



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

BRENO SILVÉRIO LIMEIRA SILVA

Desenvolvimento de uma Plataforma para
Auxiliar Tratamentos Fonológicos

Serra Talhada,
Março/2021

Breno Silvério Limeira Silva

**Desenvolvimento de uma Plataforma para
Auxiliar Tratamentos Fonológicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Richarlyson Alves D'Emery

Serra Talhada,
Março/2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586d Silva, Breno Silvério Limeira
Desenvolvimento de uma Plataforma para Auxiliar Tratamentos Fonológicos / Breno Silvério Limeira Silva. - 2021.
28 f. : il.
- Orientador: Richarlyson Alves DEmercy.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Sistemas da Informação, Serra Talhada, 2021.
1. Transtornos Fonológicos. 2. Tratamentos Fonológicos. 3. Plataforma Computacional. 4. Tratamento Remoto. I.
DEmercy, Richarlyson Alves, orient. II. Título

CDD 004

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

BRENO SILVÉRIO LIMEIRA SILVA

Desenvolvimento de uma Plataforma para Auxiliar Tratamentos Fonológicos

Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação, defendida e aprovada por unanimidade em 09/03/2021 pela banca examinadora.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Richarlyson Alves D'Emery
Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. M.e Glauber Magalhães Pires
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. M.e Heldon José Oliveira Albuquerque
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Marluce e Orlando,
pelo apoio durante todos os momentos da
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e meus pais, Marluce e Orlando, por sempre me apoiarem e me dar forças nos momentos mais difíceis, por me ensinarem que apesar das dificuldades encontradas não podemos desistir.

Agradeço a minha noiva Dilva, por sempre me apoiar, até nos momentos que nem mesmo eu acreditava no meu potencial.

Agradeço ao meu orientador Richarlyson D'Emery, por ser um grande exemplo de professor, profissional e programador, se tornou um dos motivadores para eu seguir na área de desenvolvimento.

Agradeço a todos os amigos que fiz durante essa jornada.

Transmita o que aprendeu. Força, mestria. Mas fraqueza, insensatez, fracasso também. Sim, fracasso acima de tudo. O maior professor, o fracasso é.

Yoda

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Fonologia	10
2.2	Transtorno Fonológico	10
2.3	Tratamento	11
3	TRABALHOS RELACIONADOS	13
4	MÉTODOS	17
5	RESULTADOS	18
5.1	Visão Geral	18
5.2	Aplicativo <i>Mobile</i> para Paciente	19
5.3	Sistema Web para Fonoaudiólogo	20
6	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

Desenvolvimento de uma Plataforma para Auxiliar Tratamentos Fonológicos

Breno S. L. Silva¹, Richarlyson A. D'Emery¹

¹Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Caixa Postal 063 – 56.909-535 – Serra Talhada – PE – Brasil
brenolimeira@gmail.com, richarlyson.demery@ufrpe.br

Abstract. *Phonological disorders, also called phonological disorders, can be characterized in several ways, requiring a form of treatment in each of them, which can be through repetition of words, naming of images, assimilation of sounds, etc. This paper presents a computational solution that assists in the speech pathologists decision-making and brings them closer to patients through remote treatment. It uses web software for speech pathologists analysis and Android mobile application to perform tasks by patients, encouraging the practice of activities proposed in the treatment of phonological disorders.*

Resumo. *Transtornos fonológicos, também chamados de desvios fonológicos, podem ser caracterizados de diversas maneiras e para cada uma delas há uma forma de tratamento, através de repetições de palavras, nomeações de imagens, assimilação de sons, entre outros. Este artigo apresenta uma plataforma computacional que auxilia a tomada de decisão de fonoaudiólogos e os aproxima de pacientes através do tratamento remoto. É composta de um sistema Web para análise por fonoaudiólogo e aplicativo mobile Android para realização de tarefas por pacientes, estimulando a prática de atividades propostas no tratamento de desvios fonológicos.*

1. Introdução

A fala e a audição são algumas das principais formas de comunicação, as quais são de relevante importância nos anos iniciais de um ser humano por ajudar tanto no seu desenvolvimento quanto em sua aprendizagem. Para que haja o estabelecimento do sistema fonológico, o processo de aquisição da fala ocorre de maneira gradual até aproximadamente os cinco anos de idade [Keske-Soares et al. 2009].

Nos primeiros anos de vida, decorrem-se alguns transtornos fonológicos, ou também chamados de desvios fonológicos, que podem resultar de várias formas, como, por exemplo, a substituição de sons específicos da fala, que podem caracterizar alguns processos fonológicos específicos, os quais são utilizados para descrever regras de um fenômeno sonoro que ocorre na fala.

A Fonoaudiologia é uma das principais formas utilizadas para auxiliar na solução de vários distúrbios da fala e audição. Segundo [Santos 2013], “os distúrbios da fala podem provocar omissão e substituição de fonemas e afetar a compreensão, e esses

distúrbios podem originar de má formação física, como articulação muscular, psicológica ou danos cerebrais”.

Na Fonoaudiologia são utilizadas terapias no tratamento desses distúrbios, para que esse procedimento ocorra de forma efetiva é necessário, muitas vezes, trabalhar com profissionais de outras áreas, um exemplo disso é o profissional da área de Psicologia, que pode contribuir para o tratamento de diversas maneiras, para o caso da criança ter algum trauma psicológico que afete o desenvolvimento da sua fala [Santos 2013].

A falta de tratamento pode resultar em dificuldades a serem enfrentadas pelas crianças, em especial, o *bullying* no ambiente escolar e familiar, promovendo o receio de expressar palavras e, conseqüentemente, potencializar o transtorno fonológico. [Melo et al. 2015] evidencia em sua pesquisa que ao se perguntar aos pais/responsáveis de crianças “qual a maior dificuldade que seu filho enfrenta/enfrentou devido às trocas de sons na fala?”, puderam observar o *bullying* como resposta comum.

Comumente, profissionais da Saúde e Pedagogia aconselham pais a pronunciar corretamente as palavras, evitando vícios de linguagem, para que assim a criança desde cedo aprenda a distinguir a forma correta de pronunciar os fonemas [Santos 2013].

Para [Frost e Gabrielli 2013], “os clínicos devem ser apoiados na obtenção de um bom nível de consciência situacional sobre a condição de seu paciente no momento do atendimento, quando as decisões precisam ser tomadas”. Entretanto, desenvolver soluções computacionais que apoiem profissionais da Saúde, muitas vezes, envolve um alto custo, dificultando sua inserção no mercado, principalmente em locais em que tratamentos de saúde são de difícil acesso.

Outro fator que dificulta o atendimento está na relação entre a quantidade de profissionais de saúde para pacientes em muitas regiões brasileiras. [Buarque et al. 2009] aponta que para cada 10.000 habitantes seria necessário ter pelo menos um fonoaudiólogo, só que em várias regiões do país há um grande déficit, por isso a criação de software é necessária para que a população tenha opções de tratamentos dentro de sua própria residência e que também não fiquem desamparadas por muito tempo esperando uma consulta. O autor destaca que naquele período “na região Nordeste havia 2620 profissionais, quando o necessário seria, pelo menos, 5309, um déficit de aproximadamente 2689 (50,65%) fonoaudiólogos”.

Com o passar do tempo, houve evolução na tecnologia que tornou a sua utilização vital em vários ramos. Softwares são exemplos de tecnologia que podem ser utilizados em diversas áreas, em especial, no tratamento de distúrbios fonológicos, podendo-se encontrar na literatura a presença de diversas pesquisas [Sotero e Pagliarin 2018, Silvestre 2015, Santos 2013, Farias et al. 2013]. Sendo assim, pesquisas se aproveitam da popularização de tecnologias como os *smartphones*, para explorar a possibilidade de comunicação entre fonoaudiólogos e pacientes em tratamentos de desvios fonológicos.

