lexical status (such as onomatopoeia, babbling, family language practices, word forms, neologisms, laughter, crying, pauses, and overlapping). A comparison of these analyses with those of the LENA algorithm - which measures pauses of five seconds or more to constitute the end of a conversation and pauses of 300 milliseconds to end a vocalization, and excludes vegetative sounds (e.g., screams and eructation) - showed that LENA can detect high discursive variability in early childhood, despite its lack of discernment of lexical and semantic language, which only human transcribers can properly analyse these domains (CANAULT; LE NORMAND; THAI VAN, 2017).

This review included articles that used free-access software, or others available through authorization or purchase. All of them have manuals and require some type of preparation or training before use. Thus, in addition to technological and computer support, working with these software programs involves learning and handling time and, at times, financial resources.

Certainly, many other studies are using the software mentioned in this systematic review, with other age groups or that did not use spontaneous speech. Other software that allows phonetic transcription may not have been included in this study because they do not comply with pre-defined criteria, such as studies that were in progress with only publication in annals, congresses, conferences, or those that did not comply with the applied descriptors or in the searched database. This systematic review made it possible to bring the main software used in research with pre-school children, which can help other researchers or professionals who look for evidence regarding phonetic transcription in this approach.

## 4. Conclusion

The results showed a limited number of software programs (7) being used to assist phonetic transcription, with differences in functionality reported in the 24 articles included in this review. The types of analysis carried out with the software included pre-linguistic and prosodic analysis, phonetic and phonological analysis, morphosyntactic, grammatical and semantic analysis, extra-linguistic, and gestural and contextual analysis. The software was used to analyze the collected speech of

children with speech and/or language learning difficulties, and also children with typical development, from different environments (homes, schools, and outpatient clinics).

Through this systematic review, it can be concluded that there are clear advantages to using software for phonetic transcription, sample storage, and child language analysis, especially concerning standardization and reliability for spontaneous speech samples. Most of the software was developed to meet the needs of the international scientific community.

## Acknowledgements

We would like to thank Viviane Castanho, a member of the library staff at the School of Medicine at UFRGS. She readily assisted with the step-by-step development of this systematic literature review and the alignment between search strategies and study aims.

## Additional information

Evaluation and authors' response

Evaluation: <https://doi.org/10.25189/rabralin.v21i2.2057.R>

Authors' response: <https://doi.org/10.25189/rabralin.v21i2.2057.A>

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Research protocol and pre-registration

Available from: [https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display\\_record.php?ID=CRD42020191698](https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42020191698)

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A. et al. Automating live and batch subtitling of multimedia contents for several European languages. **Multimedia Tools and Applications**, 75, p. 10823-10853, 2015. DOI <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2794-z>

BALCIUNIENE, I. Lithuanian narrative language at preschool age. **Eesti Rakenduslingvistika Uingu Aastaraamat**, n. 8, p. 21-36, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5128/ERYa8.02>

