



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

ROMERO ANTONIO RAMOS DE MENDONÇA

APLICATIVO DE TERAPIA DE FALA GAMIFICADO PARA PACIENTES COM
APRAXIA DE FALA PÓS AVC

TERESINA, PIAUÍ
2025

ROMERO ANTONIO RAMOS DE MENDONÇA

APLICATIVO DE TERAPIA DE FALA GAMIFICADO PARA PACIENTES COM
APRAXIA DE FALA PÓS AVC

Elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. M^e. Rogério da Silva Batista

TERESINA, PIAUÍ
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Mendonça, Romero Antônio Ramos de

M539a Aplicativo de terapia de fala gamificado para pacientes com apraxia de fala
pós AVC / Romero Antônio Ramos de Mendonça. - 2025.
99 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Me. Rogério da Silva Batista.

1. Apraxia de fala . 2. Reabilitação . 3. Flutter . 4. Firebase. I.Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

ROMERO ANTONIO RAMOS DE MENDONÇA

APLICATIVO DE TERAPIA DE FALA GAMIFICADO PARA PACIENTES COM
APRAXIA DE FALA PÓS AVC

Elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em 18 de Fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. M^e. Rogério da Silva Batista (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Otilio Paulo da Silva Neto
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. M^e. Duanny Dreyton Bezerra Sousa
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Fg^a. Dr^a. Marta Maria da Silva Lira Batista (Externa)
Hospital Universitário do Piauí (HU-UFPI)

TERESINA, PIAUÍ
2025

Dedico este trabalho a todos aqueles que, dia após dia, lutam para superar desafios, transformar sonhos em realidade, empurrando a humanidade, ainda que um pequeno passo, rumo a um futuro mais iluminado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, José e Domingas, que, com orgulho, sempre foram além dos limites de suas possibilidades para me proporcionar o melhor em todos os aspectos da minha vida, a quem irei honrar eternamente. Agradeço também aos meus irmãos, Sâmilla e Arthur, por terem sido minha principal companhia na infância e adolescência, tornando meus dias mais alegres e contribuindo para o meu senso de responsabilidade, já que sou o irmão mais velho.

Agradeço à minha tia e segunda mãe, Teca, que nunca mediu esforços para me apoiar nos estudos, até mesmo nas coisas mais simples, como segurar minha mão para me ajudar a fazer as atividades de caligrafia que, diariamente, imprimia para mim quando eu era criança. Agradeço também à minha tia Edna por ter aberto as portas de sua casa e por ser meu porto seguro em Teresina, permitindo-me alçar um voo que sequer havia passado pela minha cabeça. Mal sabia ela que, naquele momento, também estava abrindo a porta para a realização de um sonho.

Agradeço aos meus primos Lucas, Maria e Gabriel por assumirem o papel de irmãos depois que me mudei para Teresina, com quem pude compartilhar minhas alegrias e ansiedades, tornando esse novo capítulo da minha vida muito mais aprazível. Agradeço também ao Adriano e a Jhescy, pelo apoio e conselhos recebidos, que se fizeram presentes mesmo a algumas centenas de quilômetros de distância.

Agradeço ao professor Rogério Batista, meu orientador e coordenador de projeto, pelo apoio inestimável e pela confiança em mim para transformar nosso projeto em realidade. Sou grato a todos que fizeram parte do ComuniCare Apraxia, onde vivi oportunidades ímpares, incluindo a materialização deste trabalho. Minha gratidão também ao GrunaLabs, que marcou minha trajetória acadêmica, proporcionando não apenas crescimento profissional e pessoal, mas também amizades que levarei para a vida. Ainda, agradeço aos professores Otilio e Duanny, e a Marta por integrarem a banca de avaliação do meu TCC, contribuindo com seu conhecimento para o aprimoramento deste trabalho.

Em nome do Diego, agradeço aos amigos e colegas que me apoiaram e compartilharam comigo não apenas as salas de aula, mas também os horários vagos, os trabalhos em grupo, a ansiedade dos finais de período e, sobretudo, as conquistas, tornando essa trajetória muito mais cativante. Agradeço ainda aos professores do curso pelo compromisso, dedicação e incentivo ao longo da minha jornada acadêmica. O conhecimento transmitido, as orientações e o apoio contínuo foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação profissional.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, me apoiaram e contribuíram para que essa realização se concretizasse.

*"Nós só podemos ver um pouco do futuro, mas o suficiente
para perceber que há muito a fazer."
Alan Mathison Turing*

RESUMO

A Organização Mundial de Saúde estima que existam mais de 110 milhões de pessoas com sequelas de AVC. Dentre as sequelas de fala, a apraxia de fala adquirida é uma das mais frequentes, afetando principalmente a comunicação dos indivíduos, reque-rendo um longo período de reabilitação em ambientes clínicos com acompanhamento profissional. Este trabalho propôs um aplicativo de terapia de fala gamificado com dife-rentes níveis de complexidade, onde pessoas com sequelas de fala pós-AVC poderão dar continuidade a sua terapia fora das clínicas, abreviando o período de tratamento. O software foi gerenciado através da metodologia Scrum e criado com Flutter, uma ferramenta de desenvolvimento multiplataforma programada na linguagem Dart, em conjunto com o Firebase, que fornece uma robusta infraestrutura de backend. Ao final, o aplicativo foi validado com pacientes apráxicos e fonoaudiólogos, para determinar a eficácia da solução, que pretende elevar a qualidade de vida do paciente após um AVC.

Palavras-chaves: apraxia de fala; reabilitação; flutter; firebase.

ABSTRACT

The World Health Organization estimates that there are more than 110 million people with stroke sequelae. Among speech sequelae, acquired apraxia of speech is one of the most frequent, mainly affecting individuals' communication, requiring a long period of rehabilitation in clinical environments with professional monitoring. This work proposed a gamified speech therapy application with different levels of complexity, where people with post-stroke speech sequelae will be able to continue their therapy outside the clinics, shortening the treatment period. The software was managed using the Scrum methodology and created with Flutter, a multiplatform development tool programmed in the Dart language, together with Firebase, which provides a robust backend infrastructure. In the end, the application was validated with apraxic patients and speech therapists, to determine the effectiveness of the solution, which aims to improve the patient's quality of life after a stroke.

Keywords: apraxia of speech; rehabilitation; flutter; firebase.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Interfaces do aplicativo SpeakApp	16
Figura 2 – Interface do Tactus Therapy	17
Figura 3 – Interfaces do aplicativo AppVox	18
Figura 4 – Interfaces do aplicativo FonoPlay	19
Figura 5 – Interface do aplicativo Talk Around It	20
Figura 6 – Ciclo de vida da Metodologia Scrum	27
Figura 7 – Camadas da arquitetura do Flutter	32
Figura 8 – Página inicial do Github	34
Figura 9 – Plataforma de serviços do Firebase	35
Figura 10 – Exemplo de função que não segue princípios de código limpo	36
Figura 11 – Exemplo de função refatorada segundo os princípios de código limpo	38
Figura 12 – Interfaces construídas com Figma	40
Figura 13 – Etapas de desenvolvimento	42
Figura 14 – Fluxo do áudio capturado na Inteligência Artificial	44
Figura 15 – Diagrama de classes base da aplicação	46
Figura 16 – Diagrama de banco de dados	48
Figura 17 – Corpo de cada tipo de documento	49
Figura 18 – AppModule (módulo raiz)	50
Figura 19 – Módulo do paciente	50
Figura 20 – Módulo inicial (home)	51
Figura 21 – Módulo de interação com o fonoaudiólogo (fono solicitation)	51
Figura 22 – Módulo de perfil (profile)	51
Figura 23 – Módulo de lições (lessons)	52
Figura 24 – Módulo de pagamento (payment)	52
Figura 25 – Telas do módulo de autenticação	53
Figura 26 – Telas da versão gratuita do aplicativo	54
Figura 27 – Telas da versão completa do aplicativo	55
Figura 28 – Telas do fluxo de execução de uma atividade	56
Figura 29 – Telas de feedback ao usuário	57
Figura 30 – Telas de solicitação de fonoaudiólogo	58
Figura 31 – Telas de informações do profissional, ranking e perfil	59
Figura 32 – Estrutura da base de código do aplicativo	61
Figura 33 – Painel do Cloud Firestore	62
Figura 34 – Métodos para envio de notificações	63
Figura 35 – Serviço de pagamento	64
Figura 36 – Serviço de captura de áudio	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de product backlog com estimativa de dias	29
Tabela 2 – Exemplo de product backlog com tamanho de esforço	29
Tabela 3 – Comparação de Plataformas de Desenvolvimento de Aplicativos . .	31
Tabela 4 – Funcionalidades prospectadas	43
Tabela 5 – Sprint 1	60
Tabela 6 – Dados coletados preliminarmente	67
Tabela 7 – Perguntas para o Paciente	68
Tabela 8 – Perguntas para o Fonoaudiólogo	69
Tabela 9 – Distribuição de pacientes e fonoaudiólogos	70
Tabela 10 – Idade dos pacientes	70
Tabela 11 – Como você avalia a facilidade de uso do aplicativo?	71
Tabela 12 – O aplicativo ajudou no seu tratamento?	71
Tabela 13 – Você percebeu alguma melhora na clareza da fala desde que come- çou a usar o aplicativo?	72
Tabela 14 – Com o uso do aplicativo a frequência de exercícios em casa aumentou?	73
Tabela 15 – Acha que o aplicativo oferece exercícios adequados para diferentes níveis de complexidade?	73
Tabela 16 – Qual o seu nível de motivação ao usar o aplicativo?	74
Tabela 17 – A complexidade dos exercícios estava adequada ao seu nível de dificuldade?	74
Tabela 18 – O que mais gostou no aplicativo?	75
Tabela 19 – O que poderia ser melhorado no aplicativo?	75
Tabela 20 – Você recomendaria a solução para outros pacientes?	76
Tabela 21 – Dados dos Profissionais que responderam à pesquisa	76
Tabela 22 – Como você avalia o impacto do aplicativo no tratamento dos seus pacientes?	77
Tabela 23 – Quais melhorias você percebeu na precisão articulatória dos pacien- tes que utilizaram?	78
Tabela 24 – O paciente se sentiu mais motivado em realizar as terapias depois de usar o sistema?	78
Tabela 25 – Como você avalia a interface e a usabilidade do sistema?	79
Tabela 26 – Acha que o aplicativo oferece exercícios adequados para diferentes níveis de complexidade?	79
Tabela 27 – O que poderia ser melhorado para facilitar o acompanhamento clínico?	80
Tabela 28 – Você recomendaria o uso do aplicativo para outros profissionais? .	80

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
2	TRABALHOS RELACIONADOS	15
2.1	SpeakApp	15
2.2	Tactus Therapy	16
2.3	AppVox	17
2.4	FonoPlay	18
2.5	Talk Around It	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1	Apraxia de fala adquirida pós-AVC	21
3.2	Gamificação na reabilitação	22
3.3	Inteligência Artificial na reabilitação de fala	24
3.4	Design de interação e usabilidade em aplicativos de saúde	24
3.5	Segurança e Privacidade	25
3.6	Processos de desenvolvimento de software em aplicações móveis	26
3.7	Ferramentas de desenvolvimento e boas práticas	30
4	METODOLOGIA	42
4.1	Prospecção de funcionalidades	42
4.2	Design	45
4.2.1	Arquitetura	45
4.2.2	Interfaces gráficas	52
4.3	Implementação	59
4.4	Validação	65
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
5.0.1	Pacientes	70
5.0.2	Fonoaudiólogos	76
6	CONCLUSÃO	81
6.1	Trabalhos Futuros	82

REFERÊNCIAS	83
 APÊNDICES	 89
APÊNDICE A – BACKLOG DE FUNCIONALIDADES	90
APÊNDICE B – CAMPOS DO BANCO DE DADOS	94
APÊNDICE C – SPRINTS DEFINIDAS	96
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	99

1 INTRODUÇÃO

O AVC (Acidente Vascular Cerebral) é uma doença crônica de grande impacto, representando uma das principais causas de internação e mortalidade no Brasil. Segundo Vasconcelos *et al.* (2024), foram registradas cerca de 201 mil internações advindas do AVC, o que reflete a prevalência e seriedade do AVC como uma das principais causas de hospitalização no país. Entre as sequelas do AVC, está a apraxia de fala, condição que afeta principalmente a comunicação do indivíduo, necessitando intervenção e acompanhamento profissional.

A fala é descrita como um ato motor, que é a expressão da voz humana (POPOV, 2024). É um produto onde alguns órgãos de articulação — os lábios, a língua, as cordas vocais e o palato — participam, em interação com o sistema respiratório. O ser humano fala não apenas com o tipo de som ou voz que é produzido, mas com a entonação, ritmo e andamento pelos quais a mensagem flui. Quando ocorre alguma interrupção nesse planejamento ou na execução, podem surgir distúrbios da fala, como a apraxia de fala ou a disartria (IUZZINI-SEIGEL; ALLISON; STOECKEL, 2022).

Marzouqah *et al.* (2022) define a apraxia de fala como um distúrbio motor que afeta a capacidade de planejar e programar os movimentos necessários para a fala. É causada por uma lesão cerebral, que pode ser decorrente emergências neurológicas, como o acidente vascular cerebral - AVC. Apesar de saber o que deseja dizer e ter a compreensão do que está envolvido na fala, pessoas com essa condição podem falhar em articular músculos que estão envolvidos com o próprio ato da fala, e impactando significativamente sua comunicação e interações sociais. Ou seja, o indivíduo sabe o que quer comunicar, mas o cérebro falha em planejar e programar a sequência correta de movimentos e gestos motores dos lábios e da língua para fazer os sons das palavras, frases ou sílabas.

Nesse contexto, é importante discutir tecnologias assistivas voltadas para esse público, visto que elas podem desempenhar um papel fundamental na reabilitação de pessoas com apraxia. Também permitem que os pacientes continuem a realizar o tratamento fora das clínicas de reabilitação, garantindo maior fluidez no tratamento.

1.1 JUSTIFICATIVA

A reabilitação da fala pós-AVC para indivíduos com Apraxia da Fala envolve várias abordagens que visam melhorar as habilidades de comunicação. Segundo Munasinghe, Ariyasena & Siriwardhana (2023), a intervenção mais usada são abordagens cinemáticas articulatórias, que visam melhorar a precisão dos movimentos da fala e articuladores (lábios, língua, etc.) para produzir os sons de fala com precisão.

No entanto, existe uma atenção à manutenção das habilidades após o término da terapia, já que os pacientes podem experimentar uma regressão em suas habilidades de fala se não houver estratégias ou apoio contínuo para ajudá-los a reter as melhorias alcançadas durante o tratamento (MUNASINGHE; ARIYASENA; SIRIWARDHANA, 2023).

De acordo com o Conselho Federal de Fonoaudiologia (CFFa), existem cerca de 55 mil profissionais habilitados para atuar profissionalmente, um valor considerado baixo, frente a grande população brasileira, de 215 milhões de habitantes. Desse quantitativo, mais de 50% estão situados na região sudeste, desafiando o acesso a serviços essenciais de reabilitação.

A limitação de profissionais fonoaudiólogos no Brasil mitigando a sobrecarga sobre os profissionais e garantindo que mais pessoas recebam tratamento de qualidade.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo de terapia de fala gamificado voltado para pacientes com distúrbios neurológicos adquiridos de fala.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Explorar os conceitos e práticas da engenharia e desenvolvimento de software na construção de uma aplicação;
- Aplicar um modelo de linguagem especificamente projetado para reconhecimento da fala de pacientes com apraxia, com feedback quantitativo;
- Aplicar o uso de recursos gamificados no contexto da reabilitação de fala;
- Elencar os benefícios de uma tecnologia assistiva no apoio à reabilitação de fala.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Com o surgimento dos aplicativos para dispositivos móveis, há um interesse crescente em usar essas ferramentas para apoiar a terapia fonoaudiológica. Os aplicativos podem oferecer maneiras envolventes e interativas para exercícios de fala, sendo muito úteis para melhorar o acesso e o engajamento do tratamento para um bom número de distúrbios da fala (BARNETT, 2024). Esses aplicativos atendem às necessidades de todas as faixas de terapia da fala, começando com crianças que sofrem de problemas de articulação e se estendendo à apraxia em adultos, portanto, usando a tecnologia como um suporte para práticas eficazes de tratamento.

A validação da solução por especialistas é fator de sucesso para a implementação de aplicativos em terapias de fala, de forma que eles sejam não apenas inovadores, mas também sejam confiáveis aos usuários e cumpram o dever de atingir as métricas para uma intervenção terapêutica eficaz (TENESACA-TENEZACA *et al.*, 2021). Essa validação é um processo iterativo é essencial para aprimorar a experiência do usuário e os resultados terapêuticos para os usuários que usam os aplicativos. Compreender os pontos fortes e potenciais fracos do aplicativo permite que os terapeutas o usem de forma mais eficaz em sua prática (TENESACA-TENEZACA *et al.*, 2021).

2.1 SPEAKAPP

Nessa perspectiva, surgem diversas soluções com o objetivo de dar suporte à terapia de fala, como por exemplo, o SpeakApp de Jamis *et al.* (2018), um aplicativo móvel foi desenvolvido, adaptado especificamente para indivíduos filipinos que têm distúrbios motores da fala, como Apraxia da Fala Infantil, para dar suporte à terapia da fala. O aplicativo fornece exercícios na língua nativa filipina, e seu acompanhamento contínuo do progresso torna o aplicativo um recurso muito valioso na reabilitação.

Figura 1 – Interfaces do aplicativo SpeakApp



Fonte: Jamis *et al.* (2018)

O aplicativo (figura 1) também inclui auxílios visuais, como imagens associadas às palavras praticadas, facilitando a compreensão e articulação do vocabulário. Além disso, disponibiliza conjuntos de prática auditiva, permitindo aos usuários ouvir a pronúncia correta das palavras e reforçar o aprendizado com feedback auditivo (JAMIS *et al.*, 2018).

O SpeakApp não é a solução ideal para o contexto brasileiro devido a diferenças linguísticas, fonéticas e culturais entre o filipino e o português brasileiro. Essas diferenças afetam diretamente a eficácia da terapia de fala, uma vez que os exercícios, os auxílios visuais e o feedback auditivo do aplicativo foram desenvolvidos especificamente para a estrutura fonética e gramatical da língua filipina.

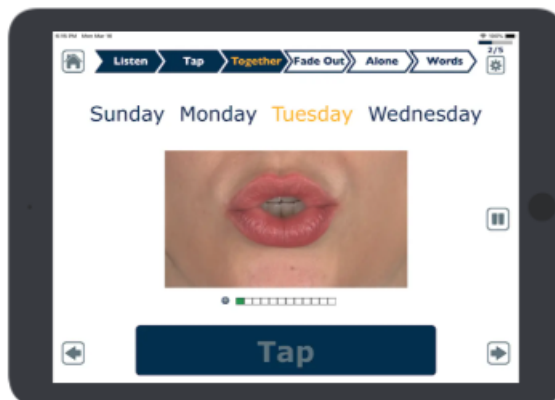
No entanto, as soluções desenvolvidas usando outras línguas são geralmente inapropriadas porque carregam questões linguísticas e culturais que precisam de ajuste com a língua-alvo. Isso é de fundamental importância para a garantia de ajuste em relação às estruturas fonéticas e gramaticais da língua-alvo (PIMENTEL; FEDOSSE; CECHELLA, 2020).

2.2 TACTUS THERAPY

Tactus Therapy é uma plataforma de aplicativos voltada para a reabilitação de distúrbios da fala e linguagem, desenvolvida por fonoaudiólogos (THERAPY, 2024). A solução oferece uma variedade de ferramentas e atividades interativas que ajudam pacientes a praticar habilidades de comunicação, como a pronúncia, compreensão de linguagem e fluência. Os aplicativos são projetados para serem usados tanto em

ambientes clínicos quanto em casa, promovendo uma abordagem flexível à terapia. No entanto, a solução americana é encontrada somente em inglês, tornando-a pouco usual para outros idiomas, como o português. Outro fator limitante é a ausência de acompanhamento profissional dentro do aplicativo, o que compromete o uso correto das ferramentas disponíveis.

Figura 2 – Interface do Tactus Therapy



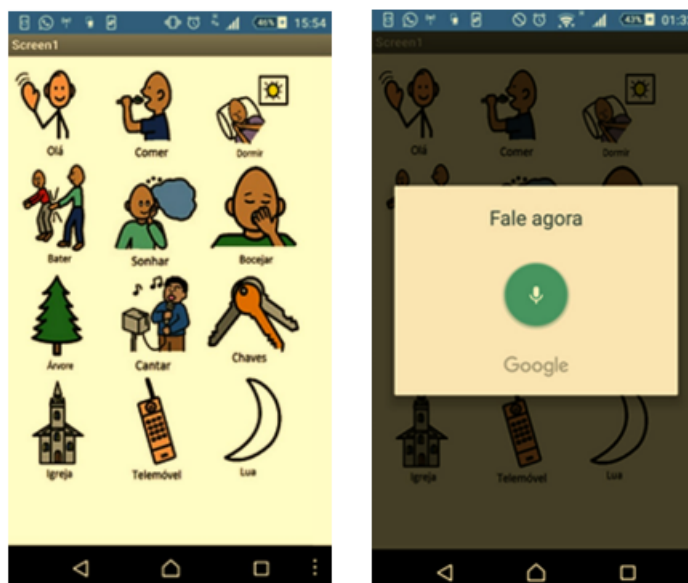
Fonte: Therapy (2024)

Entretanto, o aplicativo foi desenvolvido apenas para falantes do inglês, o que significa que os modelos de palavras, frases e sequências motoras da fala são ajustados à fonologia do idioma inglês. Também não oferece suporte para variações regionais do português nem considera dificuldades específicas de apraxia na língua portuguesa, comprometendo a precisão dos exercícios para indivíduos brasileiros, podendo levar a um treinamento inadequado ou pouco eficaz.

2.3 APPVOX

O AppVox é um aplicativo móvel desenvolvido por Rocha *et al.* (2019) no idioma português para ajudar crianças com problemas de fala e linguagem durante as sessões de terapia e para facilitar a prática autônoma em casa. Ele utiliza estímulos de áudio para ajudar as crianças a praticar a pronúncia, permitindo que os usuários ouçam a pronúncia correta das palavras e forneça feedback sobre suas tentativas, o que é crucial para um aprendizado eficaz.