Destaca-se o atual momento em que o mundo vivencia a pandemia da COVID-19 [WHO 2021], que demanda ações de segurança sanitária que evitem a propagação do coronavírus em suas diversas mutações, evitando-se ações em que pessoas compartilhem o mesmo espaço físico, tida como uma das principais medidas para contenção do vírus, ou seja, o isolamento social, conseqüentemente, não sendo possível

a utilização de diversos ambientes, em especial, o sistema de saúde, por estarem sobrecarregados e, muitas vezes, deixando de propiciar o tratamento de diversas enfermidades.

Segundo [Ward et al. 2016], melhores alocações de serviços para os mais necessitados poderiam ser alcançadas se as tecnologias clínicas fossem desenvolvidas, usando reconhecimento automático de fala (ASR) para automatizar a avaliação inicial, ou até mesmo, sistemas que aproximassem profissionais de seus pacientes. Por este motivo, esta pesquisa tem como objetivo, promover uma solução computacional que fornece elementos para auxiliar nos tratamentos de desvios fonológicos. Para atingir esse objetivo, têm-se os seguintes objetivos específicos: mapear características e tratamentos de desvios fonológicos; e modelar e codificar soluções para paciente e fonoaudiólogo.

2. Referencial Teórico

Neste tópico apresenta-se o referencial teórico a fim de demonstrar uma melhor compreensão sobre os tópicos abordados por este artigo.

2.1 Fonologia

A fonologia natural é utilizada para distinguir as formas das falas adultas e infantis. Com o passar do tempo, crianças vão obtendo um enriquecimento em seu vocabulário, à medida que ouvem, repete e por vezes criam a sua própria forma de falar determinada palavra [Lamprecht 1993].

A evolução da fala de crianças pode ocorrer de diversas maneiras, podem ser de forma gradual e com o passar do tempo irá evoluindo a forma de expressão do vocabulário adquirido, de forma rápida, linear ou até pode ocorrer regressões em sua evolução, cada uma em seu ritmo [Dias e Mezzom 2016].

Para [Lamprecht 1993], podem ser usadas diversas estratégias para que ocorram as evoluções, apesar de estratégias e processos adotados pode haver a insistência de um determinado transtorno. Como exemplo desses dois fatores está o processo de dessonorização, que não ocorre na fala de todas as crianças, mas pode persistir por um longo tempo naquelas em cujo sistema é encontrado. Ainda segundo o autor, a tonalidade da palavra mostra-se como um dos aspectos mais importantes para as crianças na hora de sua pronúncia, palavras com uma sílaba tônica forte como são mais impactantes, fáceis de perceber e associar as informações torna-se essencial para a comunicação, com isso há um maior esforço por parte do interlocutor na pronúncia dessas sílabas. É natural que o falante se esforce em produzir essa sílaba de acordo com o alvo do que as sílabas átonas, menos salientes para o interlocutor.

2.2 Transtorno Fonológico

O transtorno fonológico, também denominado de desvio fonológico, ocorre nos anos iniciais, ocorrendo como um problema no sistema fonológico do indivíduo e que pode ser caracterizado por: substituições, omissão e ou distorções dos sons da fala [Lima 2008]. Esse transtorno pode ser ocasionado pela dificuldade da criança em organizar as regras fonológicas de determinada língua que seria uma dificuldade cognitivo-linguística na assimilação de sons e em sua pronúncia.

A criança, com o passar do tempo, vai adquirindo as regras fonológicas da sociedade na qual está inserida, destacando inclusive o idioma falado. A partir do aprendizado dessas palavras, a criança utiliza processos fonológicos, que são simplificações das regras fonológicas utilizadas por um grupo que seguem uma sequência através do seu desenvolvimento. Se a criança continuar a utilizar esses processos fonológicos, normais até uma determinada idade, ela pode ser diagnóstica como tendo um transtorno fonológico.

Os desvios fonológicos são caracterizados principalmente pela dificuldade em usar regras do sistema fonológico, identificada por meio dos processos fonológicos, que são simplificações das regras fonológicas da língua [Peña-Brooks e Hedge 2000].

Na Fonologia são dispostos recursos que permitem analisar duas provas: a imitação e a nomeação. Os resultados da interação do paciente podem ser dados pela gravação de áudios, para que o fonoaudiólogo proceda e analise o inventário fonético e o uso de processos fonológicos que envolvam a distribuição e o tipo da estrutura silábica usada [Wertzner, Papp e Galea 2006].

Esses desvios possuem gravidades que podem ser determinadas por *Percentage of Consonants Corrects* (PCC) [Shriberg e Kwiatkowski 1982], este índice verifica o número de consoantes corretas produzidas em uma amostra de fala de acordo com o total de consoantes contidas na amostra [Papp e Wertzner 2006], a partir dessa gravidade o fonoaudiólogo poderá realizar a avaliação do paciente.

Segundo [Wertzner et al. 2007], processos fonológicos podem ser divididos em três categorias: estrutura silábica, assimilação e substituição. Os processos de estrutura silábica são: simplificação da consoante final, simplificação do encontro consonantal, eliminação da sílaba átona, reduplicação e metátese. Os processos de substituição são: plosivação de fricativas, simplificação de líquidas, vocalização, despalatalização, frontalização de velar, desafricação, eliminação da estridência. Por fim, os processos de assimilação englobam as assimilações labial, velar, nasal e sonora. Na Tabela 1 são apresentados os processos mais comuns para o idioma Português.

Apesar de o transtorno fonológico ser categorizado, infelizmente não há algo que possa determinar exatamente a sua causa. A causa do transtorno fonológico é desconhecida e a gravidade e a inteligibilidade da fala são de grau variado [Cumley 2001, Keske-Soares et al. 2004, Vieira, Mota e Keske-Soares 2004, Whitehead et al. 2004, Wertzner, Papp e Galea 2006, Wertzner et al. 2007].

2.3 Tratamento

O tratamento de desvio fonológico pode ocorrer de diversas maneiras, uma dessas formas utilizadas é a estimulação de habilidades em consciência fonológica. A consciência fonológica é a capacidade da criança de manipular os sons da fala, sendo uma habilidade importante para o processo de alfabetização que ajudará no entendimento da relação fonema-grafema e que consiste na primeira etapa deste processo [Sotero e Pagliarin 2018].

Segundo [Sotero e Pagliarin 2018], essa abordagem terapêutica utiliza palavras controladas linguisticamente, obedecendo a uma ordem crescente de complexidade.

Podem ser utilizadas figuras para que a criança realize sua nomeação, palavras ou sílabas e também a utilização de pistas auditivas.