- BREDIN-OJA, S. L. et al. "Clinician vs. Machine: Estimating Vocalizations Rates in Young Children With Developmental disorders". **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 27, n.3, p. 1066-1072, August 2018. DOI [https://doi.org/10.1044/2018\\_AJSLP-17-0016](https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0016)
- BURGESS, S.; AUDET, L.; HARJUSOLA-WEBB, S. Quantitative and qualitative characteristics of the school and home language environments of preschool-aged children with ASD. **Journal of Communication Disorders**, v. 46, n. 5-6, 428-439, 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2013.09.003>
- BUSCH, T. et al. Correlation and agreement between Language ENvironment Analysis (LENA™) and manual transcription for Dutch natural language recordings. **Behavior Research Methods**, v. 50, n.5, p. 1921-1932, 2018. DOI <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0960-0>
- BYUN, T. M.; ROSE, Y. Analyzing clinical phonological data using phon. **Seminars in Speech and Language**, v. 37, n. 2, p. 85-105, 2016. DOI <https://doi.org/10.1055/s-0036-1580741>
- CANAULT, M. et al. Reliability of the Language ENvironment Analysis system (LENA™) in European French. **Behavior research methods**, v. 48, n.3, p. 1109-1124, 2016. DOI <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0634-8>
- CANAULT, M.; LE NORMAND M-T.; THAI VAN, H. LENA™ (Language ENvironment Analysis System): An automated speech recognition system and child language environment. *Enfance*, v. 2, n. 2, p. 199-216, 2017. DOI <https://doi.org/10.4074/S0013754517002038>
- CHAPARRO-MORENO, L. J.; REALI, F.; MALDONADO-CARREÑO, C. Wordless picture books boost preschoolers' language production during shared reading. *Early Childhood Research Quarterly*, v. 40, p. 52-62, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.03.001>
- COLLETTA, J-M.; COLLETTA, C.; GUIDETTI, M. Age-related changes in co-speech gesture and narrative: Evidence from French children and adults. *Speech Communication*, v. 52, n. 6, p. 565-576, June 2010. DOI <https://doi.org/10.1016/j.specom.2010.02.009>
- D'APICE, K.; LATHAM, R. M.; VON STUMM, S. A naturalistic home observational approach to children's language, cognition, and behavior. *Developmental Psychology*, v. 55, n. 7, p. 1414-1427, 2019. <https://doi.org/10.1037/dev0000733>
- DEL RE, A.; HILARIO, R. N.; MOGNO, A. S. Programa CLAN da base CHILDES: normas de transcrição (CHAT) e comandos básicos In: G. FERREIRA-GONÇALVES, M. R., BRUM-DE-PAULA & M. KESKE-SOARES (Eds.), **Estudos em aquisição fonológica**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária PREC-UFPel, v. 4, p. 11-30, 2011.
- FLIPSEN, P. JR.; KANGAS, K. Mean length of utterance (MLU) in children with cochlear implants. **Volta Review**, v. 114, n. 2, p. 135-55, 2014.
- FREITAS, L. B. L.; SHELTON T. L. Atenção à Primeira Infância nos EUA e no Brasil. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, V. 21 n. 2, p. 197-205, Mai-Ago 2005. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-37722005000200010>
- GENEST, C. S.; MASSON, C. The contribution of corpus linguistics to the study of clinical situations: using ecological resources. **Studii de lingvistica**, 7, 89-112, 2017.
- GOMES DE MELO BEZERRA, J. T. et al. Softwares de transcrição como auxílio para as pesquisas com enfoque multimodal no processo de aquisição da linguagem. **Texto livre-linguagem e tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 77-93, 2016. DOI <https://doi.org/10.17851/1983-3652.9.1.77-93>
- GREENWOOD, C. R. et al. Assessing Children's Home Language Environments Using Automatic Speech Recognition Technology. **Communication disorders quarterly**, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2011. DOI <https://doi.org/10.1177/1525740110367826>
- IPA. International Phonetic Association. [cited 2021 Jun29]. Available from: <https://www.internationalphoneticassociation.org/content/links>.
- JULIEN, C. et al. Morphosyntactic development and severe parental neglect in 4-year-old french-speaking children: ELLAN study. **Child Maltreatment**, v. 24, n. 3, p. 254-264, 2019. DOI <https://doi.org/10.1177/1077559519829249>
- MOHER D. et al. The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS Med** v. 6, n. 7, e1000097. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pmed1000097>
- MOELLER, M. P. et al. Longitudinal development of phonology and morphology in children with late-identified mild-moderate sensorineural hearing loss. **Ear and hearing** v. 3, n. 5, p. 625-635, 2010. DOI <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181df5cc2>
- OLLER, D. K. et al. Automated vocal analysis of naturalistic recordings from children with autism, language delay, and typical development. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 30, p. 13354-13359, 2010. DOI <https://doi.org/10.1073/pnas.1003882107>
- OVERTON, S.; WREN, Y. Outcome measurement using naturalistic language samples: A feasibility pilot study