Figura 3 – Interfaces do aplicativo AppVox



Fonte: Rocha *et al.* (2019)

A figura 3 apresenta a interface do aplicativo, que foi recebido positivamente por crianças e terapeutas, que apreciam sua interface, indicando que o aplicativo é envolvente e fácil de navegar, o que aprimora a experiência geral de treinamento (ROCHA *et al.*, 2019).

Apesar de ser uma excelente ferramenta para crianças com dificuldades de articulação e outros transtornos da fala, a solução apresenta-se inadequada para adultos que necessitam de terapia para condições como apraxia da fala adquirida, onde as estratégias terapêuticas estão mais concentradas na reabilitação funcional.

2.4 FONOPLAY

Outro Aplicativo de terapia de fala disponível no idioma português é o FonoPlay desenvolvido por Damasceno (2023), que tem como objetivo auxiliar profissionais de fonoaudiologia durante a terapia da fala e ajudar crianças que sofrem de atraso na fala a realizarem seus exercícios e treinos de fonemas. Ele não apenas apoia a terapia da fala, mas também é adaptado ao contexto brasileiro, levando em conta as particularidades culturais e linguísticas do país.

Figura 4 – Interfaces do aplicativo FonoPlay



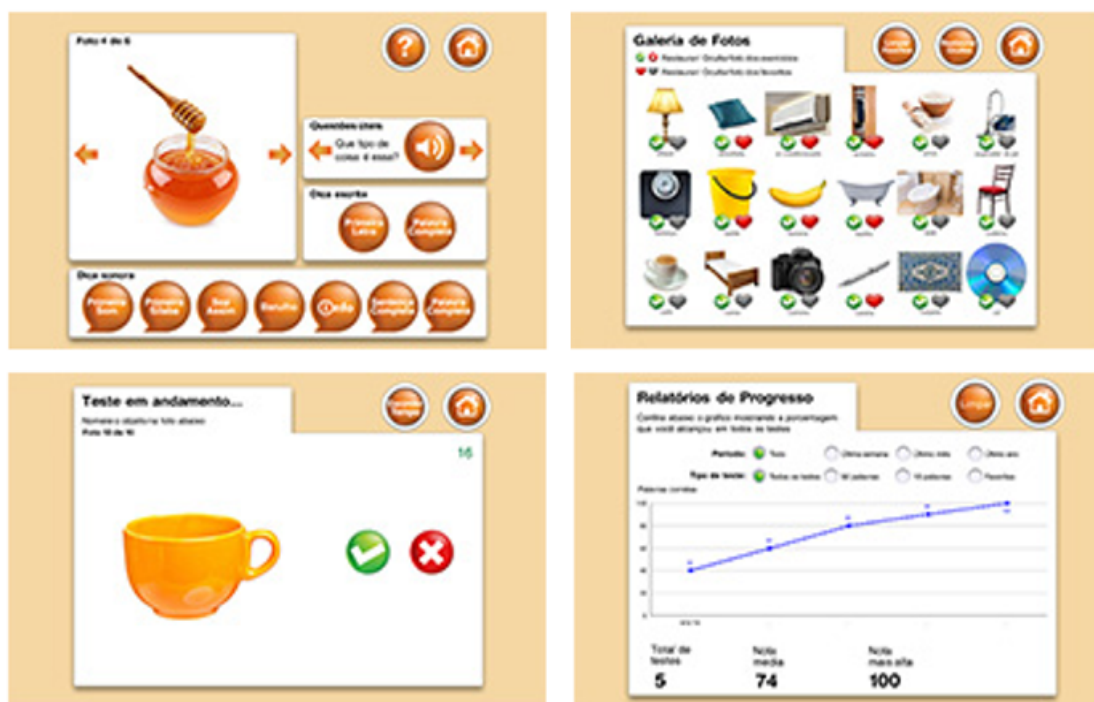
Fonte: Damasceno (2023)

Assim como a aplicação AppVox (ROCHA *et al.*, 2019), o Fonoplay (figura 4) também é voltado para o público infantil, não atendendo às demandas terapêuticas da apraxia de fala adquirida.

2.5 TALK AROUND IT

Para o público adulto, Neuro Hero (2024) desenvolveu o Talk Around It , projetado para ajudar pessoas que possuem apraxia, afasia e outros distúrbios relacionados a derrame, demência, autismo e outras deficiências neurológicas. A ideia principal em que o aplicativo se concentra é fornecer recuperação da fala e melhora na capacidade de comunicação usando exercícios interativos.

Figura 5 – Interface do aplicativo Talk Around It



Fonte: Neuro Hero (2024)

Embora o aplicativo, apresentado na figura 5, possa ajudar na recuperação da comunicação, ele não foi projetado especificamente para reabilitação motora da fala, essencial para indivíduos com apraxia adquirida. Além disso, não existe qualquer recurso de análise automática da fala, fazendo com que a avaliação do progresso dependendo do próprio usuário ou do fonoaudiólogo, tornando a prática menos autônoma para pacientes que treinam sozinhos.

Quanto às dificuldades, a maioria advém do potencial de substituir a eficácia da terapia da fala. Embora esses aplicativos introduzam inovações importantes para complementar o tratamento, os limites ainda suprimem um uso ideal desses aplicativos. A maioria deles carece de características-chave, como discriminação auditiva e manuseio de processos fonológicos, que são essenciais em uma terapia eficaz e completa (QIU; ABDULLAH, 2021). Além disso, alguns outros aplicativos não permitem que o profissional de saúde personalize o conteúdo para uso ou adicione notas pessoais do indivíduo, limitando assim a construção da ferramenta às características do paciente (BARNETT, 2024).

No geral, o uso de aplicativos na terapia da fala acrescenta muitos benefícios tanto para melhorar o acesso quanto a eficácia do tratamento. Eles facilitam as configurações de prática individuais da melhor maneira que correspondem às necessidades pessoais únicas de um paciente. Os últimos também são úteis para facilitar um amplo círculo de necessidades terapêuticas, adaptando-se aos contextos e promovendo uma abordagem flexível e mais ampla.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente, o desenvolvimento de soluções tecnológicas voltadas para a área da saúde tem desempenhado um papel importante, proporcionando ferramentas inovadoras que complementam os métodos terapêuticos tradicionais. O avanço da computação e a integração com recursos de gamificação são fundamentais para aumentar o engajamento do usuário e melhorar os resultados das terapias, especialmente em áreas como a reabilitação de fala.

3.1 APRAXIA DE FALA ADQUIRIDA PÓS-AVC

Dada a crescente prevalência do acidente vascular cerebral (AVC) e seus efeitos debilitantes, melhorar os resultados da reabilitação funcional e cognitiva continua sendo um desafio. Fatores como o tamanho e a localização da lesão, idade, sexo, e o estado cognitivo dos pacientes influenciam a recuperação. Estudos mostram que o funcionamento cognitivo geral afeta os resultados da reabilitação após um acidente vascular cerebral (AVC). No entanto, os déficits variam dependendo do domínio cognitivo afetado, como orientação, fala, praxia, atenção e funções executivas. Essa variação destaca a complexidade do processo de recuperação (UMAROVA *et al.*, 2021).

Apraxia da fala é um distúrbio motor da fala que reflete interrupções no planejamento e programação motora. Independentemente da etiologia, ela pode ocorrer isoladamente ou com outras dificuldades de comunicação, como afasia (disfunção da linguagem) e/ou disartria (deficiências na execução neuromuscular) e sua distinção entre si tem implicações importantes para alvos terapêuticos, bem como prognóstico da doença no caso de síndromes progressivas (UTIANSKI; JOSEPHS, 2023).

Apraxia progressiva primária da fala é o diagnóstico dado quando a apraxia da fala é insidiosa, progressiva e o primeiro ou único sintoma clínico associado a uma doença neurodegenerativa. Quando a afasia agramática tardia e menos proeminente está presente, o termo apraxia progressiva da fala é aplicado, isso é um complemento à variante agramática não fluente da Afasia Progressiva Primária (APP), onde a afasia ocorre primeiro e é mais proeminente (DUFFY; JOSEPHS, 2021).

As taxas de AVC apresentam variações significativas por idade e sexo, influenciadas por uma série de fatores, incluindo perfis de risco e resultados do tratamento. Segundo Kelly *et al.* (2024), as taxas de internação por AVC foram maiores em homens (378,1 isquêmicos, 75,6 hemorrágicos por 100.000) do que em mulheres (346,7 isquêmicos, 65,5 hemorrágicos por 100.000), com uma preponderância em indivíduos acima de 50 anos (JOSEPH *et al.*, 2024), sugerindo que as diferenças entre os sexos são significativas na compreensão da epidemiologia do AVC e das necessidades de saúde.

Segundo Buchmann Mareike Dangel & Randerath (2020), a apraxia é prevalente em aproximadamente 50% a 80% dos indivíduos com acidentes vasculares cerebrais no hemisfério esquerdo, 30% a 50% com acidentes vasculares cerebrais no hemisfério direito, 19% a 45% com lesões cerebrais traumáticas, 25% com esclerose múltipla e 90% com demência. No entanto, os dados de incidência e prevalência em nível populacional para apraxia são infelizmente limitados.

O tratamento primário para apraxia envolve reabilitação focada utilizando várias terapias, como ocupacional, de fala e física, além de abordar o transtorno subjacente. A apraxia pode prejudicar significativamente a capacidade funcional independente, com sua presença frequentemente indicando o nível de assistência do cuidador necessário após o AVC, enquanto sua ausência pode prever um retorno precoce ao trabalho.

Atualmente, não existe uma estratégia de tratamento amplamente aceita para apraxia. A reabilitação é idealmente iniciada imediatamente após o diagnóstico de apraxia, particularmente em casos decorrentes de lesões agudas. Novas tecnologias, como a estimulação magnética transcraniana, têm se mostrado promissoras no tratamento da apraxia.

A terapia da fala e linguagem (SLT) é crucial na reabilitação de pacientes com AVC, abordando dificuldades de comunicação e deglutição para restaurar habilidades funcionais e melhorar a qualidade de vida. Fonoaudiólogos realizam avaliações detalhadas para identificar os déficits e desenvolver planos de tratamento personalizados (HENDERSON *et al.*, 2019).

No tratamento da fala, as intervenções visam melhorar clareza, inteligibilidade e articulação, utilizando exercícios que envolvem coordenação motora oral, controle respiratório e produção vocal. A repetição de palavras é uma técnica chave, auxiliando no fortalecimento da língua e na melhoria da articulação. Na terapia da linguagem, atividades como busca de palavras, contagem de histórias e tarefas de compreensão ajudam na reconstrução do vocabulário e no aprimoramento da fluência e expressão (SCHWAB; DUGAN; RILEY, 2021; SHEPPARD; SEBASTIAN, 2020).

Indivíduos com deficiências graves de comunicação podem se beneficiar do uso de dispositivos de comunicação assistiva e alternativa na terapia da fala e linguagem. Esses recursos, como quadros de comunicação, aplicativos e dispositivos geradores de fala, oferecem maneiras eficazes para que pacientes expressem suas necessidades e ideias, mesmo diante de limitações severas na fala. Com o apoio dessas ferramentas, eles conseguem restaurar sua capacidade de se comunicar e participar ativamente de interações sociais (MOFFATT; POURSHAHID; BAECKER, 2017; LI *et al.*, 2024).

3.2 GAMIFICAÇÃO NA REABILITAÇÃO

De acordo com Wojciechowski & Korjonen-Kuusipuro (2022), as práticas atuais de reabilitação são predominantemente tradicionais, baseadas em exercícios cognitivos

e atividades físicas que requerem supervisão profissional. No entanto, essa abordagem vem se tornando menos sustentável, dado o declínio na disponibilidade de profissionais em uma sociedade com um crescente envelhecimento populacional.

Os métodos tradicionais de reabilitação geralmente falham em envolver os pacientes de forma eficaz. Muitos pacientes consideram os exercícios convencionais monótonos e pouco inspiradores, o que pode levar à diminuição da motivação e adesão à terapia. A reabilitação convencional geralmente requer tempo e recursos significativos tanto dos terapeutas quanto dos pacientes. Isso pode levar a conflitos de agendamento e aumentar os custos, tornando-o menos acessível para algumas pessoas (ZLOTNIK; WEISS; RABAN, 2023).

Nesse sentido, a gamificação introduz uma abordagem transformadora para a reabilitação, contrastando fortemente com os métodos tradicionais, melhorando significativamente a reabilitação ao aumentar o engajamento, a motivação e adesão dos pacientes às suas terapias. Essa abordagem integra elementos semelhantes a jogos às práticas de reabilitação, tornando-as mais agradáveis e eficazes (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).

Técnicas como tarefas orientadas a metas e feedback em tempo real, aumentam significativamente a motivação do paciente e a adesão aos protocolos de reabilitação (FOTOPOULOS *et al.*, 2022), auxiliando na reaprendizagem dos gestos motores após a lesão, com foco na motivação e percepção, potencialmente benéfica para adultos que retornam ao trabalho ou aos esportes (SGUBIN; DEODATO; MURENA, 2023).

Para adultos em recuperação de doenças neurológicas, como derrame ou lesão cerebral traumática, a gamificação pode fornecer desafios cognitivos e motores que promovem a recuperação. Essa configuração pode se beneficiar de intervenções gamificadas personalizadas que abordam déficits específicos, aprimorando a experiência de reabilitação, aumentando os resultados e a satisfação do pacientes.

Se as tarefas gamificadas forem excessivamente difíceis ou inadequadas às habilidades atuais do paciente, isso pode levar à frustração e ao fracasso. Uma experiência negativa resultante dessa dificuldade pode desmotivar o paciente a continuar as atividades de reabilitação, reduzindo a eficácia da gamificação (MARQUES *et al.*, 2022). Quando as tarefas não estão ajustadas ao nível de habilidade do paciente, a sensação de incompetência se intensifica, criando um ambiente que impede o progresso no processo de reabilitação.

Um ambiente de apoio pode fazer uma grande diferença no aproveitamento dessa terapia gamificada para o paciente. Um ambiente de apoio aumentará o conforto dos pacientes, o que importa em termos de engajamento do paciente e motivação para a ingestão da terapia (DAN, 2022). Quando os pacientes se sentem apoiados, eles têm maior probabilidade de desfrutar do processo terapêutico e participar ativamente dele.

3.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA REABILITAÇÃO DE FALA

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) na reabilitação da fala agrega as abordagens terapêuticas, oferecendo soluções inovadoras para o tratamento de distúrbios da comunicação. Com o avanço das redes neurais, do aprendizado de máquina e do processamento de sinais de áudio, a IA possibilita a criação de ferramentas que auxiliam na detecção, diagnóstico e terapia de condições como apraxia de fala, disartria e afasia. Afridi *et al.* (2025) afirma que a IA aprimora a reabilitação do AVC por meio de intervenções personalizadas, fazendo com que a reabilitação possa ser adaptada às necessidades específicas de cada paciente, oferecendo exercícios adaptativos baseados no desempenho do paciente, além de possibilitar um acompanhamento mais preciso da evolução da terapia (YE *et al.*, 2025). Dessa forma, a IA não apenas amplia o acesso à reabilitação da fala, mas também otimiza a eficácia das intervenções, tornando-as mais dinâmicas e assertivas.

Um dos avanços mais significativos nesse campo é a utilização de modelos reconhecimento de erros de pronúncia, que analisam padrões de fala e identificam desvios em relação à pronúncia esperada. Esses modelos utilizam vários algoritmos e metodologias para identificar e corrigir erros de pronúncia de forma eficaz (LARA *et al.*, 2024; WADUD; ALATIYYAH; MRIDHA, 2023).

A partir dessas análises, sistemas baseados em IA podem fornecer feedbacks automáticos e direcionar exercícios corretivos específicos para cada tipo de erro, acelerando o processo de reabilitação e tornando-o mais eficiente. Dessa forma, a integração entre IA e modelos de erros de pronúncia contribui significativamente para o desenvolvimento de soluções terapêuticas mais precisas e acessíveis.

3.4 DESIGN DE INTERAÇÃO E USABILIDADE EM APLICATIVOS DE SAÚDE

A usabilidade efetiva de um aplicativos de terapia é um ingrediente-chave para envolver os usuários, juntamente com o aumento da satisfação e otimização dos resultados de saúde (KOUNIDAS *et al.*, 2023). Um bom design de usabilidade significa que é fácil para os usuários abrirem um aplicativo, encontrarem facilmente informações nele e usarem funcionalidades por meio das quais o rastreamento e o gerenciamento de saúde podem ser feitos de forma prática e intuitiva.

Um estudo realizado por Maqbool & Herold (2023) apontou que várias características importantes de usabilidade, como acessibilidade, memorização e operabilidade, eram frequentemente negligenciadas nas avaliações. Além disso, o uso de ferramentas ou plataformas de automação não foi generalizado.

A usabilidade em aplicativos de terapia da fala é crucial para melhorar o envolvimento do paciente e a eficácia da terapia. Uma interface bem projetada chama a atenção dos usuários, aumentando a probabilidade de eles interagirem com o aplicativo

(TOMMY; MINOI; SIAN, 2017). Um design de interface eficaz geralmente envolve alguns mecanismos de feedback que são usados para comunicar com o usuário sobre seu progresso e se é provável que ele tenha cometido algum erro não intencional. Na maioria dos casos, para aplicações de reabilitação, ele faz com que os pacientes monitorem especificamente seu desenvolvimento com terapia, os orienta claramente e os mantém motivados a melhorar.

Kounidas *et al.* (2023) enfatiza a importância do design centrado no usuário no desenvolvimento de aplicativos móveis de saúde. Essa abordagem garante que as necessidades e preferências de diversos grupos de usuários, incluindo aqueles com deficiências, sejam consideradas durante o processo de design. Ao envolver os usuários na fase de design, os desenvolvedores podem criar aplicativos mais acessíveis e inclusivos.

A adoção de princípios de design contratados com o usuário é crucial para criar sistemas eficazes e centrados no usuário em vários domínios (NOGUERRA, 2023). Esses princípios aprimoram a usabilidade, promovem a confiança e garantem que o produto final atenda às necessidades reais dos usuários, levando a melhores resultados e satisfação, criando um ambiente acolhedor e inclusivo que priorize a diversidade, equidade e inclusão do usuário (ALKALI; WAKAWA; HUSAINI, 2024).

Existem vários desafios na aplicação de princípios de design centrado no usuário. Nogueira (2023) aponta que são, na maioria das vezes, restrições técnicas, financeiras ou organizacionais que podem atuar como uma barreira à aplicação suave dos princípios do design centrado no usuário. Isso coloca os desenvolvedores no ponto de ter que fazer um compromisso entre as demandas que essas limitações representam e as necessidades do usuário. Consequentemente, o design do produto será comprometido e pode não ser o melhor ajuste para as experiências esperadas dos usuários. Já Kounidas *et al.* (2023) destaca que a maioria dos aplicativos móveis de saúde são publicados ao público depois que muitos aplicativos de saúde móvel são desenvolvidos e lançados sem investimentos substanciais em design, desenvolvimento ou avaliação, consequentemente, sem garantir usabilidade e eficácia para os usuários pretendidos.

3.5 SEGURANÇA E PRIVACIDADE

A segurança e a privacidade também são preocupações que influenciam a adoção e confiança dos usuários. A percepção em relação à privacidade tem um impacto significativo na aceitação de aplicativos móveis de saúde.

Um estudo de método misto realizado por Alhammad *et al.* (2023) na Arábia Saudita buscou avaliar o nível de conscientização sobre questões de privacidade e como isso influencia a adoção desses aplicativos. O estudo concluiu que foi criada uma lacuna no conhecimento que pode existir entre as partes interessadas em

aplicativos móveis de saúde e os pacientes em relação aos fatores de privacidade, segurança e confidencialidade de dados que podem impactar a criação de uma solução eficaz (ALHAMMAD *et al.*, 2024).

Tais problemas só seriam superados ao garantir que a conscientização dos usuários sobre o mesmo seja impulsionada; os desenvolvedores de aplicativos são obrigados a incluir recursos de segurança muito robustos, como criptografia de ponta a ponta, autenticação de dois fatores e mecanismos regulares de atualização de segurança, e incluem sistemas de feedback no dispositivo em aplicativos de saúde para que os usuários possam facilmente levantar preocupações sobre privacidade e segurança (ALHAMMAD *et al.*, 2024). As respostas podem ser usadas para calibrar e melhorar os aplicativos de uma maneira mais provável de atender às expectativas do usuário e também para cumprir as regras definidas para a segurança dos dados.

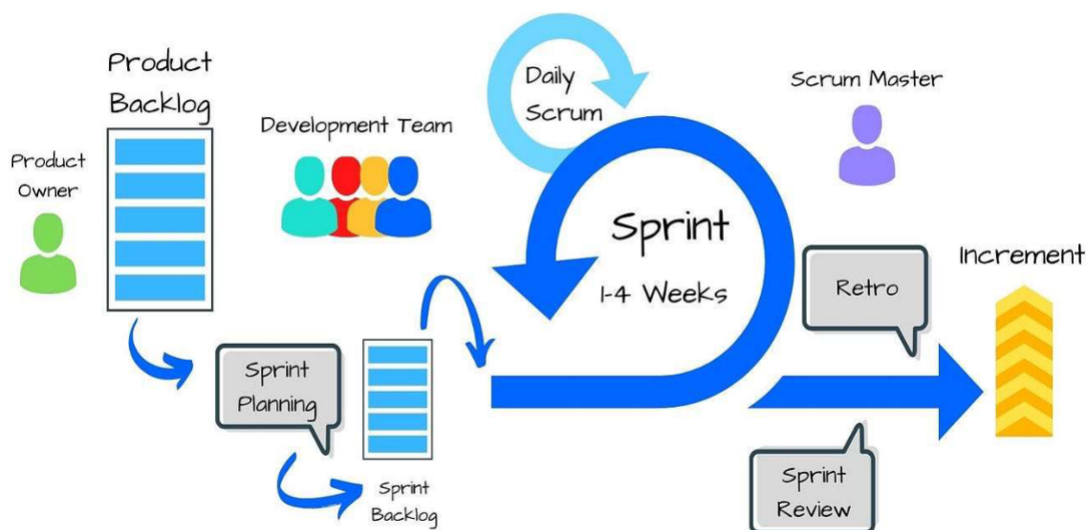
3.6 PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EM APLICAÇÕES MÓVEIS

O desenvolvimento de aplicativos móveis emprega vários processos de desenvolvimento de software, com ênfase notável em metodologias ágeis. Esses processos são personalizados para enfrentar os desafios exclusivos dos ambientes móveis, incluindo iteração rápida e feedback do usuário.