Tabela 1. Processos fonológicos mais comuns no Português brasileiro

Processos Fonológicos	Exemplos
Redução de encontro consonantal	placa – ['paka]; braço – ['basu]
Apagamento de sílaba átona	televisão – [teli'zāw], [tevi'zāw], [livi'zāw]
Apagamento de fricativa final	espelho – [i'peʎu]; dois – ['doy]
Apagamento de líquida final	almoço – [a'mosu]; martelo – [ma'teʎu]
Apagamento de líquida intervocálica	aranha – [a'ãʎa]; bolu – ['bou]
Apagamento de líquida inicial	livro – ['ivu]; roda – ['oda]
Metátese: reordenação da sequência de sons na palavra	açúcar – [a'suhka]; dragão – [da'grāw]
Epêntese: inserção de uma vogal entre duas consoantes	bravo – ['baravu]; gruda – ['guruda]
Anteriorização: substituição de uma consoante palatal ou velar por uma alveolar ou labial	chapéu – [sap'eu]; relógio – [xe'lazu]
Dessororização de obstruinte: realização de consoantes plosivas, fricativas ou africadas sonoras como surdas	dedu – ['tetu]; zebra – ['sepra]; disco – ['tʃisku]
Substituição de uma consoante líquida por outra líquida	cadeira – [ka'dela]; trator – [ta'tol]
Semivocalização de líquida: substituição de uma consoante líquida por uma semivogal	cabelo – [ka'beyo]
Plosivização: substituição de consoantes fricativas ou africadas por plosivas	vaca – ['baka]; saia – ['taya]
Posteriorização: substituição de uma consoante labiodental, dental ou alveolar por uma consoante palato-alveolar ou velar	camisa – [ka'miʒa]; passarinho – [paʃa'riɲu]; telhado – [te'ʎagu]; vermelho – [ze'meʎu]
Assimilação: substituição de uma consoante por influência de outra consoante na palavra	(a) <i>labial</i> : girafa – [vi'rafa]; (b) <i>dental/alveolar</i> : corneta – [to'neta]; (c) <i>palatal</i> : sujeira – [ʃu'zera]; (d) <i>velar</i> : cobra – ['koka]; (e) <i>nasal</i> : passarinho – [pasa'riɲo]
Sonorização prevocálica: realização de consoantes plosivas, fricativas ou africadas surdas como sonoras antes de vogal	confusão – [gõvu'zāw]; tesoura – [dʒi'zora]

Fonte: [Yavas et al. 2001]

Outro modelo de tratamento que pode ser utilizado é o de estratos por estimulabilidade e complexidade dos segmentos, em que cada sessão da terapia apenas um segmento-alvo é estimulado a partir de algumas estratégias, a saber: bombardeio auditivo, treino de imitação do segmento-alvo, práticas da colocação do segmento-alvo, discriminação auditiva e estimulação do segmento-alvo em nível de palavra e/ou sentença [Brançalioni e Keske-Soares 2016].

O bombardeio auditivo é utilizado para aumentar o estímulo da criança e também facilitar o desenvolvimento de novas imagens auditivas. No treino de imitação do segmento-alvo, a criança imita o som isoladamente, com a finalidade a sua produção correta. Em práticas para colocação do segmento-alvo, utiliza-se de um espelho próximo à criança para ampliar a consciência visual e o autocontrole do gesto motor, outros objetos também podem ser utilizados nessa estratégia, essa estimulação visual possibilita que a criança imite o som e organize os padrões existentes de determinadas informações fonológicas. A discriminação auditiva é realizada com o auxílio de áudio e vídeo a fim de auxiliar na compreensão auditiva e de produção, para que possa

identificar a presença ou ausência do segmento-alvo. Por fim, a estimulação do segmento-alvo em nível de palavra e/ou de sentença, selecionam-se algumas palavras para estimular a produção correta, utilizando a repetição e a nomeação espontânea.

Na pesquisa de [Brançalioni e Keske-Soares 2015] foi utilizado esse modelo de estratos por estimulabilidade e complexidade dos segmentos juntamente com o software SIFALA, em que concluíram que a utilização dos dois lado a lado, contribuiu para o planejamento e tratamento do desvio fonológico.

Segundo [Andrade et al 2004], para o tratamento de desvios fonológicos podem ser utilizados testes destinado as área da fonologia, do vocabulários, da fluência e da pragmática, sendo cada um destes uma parte do tratamento que varia de acordo idade e características específicas de cada criança e de cada fonoaudiólogo. Trata-se de um teste inteiramente direcionado ao idioma português falado no Brasil. Para fonologia pode-se criar situações para catorze processos fonológicos, como, por exemplo, redução de sílaba, harmonia consonantal, plosivação de fricativas, entre outros. Em vocabulário podem ser utilizados nove campos conceituais, como, por exemplo, vestuário, animais, alimentos, meios de transporte, móveis, utensílios, profissões, entre outros. Na fluência avaliam tipologia de rupturas, velocidade de fala e frequência de rupturas. Em pragmática tem-se a avaliação das habilidades para o uso funcional da comunicação para número de atos, meios e funções comunicativas. Todas essas áreas podem ser analisadas de maneira qualitativa e quantitativamente.

3. Trabalhos Relacionados

Para a pesquisa de trabalhos presentes da literatura, utilizou-se da ferramenta Google Scholar¹ através de *strings* de busca contendo palavras-chaves, como, por exemplo, software (e as variações sistema, aplicativo, solução), tratamento (e as variações acompanhamento, avaliação e diagnóstico) e desvio fonológico (e as variações distúrbio, disfunção e transtorno). Foram selecionados trabalhos que contemplavam o assunto objeto desta pesquisa ou que abordavam um processo de tratamento de um desvio fonológico que pudessem contribuir nesta pesquisa. Apesar dos resultados, nesta seção apresentam-se aquelas em que os pesquisadores consideraram mais relevantes.

No trabalho intitulado “*Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Tratamento de Pacientes com Desvios Fonológicos para Plataforma Android*”, [Silvestre 2015] propõe uma solução computacional para o tratamento do transtorno fonológico da Dislalia. Desenvolveu uma aplicação para dispositivos *mobile* dotados de sistema operacional Android. Propõe um aplicativo interativo, chamado Fonodroid, para que pacientes realizem o tratamento através de repetições ao observar figuras com imagens conhecidas e do cotidiano da criança, durante a terapia, ilustrado na Figura 1.

As pronúncias são classificadas como corretas ou incorretas (Figura 2a), caso ocorra erro na primeira tentativa então se têm mais duas chances para acertar a palavra, sendo num total de três tentativas. Após isso, havendo acerto ou erro, passasse para a próxima palavra. Por fim, após a pronúncia de todas as figuras apresentadas, o sistema dá uma pontuação em estrelas (Figura 2b). O autor considera o Fonodroid uma boa

¹ <https://scholar.google.com.br/>

dificuldades de implementação do aplicativo em unidades públicas devido a burocracias, a utilização do jogo deve ser feita junto com um acompanhante responsável, só que são poucos os que se dispõem a realizarem esse procedimento e a restrição por parte dos responsáveis para permitir o acesso da criança ao dispositivo móvel. Acredita que havendo uma orientação por parte do profissional juntamente com os pais esse empecilho pode ser resolvido.



Figura 3. Apresentação da fase e pontuação. Fonte: [Santos 2013]

[Sotero e Pagliarin 2018] abordam em sua pesquisa, intitulada “*Intervenção fonoaudiológica com a utilização de software em casos de distúrbios dos sons da fala*”, a eficácia da utilização de um software no tratamento de crianças com distúrbios dos sons da fala (DSF), utilizados para estimular a consciência fonológica e fonoarticulatória. O software “Pedro: em uma noite assustadora” apresenta vários níveis, sendo eles: “Kamikaze”, “Roda Gigante”, “Viking 1”, “Viking 2”, “Cemitério”, “Naves” e “Montanha Russa”, em que cada um desses níveis é realizado em uma dada sessão (Figura 4).



Figura 4. Tela da fase Roda Gigante. Fonte: [Sotero e Pagliarin 2018]

A utilização do software é acompanhada de perto pelo fonoaudiólogo em cada sessão, ocorrendo algumas vezes intervenções por parte do mesmo quando necessário.

Por fim, foi verificado que a maioria dos sujeitos na reavaliação pós-terapia obtiveram uma melhora em suas habilidades de consciência fonarticulatória em comparação ao início da intervenção. Os autores concluíram que apesar das limitações encontradas com relação ao tamanho da amostra (dez pacientes), a utilização do software colaborou para a organização dos padrões de fala e aquisição da linguagem escrita da maioria dos sujeitos.

Na Tabela 2, apresenta-se a comparação da presente pesquisa e os trabalhos relacionados.