- using language transcription software and speech and language therapy assistants. **Child language teaching & therapy**, v. 30, n. 2, p. 221-29, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1177/0265659013519251>
- PEZOLD, M. J.; IMGRUND, C. M.; STORKEL, H. L. Using Computer Programs for Language Sample Analysis. **Language, Speech, and Hearing Services in Schools**, v. 51, n.1, p. 103-114, 2020. DOI [https://doi.org/10.1044/2019\\_LSHSS-18-0148](https://doi.org/10.1044/2019_LSHSS-18-0148)
- RÄSÄNEN, O. et. al. Automatic word count estimation from daylong child-centered recordings in various language environments using language-independent syllabification of speech. **Speech Communication**, n. 113, p. 63-80, 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.specom.2019.08.005>
- RATNER, N. B.; MACWHINNEY, B. Your Laptop to the Rescue: Using the Child Language Data Exchange System Archive and CLAN Utilities to Improve Child Language Sample Analysis. **Seminars in Speech and Language**, v. 37, n. 2, 74-84, 2016. DOI <https://doi.org/10.1055/s-0036-1580742>
- ROSE, Y.; STOEL-GAMMON, C. Using PhonBank and Phon in studies of phonological development and disorders. **Clinical Linguistics & Phonetics**, v. 29, n. 8-10, 686-700, 2015. DOI <https://doi.org/10.3109/02699206.2015.1041609>
- SABRI, M.; FABIANO-SMITH, L. Phonological Development in a Bilingual Arabic-English-Speaking Child With Bilateral Cochlear Implants: A Longitudinal Case Study. **American Journal Of Speech-Language Pathology**, v. 27, n.4, 1506-1522, 2018. DOI [https://doi.org/10.1044/2018\\_AJSLP-17-0162](https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0162)
- SARAIVA, D. et al. Paediatric Automatic Phonological Analysis Tools (APAT). **Logopedics, phoniatrics, vocology**, 42, 153-159, 2017. DOI <https://doi.org/10.1080/14015439.2016.1237544>
- SCLIAR-CABRAL, L.; VASILÉVSKI, V. Descrição do português com auxílio de programa computacional de interface. In: Anais da II Jornada de Descrição do Português, Cuiaba, MT, Brasil, 2011, p.39-46.
- VENTURINI, C. et al. Confiabilidade intra e interexaminadores de dois métodos de medida da amplitude ativa de dorsiflexão do tornozelo em indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.10, n. 4, 407-411, 2006. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-35552006000400008>
- WILLADSEN, E.; PERSSON, C.; APPELBE, D. A software program to assist coding of prelinguistic vocalizations in real time. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 32, n.10, 972-978, 2018. <https://doi.org/10.1080/02699206.2018.1463396>
- XU, D.; RICHARDS, J. A.; GILKERSON, J. Automated Analysis of Child Phonetic Production Using Naturalistic Recordings. **Journal Of Speech Language and Hearing Research**, v. 57, n.5, p. 1638-1650, 2014. DOI [https://doi.org/10.1044/2014\\_JSLHR-S-13-0037](https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-S-13-0037)

## APPENDIX 1

Supplemental material to document about review process.

Steps on the methodology applied for the systematic review study entitled:

“Phonetic transcription of spontaneous children's speech with the aid of software: a systematic review”

1. Formulation of the research project, registration on the PROSPERO Platform, verification of originality of the research (<https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>).
  - PROSPERO International prospective register of systematic reviews: under CRD number 42020191698 on 07/26/2020. This certified that our research is unprecedented.
  - Registered review title: Children's language development assessment with phonetic transcription via software: a systematic review
2. Review team members and their organizational affiliations:
  - Débora Tomazi Moreira Caumo. Postgraduate Program in Child and Adolescent Health, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS.
  - Camila Tomazi Moreira Caumo. Integrated Residency Program in Health. Basic Health Program: Escola de Saúde Pública do Rio Grande do Sul, ESP/RS.
  - Márcio Pezzini França. Professor, Department of Preventive and Social Dentistry, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS.
  - Clécio Homrich da Silva. Professor, Department of Preventive and Social Dentistry, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS.
3. Review question: Is there software that assists in the task of phonetic transcription of children's speech?
4. State the sources: Previously published in journals, specialist magazines, or even indexed in Library Cochrane, PubMed e Web of Science.

Search dates: In the last 10 years (June 2010 to June 2020).

Period of search in the databases: 18/06/20 a 24/06/20.