Metodologias Ágeis representam uma abordagem adaptativa ao trabalho de projeto. É tudo sobre ajustabilidade, iteração constante e trabalho muito próximo com o cliente. Originalmente concebido para a esfera de desenvolvimento de software, sua capacidade de se adaptar e se concentrar na entrega rápida de valor espalhou suas asas por muitos setores. Isso inclui saúde e marketing digital, onde a agilidade e a capacidade de se ajustar rapidamente às mudanças são altamente valorizadas (AHMAD; WASIM, 2023; GUPTA *et al.*, 2022).

O Scrum é destacado como uma estrutura predominante em metodologias ágeis, particularmente em ambientes industriais. Ele permite que as equipes trabalhem em ciclos iterativos, o que é essencial para acomodar a natureza acelerada do desenvolvimento de aplicativos móveis (GHANDI *et al.*, 2017). Pode produzir softwares de alta qualidade que se alinham às expectativas do usuário. Isso é crucial, pois enfatiza a abordagem centrada no usuário da metodologia. Outra vantagem é a sua capacidade de acomodar mudanças nos requisitos durante o processo de desenvolvimento (EFENDI; MUTAWALLI; AKBAR, 2024). Isso é particularmente importante em ambientes dinâmicos em que as necessidades do usuário podem evoluir.

Figura 6 – Ciclo de vida da Metodologia Scrum



Fonte: Efendi, Mutawalli & Akbar (2024)

O ciclo de vida do Scrum, representado na figura 6, é composto por estágios, funções e artefatos definidos, que são essenciais para o gerenciamento eficaz de projetos. Os estágios principais incluem:

1. **Sprint:** Ciclos curtos e iterativos de trabalho, geralmente com duração de 1 a 4 semanas, nos quais a equipe foca em entregar um incremento de produto funcional e testável (EFENDI; MUTAWALLI; AKBAR, 2024);
2. **Sprint Planing:** Uma reunião realizada no início de cada sprint para definir quais itens do backlog do produto serão trabalhados durante o sprint e como o trabalho será realizado;
3. **Daily Scrum:** uma reunião diária em que os membros da equipe discutem seu progresso, os desafios que estão enfrentando e seus planos para o dia (EFENDI; MUTAWALLI; AKBAR, 2024);
4. **Sprint Review:** Ao final de cada sprint, a equipe apresenta o que eles realizaram às partes interessadas. Isso permite feedback e garante que o projeto esteja alinhado com as expectativas do usuário (HEIBGES; JUNGNICKELE; FEUFEL, 2023);
5. **Retro:** Após a análise do sprint, a equipe reflete sobre o processo de sprint para identificar o que correu bem e o que poderia ser melhorado para futuros sprints (HEIBGES; JUNGNICKELE; FEUFEL, 2023), o que é crucial para a melhoria contínua.

Esses estágios são muito importantes para o sucesso da metodologia ágil, pois isso dá uma sensação de ordem estruturada e controle para todo o ciclo de desenvolvimento, tornando a execução projeto mais eficaz.

O Scrum também inclui funções (ou papéis) específicos, que proporcionam sucesso ao projeto, pois é em cada uma delas que existem responsabilidades claras para garantir que cada processo ocorra sem problemas e que a equipe esteja bem preparada para atingir os objetivos do sprint. São eles:

1. **Product Owner:** Responsável por definir os recursos do produto e priorizar o backlog com base nas necessidades do usuário e nas metas de negócios (HEIBGES; JUNGnickel; FEUFEL, 2023);
2. **Scrum Master:** Facilita o processo Scrum, garantindo que a equipe adira às práticas do Scrum e ajuda a remover quaisquer obstáculos que possam impedir o progresso (EFENDI; MUTAWALLI; AKBAR, 2024);
3. **Development Team:** Este é um grupo multifuncional que trabalha de forma colaborativa para fornecer os incrementos do produto durante cada sprint (EFENDI; MUTAWALLI; AKBAR, 2024).

O Scrum ainda possui dois artefatos importantes que impulsionam o desenvolvimento efetivo do projeto. Os artefatos ajudam a organizar o trabalho e trazem transparência ao longo do projeto:

1. **Product Backlog:** É uma lista priorizada de todos os recursos, melhorias e correções necessárias para o produto ser desenvolvido. Essa lista é dinâmica, então ela pode mudar ao longo do tempo com novos requisitos aparecendo e prioridades mudando. As principais formas de mensurar o tamanho dos itens é definindo um tamanho para cada um deles de acordo o esforço necessário, ou estimando a quantidade de dias necessários para fazer cada tarefa;

Tabela 1 – Exemplo de product backlog com estimativa de dias

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Estimativa (Dias)
1	Login Admin	Como um Administrador, desejo acessar o painel de controle da aplicação para poder gerenciar os dados e realizar tarefas administrativas.	Criar esquema de banco de dados administrativo	0.5
			Criar interface de login de administrador	1
			Implementação do design da UI de login do administrador	2
			Testar o recurso de login do administrador	0.5

Fonte: Autor (2025)

Tabela 2 – Exemplo de product backlog com tamanho de esforço

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Tamanho
1	Login Admin	Como um Administrador, desejo acessar o painel de controle da aplicação para poder gerenciar os dados e realizar tarefas administrativas.	Criar esquema de banco de dados administrativo	P
			Criar interface de login de administrador	M
			Implementação do design da UI de login do administrador	G
			Testar o recurso de login do administrador	M

Fonte: Autor (2025)

2. Sprint Backlog: Subconjunto do backlog do produto que a equipe se compromete a concluir durante um sprint específico. Ele inclui as tarefas e histórias de usuários selecionadas para esse sprint, junto com um plano para entregar o incremento do produto Efendi, Mutawalli & Akbar (2024).

Os elementos do Scrum apresentados acima criam uma estrutura que suporta o gerenciamento eficaz de projetos e a adaptabilidade às mudanças, atendendo às necessidades do usuário por meio de feedback e melhoria contínuos.

3.7 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO E BOAS PRÁTICAS

Quando de desenvolvimento para dispositivos móveis, tudo é possível, graças às ferramentas de desenvolvimento em uso para criar aplicativos para um bom número de plataformas, cada uma oferecendo oportunidades e desafios únicos. A escolha da ferramenta geralmente depende dos requisitos do projeto, orçamento, cronograma e nível de desempenho. Geralmente, essas ferramentas são divididas em dois grandes grupos: nativas e híbridas (KORAM; GARG, 2023).

O desenvolvimento de aplicativos nativos oferece várias vantagens que o tornam a escolha preferida de muitos desenvolvedores e empresas. Conhecidos por seu excelente desempenho, são criados especificamente para uma plataforma específica (iOS ou Android), o que permite que eles funcionem com mais eficiência e utilizem os recursos do dispositivo de forma eficaz (KORAM; GARG, 2023). Isso resulta em tempos de carregamento mais rápidos e experiências de usuário mais suaves.

Em contrapartida, essa abordagem também traz alguns desafios que precisam ser considerados ao utilizar ferramentas nativas. Desenvolver aplicativos nativos pode ser caro, pois é necessário possuir bases de código separadas para cada plataforma, o que eleva os custos associados à contratação de mão de obra especializados e à manutenção de várias versões do aplicativo, que podem aumentar significativamente (KORAM; GARG, 2023).

Dadas as desvantagens do uso de ferramentas nativas para o desenvolvimento de aplicativos móveis, ferramentas híbridas surgem como uma alternativa viável e econômica, tornando-se uma opção atraente para muitos desenvolvedores (KORAM; GARG, 2023). Essas ferramentas permitem aos desenvolvedores escrever um único código que pode ser implantada em várias plataformas, reduzindo os custos de desenvolvimento, sem a necessidade de criar bases de código separadas para cada plataforma (FATKHULIN; MOKIN; TIMOFEYEVA, 2023).

No estudo realizado por Fatkhulin, Mokin & Timofeyeva (2023), foram avaliadas diversas abordagens (Tabela 3), considerando parâmetros que melhor destacaram as diferenças entre as ferramentas de desenvolvimento de software.

Tabela 3 – Comparação de Plataformas de Desenvolvimento de Aplicativos

Parâmetros de Decisão	Nativo	Aplicações Web	Aplicações Híbridas	Aplicações Interpretadas	Baseado em Widgets (Flutter)
UI / UX	Excelente	Moderado	Moderado	Razoavelmente Bom	Muito Bom
Usuários Potenciais	Limitado	Máximo	Grande	Grande	Grande
Custo de Desenvolvimento	Alto	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado
Segurança do Aplicativo	Muito Alta	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta
Facilidade de Atualização	Baixa	Alta	Variável	Variável	Moderada
Complexidade de Implementação	Alta	Baixa	Moderada	Baixa a Moderada	Moderada
Acesso às APIs Nativas	Sim	Sim, mas somente com HTML5	Sim, através de plugins	Sim	Sim
Ambientes de Desenvolvimento Preferidos	Android Studio, XCode, Momentics	Visual Studio Code, PhpStorm, WebStorm	Eclipse Hybrid Mobile Tools (THyM), Intel XDK, etc.	Nuclide usando Atom IDE, Appcelerator Studio	Android Studio, IntelliJ
Licença	Android: Open-source, iOS: Closed-source	Open-source	Geralmente open-source	Open-source	Open-source
Linguagem	Java/Kotlin, Swift/Objective-C, etc.	HTML, CSS, JavaScript, TypeScript, etc.	HTML, CSS, JavaScript, Node.js, etc.	JavaScript, JSX, UX Markup, etc.	Dart
Publicação no Marketplace	Sim	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: Fatkhulin, Mokin & Timofeyeva (2023)

Após analisar diversas soluções sobre vários aspectos de desenvolvimento, custos e viabilidade de mercado, o estudo chegou a seguinte conclusão:

As abordagens multiplataforma exigem que os desenvolvedores se comprometam com a experiência do usuário - um toque e sensação nativos, só podem ser alcançados pelo uso de componentes verdadeiramente nativos dentro do aplicativo. Uma integração mais profunda com o dispositivo e desempenho aprimorado são parâmetros inestimáveis a serem considerados ao desenvolver aplicativos. No entanto, descobrimos que o uso de ferramentas multiplataforma geralmente supera as desvantagens que vêm com ele, exceto quando, por exemplo, criamos aplicativos de jogos de ponta, como o Asphalt Fatkhulin, Mokin & Timofeyeva (2023, VII).

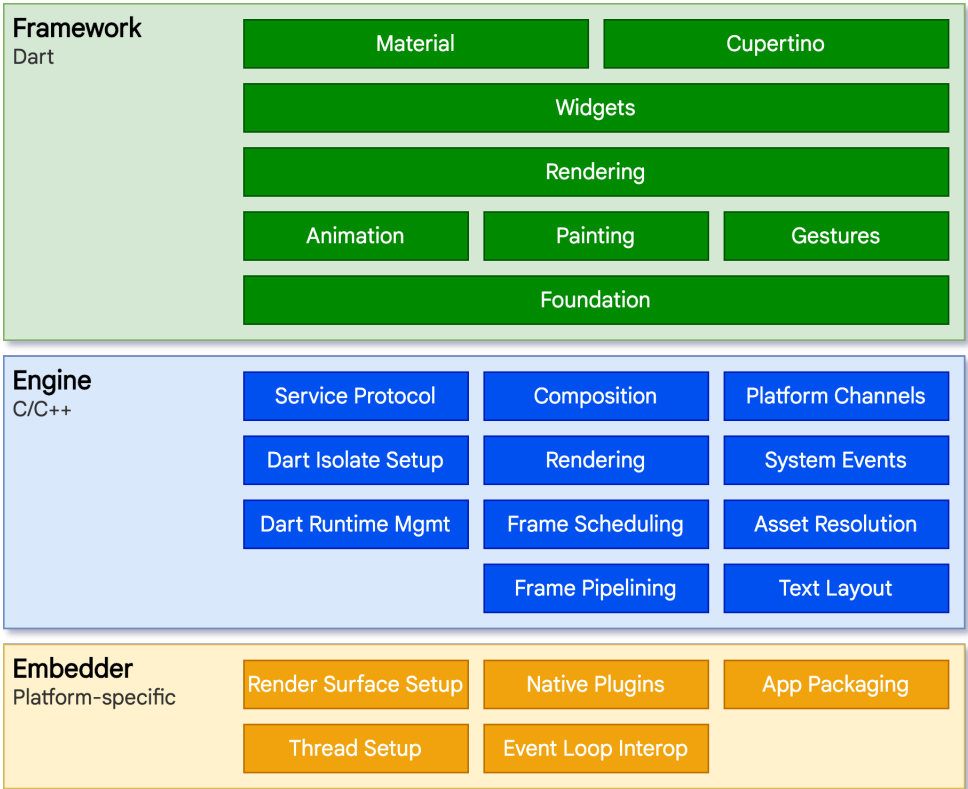
A experiência incluída no uso de componentes nativos da plataforma correspondentes aprimora o usuário correspondente. Os componentes nativos permitem a mesma experiência ainda mais, pois são integrados mais profundamente ao sistema operacional do dispositivo do usuário e, portanto, fazem com que o usuário sinta que um aplicativo "realmente pertence" ao ambiente de um determinado sistema; em geral, eles são superiores em termos de desempenho. Isso é mais especificamente valorizado em aplicativos que exigem interações intensivas e desempenho sólido, digamos, jogos de ponta.

No entanto, ferramentas em execução em diferentes plataformas são realmente justificáveis na contribuição de recursos eficazes e econômicos. Essas ferramentas permitem que o desenvolvedor escreva uma única base de código que seja capaz de ser executada em diferentes sistemas operacionais, reduzindo consideravelmente o tempo e o custo do desenvolvimento. O aplicativo pode ser facilmente atualizado e mantido, pois as alterações são feitas uma vez e refletidas em todas as plataformas.

O estudo apresenta dentre estas ferramentas, o Flutter, um kit de desenvolvimento de software (SDK) de interfaces de usuário criada pela Google para criar aplicativos multiplataforma de alto desempenho usando Dart. Ele permite que os desenvolvedores escrevam código uma vez e o implantem em várias plataformas, incluindo iOS, Android, web e desktop, reduzindo significativamente o tempo e o esforço de desenvolvimento, tornando-o uma escolha popular para empresas que desejam alcançar um público mais amplo (TOMAR *et al.*, 2024). Aplicativos Flutter são compilados em código nativo, o que melhora o desempenho. A estrutura usa o Skia, uma biblioteca gráfica 2D que fornece a base para o mecanismo de renderização do Flutter, permitindo uma saída visual suave e eficiente, o que é crucial para criar aplicativos visualmente atraentes(PATIL *et al.*, 2022).

A figura 7 evidencia a arquitetura básica do Flutter, projetada exclusivamente para facilitar na construção de aplicativos de alto desempenho.

Figura 7 – Camadas da arquitetura do Flutter



Fonte: Flutter Team (2024)

Ela é composta por três camadas principais (TOMAR *et al.*, 2024):

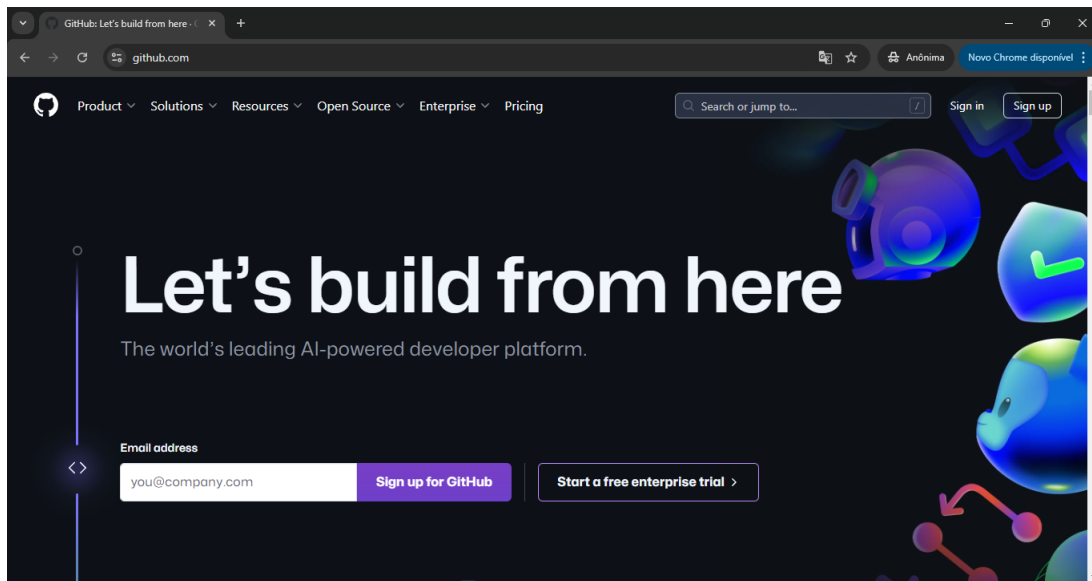
1. Framework: é aqui que os desenvolvedores interagem com o Flutter. Ele fornece um rico conjunto de widgets e ferramentas para criar interfaces de usuário.
2. Engine: o mecanismo é responsável por renderizar, manipular a entrada e gerenciar o ciclo de vida do aplicativo. Ele é escrito em C ++ e fornece serviços de baixo nível para a estrutura.
3. Embedder: Essa camada permite que o Flutter seja executado em diferentes plataformas, fornecendo as integrações específicas da plataforma necessárias.

Dart é a linguagem de programação orientada a objeto usada especificamente no Flutter para desenvolver aplicativos (PATIL *et al.*, 2023). Criado com o intuito de ser fácil de aprender, especialmente para desenvolvedores que têm experiência com outras linguagens orientadas a objetos, como Java ou TypeScript, tornando-o acessível para uma ampla variedade de desenvolvedores. Como tudo nele é tratado como objeto, o gerenciamento dos componentes da interface do usuário é bastante simplificado, o que facilita a implementação de interfaces complexas.

Outra ferramenta imprescindível durante um processo de desenvolvimento de software, seja ela uma aplicação móvel ou não, é o Git, um sistema de versionamento de controle de código que permite aos desenvolvedores gerenciarem os projetos, permitindo rastrear alterações em arquivos e diretórios armazenados em um repositório, mantendo um histórico detalhado das alterações feitas (CHAKRABORTY; AITHAL, 2022). Isso significa que é possível visualizar quem fez as alterações, quais alterações foram feitas e quando elas foram feitas, o que é essencial para entender a evolução do projeto.

Para tornar o gerenciamento de projeto ainda mais efetivo, é possível integrar o Git a outras plataformas de colaboração e hospedagem remota de repositórios, como o Github (TSITOARA, 2023). O GitHub (figura 8) fornece um repositório remoto onde as alterações feitas no projeto localmente podem ser enviadas e armazenadas.

Figura 8 – Página inicial do Github

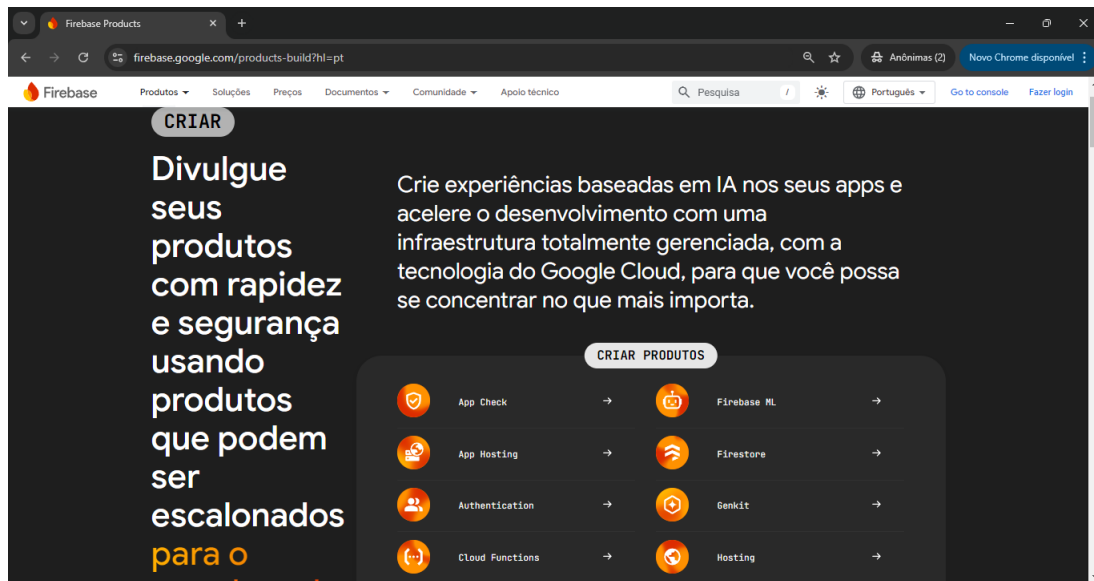


Fonte: GitHub (2024)

Desse modo, os desenvolvedores podem acessar seus projetos de qualquer lugar e colaborar com outras pessoas sem precisar estar na mesma rede. Ele possui um grande comunidade de desenvolvedores e é uma plataforma popular para projetos de código aberto, permitindo que os desenvolvedores contribuam com projetos, compartilhem seu trabalho e aprendam com outras pessoas. Os recursos sociais do GitHub, como seguir outros desenvolvedores e destacar repositórios, aprimoram ainda mais a colaboração e o compartilhamento de conhecimento.

Além das ferramentas de controle de versão citadas, que são centrais no gerenciamento de código e incorporação de desenvolvedores, outras ferramentas contribuem para o desenvolvimento do backend e da infraestrutura que possibilitam o serviço em tempo real. Uma das opções mais adotadas atualmente é o Firebase (NAWAF, 2021), uma plataforma (figura) disponibilizada pelo Google que fornece meios para a criação de aplicativos web e mobile.