Tabela 2. Análise comparativa

	[Santos 2013]	[Silvestre 2015]	[Sotero e Pagliarin 2018]	Este Trabalho
Plataforma	Mobile (fonoaudiólogo e paciente)	Mobile (apenas paciente)	Desktop (apenas paciente)	Web (fonoaudiólogo) e Mobile (paciente)
Gerenciamento de paciente	SGBD MySQL	Não há	Formulário em papel	SGBD PostgreSQL
Tipo de comunicação entre o fonoaudiólogo e paciente	Não há	Não há	Síncrono, pessoalmente em consulta	Assíncrono, via chat online
Personalização	Não há	Não há	Não há	Personaliza atividades e recursos de acordo com tratamento do paciente
Correção de atividade	Automático, por algoritmo	Automático, por algoritmo	Manual, por análise de fonoaudiólogo	Manual, por análise de fonoaudiólogo
Armazenamento de resposta de atividades do paciente para análise de fonoaudiólogo	Sim	Não	Sim	Sim

Ainda que se assuma que o principal de um sistema seja ofertar um ambiente para que o paciente possa realizar seu tratamento, é de suma importância que o fonoaudiólogo possa acompanhar e gerenciar esse tratamento. Entre os trabalhos relacionados, apenas [Santos 2013] apresenta um sistema destinado tanto para o paciente quanto para o fonoaudiólogo, entretanto não é possível personalizar o tratamento, fato também observado nos demais trabalhos.

Nesta pesquisa a característica de comunicação entre o fonoaudiólogo e paciente pode ser realizada em tempo real ou de maneira assíncrona através de um chat. Entre os trabalhos relacionados, apenas [Sotero e Pagliarin 2018] aponta que essa comunicação é feita durante a consulta, fato este que poderia também ser facilmente realizado por um fonoaudiólogo a partir da utilização dos sistemas de [Santos 2013] e [Silvestre 2015] durante uma consulta.

A correção de atividades é realizada, em [Santos 2013] e [Silvestre 2015], através de algoritmos, sendo o primeiro por pontuações e o segundo com um *feedback* representado por estrelas que varia conforme a quantidade de tentativas. Nesta pesquisa, assim como em [Sotero e Pagliarion 2018], a avaliação é realizada pelo fonoaudiólogo.

Diferentemente desta pesquisa, em que avaliação é armazenada em um SGBD, em [Sotero e Pagliarion 2018] o registro da avaliação é em papel, consequentemente, com a possibilidade de perder tanto o conteúdo da avaliação (ação do usuário) quanto à dificuldade em resgatar a avaliação.

4. Métodos

A solução computacional desenvolvida nesta pesquisa possui a arquitetura apresentada na Figura 5, que foi separada em duas etapas: o *front-end* e o *back-end*.

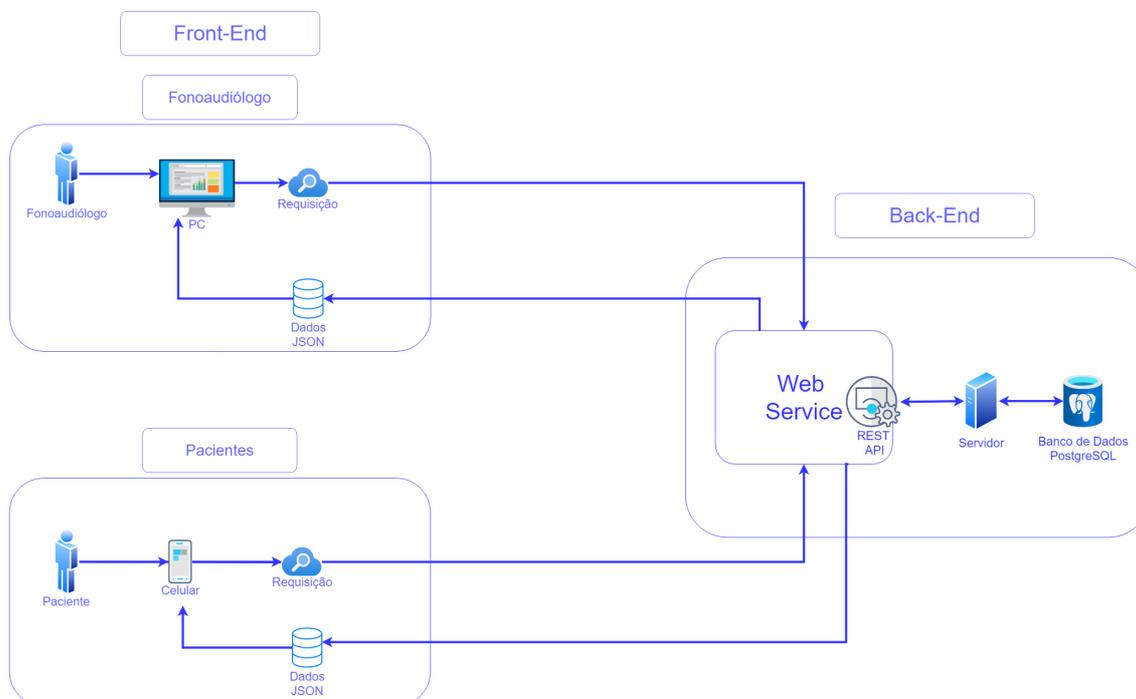


Figura 5. Arquitetura do sistema

É possível observar que o sistema, chamado de SpeFono, é composto de dois ambientes: (i) um sistema Web destinado a fonoaudiólogos; e (ii) um aplicativo mobile para pacientes.

O software foi desenvolvido de forma iterativa [Pfleeger 2004] e incremental [Sommerville 2011 p. 21–24]. Após definição dos requisitos do software, estes foram divididos e executados em progressos sucessivos, de maneira que a cada etapa tivesse um refinamento das funcionalidades. Para cada conjunto de funcionalidades que atendesse um dado subsistema eram geradas versões. Na abordagem incremental, o software foi desenvolvido mediante a implementação de incrementos, em que cada um desses era totalmente funcional e promovia um subconjunto de funcionalidades, de modo, que quando todos os incrementos estiveram prontos, o software estava finalizado.

Para o desenvolvimento do software, utilizou-se o planejamento baseado em *wireframes* e execução de *front-end* por boas práticas guiadas por princípios de *design* e usabilidade. No *back-end* são utilizadas boas práticas de programação, como organização de código em camadas e da utilização de Express [Express 2021] juntamente com Nodejs [Node 2021], permitindo uma flexibilidade de implementação.

O *front-end* utiliza soluções Web, com a utilização de linguagem de programação Javascript [Javascript 2021] e do *framework* React [React 2021]. Inicialmente a codificação utilizava classes, mas após alguns estudos e vantagens observadas, optou-se pela utilização da aplicação do React Hooks, pois fornece uma interface (API, do inglês *Application Programming Interface*) mais direta para os conceitos de React, a saber: props, state, contexto, refs e ciclo de vida.

Também se utilizou Javascript para o desenvolvimento do software *mobile*, juntamente com o *framework* React Native, que permite a utilização do mesmo código para sistemas Android e IOS, entretanto apenas o primeiro é contemplado no desenvolvimento.

Foi desenvolvida também uma API Rest (*Representational State Transfer*) com Nodejs [Nodejs 2021] para facilitar as requisições feitas pelo *front-end* e a aplicação *back-end*. Javascript também foi utilizada para a construção da API. Os dados são armazenados no Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) PostgreSQL [PostgreSQL 2021], sua utilização é necessária tendo em vista os sistemas (paciente e fonoaudiólogo) precisarem armazenar informações sobre tratamentos e interações.

Em SpeFono o fonoaudiólogo poderá cadastrar pacientes e relacioná-lo a processos fonológicos e de acordo com sua metodologia de tratamento, disponibilizar tarefas contendo atividades a serem executadas a partir da utilização de recursos de texto, áudio e imagem. Em todos os casos o paciente deverá gravar áudio para as representações escolhidas.