Restrictions (e.g. language or publication date): There are no restrictions as to location and language.
5. Keywords: Speech, phonological, phonetic, transcription, computer, software, children, language development, child language assessment.
6. URL to search strategy:
  - PubMed: (phonetic transcription\*[tw] OR phonologic transcription\*[tw] OR phonological transcription\*[tw] OR (speech\*[tw] AND transcri\*[tw])) AND (Software[mh] OR software\*[tw] OR computer\*[tw] OR automated[tw] OR automation[tw])

- Cochrane Central Register of Controlled Trials: phonetic transcription\* AND software\*
- Web of Science: TS=("phonetic transcription\*" OR "phonologic transcription\*" OR "phonological transcription\*" OR (speech\* AND transcri\*)) AND TS=(software\* OR computer\* OR automated OR automation)

7. Participants/population: Children of preschool age.
8. Intervention(s), exposure(s):
  - Software that can assist and facilitate the task of phonetic transcription.
  - Speech of children assessed through phonetic transcription and use of software to assist in this task.
    - A phonetic transcription applied to spontaneous speech.
9. Types of study to be included: There are no restrictions on the types of study design eligible.
10. Main outcome(s): Find software that assists in performing phonetic speech transcription to assess children's language development.
11. Study selection:
  - Two authorized independent reviewers select the articles according to the preestablished requirements.
    - Studies involving phonetic transcription and the use of some software for this task was included. If there is NO certainty in the step of reading the title and the abstract, the article was included for next step.
    - The Zotero reference management software was used by the reviewers, allowing Merging of selected articles at the end of independent selection step, which result in the inclusion of all selected by both reviewers without duplicates.
12. Data extraction: title, author, magazine, place, year, software used and in which task.
13. Risk of bias (quality) assessment: The selection criteria of the PRISMA protocol (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and MetaAnalyses) was used.
14. Strategy for data synthesis:
  - The data was synthesized to allow the choice of software for performing phonetic transcription.
  - Scientific articles from different types of designs included, since language studies and assessment tools can involve different methods.

- The data that influence the choice of software was synthesized: information about its usefulness, applicability and functionality.

- The PICOS qualitative data demonstration method applied:

Participants: Data on the children's age group, participants with or without pathologies, sample number.

Interventions: What software is used in phonetic transcription and its characteristics.

Comparisons: If comparative groups exist, they can be detected in the data display.

Study design and results: data related to the type of study carried out and the results related to the use of the software was synthesized.

15. Analysis of subgroups or subsets:

- There may be subgroups to separate between software that perform or recognize speech and perform the task of phonetic transcription, and between software that assist the transcriber but do not perform the phonetic transcription itself.

- The function for which the software was applied, and for which type of population (children with or without pathologies) was described.

- It was intended to summarize about the technological support: of the software: information about audio and video (WAV, MP3), necessary operating systems (Windows, Mac Os X, Linux).

## APÊNDICE C

### MATERIAL SUPLEMENTAR DO ARTIGO 3

Não houve correlação significativa da diferença de escolaridade da mãe do período neonatal e período pré-escolar nas variáveis de linguagem avaliadas no estudo conforme apresentado na tabela 1 deste material suplementar. A correlação só é significativa abaixo do nível 0,05 (2 extremidades) para o Coeficiente de Correlação (Spearman).

Tabela 1. Diferença de escolaridade da mãe entre o período neonatal e o período pré-escolar nas variáveis de linguagem

Variáveis de linguagem	Percentual_F A	Acertos de palavras	Tipos de palavras
Delta escolaridade (distal e proximal)	,021	-,050	,173
Sig.	,836	,622	,084
N	101	101	101

Não houve correlação significativa dos testes de saúde mental materna relacionados a vínculo mãe-bebe (PBQ), depressão pós-parto (EPDS), e estresse materno com as variáveis de linguagem da criança (Acerto de Palavras, Percentual\_FA e Tipos de Palavras) conforme apresentado na Tabela 2:

Tabela 2. Resultados da análise de correlação entre os testes de saúde mental materna (PBQ, EPDS e PSS) e de linguagem da criança.

<b>Testes</b>	<b>PBQ 1M3</b>	<b>PBQ 2M3</b>	<b>PBQ 3M3</b>	<b>PBQ 4M3</b>	<b>PBQ 1M6</b>	<b>PBQ 2M6</b>	<b>PBQ 3M6</b>	<b>PBQ 4M6</b>	<b>EPDS</b>	<b>PSS</b>
<b>Acertos de palavras</b>	.201	.000	.002	.101	.030	-.055	-.044	.147	.017	.004
Sig.	.074	.997	.985	.374	.790	.627	.695	.191	.871	.970
<b>Percentual de_FA</b>	.153	-.087	-.081	.030	-.003	-.104	-.159	.135	-.113	-.065
Sig.	.175	.442	.473	.792	.978	.355	.157	.231	.284	.572
<b>Tipos de palavras</b>	-.007	-.130	-.127	.055	-.015	-.058	.029	-.054	-.060	.158
Sig.	.950	.252	.262	.630	.894	.605	.797	.630	.573	.168
N	80	80	80	80	81	81	81	81	92	78