Figura 9 – Plataforma de serviços do Firebase



Fonte: Firebase Team (2024)

Ele atua como uma plataforma de desenvolvimento em nuvem e, mais precisamente, na offshore, com a facilidade de que fornece ferramentas e serviços aos desenvolvedores para desenvolver aplicativos sem se preocupar com a infraestrutura por trás (NAWAF, 2021; DUSENBURY, 2022). Os desenvolvedores precisam se concentrar apenas na codificação do aplicativo e não na manutenção de servidores.

Uma característica proeminente oferecida pelo Firebase é o armazenamento de dados em nuvem, permitindo que os desenvolvedores armazenem e sincronizem dados atualizados em tempo real em todos os clientes, gerenciando os dados do usuário e o estado do aplicativo mais facilmente (NAWAF, 2021). O armazenamento na nuvem pode ser escalável, ele pode lidar com mais e mais dados conforme o aplicativo cresce.

Dentre as suas principais ferramentas, há o Cloud Firestore, um banco de dados orientado a documentos flexível e escalável para desenvolvimento móvel, web e servidor. Ele permite que os desenvolvedores armazenem e sincronizem dados em tempo real. Portanto, é ótimo para aplicativos que necessitam de atualização em tempo real. Da mesma forma, o Cloud Firestore suporta consultas complexas e foi criado para operar grandes quantidades de dados de forma eficaz (DUSENBURY, 2022).

Já a funcionalidade de armazenamento de arquivos fica por conta do Cloud Storage, desenhado para o envio de conteúdo de diferentes dispositivos, incluindo iOS, Android e web apps, ele surgiu originalmente como uma solução autônoma. Opera sem uma configuração de servidor tradicional (DUSENBURY, 2022), tipificando a abordagem do Firebase para tornar o back-end fácil de usar.

O Firebase também simplifica o gerenciamento de autenticação de usuários através do Firebase Authentication, que aceita instâncias de autenticação como e-

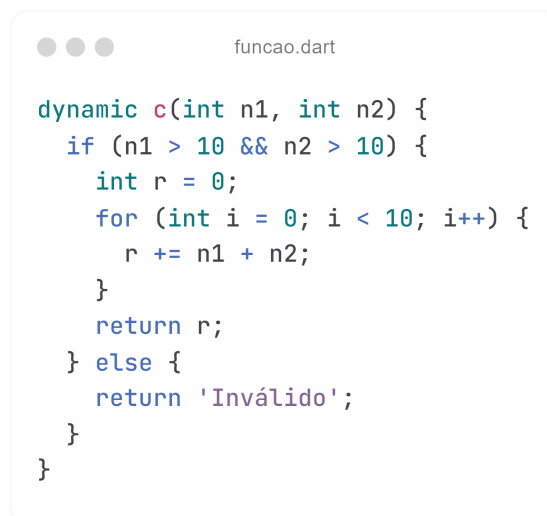
mail/senha, autenticação do telefone e logins sociais, como Google e Facebook (KUR-
NIAWAN; PRIHANDI; HUSUFA, 2023). Uma vez que o usuário é autenticado, seus dados
são mantidos de forma segura na nuvem. O Firebase Authentication confirma as
credenciais do usuário e emite um token de autenticação que só permite o acesso se o
usuário tiver autoridade para visualizar certo dado armazenado no Cloud Firestore e
Cloud Storage.

Apesar de uma ferramenta como o Firebase fornecer uma infraestrutura pronta
e funcional poder acelerar o desenvolvimento, a qualidade de qualquer aplicativo não é
determinada apenas pelos meios técnicos utilizados. Às vezes, a forma como o aplica-
tivo foi desenvolvido e organizado é um fator significativamente mais preponderante
em relação à qualidade e à durabilidade do software. Uma vez que o contexto seja
ressaltado, não basta apenas usar ferramentas modernas, é imperativo estruturar o
código de tal maneira que a manutenção, a adaptação e o desenvolvimento do sistema
ao longo do tempo sejam facilitados.

Martin (2008) argumenta que mesmo um código mal escrito pode funcionar,
mas pode prejudicar gravemente uma organização de desenvolvimento. Ele destaca
que recursos e tempo significativos são desperdiçados devido a códigos incorretos, o
que pode ser evitado aderindo a práticas de codificação limpa.

O código tem que ser legível e compreensível, com nomes que façam sentido
para variáveis, funções e classes, a fim de dar descrições do que o código deve fazer.
Código legível reduz a carga cognitiva dos desenvolvedores e torna as coisas muito
mais fáceis de manter (MARTIN, 2008). Os desenvolvedores devem evitar complexidades
desnecessárias e escreverem códigos que façam uma coisa bem, ajudando a tornar a
base de código mais gerenciável e reduz a probabilidade de bug.

Figura 10 – Exemplo de função que não segue princípios de código limpo



```
funcao.dart

dynamic c(int n1, int n2) {
  if (n1 > 10 && n2 > 10) {
    int r = 0;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
      r += n1 + n2;
    }
    return r;
  } else {
    return 'Inválido';
  }
}
```

Fonte: Autor (2025)

O Código apresentado (figura 10) apresenta diversos problemas no contexto de código limpo, que afetam a sua clareza, manutenibilidade e organização. Os nomes e as variáveis não transmitem o propósito da função, dificultando a sua leitura e compreensão, contrariando o princípio de nomes claros e descritivos (MARTIN, 2008) do código limpo. A função também retorna dois tipos de dados (int e String), o que compromete o uso da função em contextos variados. O ideal é que a função tenha um único tipo de retorno, e que possíveis erros sejam tratados como exceções ou valores predefinidos. O número 10 aparece duas vezes no código, tanto na condição quanto no loop. Esse número não está claramente explicado, o que Martin denomina de números mágicos (MARTIN, 2008), tornando difícil entender seu propósito. Ele deve ser substituído por uma constante com um nome descritivo, indicando o motivo do seu uso.

Uma possível refatoração seria semelhante a apresentada na figura 11, onde mudanças no código o tornaram mais fácil de ler e manter. Aqui, nomes descritivos foram usados — por exemplo, a função `c` foi renomeada para `calcularSomaRepetida` e as variáveis `n1`, `n2` e `r` para `numero1`, `numero2` e `resultado`, o que pode permitir que o leitor entenda o código sem comentários. Em segundo lugar, números mágicos, por exemplo 10, foram substituídos por constantes (`LIMITE_VALIDACAO` e `NUMERO_DE_REPETICOES`). Esse fato deixa claro o propósito dos valores e centraliza quaisquer modificações futuras.

Figura 11 – Exemplo de função refatorada segundo os princípios de código limpo

```
funcao_refatoradas.dart

const int LIMITE_VALIDACAO = 10;
const int NUMERO_DE_REPETICOES = 10;

String calcularSomaRepetida(int numero1, int numero2) {
  if (!validaNumerosMaioresQueLimite(numero1, numero2)) {
    return 'Parâmetros inválidos';
  }

  return somaRepetida(numero1, numero2).toString();
}

bool validaNumerosMaioresQueLimite(int numero1, int numero2) {
  return numero1 > LIMITE_VALIDACAO && numero2 >
  LIMITE_VALIDACAO;
}

int somaRepetida(int valor1, int valor2) {
  int resultado = 0;
  for (int i = 0; i < NUMERO_DE_REPETICOES; i++) {
    resultado += valor1 + valor2;
  }
  return resultado;
}
```

Fonte: Autor (2025)

A reorganização do código incluiu a divisão das responsabilidades em três funções menores, cada uma responsável por sua tarefa. Esse fato melhora a testabilidade e a reutilização do código. A função `calcularSomaRepetida` agora foi tornada consistente em seu valor de retorno para sempre retornar uma `String`, a fim de torná-la uniforme e manter possíveis erros sob controle. Por último, mas não menos importante, pequenas mensagens de erro descritivas no lugar de valores numéricos foram adicionadas para que a descoberta de problemas seja mais fácil durante o desenvolvimento e a depuração.

Outro conjunto de princípios que estão intimamente ligados a um código bem escrito são os princípios do SOLID, definidos como diretrizes essenciais para os desenvolvedores de software criarem software de alta qualidade (OKTAFIANI; SAPUTRA, 2022). A sigla 'SOLID' é um acrônimo para os princípios básicos em programação e design orientados a objetos, que visam melhorar a manutenibilidade, escalabilidade e flexibilidade do código, onde cada letra representa um dos princípios que os desenvolvedores devem seguir ao escrever software que seja sustentável e compreensível. São eles:

1. Princípio de Responsabilidade única (SRP): Estabelece que uma classe deve ter uma única responsabilidade ou um único motivo para mudar;
2. Princípio Aberto/Fechado (OCP): As classes devem estar abertas para extensão e fechadas para modificação, ou seja, o comportamento de uma classe pode ser estendido sem alterar o código que já existe nela, por meio de composição ou herança.
3. Princípio de Substituição de Liskov (LSP): Os objetos de uma classe derivada devem substituir a superclasse sem alterar o comportamento do software.
4. Princípio de Segregação de Interfaces (ISP): Define que classes não devem implementar interfaces que não utilizam, promovendo a criação de interfaces menores e específicas.
5. Princípio de Inversão de Dependências (DIP): Defende que os módulos de uma aplicação devem depender apenas de abstrações (interfaces) ou invés de implementações com classes concretas, resultando em um baixo acoplamento entre as camadas do software.

Aplicar os princípios do SOLID torna os sistemas de software menos complexos. Desenvolver sob essas diretrizes capacita os desenvolvedores a criar sistemas que podem ser mais sustentáveis, extensíveis e refatorados ao longo do tempo (GUIMARÃES, 2021). Eles promovem as melhores práticas em design orientado a objetos ao defender que o software seja modular, portanto, fácil de testar e manter. Este será um fator crítico para o sucesso a longo prazo do projeto.

A adoção de uma arquitetura modular no desenvolvimento de software, oferece várias vantagens significativa para a vida do sistema a longo prazo. Ela abre caminhos para estender o sistema com novas funcionalidades de forma fácil e com o mínimo possível de modificações no sistema existente (ZULUAGA *et al.*, 2022). Isso significa simplesmente que os módulos podem ser desenvolvidos independentemente de uma forma que quando novos requisitos aparecem, os desenvolvedores podem facilmente criar novos módulos ou atualizar os existentes sem nenhuma interrupção no funcionamento de todo o sistema.

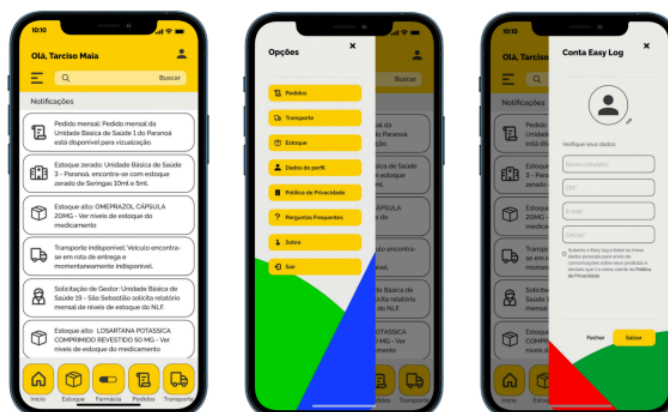
Ao projetar software em blocos independentes, os componentes podem ser reutilizados em diferentes projetos ou sistemas, o que reduz o tempo e o esforço de desenvolvimento, pois os desenvolvedores podem aproveitar os módulos existentes em vez de começar do zero (ZULUAGA *et al.*, 2022). Cada bloco também pode ser testado de forma independente, o que simplifica o processo de validação. Essa abordagem permite a detecção precoce de problemas, reduzindo o risco de propagação de erros pelo sistema.

Enquanto a qualidade é trazida à experiência do usuário final a partir de boas práticas de programação e uma arquitetura modular no software sendo bem projetada, a facilidade de uso, que finalmente assegura satisfação no uso do software, é trazida por uma interface bem projetada. Nesse aspecto, desenvolver uma boa interface é crucial para aprimorar a experiência do usuário, garantindo que eles possam navegar com facilidade e encontrar as informações de que precisam sem frustração, retraindo os usuários e incentivando-os a retornar ao aplicativo (SANTOSO, 2024).

Um princípio orientador de uma boa interface de usuário é a intuitividade do design. Uma tela orientada ao usuário torna mais fácil interagir com alguém, mostrando claramente como usar um produto, encurtando assim a curva de aprendizado e aumentando a satisfação. A aparência uniforme por ter elementos de design uniformes de cor, fonte e layout entre os designs traz sentimentos de conforto entre os usuários. Uma tela bem projetada adere a um sistema de design que cria harmonia entre os componentes da tela, todos os quais são muito importantes para uma aparência profissional e confiança do usuário (SANTOSO, 2024).

Dentre as várias ferramentas de prototipagem de interfaces disponíveis no mercado, O Figma é apresentado como uma ferramenta poderosa para design de aplicativos móveis, com foco na criação da interface do usuário e no suporte ao desenvolvedor por meio de componentes e princípios de design bem estruturados (HEPFER, 2023). Ele permite a criação de componentes reutilizáveis (figura 12), o que significa que elementos de design, como botões e ícones, podem ser usados em diferentes partes do aplicativo sem a necessidade de recriação, economizando tempo e garantindo consistência no design.

Figura 12 – Interfaces construídas com Figma



Fonte: Maia (2023)

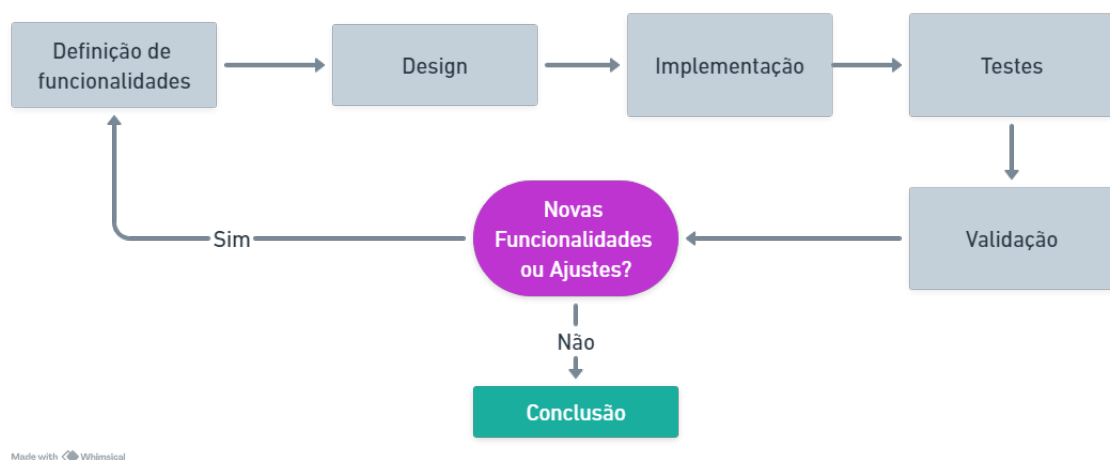
A ferramenta permite a adição de interações e animações, tornando o protótipo mais realista e interativo, o que é essencial para testar a navegação e a funcionalidade do aplicativo. Também é possível compartilhar o protótipo facilmente, fazendo com

que outras pessoas também possam colaborar no desenvolvimento da interface (MAIA, 2023). Oferece ainda, recursos que facilitam o design responsivo, permitindo que os designers criem interfaces que se adaptam a diferentes tamanhos de tela, comportamento crucial para garantir uma boa experiência do usuário em dispositivos móveis (MAIA, 2023).

4 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia de desenvolvimento do módulo de perfil do paciente, onde os usuários realizaram exercícios de treino de fala com o objetivo de dar continuidade à sua reabilitação, com toda a motivação e engajamento proporcionada pela gamificação (DAN, 2022). Abaixo, está representado um fluxograma de desenvolvimento do software (figura 13).

Figura 13 – Etapas de desenvolvimento



Fonte: Autor (2025)

4.1 PROSPECÇÃO DE FUNCIONALIDADES

As funcionalidades prospectadas, listadas na tabela 4 refletem tanto na capacidade de os usuários conseguirem realizar a terapia de fala pelo aplicativo, via contexto específico da solução, quanto em funcionalidades mais genéricas mas que são indispensáveis para qualquer software.

Tabela 4 – Funcionalidades prospectadas

Nº	Funcionalidade
1	Visualização de Lições e Atividades
2	Captura de Áudio
3	Visualização de vídeos demonstrativos
4	Abertura da câmera frontal
5	Escuta e descarte do áudio
6	Avaliação automática do áudio
7	Associação á fonoaudiólogos
8	Ranking de participantes
9	Desafio da Semana
10	Recursos Grátis e Premium
11	Suporte a pagamento
12	Autenticação do Usuário
13	Recurso de Notificações

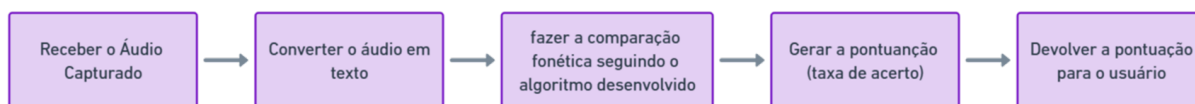
Fonte: Autor (2025)

A funcionalidade de visualização de lições (1) e atividades permite que os usuários (pacientes) acessem as lições e atividades disponíveis no aplicativo. Cada lição pode ser organizada por níveis de dificuldade e objetivos terapêuticos. Na captura de áudio (2), o paciente deve conseguir gravar sua própria voz ao realizar os exercícios propostos, permitindo que ele tenha a sua pronúncia avaliada pela inteligência artificial e a possibilidade de feedback do fonoaudiólogo sobre a fala produzida . A Visualização dos vídeos demonstrativos (3) deve evidenciar a forma correta de articular os sons e palavras devem estar presentes na tela que antecede a captura do áudio, servindo como referência visual e auditiva para o paciente no momento em que ele gravar a sua pronúncia.

o paciente também deverá ser capaz de fazer a abertura da câmera frontal (4), para conseguir visualizar sua própria face e boca durante a execução dos exercícios, auxiliando no controle motor da articulação da fala, reforçando o feedback visual, fundamental para pacientes com apraxia de fala. Após a gravação de um exercício, o paciente pode ouvir sua própria voz para comparar com o modelo demonstrativo. Se não estiver satisfeito, pode descartar a gravação e tentar novamente, promovendo maior autonomia no aprendizado, justificando assim a funcionalidade de escuta e descarte do áudio (5). Já a avaliação automática do áudio (6) é uma funcionalidade essencial para que o paciente receba um feedback imediato sobre sua pronúncia. É

nessa funcionalidade que a inteligência artificial do aplicativo analisará o áudio gravado e comparará a articulação do paciente com um modelo de referência, fornecendo uma pontuação, conforme apresentado na figura 14.

Figura 14 – Fluxo do áudio capturado na Inteligência Artificial



Fonte: Autor (2025)

Além disso, essa avaliação será compartilhada com o fonoaudiólogo, permitindo que o profissional acompanhe a evolução do paciente de forma remota.

A funcionalidade de associação a fonoaudiólogos (7) possibilita que o paciente se conecte ao seu profissional de referência dentro do aplicativo. Com essa associação, o fonoaudiólogo pode monitorar o progresso, acessar os áudios enviados, sugerir novos exercícios e personalizar o plano terapêutico conforme a necessidade individual do paciente. Esse recurso fortalece a relação entre profissional e paciente, garantindo que a terapia seja ajustada conforme a evolução do usuário.

Para estimular a motivação e engajamento na prática terapêutica, o aplicativo conta com um ranking de participantes (8). Esse ranking pontua os usuários com base no número de exercícios realizados e na precisão de sua pronúncia, criando um elemento gamificado que incentiva a constância no uso da plataforma. A progressão dentro do ranking pode servir como estímulo adicional para que os pacientes pratiquem regularmente os exercícios propostos. Além do ranking, o desafio da semana (9) é uma funcionalidade projetada para incentivar os usuários a praticarem de forma contínua. A cada semana, o aplicativo propõe um conjunto específico de exercícios que devem ser concluídos dentro do prazo estabelecido. Esses desafios podem ser personalizados conforme a fase terapêutica do paciente e, ao serem completados, podem render recompensas dentro do aplicativo, reforçando a adesão ao tratamento.

Para tornar o aplicativo mais acessível, a plataforma conta com a funcionalidade de recursos grátis e premium (10). A versão gratuita oferece um conjunto básico de exercícios e funcionalidades essenciais para a terapia, enquanto a versão premium desbloqueia conteúdos adicionais, exercícios avançados. Para suportar esse modelo de monetização, o aplicativo implementa um sistema de pagamento (11), permitindo que os usuários adquiram planos pagos diretamente pela plataforma, garantindo um fluxo contínuo de acesso aos recursos terapêuticos.

A autenticação do usuário (12) garante que cada paciente e fonoaudiólogo tenha um perfil individual dentro do app, permitindo o acesso seguro às informações e progresso do tratamento. Esse sistema de login protege os dados pessoais dos

usuários e segue as diretrizes da LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais), assegurando que as informações compartilhadas dentro do aplicativo sejam tratadas com confidencialidade e segurança.

Por fim, o recurso de notificações (13) desempenha um papel fundamental no estímulo à prática frequente dos exercícios. O aplicativo envia lembretes sobre atividades, reforçando a continuidade do tratamento e evitando que os pacientes interrompam sua rotina terapêutica, garantindo um melhor aproveitamento das funcionalidades oferecidas pelo aplicativo.