São funcionalidades funcionais de SpeFono: (i) paciente: realizar *login/logoff*, realizar tarefa e enviar/receber mensagem via chat para fonoaudiólogo; e (ii) fonoaudiólogo: realizar *login/logoff*, gerenciar paciente, gerenciar tratamento, gerenciar tarefas, enviar/receber mensagem via chat para paciente, gerenciar recursos e analisar tratamento paciente.

Destaca-se, em especial, que: (i) no sistema de gerenciamento de dado de SpeFono são disponibilizados recursos CRUD (*create, reatrive, update e delete*) para o fonoaudiólogo gerenciar os desvios fonológicos, tratamento, tarefas, atividades, pacientes e recursos; (ii) é possível atrelar o tempo de realização de um tratamento, com opções para duração por período e frequência diária em que uma tarefa seja realizada; (iii) uma tarefa e atividade pode ser acompanhada por seu *status*: conclusão, em andamento ou em atraso. Nas atividades o fonoaudiólogo poderá registrar se houve uma evolução e como estas se deram, bem como a porcentagem PCC; e (iv) poderá gerenciar recursos (áudio, texto e imagem) a serem utilizados no tratamento do paciente.

5. Resultados

5.1 Visão geral

Como resultado, tem-se uma plataforma computacional, no qual é composto de um aplicativo *mobile* onde o paciente realiza atividades propostas e após conclusão, salvam-se áudios e informações na base de dados, bem como do acompanhamento por visualização de status de finalização de tarefas definidas. O sistema do fonoaudiólogo é Web, e proporciona o gerenciamento do tratamento de um paciente, desde cadastros e relatórios para análises futuras de dados de cada paciente, dos quais servirão para tomada de decisões do tratamento, além de orientações em tempo real por chat do sistema e em suas futuras consultas.

Na Figura 6 encontra-se o fluxograma da realização da interação de tarefas do paciente. Há também o acesso às informações do paciente, cadastro de atividades e as análises realizadas pelo fonoaudiólogo.

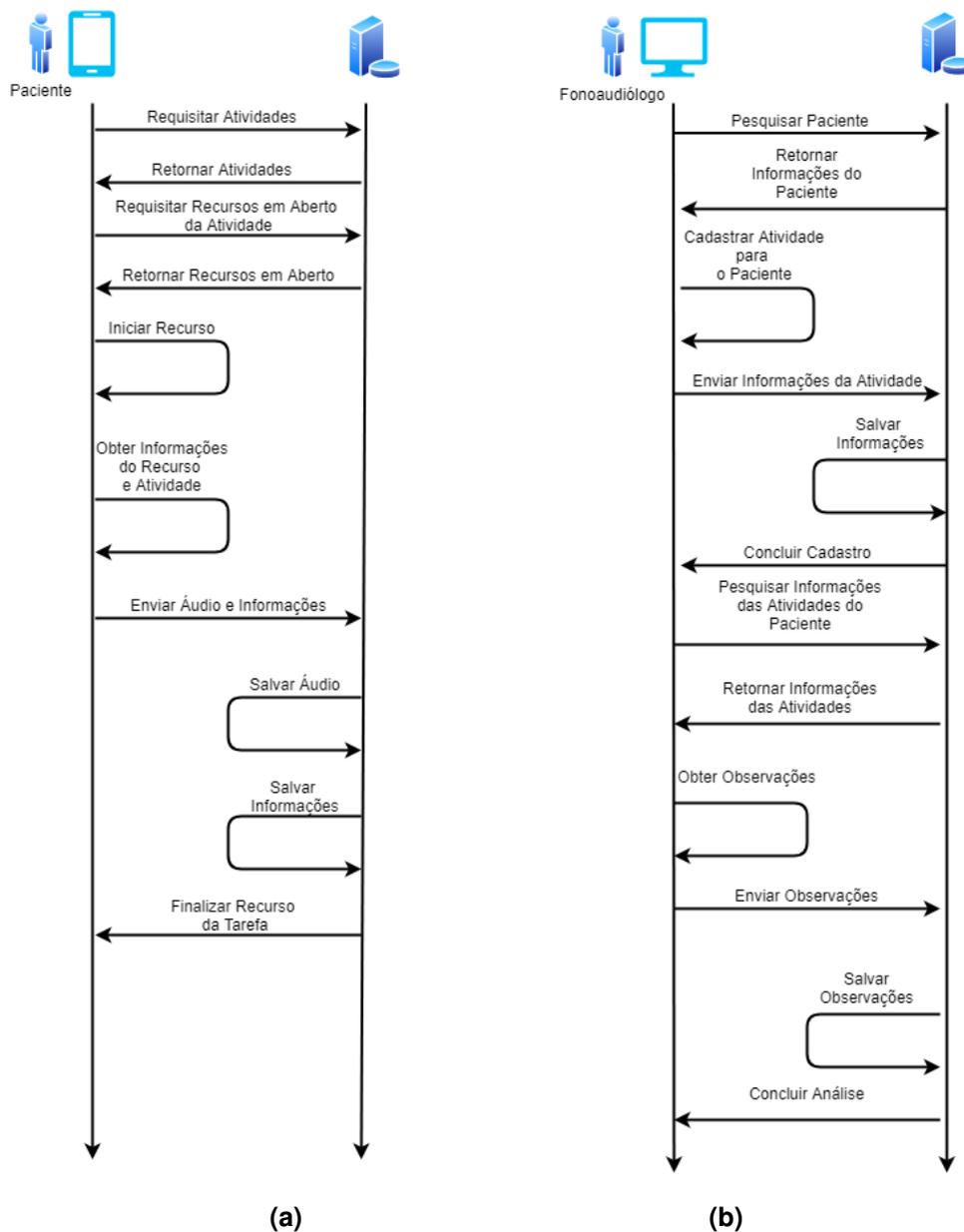


Figura 6. Fluxograma do sistema para realização de: (a) tarefas por paciente; e (b) cadastros e análises por fonoaudiólogo

As demais funcionalidades do sistema são descritas a partir de ilustrações nas seções que se seguem.

5.2 Aplicativo *Mobile* para Paciente

No aplicativo em que o paciente irá interagir, solicita-se primeiramente o login (Figura 7a) para validação dos dados e também carregamento de suas tarefas. Uma vez logado, poderá entrar em contato com o fonoaudiólogo através do chat (Figura 7c) ou deverá escolher uma das tarefas do dia que ainda não foi concluída (Figura 7b), escolher um das atividades (Figura 7d) e, por fim, realizar a atividade gravando o devido áudio (Figura 7e) e (Figura 7f). Essas informações podem ser acessadas pelo fonoaudiólogo para que possam ser analisadas e identificadas possíveis dificuldades e evoluções. A Figura 7g apresenta o *wireframe* com as interações de telas.