A seguir uma breve descrição das três escalas aplicadas no estudo IVAPSA (BERNARDI *et al.*, 2012) relacionadas a saúde mental materna que foram verificadas em relação às variáveis de linguagem do estudo:

1. Questionário de Vínculo Parental (PBQ – Postpartum Bonding Questionnaire) é um instrumento de triagem voltado rastrear possíveis distúrbios no vínculo mãe-bebê. É composto por 25 questões, nas quais a mãe escolherá as respostas para cada item em uma escala Likert de 6 pontos, sendo os pontos da escala rotulados como “sempre”, “muito frequentemente”, “bastante frequentemente”, “às vezes”, “raramente”. " e "nunca" (BROCKINGTON *et al.*, 2001; BROCKINGTON; FRASER; WILSON, 2006; NAZARÉ, FONSECA, CANAVARRO, 2012). Foi utilizado o escore total, invertendo o sentido da valoração quando necessário, de forma que os maiores valores foram atribuídos às respostas consideradas indicativas de dificuldades na relação mãe-bebê e menores valores traduzem situações favoráveis a esta.

2. Escala de Estresse Percebido (PSS): aplicada quando a criança completou 1 mês de idade. O instrumento é composto por 14 questões que foram elaboradas para verificar como os entrevistados avaliam suas vidas em relação à sentimentos de imprevisibilidade, descontrole e sobrecarga (LUFT *et al.*, 2007). Este instrumento possui questões com opções de resposta que variam de zero a quatro (0 = nunca; 1 = quase nunca; 2 = às vezes; 3 = frequentemente e 4 = sempre). Foi utilizado o escore total, invertendo o sentido da valoração quando necessário, de forma que os maiores valores foram atribuídos às respostas relacionados ao estresse intenso e menores valores às situações menos estressantes.

3. Escala de Depressão Pós-natal de Edimburgo (EPDS) visou identificar mulheres em risco de depressão perinatal (SANTOS *et al.*, 2007). A escala indica como a mãe se sentiu durante os últimos sete dias numa escala de frequência. As respostas aos 10 itens são somadas para obter uma pontuação. O EPDS foi aplicado ao 3º e 6º mês de vida. Para reduzir número de perdas das mães que não responderam nos dois períodos de aplicação do questionário o escore máximo de um dos períodos foi selecionado para a análise estatística.

## REFERÊNCIAS

BERNARDI, J. R. *et al.* Impact of perinatal different intrauterine environments on child growth and development in the first six months of life - IVAPSA birth cohort: rationale, design, and methods. **BMC Pregnancy Childbirth**, v. 12, n. 25, 2012. DOI: 10.1186/1471-2393-12-25

BROCKINGTON, I. F. *et al.* A screening questionnaire for mother-infant bonding disorders. **Arch Women Ment Health**, v. 3, p. 133-40, 2001. DOI: 10.1007/s007370170010.

BROCKINGTON, I. F.; FRASER, C.; WILSON, D. The Postpartum Bonding Questionnaire: A validation. **Archives of Women's Mental Health**, v. 9, 233-42, 2006. DOI:10.1007/s00737-006-0132-1

LUFT, C. D. *et al.* Brazilian version of the Perceived Stress Scale: translation and validation for the elderly. **Rev Saude Publica**, v. 41, p. 606-15, 2007.

MCFARLANE J. *et al.* Assessing for abuse during pregnancy. Severity and frequency of injuries and associated entry into prenatal care. **JAMA**, v. 267, p. 3176-178, 1992.

NAZARÉ, B.; FONSECA, A.; CANAVARRO, M. C. Avaliação da ligação parental ao bebé após o nascimento: Análise fatorial confirmatória da versão portuguesa do PostpartumBondingQuestionnaire (PBQ). **Laboratório de Psicologia**, v. 10, n. 1, p. 47-61, 2012.

SANTOS, I. S., *et al.* Validation of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in sample of mothers from the 2004 Pelotas birth cohort study. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 2577- 88, 2007.

---