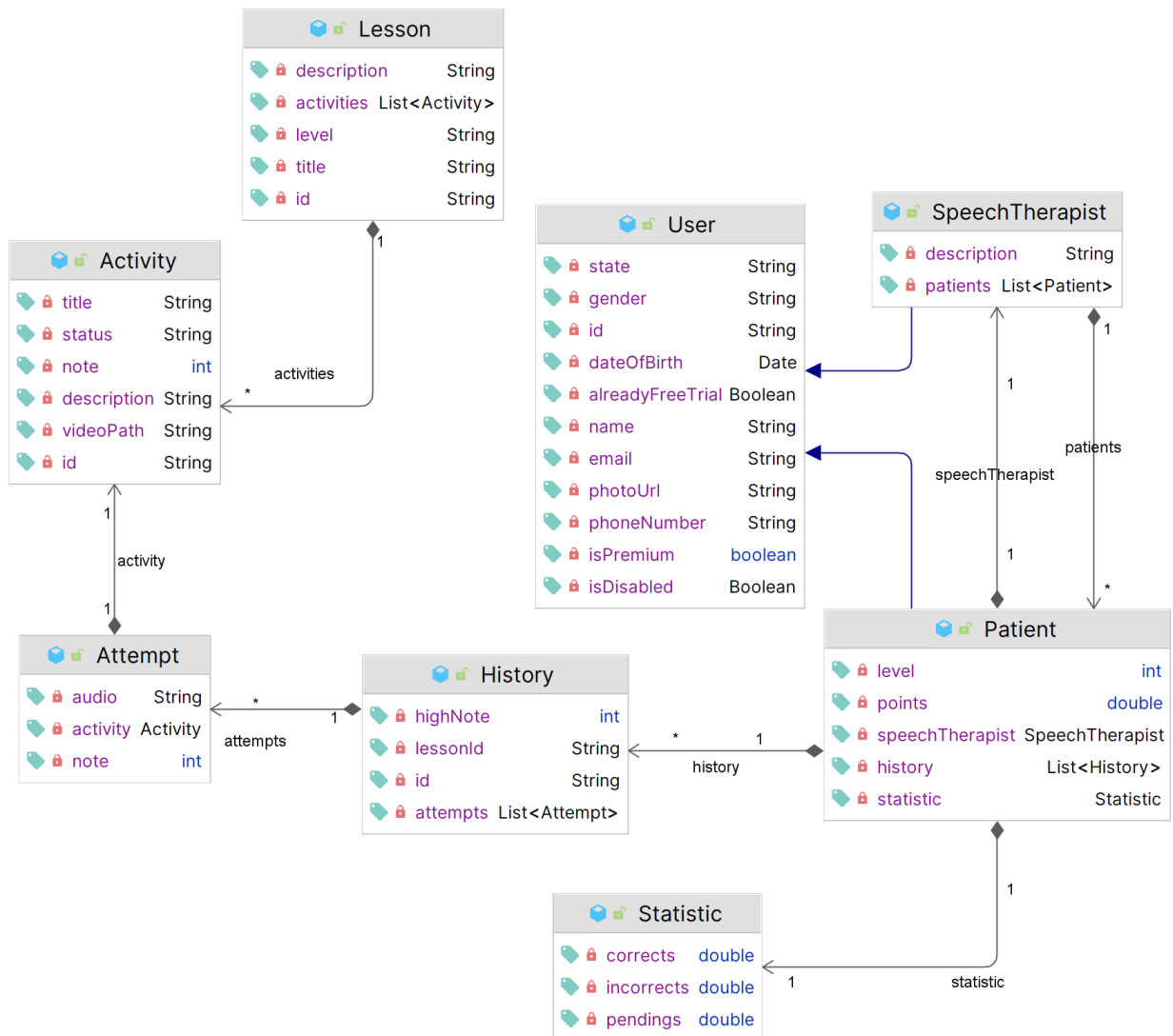
Todas as funcionalidades estão detalhadas no backlog do produto presente no apêndice A, onde há além da definição da funcionalidade, uma descrição detalhada acerca dela e a lista de tarefas necessárias para implementar a funcionalidade.

4.2 DESIGN

4.2.1 Arquitetura

O diagrama de classes da aplicação presente figura 15 representa a estrutura estática do sistema, descrevendo as principais classes que compõem o aplicativo, seus atributos e os relacionamentos entre elas. Esse diagrama é fundamental para entender a organização do software, pois define como os dados são estruturados e como os diferentes componentes conversam entre si.

Figura 15 – Diagrama de classes base da aplicação



Fonte: Autor (2025)

O diagrama de classes do aplicativo modela a estrutura principal do sistema, representando as entidades que compõem a aplicação, seus atributos e os relacionamentos entre elas. Ele estabelece a organização dos dados e a interação entre os usuários, atividades e funcionalidades do aplicativo. A modelagem reflete a necessidade de um ambiente estruturado para a prática terapêutica, permitindo que pacientes realizem exercícios, recebam feedbacks e sejam acompanhados por fonoaudiólogos.

A classe Lesson (Lição) é responsável por armazenar informações sobre cada lição disponível no aplicativo, onde cada lição está associada a uma lista de Activity (Atividades), que representam os exercícios práticos a serem realizados pelos pacientes. Dentro de cada atividade, os pacientes podem realizar múltiplas tentativas, que são registradas na classe Attempt (Tentativa). Essa classe armazena informações como o áudio gravado pelo usuário, a atividade relacionada e a nota recebida. Cada tentativa é

vinculada a um History (Histórico), que contém o desempenho do paciente ao longo das lições. O histórico inclui dados como a maior nota obtida, o identificador da lição e a lista de tentativas associadas, permitindo que os usuários acompanhem seu progresso ao longo do tempo.

A classe User (Usuário) representa os indivíduos que utilizam o aplicativo, contendo informações como nome, e-mail, telefone, gênero, estado, data de nascimento e foto de perfil. Além disso, possui atributos que determinam se possui uma conta premium e se está desativado no sistema. Essa classe serve como base para duas categorias principais de usuários: SpeechTherapist (Fonoaudiólogo) e Patient (Paciente).

Os fonoaudiólogos cadastrados no sistema são representados pela classe SpeechTherapist, que contém um campo de descrição profissional e uma lista de pacientes sob sua responsabilidade. Essa relação possibilita que o profissional acompanhe o progresso dos pacientes, forneça feedbacks personalizados e adapte o tratamento conforme a necessidade de cada indivíduo. Já os pacientes, representados pela classe Patient, possuem atributos como nível de aprendizado, pontuação acumulada e vínculo com um fonoaudiólogo. Cada paciente possui um histórico de atividades que reflete seu desempenho ao longo do uso do aplicativo.

Para quantificar o progresso dos pacientes, o sistema inclui a classe Statistic (Estatísticas), que armazena métricas sobre o desempenho do usuário. Entre os atributos registrados, estão a quantidade de respostas corretas, incorretas e pendentes, permitindo que o fonoaudiólogo e o próprio paciente avaliem a evolução do tratamento de forma clara e objetiva.

O relacionamento entre essas classes define a estrutura central do software, garantindo que a interação entre pacientes e fonoaudiólogos ocorra de maneira organizada e eficiente. O modelo também possibilita o armazenamento de informações essenciais para o acompanhamento do progresso do paciente, permitindo que o aplicativo forneça um suporte personalizado para a terapia da fala.

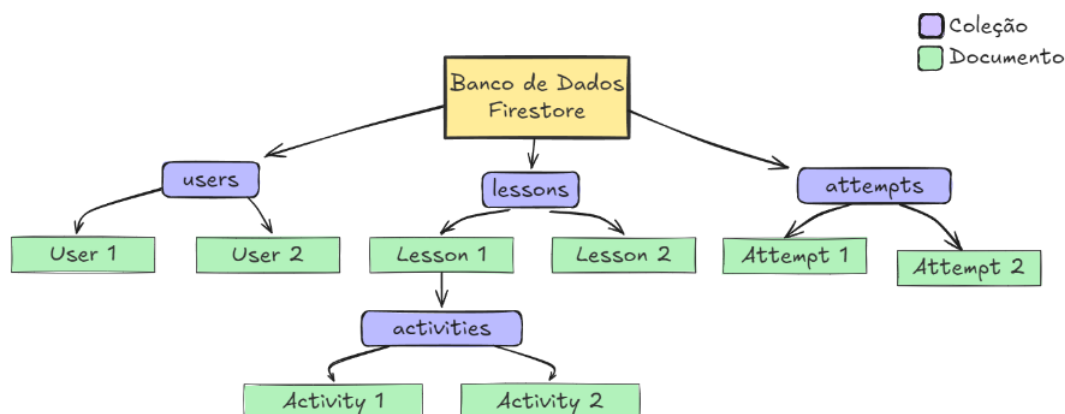
O diagrama apresenta os principais componentes, que estão presentes na maioria dos módulos da aplicação. A classe User representa dados básicos de usuários, e é estendida pelas classes Patient e SpeechTherapist, que constituem o paciente e fonoaudiólogo, respectivamente. O diagrama contempla também a classe Lesson, remetendo um lição com um nível de complexidade, composto de atividades (classe Activity) a serem realizadas pelo paciente, que são os exercícios de pronúncia.

Cada vez que um paciente executa um treino de fala, ou seja, faz uma atividade, essa execução é quantificada e registrada no sistema como uma tentativa (classe Attempt). Todas as tentativas de uma atividade são armazenadas em um histórico (classe History), que registra a maior pontuação obtida entre as tentativas.

No banco de dados, as coleções de documentos estão representadas na figura

16, permitindo uma estrutura flexível e escalável.

Figura 16 – Diagrama de banco de dados



Fonte: Autor (2025)

Ele é composto por 3 coleções principais: users (usuários), lessons (lições) e attempts (tentativas). Cada uma dessas coleções armazena documentos individuais, que representam entidades específicas do sistema. A coleção users contém documentos que representam os usuários do sistema, onde cada documento armazena informações sobre um usuário específico, como nome, e-mail, progresso no aprendizado e preferências. A coleção lessons armazena documentos que representam as lições do sistema. Cada lição é um documento individual, identificado por um nome único, que contém informações do título da lição, descrição e uma sub-coleção chamada activities, que armazena atividades específicas associadas a essa lição. As atividades podem incluir diferentes tipos de exercícios, como gravação de áudio, vídeos interativos ou testes de múltipla escolha. Cada atividade possui atributos de título, descrição, link do vídeo de apoio e capa do vídeo.

A terceira coleção, denominada attempts, registra as tentativas feitas pelos pacientes ao realizar as atividades ou lições. Cada documento dentro dessa coleção representa uma tentativa específica e contém informações do usuário que realizou a tentativa, atividade associada, resultado obtido, e transcrição. Esse modelo permite que o sistema acompanhe o desempenho dos usuários ao longo do tempo, possibilitando análises detalhadas sobre sua evolução.

A estrutura hierárquica do Firestore permite organizar os dados de forma eficiente, eliminando a necessidade de consultas complexas como as usadas em bancos de dados relacionais.

Figura 17 – Corpo de cada tipo de documento

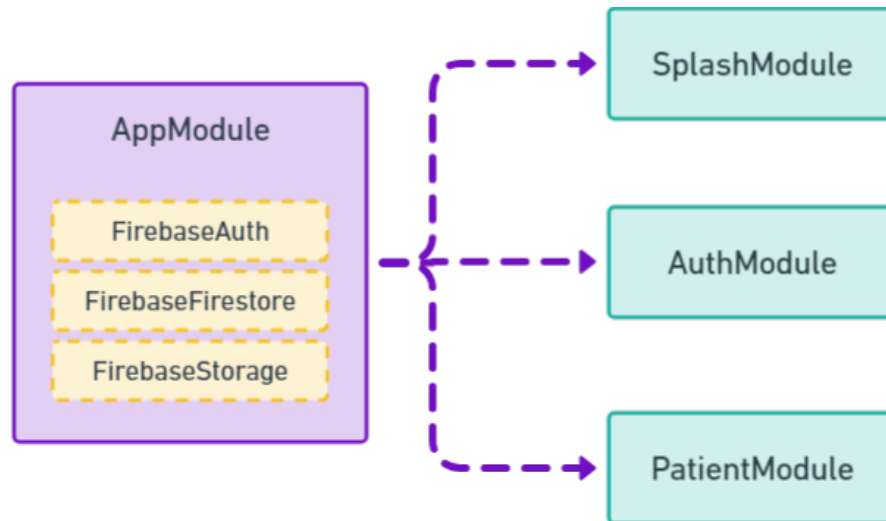


Fonte: Autor (2025)

A figura 17 explicita a estrutura de dados dos documentos que foram armazenados em cada coleção com nome do campo o tipo do dado. Cada documento dentro das coleções possuem uma estrutura específica, armazenando diferentes tipos de informações de acordo com sua função no sistema. Vale ressaltar também que foram criadas outras coleções acessórias (não listadas no esquema) que servirão apenas de apoio às coleções principais, visando otimizar o desempenho das leituras. Com isso, temos um banco de dados flexível e organizado, garantindo que o armazenamento dos dados seja eficiente e adequado ao propósito do aplicativo.

Para estruturar a aplicação, a abordagem modular permitiu uma organização mais eficiente do código, tornando o sistema mais escalável, reutilizável e de fácil manutenção. O primeiro módulo (raiz) da aplicação possui como binds os serviços do Firebase, que fornece os recursos de autenticação e acesso aos bancos de dados e arquivos (figura 18). Esses recursos possuem instâncias únicas que a todo momento podem ser acessadas por outros módulos.

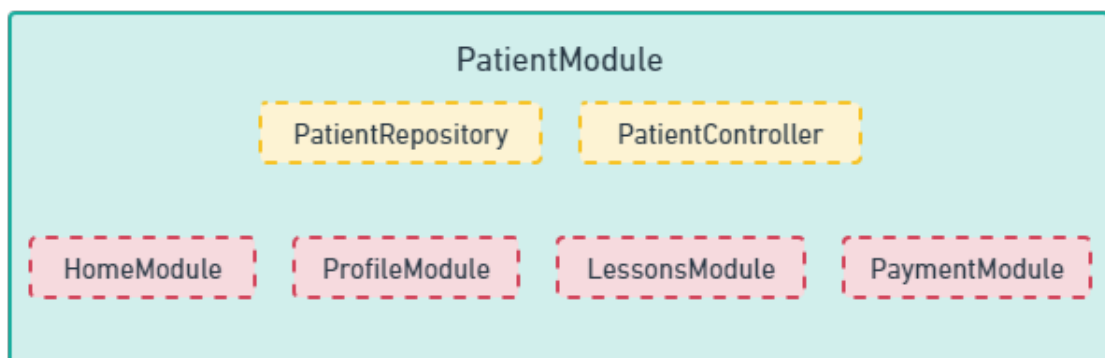
Figura 18 – AppModule (módulo raiz)



Fonte: Autor (2025)

Ele também possui conexão direta a outros módulos de boas vindas, autenticação, módulo do paciente e ranking, permitindo que estes consumam os recursos criados no módulo raiz. O módulo paciente concentra outros módulos com as principais funcionalidades, composta pelos módulos apresentados na figura 19, além de um repositório de dados e um controlador de estado.

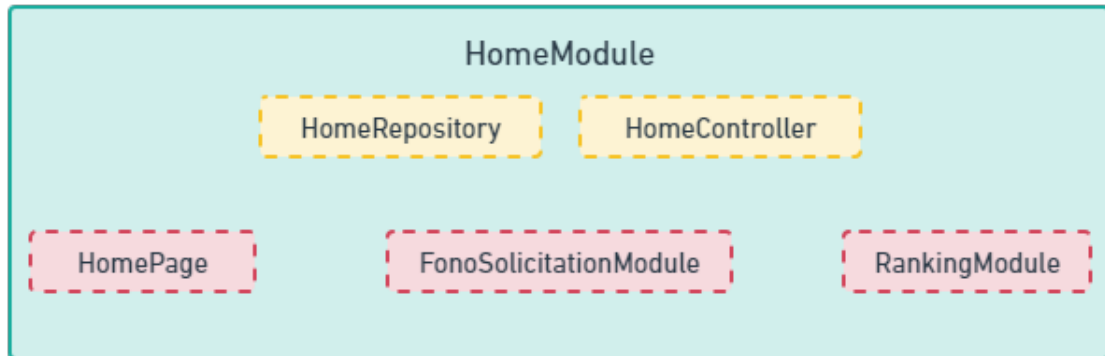
Figura 19 – Módulo do paciente



Fonte: Autor (2025)

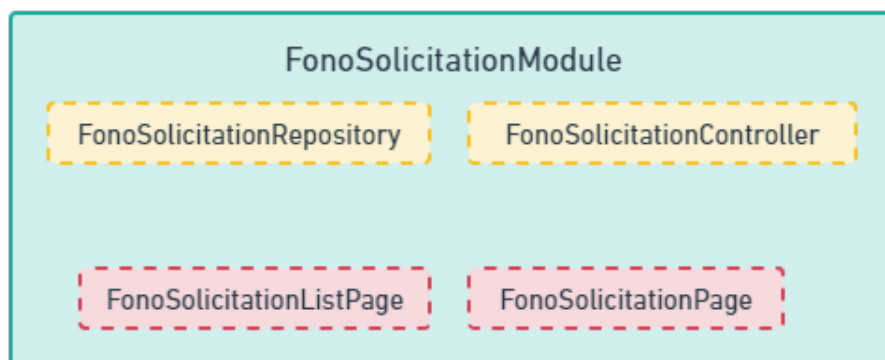
O módulo inicial (home) exposto na figura 20, é composto pela página inicial do aplicativo e pelos módulos de interação com o fonoaudiólogo (figura 21) que contém uma estrutura semelhante ao módulo inicial, mas com duas páginas, onde o paciente será capaz de buscar os profissionais para fazer o seu acompanhamento através do app. Existe também um módulo de ranking, onde o paciente poderá visualizar os avanços e conquistas dos demais usuários da aplicação.

Figura 20 – Módulo inicial (home)



Fonte: Autor (2025)

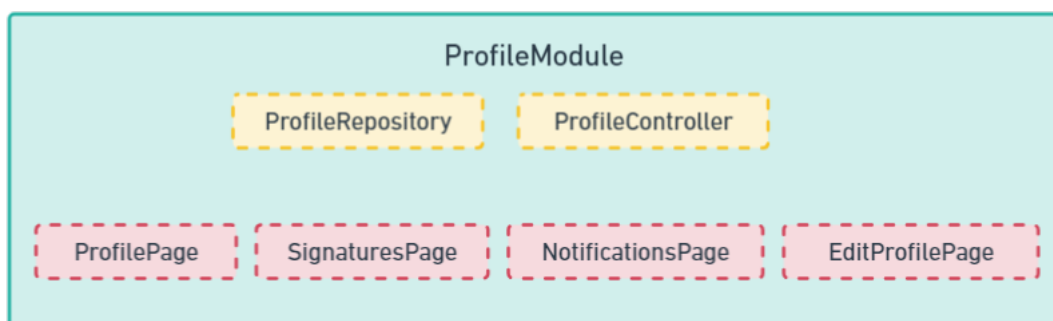
Figura 21 – Módulo de interação com o fonoaudiólogo (fono solicitation)



Fonte: Autor (2025)

Já o módulo de perfil (profile), estão, além do repositório de dados e controlador de estado, as páginas referentes a visualização das informações do usuário, gerenciamento de assinatura, notificações e edição dos dados cadastrais, como aparece na figura 22.

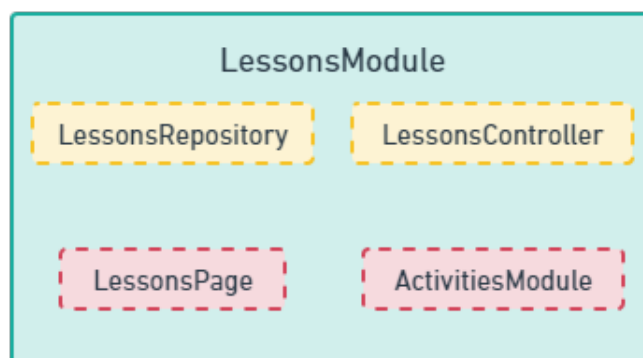
Figura 22 – Módulo de perfil (profile)



Fonte: Autor (2025)

Outro módulo importante é o de lições, que concentra as telas de listagem das lições e atividades presente no aplicativo. As telas de execução do exercício de fala e feedback do resultado também ficarão guardadas neste módulo, especificamente dentro do submódulo de atividades (activities), exibido na figura 23.

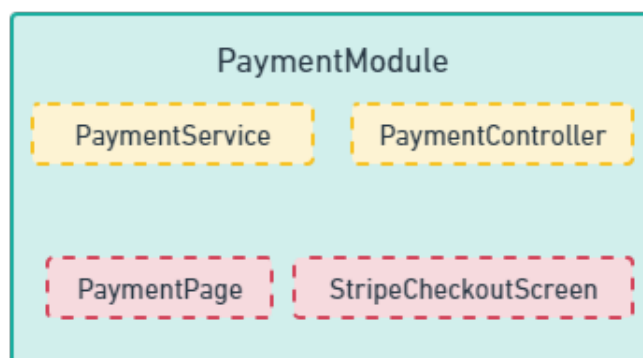
Figura 23 – Módulo de lições (lessons)



Fonte: Autor (2025)

Por último, existe um módulo acessório de pagamentos (figura 24), por onde o usuário conseguirá fazer assinatura dos recursos pagos. Ele possui uma conexão externa com o Stripe, uma ferramenta de pagamento por onde os usuários conseguirão finalizar a assinatura.