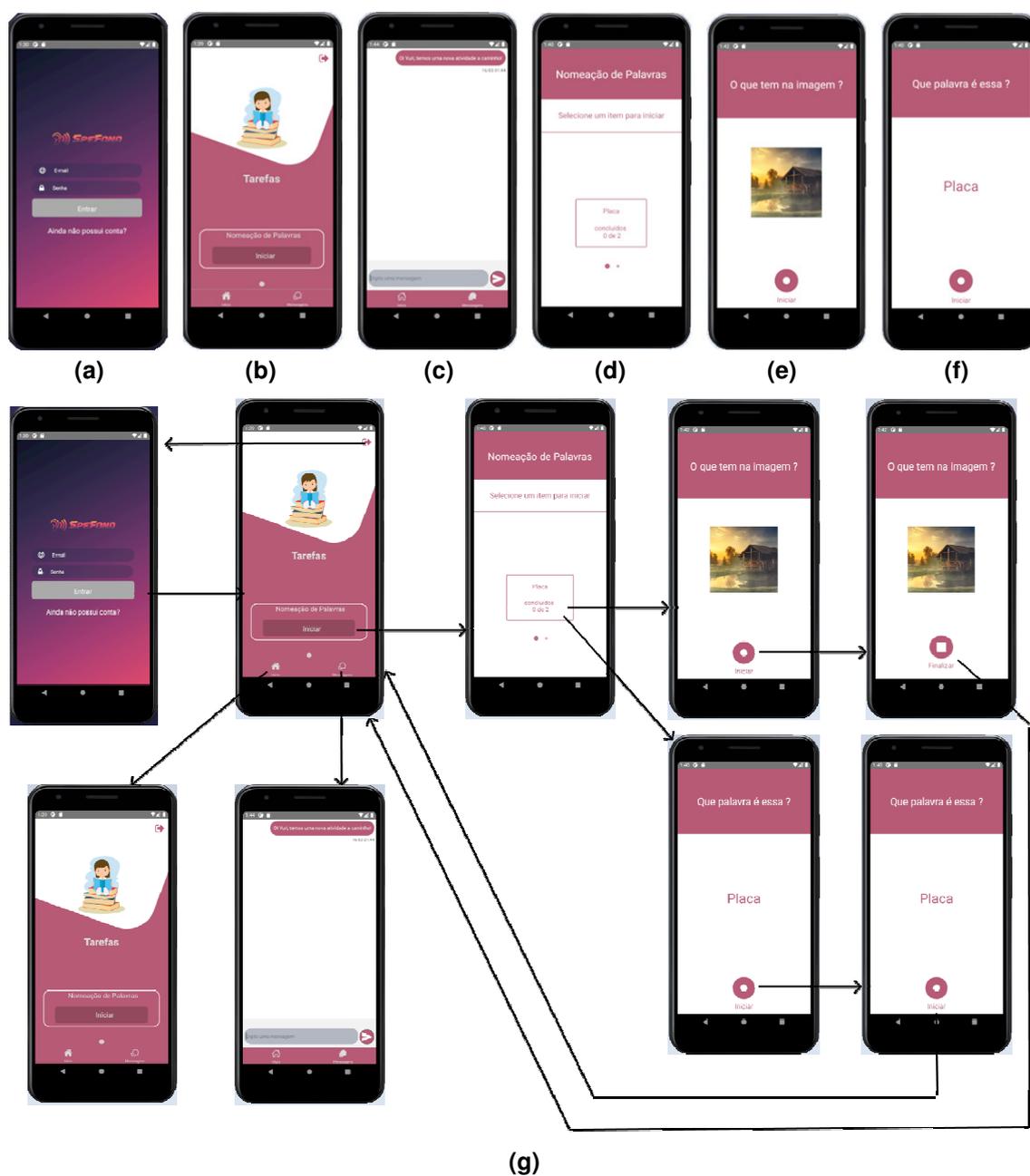


Figura 7. Aplicativo para paciente: (a) login; (b) tarefas; (c) chat; (d) atividades; (e) e (f) realizar tarefa; e (g) wireframe da interação das telas

5.3 Sistema Web para Fonoaudiólogo

Para o fonoaudiólogo tem-se um sistema Web destinado ao gerenciamento de tratamento para desvios fonológicos de pacientes. Utiliza a premissa de personalização, que pode utilizar base de dados de conteúdos para criar tarefas com atividades para desvios fonológicos específicos. O fonoaudiólogo logado no sistema, inicialmente, realiza cadastro de paciente (Figura 8) com informações para e-mail, senha e algumas observações textuais, como diagnóstico, tipo de desvio fonológico, disponibilidade, tratamento e anotações relacionadas à ficha do paciente que achar necessário.

Para criar uma nova tarefa, o fonoaudiólogo deverá realizar o cadastro de recursos a serem utilizados, podendo ser: áudios, imagens ou palavras (Figura 9).

Nome: Breno

E-mail: brenolimeira@gmail.com

Senha: [obscured]

Observações: Observações realizadas pelo fonoaudiólogo

Salvar Cancelar

Figura 8. Cadastro de pacientes

Recursos

Cadastrar Áudio

Descrição: Digite a descrição...

Áudio*: Escolher arquivo Nenhum arquivo selecionado

Adicionar Excluir selecionados

Salvar e Continuar Salvar

<< Anterior Próximo >>

Desenvolvido por Breno

(a)

Recursos

Cadastrar Imagem

Descrição: Digite a descrição...

Imagem*: Escolher arquivos Nenhum arquivo selecionado

Adicionar Excluir selecionados

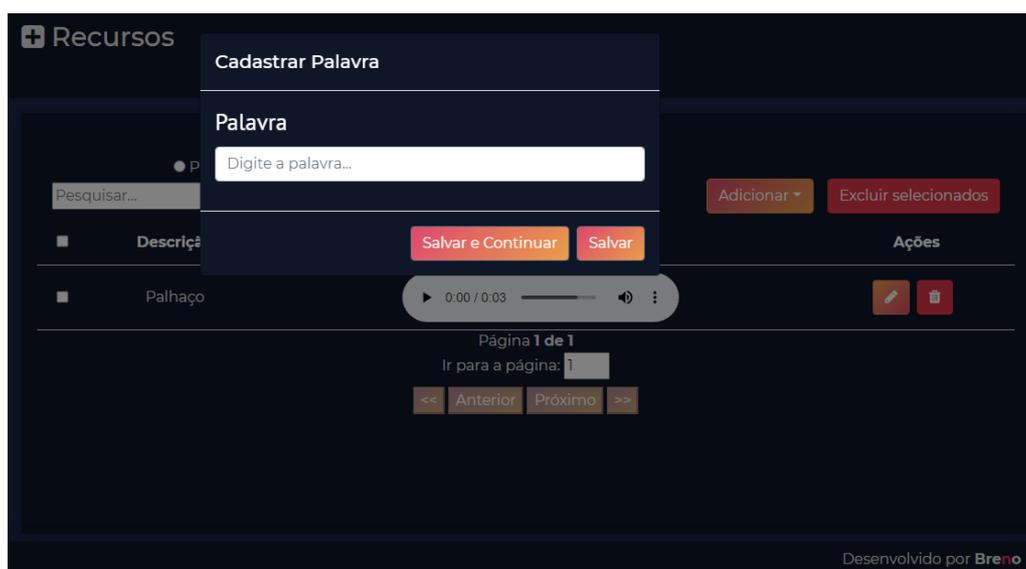
Salvar e Continuar Salvar

<< Anterior Próximo >>

Desenvolvido por Breno

(b)

Figura 9. Cadastro de recursos: (a) áudio; e (b) imagem



(c)

Figura 9 (Continuação). Cadastro de recursos: (c) palavra

O cadastro de tarefa (Figura 10) deve associar a tarefa a um desvio fonológico e a recursos, para este último à possibilidade de adicionar vários tipos. Essa tarefa poderá ser associada ao tratamento de um paciente (Figura 11), bem como se pode configurar a realização por: período e a indicação da frequência diária e semanal de sua execução.

Essa tarefa é exibida no aplicativo do paciente (Figura 7) e quando realizada, as informações de sua realização poderá ser visualizada pelo fonoaudiólogo no sistema Web e proceder com a avaliação, bem com todas as informações do paciente. A Figura 12 apresenta a tela de acompanhamento do paciente, na qual também se observam ícones para avaliação da tarefa (🗨️), exclusão do paciente (🗑️) e outro para atrelar uma nova tarefa ao paciente (📌+). Através do ícone de avaliação de tarefa é possível observar todas as tarefas atribuídas ao paciente (Figura 13).