Figura 24 – Módulo de pagamento (payment)

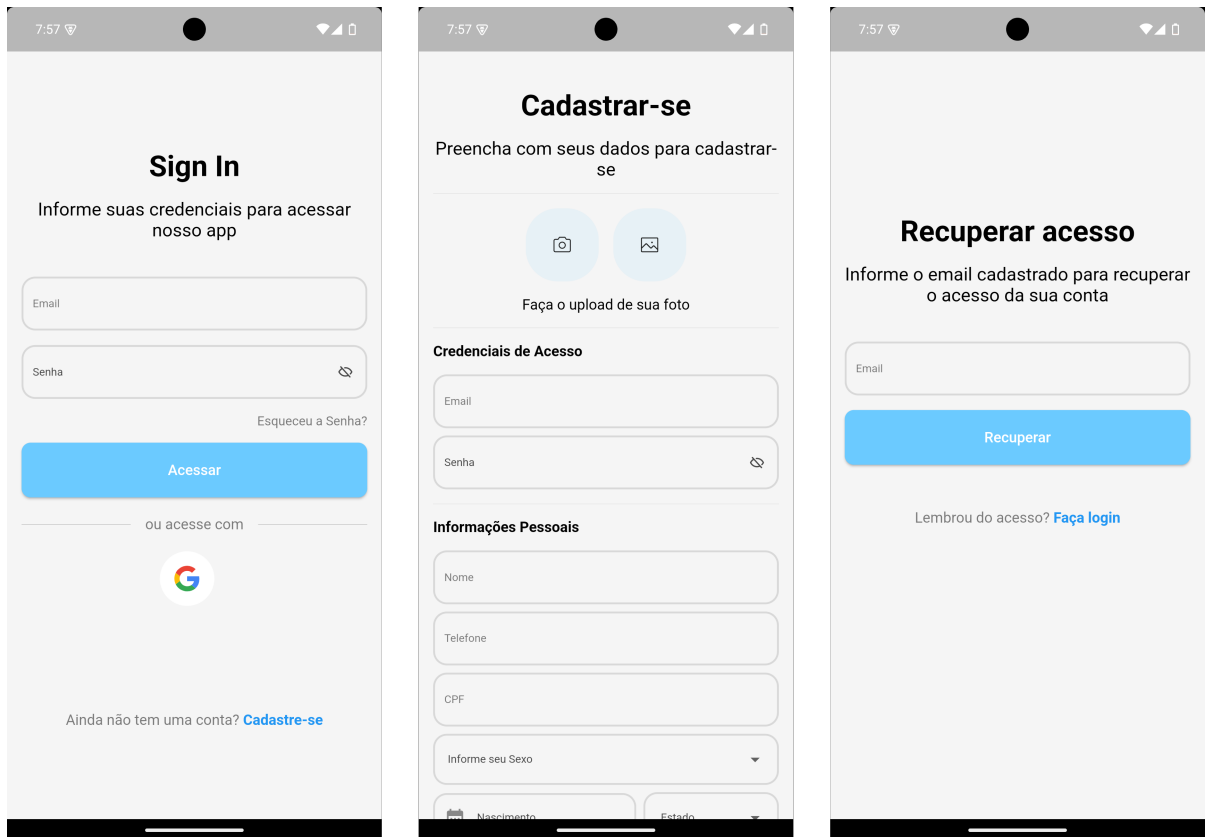


Fonte: Autor (2025)

4.2.2 Interfaces gráficas

Cada módulo descrito na etapa anterior possui um conjunto de telas associadas, por onde os usuários finais conseguem interagir com a aplicação.

Figura 25 – Telas do módulo de autenticação

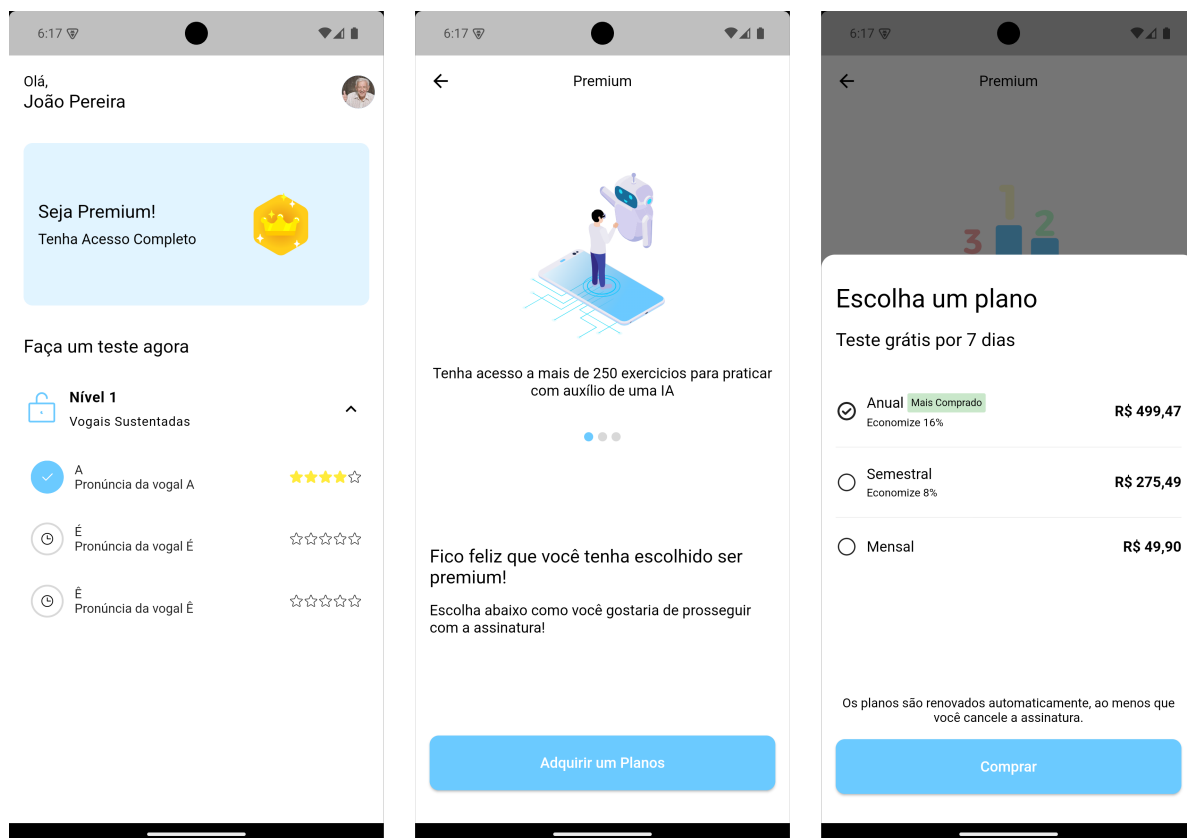


Fonte: Autor (2025)

A figura 25 ilustra as telas de login, cadastro e recuperação de acesso, ambas referentes às funcionalidades de autenticação (tabela 4, funcionalidade 12). Ao entrar no aplicativo é necessário informar e-mail e senha ou cadastrar-se preenchendo o formulário com as informações solicitadas em cada campo. Caso o usuário tenha esquecido sua senha, ele poderá recuperá-la informando o e-mail utilizado durante o cadastro.

Ao entrar no aplicativo, o usuário poderá testar algumas funcionalidades básicas, que serão limitadas a uma lição. Essa lição dará ao usuário um pequeno panorama de como o aplicativo pode ser útil durante a terapia de fala. Caso ele queira ter acesso irrestrito a todas as funcionalidades do sistema, ele deverá assinar um dos planos que estarão disponíveis dentro do app. As telas referentes a essa funcionalidade estão representadas na figura 26, associada à diferenciação entre os recursos gratuitos e premium (tabela 4, funcionalidade 10), além do suporte a pagamento (tabela 4, funcionalidade 11).

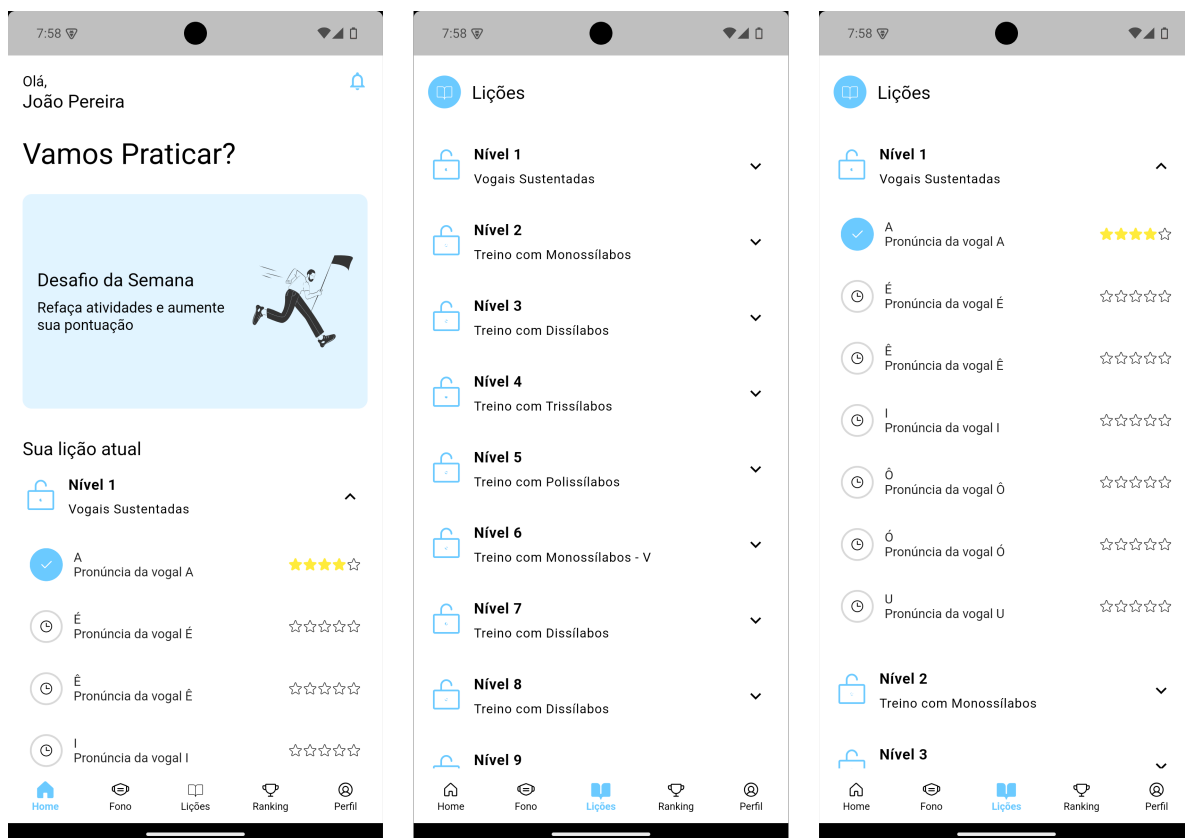
Figura 26 – Telas da versão gratuita do aplicativo



Fonte: Autor (2025)

Assim que o usuário assinar o aplicativo, ele terá acesso a uma tela inicial completa, com todas as lições e atividades disponíveis (tabela 4, funcionalidade 1). Logo na tela inicial, ele conseguirá visualizar a lição atual, podendo continuar os seus treinos exatamente de onde parou. Ele terá acesso ao "Desafio da Semana" (tabela 4, funcionalidade 9), que propõe uma atividade extra ao usuário. Também é possível acessar o menu e visualizar todas as lições disponíveis no aplicativo (figura 27).

Figura 27 – Telas da versão completa do aplicativo

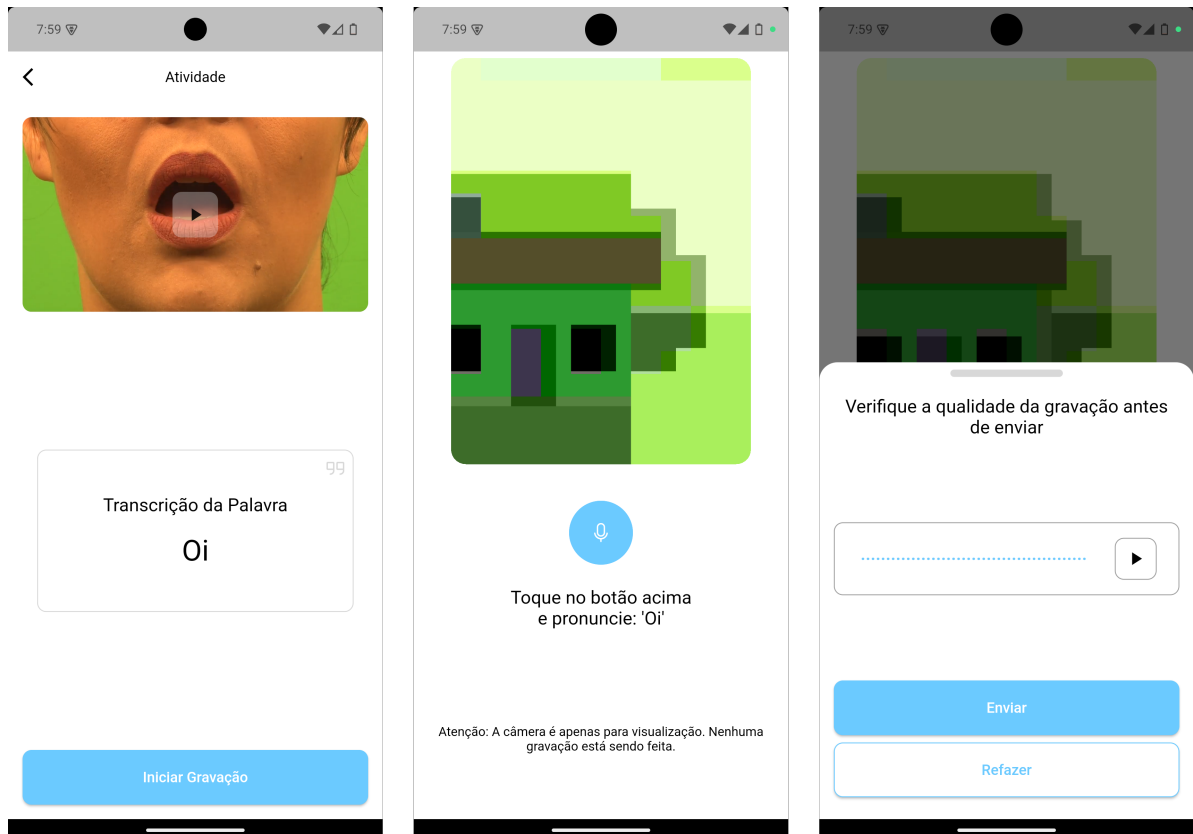


Fonte: Autor (2025)

Para fazer uma atividade de treino de fala, os passos são simples:

1. Selecionar a atividade desejada (tabela 4, funcionalidade 1);
2. Reproduzir o vídeo de apoio (tabela 4, funcionalidade 3);
3. Fazer a captura de áudio tentando pronunciar o que foi solicitado (tabela 4, funcionalidade 2);
4. Submeter a captura à avaliação da inteligência artificial (tabela 4, funcionalidade 6).

Figura 28 – Telas do fluxo de execução de uma atividade

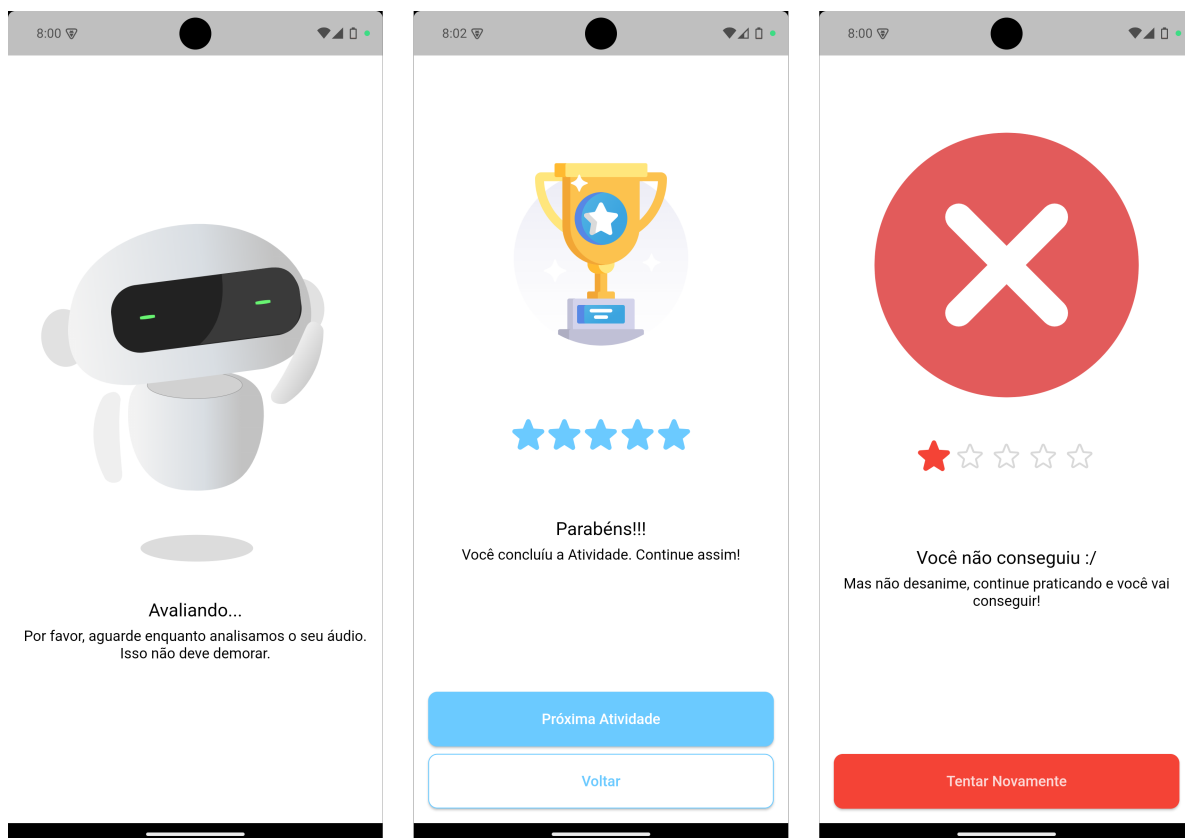


Fonte: Autor (2025)

Todo esse fluxo é apresentado na figura 28. A tela de captura do áudio conta ainda com o auxílio da câmera, para que o usuário possa visualizar a gesticulação que está fazendo ao tentar reproduzir a pronúncia (tabela 4, funcionalidade 4).

Ao submeter a captura à inteligência artificial, ela será avaliada, e um resultado quantificado em "estrelinhas" será retornado ao usuário (tabela 4, funcionalidade 6). Se ele obtiver um resultado maior ou igual a 60

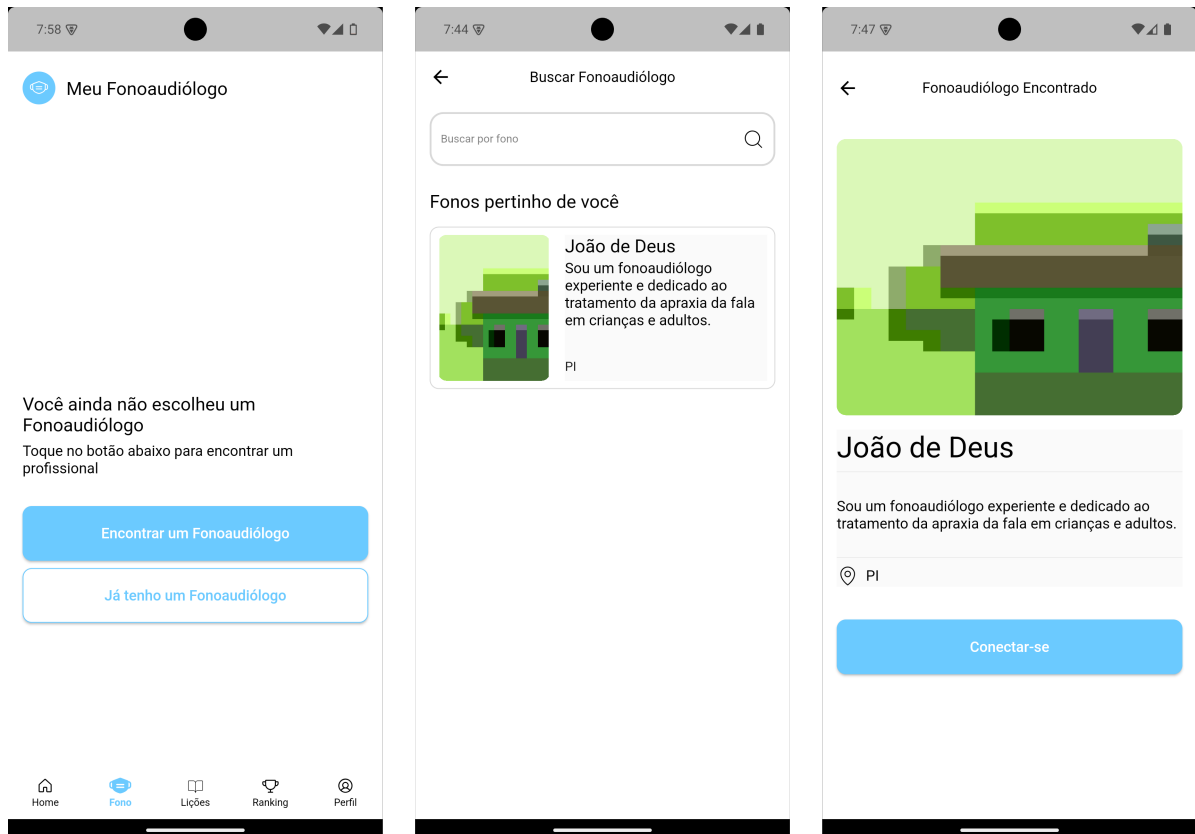
Figura 29 – Telas de feedback ao usuário



Fonte: Autor (2025)

Conforme apresentado na arquitetura, existem também as telas de solicitação de fonoaudiólogo, ranking e perfil. Para solicitar o acompanhamento de um profissional, é necessário fazer uma busca com base na localização (tabela 4, funcionalidade 7). Ao encontrar um profissional, o paciente pode solicitar o acompanhamento pelo próprio aplicativo, que, caso aceito, passará a ser acompanhado pelo fonoaudiólogo. As interfaces deste fluxo são apresentadas na figura 30.