Figura 10. Cadastro de tarefa

Paciente

Breno

Processo Fonológico

Redução de encontro consonantal

Tarefa

Nomeação de palavras

Frequência Diária

2

Frequência Semanal

5

Período

mar 7, 2021 mar 21, 2021

março 2021

dom seg ter qua qui sex sáb

28 1 2 3 4 5 6

7 8 9 10 11 12 13

14 15 16 17 18 19 20

21 22 23 24 25 26 27

28 29 30 31 1 2 3

Salvar Cancelar

Figura 11. Associação de tarefa a paciente e configuração de sua realização

SPeFONO Pacientes

Inicio

Tarefas

Recursos

Pacientes

Mensagens

Sair

Pesquisar...

Novo Paciente

Nome	E-mail	Ações
Breno	brenolimeira@gmail.com	  

Página 1 de 1

Ir para a página: 1

<< Anterior Próximo >>

Desenvolvido por Breno

Figura 12. Sistema Web de fonoaudiólogo para acompanhamento de pacientes

SPeFONO Informações Tarefas

Inicio

Tarefas

Recursos

Pacientes

Sair

Pesquisar...

Nome	Descrição	Status	Detalhes
Nomeação	Realizar nomeação de imagens	Concluído	
Assimilação	Assimilar sons	Em andamento	
Repetição imagens	Repetição imagens	Em andamento	
Palavras	Leitura de palavras	Em andamento	

Página 1 de 1

Ir para a página: 1

<< Anterior Próximo >>

Desenvolvido por Breno

Figura 13. Tarefas alocadas para o paciente

Na Figura 13 demonstram-se as informações das tarefas atreladas a um paciente: nome da tarefa, descrição, status de realização e ícone () para apresentar o detalhamento de cada tarefa (Figura 14), composta por diversas atividades.

Na Figura 14 demonstra-se a criação de três atividades para a tarefa “Palavras”, disposta na Figura 13. O sistema indica o status da realização de cada atividade pelo paciente: “Concluída”, “Em andamento” ou “Em atraso”.

Assumindo o fato de essa atividade ter sido configurada para um período de 4 dias com repetição de 2 vezes por dia, então o paciente teria de realizar um total de 8 sessões. Na ilustração observa-se que o paciente realizou 2 das 8 sessões definidas. O detalhamento da realização das sessões (Figura 15) pode ser acessado através do ícone informações ().



Desempenho do Paciente

Nome Descrição Status Informações

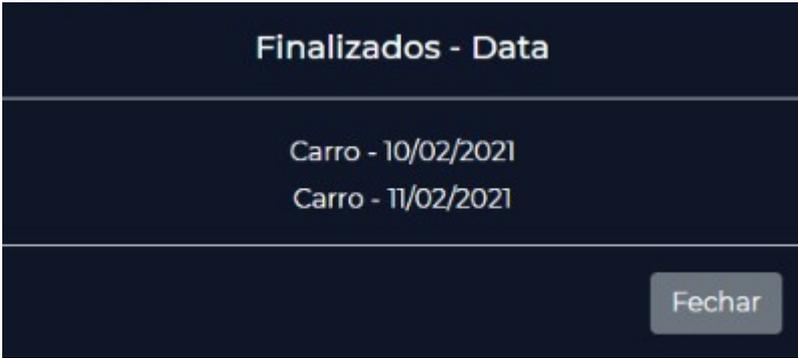
Casa		Concluído	
Sapo		Em andamento 2/8	
Carro		Em atraso	

Página 1 de 1
Ir para a página:

<< Anterior Próximo >>

Desenvolvido por Brevo

Figura 14. Atividades da tarefa do tratamento de um paciente



Finalizados - Data

Carro - 10/02/2021

Carro - 11/02/2021

Fechar

Figura 15. Detalhamento da realização de atividades

Através desse acompanhamento, possibilita-se ao fonoaudiólogo observar quais atividades o paciente pode apresentar maior ou menor dificuldade, auxiliando na tomada de decisão do tratamento. Com isso, o fonoaudiólogo poderá entrar em contato através do chat, para dar dicas, obter informações sobre suas dificuldades, mudar o tratamento, entre outras.

Por fim, o fonoaudiólogo poderá analisar o áudio produzido em cada uma das sessões realizadas (Figura 16), avaliando evolução, a forma que ela ocorreu e observação para futuras consultas. A partir dessas informações, poderá ser gerado um relatório diário, semanal e até mesmo mensal para auxiliar no tratamento do paciente. A partir de processos fonológicos identificados, pode-se ajudar no direcionamento de tarefas para futuros pacientes. Para acessar a avaliação, tem-se de clicar sobre o nome da atividade, por exemplo, a Figura 16 ilustra a ação de clicar sobre o nome da Atividade “Carro” da Figura 14.

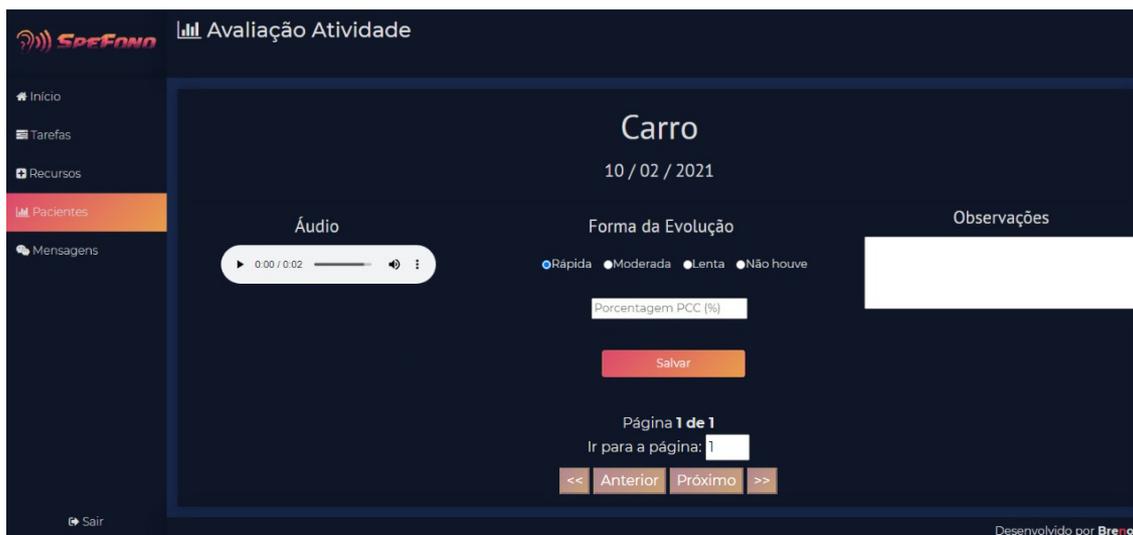


Figura 16. Avaliação de atividade concluída

6. Conclusão

Nos últimos anos vem ocorrendo uma grande evolução no desenvolvimento de soluções computacionais para a área de Fonoaudiologia, com mecanismos que auxiliam o tratamento de desvios fonológicos e da interação dos profissionais com seus pacientes. São diversos os entendimentos sobre desvios fonológicos e quais tratamentos utilizar. Entretanto, observa-se que tratamentos podem ser realizados, principalmente, através da nomeação e imitação de imagens, palavras e sons, sendo estas as características contempladas nesta pesquisa.

Softwares mediam a realização desses tratamentos; motivando especialmente crianças, devido à utilização de dinâmicas quanto do interesse ao utilizar dispositivos móveis; além de possibilitar contato à distância, viabilizando tratamentos em regiões remotas e de difícil acesso, ou até mesmo em cenários de isolamento social como o imposto pela pandemia da COVID-19.

A plataforma desenvolvida neste trabalho possibilita a utilização de recursos para auxiliar o fonoaudiólogo nas terapias e tratamentos, como também um sistema de gerenciamento de dados para acompanhamento dos resultados de pacientes.