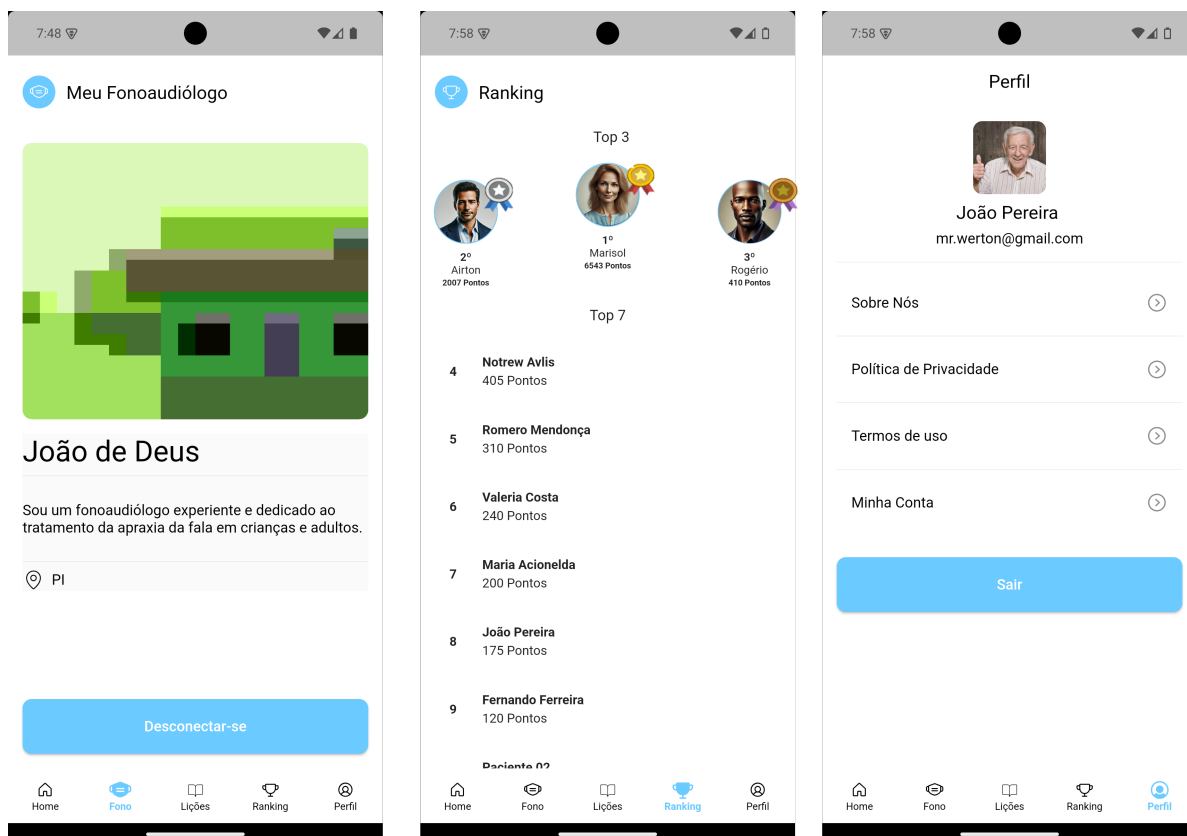
Figura 30 – Telas de solicitação de fonoaudiólogo



Fonte: Autor (2025)

Por fim, a figura 31 mostra as interfaces das informações do fonoaudiólogo associado ao paciente (tabela 4, funcionalidade 7), do ranking que pode ser consultado para ver a pontuação de outros usuários dentro do aplicativo (tabela 4, funcionalidade 8) e do perfil do usuário, que contém as informações sobre a conta, além de informações úteis sobre o aplicativo, termos de uso e política de privacidade.

Figura 31 – Telas de informações do profissional, ranking e perfil



Fonte: Autor (2025)

Os recursos de gamificação utilizados foram: o sistema de pontos, que são acumulados à medida que o paciente evolui dentro das lições (figura 31, 4, funcionalidade 8); os desafios semanais (figura 27, 4, funcionalidade 9), que funcionam como uma forma de o paciente conseguir pontos extras; o feedback intuitivo (figura 29, 4, funcionalidade 6), no formato de "estrelinhas"; e o ranking de pontuação, que incentiva os usuários a evoluírem (figura 31, 4, funcionalidade 8), com recompensas à medida que o usuário alcança determinada pontuação. Esses recursos são essenciais para promover motivação e engajamento durante a terapia pelo aplicativo (MARQUES *et al.*, 2022).

4.3 IMPLEMENTAÇÃO

Antes de iniciar a implementação, foi necessário estruturar as sprints com suas respectivas atividades. Esse planejamento permitiu dividir o desenvolvimento do app em ciclos curtos e iterativos, garantindo entregas incrementais e contínuas melhorias ao longo do processo. Ao longo do desenvolvimento, foram realizadas 6 sprints, cada uma com objetivos específicos para a implementação progressiva das funcionalidades. A primeira sprint focou na estruturação das interfaces e dos componentes essenciais, conforme detalhado na tabela 5, e teve como foco a implementação das interfaces

principais e dos componentes essenciais para a funcionalidade do aplicativo, garantindo uma estrutura básica para a interação do usuário com as lições e atividades.

Tabela 5 – Sprint 1

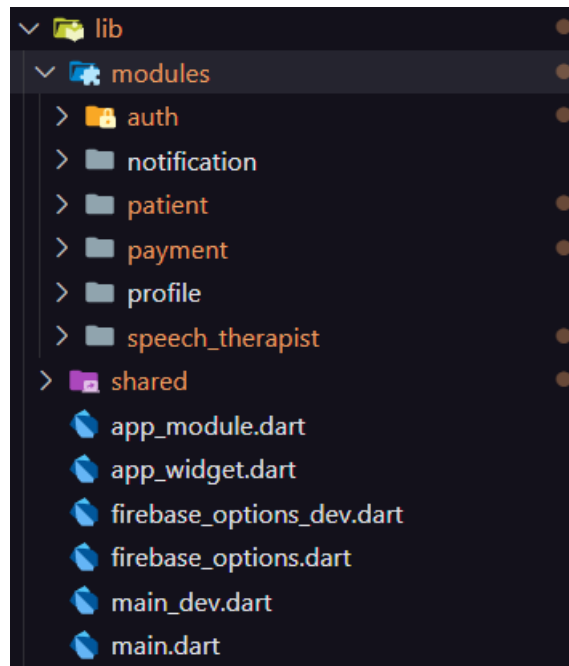
Nº da Sprint	Tarefa	Tamanho
1	codificar interface para listagem de lições	P
	codificar interface para listagem de atividades	P
	integrar interface com banco de dados para exibir conteúdo dinâmico	M
	codificar componente de captura e reprodução de áudio com controle de reprodução	M
	codificar interface de captura e integrar com o componente anterior	M
	codificar abertura da câmera enquanto captura o áudio para conferência da execução dos gestos	M

Fonte: Autor (2025)

As tarefas foram categorizadas conforme sua complexidade, onde foi desenvolvido o componente de captura e reprodução de áudio com controle de reprodução, juntamente com a interface de captura e sua integração com esse componente. Essas funcionalidades são fundamentais para a solução, pois garantem que os pacientes possam gravar e ouvir suas tentativas de pronúncia, recebendo feedbacks durante os exercícios de terapia da fala. Por fim, foi implementada a abertura da câmera frontal durante a captura do áudio, reforçando o feedback visual, essencial para pacientes com apraxia de fala. As sprints subsequentes abrangeram a integração de inteligência artificial, o aprimoramento da experiência do usuário e a implementação dos módulos de acompanhamento remoto. O detalhamento completo de cada sprint está disponível no apêndice C.

A estrutura projeto segue uma abordagem modularizada, ou seja, partes minimamente dependentes entre si para organizar diferentes domínios da aplicação.

Figura 32 – Estrutura da base de código do aplicativo



Fonte: Autor (2025)

O projeto está estruturado dentro da pasta *lib*, e segue uma divisão clara entre módulos específicos, componentes compartilhados e arquivos de configuração. a pasta *modules* contém os módulos funcionais da aplicação, como autenticação, paciente, fonoaudiólogo, perfil e pagamentos, onde cada uma dele encapsula controladores, entidades, repositórios e interfaces de usuário relativo à funcionalidade. Já a pasta *shared* contém serviços e componentes reutilizáveis entre os diferentes módulos, promovendo a reutilização de código e padronização. Os demais presentes na imagem são de configuração:

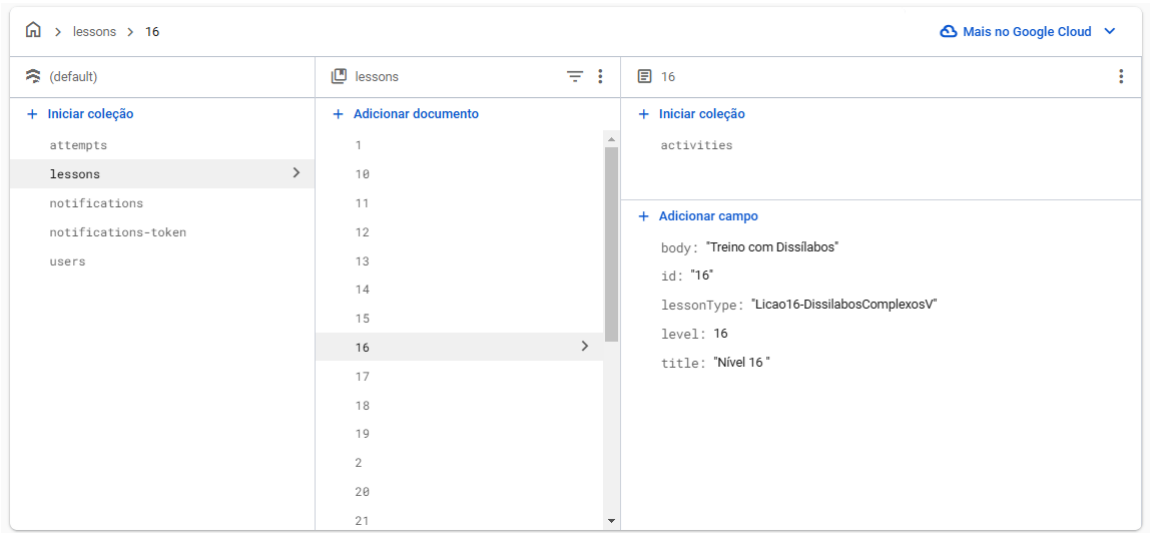
- *app_module*: Define a configuração principal da arquitetura modular, registrando os módulos e injeções de dependências;
- *app_widget*: Responsável pela configuração do widget raiz do aplicativo;
- *firebase_options*: Contêm as configurações para integração com Firebase; e
- *main*: Ponto de entrada da aplicação.

Essa organização modular do aplicativo permite que cada funcionalidade seja desenvolvida e gerenciada de forma independente, melhorando a estrutura do código e facilitando futuras expansões.

Para garantir o armazenamento e a sincronização dos dados de forma eficiente, o aplicativo foi integrado ao Firebase, utilizando principalmente o Cloud Firestore para gerenciamento das informações dos usuários e das atividades terapêuticas. A figura

33 apresenta o painel do Firestore, onde é possível visualizar as principais coleções do sistema.

Figura 33 – Painel do Cloud Firestore



Fonte: Autor (2025)

As coleções armazenam as informações sobre as lições, notificações, usuários, e tentativas dos usuários no aplicativo (propriedades foram apresentadas na figura 17). Essa estrutura facilita a organização dos exercícios, permitindo um acesso rápido e estruturado às informações.

No desenvolvimento do aplicativo, três funcionalidades críticas foram implementadas com atenção especial: notificações, processamento de pagamentos e captura de áudio. Cada uma dessas partes desempenha um papel crucial na experiência do usuário e no funcionamento geral do sistema.

A implementação das notificações no aplicativo, conforme mostrado na figura 34, foi feita utilizando um serviço de notificações locais e agendadas.

Figura 34 – Métodos para envio de notificações



```
1 @override
2 Future<void> showNotification(AppNotification notification) async {
3     final platformChannelSpecifics = NotificationDetails(
4         android: _androidChannelSpecifics, iOS: _iOSChannelSpecifics);
5     await localNotification.show(
6         notification.id,
7         notification.title,
8         notification.body,
9         platformChannelSpecifics,
10        payload: notification.payload,
11    );
12 }
13
14 @override
15 Future<void> showScheduledNotification(AppNotification notification) async {
16     await localNotification.zonedSchedule(
17         notification.id,
18         notification.title,
19         notification.body,
20         tz.TZDateTime.now(tz.local).add(const Duration(seconds: 5)),
21         NotificationDetails(
22             android: _androidChannelSpecifics, iOS: _iOSChannelSpecifics),
23         androidScheduleMode: AndroidScheduleMode.exactAllowWhileIdle,
24         uiLocalNotificationDateInterpretation:
25             UILocalNotificationDateInterpretation.absoluteTime,
26     );
27 }
```

Fonte: Autor (2025)

A função *showNotification* permite exibir notificações instantâneas para o usuário, enquanto *showScheduledNotification* possibilita o agendamento de notificações para serem exibidas em um horário específico. Essa funcionalidade é fundamental para lembrar os usuários de realizarem os exercícios regularmente, aumentando a adesão ao tratamento. A implementação usa *NotificationDetails* para configurar os canais de notificação no Android e iOS, garantindo que o alerta seja exibido de forma adequada em diferentes plataformas.

A figura 35 apresenta a implementação do serviço de pagamentos utilizando a API do Stripe. A classe *PaymentServiceWithStripe* contém métodos para buscar planos de assinatura e realizar pagamentos via requisições HTTP.

Figura 35 – Serviço de pagamento

```
1 class PaymentServiceWithStripe implements IPaymentService {
2     final String _baseUrl = "hidden_url";
3
4     @override
5     Future<List<SubscriptionPlan>> fetchAllPlans() async {
6         try {
7             final url = '$_baseUrl/getSubscriptionToPatient';
8             final response = await Dio().get(url);
9
10            List jsonData = response.data as List;
11            List<SubscriptionPlan> plans = jsonData
12                .map((json) => SubscriptionPlan.fromMap(json))
13                .toList()
14                .getRange(0, 3)
15                .toList();
16            print(jsonData);
17            return plans;
18        } on Exception {
19            rethrow;
20        }
21    }
22
23    @override
24    Future<dynamic> postPayment(String priceId, String email) async {
25        final url = '$_baseUrl/createSubscription';
26        try {
27            final response = await Dio().post(url,
28                data: {
29                    "priceId": priceId,
30                    "email": email,
31                },
32                options: Options(headers: {"Accept": "application/json"}));
33
34            var jsonData = response.data;
35
36            return jsonData;
37        } on Exception {
38            rethrow;
39        }
40    }
41 }
42
```

Fonte: Autor (2025)

O método *fetchAllPlans* faz uma requisição para obter os planos disponíveis, enquanto *postPayment* envia os dados da transação, incluindo o identificador do plano e o e-mail do usuário. Essa integração possibilita que os usuários realizem assinaturas diretamente no aplicativo, garantindo um modelo sustentável de monetização para a plataforma.

A implementação do serviço de captura e reprodução de áudio, conforme ilustrado na figura 36, foi desenvolvida dentro da classe *RecorderService*, que gerencia toda a lógica de gravação e reprodução de áudio.

Figura 36 – Serviço de captura de áudio

```
12 < class RecorderService extends Disposable with ChangeNotifier {
13     late final AudioRecorder _audioRecorder;
14     late AudioPlayer _audioPlayer;
15     String? _path;
16     ValueNotifier<bool> isRecorderInitialized = ValueNotifier<bool>(false);
17     ValueNotifier<bool> isRecording = ValueNotifier<bool>(false);
18     ValueNotifier<bool> isPlaying = ValueNotifier<bool>(false);
19     ValueNotifier<bool> isPlayed = ValueNotifier<bool>(false);
20     late StreamSubscription<void> _playerStateChangedSubscription;
21     String? get path => _path;
22
23 > RecorderService() { ...
26
27     @override
28 > void dispose() { ...
34
35 > Future<void> init() async { ...
41
42 > initializeAudioPlayer(AudioPlayer audioPlayer) { ...
50
51 > Future<void> startRecorder() async { ...
76
77 > Future<bool> _isEncoderSupported(AudioEncoder encoder) async { ...
95
96 > Future<void> stopRecorder() async { ...
110
111 > Future<void> play() async { ...
126
127 > Future<void> stopPlayer() async { ...
134
135 > File getAudioFile() { ...
138 }
```

Fonte: Autor (2025)

O código utiliza a biblioteca *AudioRecorder* para capturar os sons emitidos pelos pacientes, permitindo que eles gravem e reproduzam suas tentativas de pronúncia durante os exercícios. A estrutura do código inclui recursos para monitorar o estado da gravação e reprodução em tempo real, garantindo que o usuário tenha feedback imediato sobre suas ações. A integração com a câmera frontal permite uma análise complementar dos movimentos faciais, tornando a terapia mais interativa.

Essas três funcionalidades representam componentes essenciais do aplicativo, garantindo engajamento, acessibilidade e suporte técnico para os usuários. Com essas implementações, o sistema oferece um ambiente completo para a reabilitação da fala, combinando tecnologia assistiva com um fluxo de uso intuitivo e eficiente.

4.4 VALIDAÇÃO

A última etapa foi a de testes e validação, que garantiu um bom funcionamento do sistema, deixando-o pronto para produção. Este estágio foi importante para a revelação e retificação de erros, a avaliação do desempenho e a garantia da qualidade

antes que o software fosse entregue ao usuário final. Este tipo de teste verifica não apenas o desempenho da funcionalidade, mas também o da segurança, usabilidade e compatibilidade.

Além dos testes técnicos, a fase de validação também contemplou a eficácia do aplicativo em cumprir seu propósito central: oferecer uma ferramenta que de fato auxilie na terapia da fala. Para isso, foram coletados feedbacks qualitativos e quantitativos de pacientes e fonoaudiólogos, avaliando a percepção de melhora na comunicação oral e a aceitação do aplicativo como um recurso complementar à terapia tradicional.

Foi necessário que os pacientes realizassem treinos de fala no espaço período de pelo menos um mês, e que os fonoaudiólogos acompanhassem pelo aplicativo toda a sua evolução no que diz respeito a execução das atividades. Antes de disponibilizar o software para os usuários, foram coletadas algumas informações preliminares, conforme a tabela 6. Depois da coleta desses dados, os usuários puderam utilizar o app pelo período mínimo estipulado anteriormente.

Cabe ressaltar que este trabalho foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) número 44730621.3.0000.9207 e obteve a devida aprovação, assegurando que todos os procedimentos adotados estão em conformidade com as diretrizes éticas estabelecidas para pesquisas envolvendo seres humanos. Dessa forma, garantiu-se o cumprimento dos princípios éticos fundamentais, incluindo o respeito à dignidade, privacidade e voluntariedade dos participantes, conforme as normativas vigentes. Além disso, visando garantir a privacidade e a confidencialidade dos participantes, os nomes fornecidos no formulário não foram divulgados em nenhuma etapa da pesquisa, respeitando as diretrizes éticas de proteção de dados e ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, presente no anexo A.

Tabela 6 – Dados coletados preliminarmente

Dado	A quem é direcionado	O que se busca analisar	Tipo de Campo
Perfil (Tipo de usuário)	Ambos	Segmentação das respostas entre pacientes e fonoaudiólogos	Escolha única
Nome completo	Ambos	Identificação do respondente para controle, cruzamento de dados e acompanhamento individualizado	Campo de texto
Idade	Paciente	Distribuição etária dos usuários	Campo de texto (numérico)
Gênero	Paciente	Perfil demográfico dos usuários	Escolha única
Especialidades	Fonoaudiólogo	Perfil dos profissionais que utilizaram a solução	Campos de texto livre
Experiência com o uso de tecnologias assistivas	Fonoaudiólogo	Nível de familiaridade dos profissionais com tecnologias assistivas	Escolha única
Número de pacientes em reabilitação	Fonoaudiólogo	Volume de pacientes atendidos pelos profissionais	Campo de texto (numérico)

Fonte: Autor (2025)

Após o uso, foi aplicado um questionário direcionado a cada perfil de usuário, onde eles expuseram a sua experiência individual durante o uso do aplicativo. Devido as condições motoras dos paciente, o questionário será respondido preferencialmente por um familiar, que o acompanha rotineiramente. As perguntas foram direcionadas a experiência do paciente e o impacto da solução na sua reabilitação.

Tabela 7 – Perguntas para o Paciente

Pergunta	O que se busca analisar	Tipo de Campo
Como você avalia a facilidade de uso do aplicativo?	Nível de usabilidade percebida pelo usuário	Múltipla Escolha (seleção única)
O aplicativo ajudou no seu tratamento?	Impacto percebido no tratamento	Múltipla Escolha (seleção única)
Você percebeu alguma melhora na clareza da fala desde que começou a usar o aplicativo?	Efeito do aplicativo na clareza da fala do usuário	Múltipla Escolha (seleção única)
Com o uso do aplicativo, a frequência de exercícios em casa aumentou?	Frequência de prática dos exercícios	Múltipla Escolha (seleção única)
Acha que o aplicativo oferece exercícios adequados para diferentes níveis de complexidade?	Adequação dos exercícios ao nível de dificuldade do usuário	Múltipla Escolha (seleção única)
Qual o seu nível de motivação ao usar o aplicativo?	Engajamento e motivação do usuário	Múltipla Escolha (seleção única)
A complexidade dos exercícios estava adequada ao seu nível de dificuldade?	Correspondência entre o nível de dificuldade dos exercícios e a necessidade do usuário	Múltipla Escolha (seleção única)
O que mais gostou no aplicativo?	Aspectos positivos destacados pelo usuário	Múltipla Escolha (seleção múltipla)
O que poderia ser melhorado no aplicativo?	Sugestões de melhoria pelo usuário	Múltipla Escolha (seleção múltipla)
Você recomendaria a solução para outros pacientes?	Grau de recomendação da solução	Múltipla Escolha (seleção única)

Fonte: Autor (2025)

Para o profissional, o questionário foi elaborado visando analisar a eficácia do aplicativo no contexto da reabilitação, além da usabilidade, funcionalidades disponíveis e impacto da ferramenta. Vão ser feitos os seguintes questionamentos:

Tabela 8 – Perguntas para o Fonoaudiólogo

Pergunta	O que se busca analisar	Tipo de Campo
Como você avalia o impacto do aplicativo no tratamento dos seus pacientes?	Percepção do profissional sobre a eficácia do aplicativo no tratamento	Múltipla Escolha (seleção única)
Quais melhorias você percebeu na precisão articulatória dos pacientes que utilizaram?	Avaliação do impacto do aplicativo na articulação da fala do paciente	Múltipla Escolha (seleção múltipla)
O paciente se sentiu mais motivado em realizar as terapias depois de usar a ferramenta?	Influência do aplicativo na motivação dos pacientes	Múltipla Escolha (seleção única)
Como você avalia a interface e a usabilidade do sistema?	Facilidade de uso da plataforma para os profissionais	Múltipla Escolha (seleção única)
Quais funcionalidades são mais úteis para o acompanhamento dos pacientes?	Recursos mais relevantes para o monitoramento clínico	Campo de texto
Acha que o aplicativo oferece exercícios adequados para diferentes níveis de complexidade?	Adequação dos exercícios às necessidades dos pacientes	Múltipla Escolha (seleção única)
O que poderia ser melhorado para facilitar o acompanhamento clínico?	Sugestões para aprimoramento da experiência do profissional	Múltipla Escolha (seleção múltipla)
Você recomendaria o uso do aplicativo para outros profissionais?	Grau de recomendação do aplicativo no meio profissional	Múltipla Escolha (seleção única)

Fonte: Autor (2025)

Com essas informações, foi possível moldar as métricas necessárias para validar a eficácia do uso do aplicativo como apoio à reabilitação dos pacientes com apraxia de fala pós-AVC. A quantificação dos dados permitiu uma análise mais objetiva dos avanços dos pacientes, facilitando a comparação entre diferentes níveis de dificuldade das tarefas e a evolução ao longo do tempo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para fazer a validação do aplicativo quanto a eficácia, usabilidade e impacto no contexto da reabilitação de fala, foram conduzidos testes usuários finais (pacientes e fonoaudiólogas), coletando feedbacks qualitativos e quantitativos sobre a experiência de uso do aplicativo. Nesta seção, são apresentados os resultados da validação, destacando os pontos fortes do aplicativo e as oportunidades de aprimoramento, a fim de fornecer diretrizes para futuras iterações e aprimoramentos na plataforma.