Ressalta-se que a maior limitação envolve a utilização de bibliotecas para o reconhecimento de voz, porque ao testá-las foram identificadas algumas divergências da fala e do seu registro em forma textual, uma vez que aplicam correções automáticas do que foi falado e até mesmo da dificuldade do reconhecimento de palavras, agravado se o sistema é utilizado em um ambiente ruidoso. Propõe-se, conseqüentemente, que em

pesquisas futuras, verifique-se a construção de bases fundamentadas em sílabas, para que dessa forma, a palavra possa ser transcrita exatamente a partir da fala, com erros e acertos. Também do tratamento para transcrição de ações da fala como: redução de sílaba, harmonia consonantal, eliminação de estridência, plosivação de fricativas, posteriorização para velar, posteriorização para palatal, frontalização de velares, frontalização de palatal, simplificação de líquida, simplificação do encontro consonantal, simplificação da consoante final, sonorização de plosivas, sonorização de fricativas, ensurdecimento de plosivas e ensurdecimento de fricativas [Andrade et al. 2004]. Outro ponto que se propõe é a implementação de lembretes para realização das atividades configurados pelo próprio paciente. Portanto, nesta pesquisa, a avaliação depende da análise do fonoaudiólogo a partir dos áudios gravados pelos pacientes.

Com o resultado dessa pesquisa, os autores acreditam que a solução apresentada permitirá a aproximação de fonoaudiólogo e paciente durante o tratamento, e do armazenamento de dados para fomentar análises e tomadas de decisão de fonoaudiólogos, permitindo o acompanhamento em tempo real da evolução dos pacientes, além de propiciar o ambiente dinâmico para o tratamento que possa estimular a participação de pacientes.

Referências

- Andrade, C. R. F.; Befi-Lopes, D. M.; Fernandes, F.D. M.; Wertzner, H. F. (2004). ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática. 1 ed. São Paulo: Pró-Fono.
- Brancalioni, A. R. & Keske-Soares, M. (2016). "Efeito do tratamento do desvio fonológico pelo modelo de estratos por estimulabilidade e complexidade dos segmentos com software de intervenção para fala (SIFALA)." In: Revista CEFAC, v.18, n.1, p.298-308.
- Buarque, A. P. F. C., Campos, L. C. S., Reis, F. K. W., Guedes, J. B. R., Lima, T. F. P., Pereira, G. F. C. & Silva, H. J. (2009). "Caracterização da oferta de fonoaudiólogos segundo macrorregiões do Brasil", In: Revista da Sociedade Brasileira da Fonoaudiologia (Supl Especial), v. 1550.
- Cumley, G. D. (2001). Children with apraxia and the use of augmentative and alternative communication: Introduction, Apraxia-Kids.
- Dias, R. F. & Mezzom, C. L. (2016). "Terapia fonoaudiológica para os desvios fonológicos com base na estimulação de habilidades em consciência fonológica", In: Distúrbios da Comunicação, v.28, n.1, p. 14-26.
- Express. (2021). Site Oficial, <https://expressjs.com/>, Janeiro.
- Farias, C. C., Costa, A. C. & Santos, R. M. (2013). Eficácia do uso de um software para estimulação de habilidades de consciência fonológica em crianças. In: Audiology-Communication Research, v. 18, n. 4, p. 314-320.
- Frost, M. & S. Gabrielli, S. (2013). "Supporting situational awareness through a patient overview screen for bipolar disorder treatment", In: 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops, Venice, Italy, p. 298-301.

- Javascript. (2021). Site Oficial, <https://www.javascript.com/>, Janeiro.
- Keske-Soares, M., Pagliarin, K. C. & Ceron, M. I. (2009). "Phonological therapy considering the linguistic variables", In: Revista da Sociedade Brasileira da Fonoaudiologia, v. 14, n. 2, p. 261-266.
- Lamprecht, R. R. (1993). A aquisição da fonologia do Português na faixa etária dos 2; 9-5; 5. In: Letras de Hoje, v. 28, n. 2, p. 99-106.
- Lima, R. (2008). Alterações nos sons da fala: o domínio dos modelos fonéticos. In: Revista Saber (e) Educar, n. 13, p. 149-157.
- Melo, R. M., Backes, F. T. & Mota, H. B. (2015). "Percepções de pais/responsáveis de crianças com desvio fonológico acerca do desvio fonológico e da terapia fonoaudiológica". In: Revista CEFAC, v. 17, n. 6, p. 1802-1813.
- Nodejs. (2021). Site Oficial, <https://nodejs.org/>, Janeiro.
- Papp, A. C. C. S. & Wertzner, H. F. (2006). O aspecto familiar e o transtorno fonológico. In: Pró-Fono - Revista de Atualização Científica, v. 18, n. 2, p. 151-60.
- Peña-Brooks, A. & Hedge, M. N. (2000). Assessment and treatment of articulation and phonological disorders in children. Austin: Pro Ed.
- Pfleeger, S.L. (2004). Engenharia de Software: Teoria e Prática, 2. ed. São Paulo: Prentice Hall.
- PostgreSQL.(2021). Site Oficial, <https://www.postgresql.org/>, Janeiro.
- React Native. (2021). Site Oficial, <https://reactnative.dev/>, Janeiro.
- React. (2021). Site Oficial, <https://reactjs.org>, Janeiro.
- Santos, M. C. S. (2013). Disvoice: aplicativo de apoio à fonoaudiologia para dispositivos móveis. Trabalho de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Fundação de Ensino "Eurípides Soares da Rocha", mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, SP, 68f.
- Shriberg, L. D. & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorders: I: A diagnostic classification system. J. Speech Hear. Dis., v. 47, p. 226-241.
- Silvestre, M. P. (2015). Desenvolvimento de um sistema de apoio ao tratamento de pacientes com desvios fonológicos para plataforma Android. Trabalho de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Fundação de Ensino "Eurípides Soares da Rocha", mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, SP, 44f.
- Sommerville, I. (2011). Engenharia de software, 9 ed., São Paulo: Pearson Education.
- Sotero, L. K. B. & Pagliarin, K. C. (2018). "The use of software in cases of speech sound disorders", In: CoDAS [online]. v. 30, n. 6, p. 1-8.
- Vieira, M. G., Mota, H. B. & Keske-Soares, M. (2004). Relação entre idade, grau de severidade do desvio fonológico e consciência fonológica. In: Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, v. 9, n. 3, p. 144-150.

- Ward, L., Stefani, A., Smith, D., Duenser, A., Freyne, J., Dodd, B. & Morgan, A. (2016). “Automated screening of speech development issues in children by identifying phonological error patterns”, In: Proceedings of 17th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2016). p. 2661-2665.
- Wertzner, H. F., Papp, A. C. C. S. & Galea, D. E. S. (2006). Provas de nomeação e imitação como instrumentos de diagnóstico do transtorno fonológico. In: Pró-Fono Revista de Atualização Científica, v. 18, n. 3, p. 303-312.
- Wertzner, H. F., Pagan, L. O., Galea, D. E. S. & Papp, A. C. C. S. (2007). “Phonological characteristics of children with phonological disorder with and without otitismedia history”, In: Revista Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, v. 12, n. 1, p. 41-47.
- Whitehead, R. L., Schiavetti, N., Mackenzie, D. J. & Metz, D. E. (2004). “Intelligibility of speech produced during simultaneous communication”. In: Journal Communicable Diseases, v. 37, n. 3, p. 241-253.
- WHO. (2021). “WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard”, World Health Organization, <https://covid19.who.int/>, Fevereiro.
- Yavas, M., Hernandorena, C. L. M. & Lamprecht, R. R. (2001). Avaliação fonológica da criança: reeducação e terapia. 1 ed. Porto Alegre: Artmed Editora. p. 37-40.