Inicialmente, foram coletadas as informações preliminares sobre os usuários. No total, seis pessoas participaram da pesquisa (tabela 9), das quais quatro eram pacientes com sequelas de fala pós-AVC em tratamento e duas eram fonoaudiólogas que atuam na área de reabilitação da fala.

Tabela 9 – Distribuição de pacientes e fonoaudiólogos

Perfil	Quantidade
Paciente	4
Fonoaudióloga	2

Fonte: Autor (2025)

5.0.1 Pacientes

Dos quatro pacientes que responderam à pesquisa, todos apresentavam idade superior a 50 anos (tabela 10), corroborando com o que foi exposto no estudo de Joseph *et al.* (2024). Entre os quatro pacientes que participaram da pesquisa, três se identificaram como do gênero masculino e um como do gênero feminino, sugerindo uma distribuição predominantemente masculina (KELLY *et al.*, 2024).

Tabela 10 – Idade dos pacientes

Paciente	Idade	Gênero	Há quanto tempo teve AVC
Paciente 1	53	feminino	7 anos
Paciente 2	56	masculino	9 meses
Paciente 3	56	masculino	1 ano e 6 meses
Paciente 4	57	masculino	8 anos

Fonte: Autor (2025)

Os dados apresentados confirmam que a reabilitação da fala por meio de ferramentas tecnológicas precisa estar adaptada ao público adulto-maduro, garantindo que a interface do aplicativo seja intuitiva, acessível e funcional para essa faixa etária.

Dois dos pacientes tiveram AVC há menos de 2 anos (9 e 18 meses), estando dentro da fase inicial de recuperação neurológica, permitindo maiores progressos na reabilitação (LI *et al.*, 2024), consequentemente, melhoras mais rápidas com o uso do aplicativo, pois o cérebro ainda está fase de recuperação. Os outros dois pacientes tiveram AVC há 7 e 8 anos, o que significa que estão em uma fase mais crônica da recuperação (LI *et al.*, 2024), onde o foco passa a ser a manutenção das habilidades adquiridas e a prevenção da regressão.

Os dados coletados indicam que os usuários tiveram uma experiência positiva com a usabilidade do app, conforme a tabela 11. Três pacientes classificaram o aplicativo como "Muito fácil de usar", enquanto um paciente o considerou "Relativamente fácil de usar". Esse resultado sugere que o aplicativo consegue oferecer uma interface intuitiva e acessível, facilitando seu uso para diferentes perfis de usuários.

Tabela 11 – Como você avalia a facilidade de uso do aplicativo?

Resposta	Quantidade
Muito fácil de usar	3
Relativamente fácil de usar	1
Neutro, nem fácil nem difícil	0
Um pouco difícil de usar	0
Muito difícil de usar	0

Fonte: Autor (2025)

A predominância de avaliações positivas indica que os pacientes não encontraram dificuldades significativas ao utilizar o aplicativo, o que é um fator essencial para garantir sua aderência ao tratamento. Quando um software assistivo é percebido como fácil de usar, a chance de o paciente utilizá-lo com frequência aumenta (TOMMY; MINOI; SIAN, 2017), contribuindo para uma reabilitação mais consistente e eficaz.

A maioria dos pacientes também percebeu um impacto positivo e significativo do aplicativo em seu tratamento (tabela 12).

Tabela 12 – O aplicativo ajudou no seu tratamento?

Resposta	Quantidade
Ajudou muito e de maneira significativa	3
Ajudou um pouco, mas com efeitos limitados	1
Não fez diferença no tratamento	0
Dificultou ligeiramente o tratamento	0
Dificultou significativamente o tratamento	0

Fonte: Autor (2025)

Três dos quatro entrevistados afirmaram que o aplicativo "Ajudou muito e de

maneira significativa", enquanto um paciente avaliou que ele "Ajudou um pouco, mas com efeitos limitados". Isso indica que, para a maior parte dos usuários, a ferramenta contribuiu para a reabilitação da fala, sendo considerada uma estratégia eficaz para complementar o tratamento. Entretanto, a presença de um paciente que avaliou o impacto do aplicativo como limitado pode significar que a solução pode não atender igualmente a todos os perfis de usuários.

A percepção de benefício reduzido pode estar relacionada a fatores individuais, como o estágio de recuperação, a gravidade da apraxia ou até mesmo dificuldades específicas na adaptação ao uso da tecnologia. Esse dado levanta a necessidade de aperfeiçoamentos, como maior personalização dos exercícios e adaptação do conteúdo para diferentes graus de comprometimento da fala. Mesmo com essa ressalva, o resultado geral reforça que o app foi bem aceito e avaliado positivamente pelos pacientes.

Os pacientes notaram melhorias na clareza da fala após o uso da solução. Entre os quatro participantes:

- Três pacientes relataram "Melhora significativa", sugerindo que o aplicativo teve um impacto expressivo na reabilitação da fala;
- Um paciente indicou "Alguma melhora", demonstrando um efeito positivo, ainda que em menor grau e;
- Nenhum paciente relatou falta de progresso ou piora na fala, o que é um indicador positivo da eficácia do aplicativo.

Esses resultados (tabela 13) reforçam que o aplicativo está sendo percebido como um recurso eficaz para aprimorar a comunicação dos pacientes.

Tabela 13 – Você percebeu alguma melhora na clareza da fala desde que começou a usar o aplicativo?

Resposta	Quantidade
Melhora significativa	3
Alguma melhora	1
Nenhuma mudança	0
Piora ligeira	0
Piora significativa	0

Fonte: Autor (2025)

A predominância de respostas indicando melhora significativa revela que o aplicativo pode estar conseguindo auxiliar na recuperação motora da fala, possivelmente por meio da repetição e prática dos exercícios. A presença de um paciente que percebeu apenas uma melhora moderada pode indicar que diferentes perfis de

usuários respondem de maneira distinta ao tratamento. O fato de nenhum usuário ter relatado piora ou ausência de progresso é um indicativo positivo de que o aplicativo, no mínimo, não prejudica a fala e pode trazer benefícios para a maioria dos pacientes. No entanto, mais pesquisas podem ser necessárias para avaliar se há diferenças no impacto do aplicativo entre diferentes perfis de pacientes.

A maioria dos pacientes participantes (3 de 4) relatou que, com o uso do aplicativo, passou a praticar os exercícios um pouco mais frequentemente, enquanto 1 usuário afirmou que os exercícios se tornaram muito mais frequentes, conforme apresentado na tabela 14.

Tabela 14 – Com o uso do aplicativo a frequência de exercícios em casa aumentou?

Resposta	Quantidade
Sim, muito mais frequente	1
Sim, um pouco mais frequente	3
Não alterou a frequência	0
Diminuiu um pouco a frequência	0
Diminuiu significativamente a frequência	0

Fonte: Autor (2025)

Esse dado expõe que a aplicação tem um papel positivo no incentivo à prática contínua, um fator crucial para o sucesso da reabilitação da fala (MUNASINGHE; ARIYASENA; SIRIWARDHANA, 2023). O fato de nenhum paciente ter relatado redução na frequência reforça que o aplicativo contribui para a manutenção do treinamento em casa. No entanto, o impacto poderia ser ainda maior se houvesse recursos adicionais para incentivar a prática, como um sistema de recompensas mais robusto.

Três dos quatro participantes consideraram que o aplicativo oferece uma excelente variedade de exercícios, enquanto um usuário o avaliou como oferecendo uma boa variedade, demonstrando que a plataforma consegue atender diferentes níveis de dificuldade, garantindo exercícios variados e compatíveis com as necessidades individuais dos pacientes.

Tabela 15 – Acha que o aplicativo oferece exercícios adequados para diferentes níveis de complexidade?

Resposta	Quantidade
Oferece uma excelente variedade	3
Oferece uma boa variedade	1
Oferece uma variedade razoável	0
Oferece pouca variedade	0
Não oferece nenhuma variedade adequada	0

Fonte: Autor (2025)

A tabela 15 indica que a diversidade dos exercícios é um ponto forte do aplicativo, embora futuras atualizações possam incluir personalizações mais detalhadas para ajustar os exercícios de forma ainda mais precisa ao nível de cada usuário.

A motivação dos usuários ao utilizar o software foi avaliada de maneira muito positiva. Três pacientes relataram estar motivados, enquanto um participante afirmou estar muito motivado, conforme apresentado na tabela 16. Dessa forma, o aplicativo não apenas oferece um suporte técnico eficaz, mas também consegue manter o interesse dos usuários, o que é essencial para a adesão ao tratamento (FOTOPOULOS *et al.*, 2022).

Tabela 16 – Qual o seu nível de motivação ao usar o aplicativo?

Resposta	Quantidade
Muito motivado	1
Motivado	3
Neutro	0
Pouco motivado	0
Nada motivado	0

Fonte: Autor (2025)

A ausência de respostas neutras ou negativas reforça que o app tem sido bem recebido e proporciona uma experiência engajante.

Metade dos participantes considerou a complexidade dos exercícios perfeitamente adequada, enquanto os outros dois avaliaram como adequada na maioria das vezes. Nenhum usuário indicou dificuldades em relação à adequação da dificuldade dos exercícios.

Tabela 17 – A complexidade dos exercícios estava adequada ao seu nível de dificuldade?

Resposta	Quantidade
Perfeitamente adequada	2
Adequada na maioria das vezes	2
Adequada às vezes, mas nem sempre	0
Raramente adequada	0
Nunca adequada	0

Fonte: Autor (2025)

Esse dado (tabela 17) revela que a solução está ajustada ao nível dos usuários, garantindo que os exercícios sejam desafiadores sem serem excessivamente difíceis.

Os resultados mostraram também que os pacientes mais valorizaram a facilidade de uso (4 votos), seguida pela variedade de exercícios (4 votos) e pelo feedback em tempo real (3 votos).

Tabela 18 – O que mais gostou no aplicativo?

Aspecto	Quantidade
Facilidade de uso	4
Variedade de exercícios	4
Feedback em tempo real	3
Suporte e dicas úteis	2
Design e interface do usuário	2
Ranking de pontuação	2

Fonte: Autor (2025)

A tabela 18 confirma que a aplicação se destaca pela sua usabilidade intuitiva e diversidade de exercícios, garantindo que os usuários consigam navegar no aplicativo com facilidade e aproveitar as funcionalidades oferecidas.

A valorização do feedback em tempo real indica que os pacientes apreciam o suporte contínuo durante os exercícios. Isso sugere que novos tipos de feedbacks, como métricas de desempenho mais detalhadas podem beneficiar ainda mais a experiência de usuário.

A principal sugestão de melhoria foi "Mais variedade de exercícios"(3 votos), seguida por "Melhor personalização"e "Mais opções de feedback"(1 voto cada).

Tabela 19 – O que poderia ser melhorado no aplicativo?

Aspecto	Quantidade
Mais variedade de exercícios	3
Melhor personalização	1
Mais opções de feedback	1
Interface mais amigável	0
Melhor desempenho técnico	0

Fonte: Autor (2025)

Embora a maioria dos pacientes tenha elogiado a diversidade dos exercícios, o fato de essa ser a melhoria mais solicitada indica que os usuários ainda sentem necessidade de um repertório maior de atividades. Uma possível solução é a inclusão de novos módulos de exercícios, desafios temáticos e práticas adaptadas a diferentes perfis de usuários.

A demanda por melhor personalização reforça a importância de permitir que os exercícios se adaptem dinamicamente ao progresso e às dificuldades individuais de cada paciente. Recursos como testes iniciais para definir o nível do usuário, sugestões de exercícios baseadas no desempenho e ajustes na complexidade conforme o progresso podem ser estratégias eficazes.

Todos os participantes (100%) afirmaram que "Definitivamente recomendariam" o aplicativo para outros pacientes. Esse resultado reforça a alta aceitação e satisfação com o aplicativo, indicando que os usuários percebem valor real na ferramenta e estariam dispostos a indicá-la para outras pessoas em processo de reabilitação.

Tabela 20 – Você recomendaria a solução para outros pacientes?

Resposta	Quantidade
Definitivamente sim	4
Provavelmente sim	0
Não tenho certeza	0
Provavelmente não	0
Definitivamente não	0

Fonte: Autor (2025)

Essa taxa de recomendação é um forte indicativo de sucesso, pois sugere que os benefícios percebidos superam possíveis limitações. Para manter esse alto nível de aprovação, a plataforma deve continuar evoluindo com base no feedback dos usuários, garantindo que suas necessidades sejam atendidas.

Após analisar as respostas dos pacientes sobre o uso do sistema, é fundamental compreender também a perspectiva dos profissionais de saúde que atuam diretamente na reabilitação da fala. A opinião desses especialistas é essencial para validar a eficácia do aplicativo, identificar possíveis melhorias e entender como ele se encaixa no contexto clínico. A seguir, apresentamos os dados coletados dos profissionais que participaram da pesquisa, destacando sua experiência com tecnologias assistivas e o número de pacientes atualmente em reabilitação.

5.0.2 Fonoaudiólogos

Dos dois fonoaudiólogos que participaram da pesquisa (21), um deles especificou sua especialidade como Fonoaudiologia Hospitalar, enquanto o outro deixou essa questão em branco. Ainda que o número de respostas seja pequeno, a presença de um profissional com atuação hospitalar indica que o app está sendo avaliado em um contexto clínico, o que é essencial para validar sua aplicabilidade prática.

Tabela 21 – Dados dos Profissionais que responderam à pesquisa

Profissional	Especialidade	Experiência com Tecnologias Assistivas	Pacientes em Reabilitação
Profissional 01	Não informada	Experiência moderada	2
Profissional 02	Fonoaudiologia hospitalar	Experiência moderada	2

Fonte: Autor (2025)

Ambos os profissionais indicaram ter experiência moderada no uso de tecnologias assistivas, relatando que utilizam essas ferramentas com alguma frequência e possuem familiaridade razoável com elas. Isso sugere que os respondentes já possuem contato com recursos tecnológicos voltados para a reabilitação, o que qualifica suas percepções sobre o aplicativo.

Eles também responderam estar acompanhando dois pacientes em reabilitação da fala, conseqüentemente, dois dos usuários que participaram da pesquisa como pacientes utilizaram o software sem acompanhamento direto de um profissional. Ainda que o número de respondentes seja pequeno, esses dados sugerem que a aplicação está sendo avaliada no contexto de reabilitação ativa. A expansão dessa amostra pode ser interessante para compreender como o aplicativo pode escalar para contextos com maior número de pacientes, especialmente considerando que muitos fonoaudiólogos lidam com grandes demandas e limitações de tempo.

Avaliaram que a tecnologia teve um impacto positivo no tratamento dos pacientes, mas nenhum deles considerou seu impacto extremamente positivo (tabela 22). Isso sugere que o aplicativo já agrega valor ao processo terapêutico, mas ainda há espaço para melhorias.

Tabela 22 – Como você avalia o impacto do aplicativo no tratamento dos seus pacientes?

Resposta	Quantidade
Impacto extremamente positivo	0
Impacto moderadamente positivo	2
Sem impacto	0
Impacto ligeiramente negativo	0
Impacto muito negativo	0

Fonte: Autor (2025)

Ainda, afirmaram que os pacientes apresentaram melhorias moderadas na precisão articulatória, sem registros de melhorias significativas ou piora nas condições (tabela 23).

Tabela 23 – Quais melhorias você percebeu na precisão articulatória dos pacientes que utilizaram?

Resposta	Quantidade
Melhorias significativas	0
Melhorias moderadas	2
Melhorias leves	0
Nenhuma melhoria	0
Piora nas condições	0

Fonte: Autor (2025)

Um fator que pode influenciar essas percepções é o tempo de uso do aplicativo pelos pacientes, visto que um período maior de acompanhamento revelaria melhoria e impacto mais expressivos. Além disso, a integração com outras estratégias terapêuticas pode ampliar sua eficácia, reforçando a necessidade de ajustes e personalizações para atender melhor diferentes perfis de usuários.

O engajamento dos pacientes no tratamento é fundamental para o sucesso da reabilitação, e o fato de os profissionais perceberem que o aplicativo ajudou na motivação indica que a ferramenta desempenha um papel relevante no envolvimento do paciente com a terapia, conforme a tabela 24.

Tabela 24 – O paciente se sentiu mais motivado em realizar as terapias depois de usar o sistema?

Resposta	Quantidade
Sim, muito mais motivado	0
Sim, um pouco mais motivado	2
Neutro	0
Não, um pouco menos motivado	0
Não, muito menos motivado	0

Fonte: Autor (2025)

Porém, nenhum profissional relatou que os pacientes ficaram muito mais motivados, o que pode indicar que o aplicativo precisa de ajustes para tornar as atividades mais estimulantes.

Os profissionais avaliaram positivamente a interface e usabilidade da solução, destacando que o sistema é intuitivo e bem estruturado. Esse é um ponto crucial, pois ferramentas tecnológicas para a saúde precisam ser fáceis de utilizar (KOUNIDAS *et al.*, 2023).

Tabela 25 – Como você avalia a interface e a usabilidade do sistema?

Resposta	Quantidade
Excelente usabilidade e interface	2
Boa usabilidade e interface	0
Usabilidade e interface aceitáveis	0
Usabilidade e interface abaixo da média	0
Usabilidade e interface ruins	0

Fonte: Autor (2025)

Esse resultado (tabela 25) é um forte indicativo de que o software já está bem desenvolvido nesse aspecto, garantindo que a experiência do usuário não seja um fator limitante para sua adoção. Além disso, consideram que o aplicativo oferece uma boa diversidade de exercícios, mas ainda pode haver espaço para melhorias. Nenhum deles avaliou que a variedade é insuficiente, o que é um ponto positivo.

Tabela 26 – Acha que o aplicativo oferece exercícios adequados para diferentes níveis de complexidade?

Resposta	Quantidade
Oferece uma excelente variedade	1
Oferece uma boa variedade	1
Oferece uma variedade razoável	0
Oferece pouca variedade	0
Não oferece nenhuma variedade adequada	0

Fonte: Autor (2025)

Esse dado (tabela 26) mostra que o app já contempla uma gama satisfatória de atividades, mas pode ser interessante expandir ainda mais os tipos de exercícios, ajustando a complexidade para atender diferentes perfis de pacientes, garantindo uma abordagem mais personalizada.

A necessidade de maior interatividade nos exercícios evidencia o potencial para torná-los mais dinâmicos e responsivos, melhorando a experiência do paciente e aumentando a efetividade da terapia.

Tabela 27 – O que poderia ser melhorado para facilitar o acompanhamento clínico?

Resposta	Quantidade
Melhores ferramentas de relatório	0
Maior interatividade nos exercícios	2
Integração com outros sistemas clínicos	1
Melhor personalização para necessidades individuais	0
Suporte técnico mais eficaz	0

Fonte: Autor (2025)

Além disso, a integração com sistemas clínicos foi apontada como uma melhoria desejável, como apresentado na tabela 27. Isso indica que a solução poderia ser ainda mais útil caso se conectasse a plataformas de gestão de pacientes, permitindo que fonoaudiólogos acompanhassem os resultados diretamente em seus sistemas de trabalho.

O fato de todos os profissionais recomendarem o aplicativo (tabela 28) reflete sua validação clínica. Mesmo com sugestões de melhorias, os especialistas percebem valor na ferramenta e reconhecem seu impacto positivo na reabilitação da fala.

Tabela 28 – Você recomendaria o uso do aplicativo para outros profissionais?

Resposta	Quantidade
Definitivamente recomendaria	2
Provavelmente recomendaria	0
Pode ser que recomende	0
Provavelmente não recomendaria	0
Definitivamente não recomendaria	0

Isso reforça que a aplicação é uma solução relevante no tratamento da apraxia de fala pós-AVC e que, com algumas otimizações, pode se tornar ainda mais eficiente e amplamente adotado.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs uma tecnologia assistiva no apoio à reabilitação de pacientes com apraxia de fala adquirida, no contexto pós-AVC. A solução fornece um ambiente interativo, onde os pacientes devem realizar de forma independente e contínua os exercícios propostos, consequentemente aumentando a adesão ao tratamento com a ajuda de um aplicativo ou software gamificado que torna todo o processo mais motivador.

A proposta de um aplicativo de terapia de fala gamificado para pacientes com apraxia de fala adquirida após um AVC representa um avanço promissor no campo da reabilitação, ao combinar acessibilidade, engajamento e personalização no processo terapêutico. A escolha de tecnologias como Flutter e Firebase foi fundamental para garantir uma plataforma robusta e eficiente, permitindo a criação de uma interface amigável e responsiva, que se adapta a diferentes dispositivos e sistemas operacionais.

O Flutter, framework de desenvolvimento multiplataforma do Google, proporcionou um desempenho elevado e uma experiência de usuário fluida, permitindo que o aplicativo funcione de maneira consistente tanto em dispositivos Android quanto iOS. Além disso, sua capacidade de renderização nativa e sua arquitetura otimizada garantiram um aplicativo leve e rápido, facilitando a interação dos pacientes com os exercícios terapêuticos.

Os resultados da pesquisa demonstram que a ferramenta computacional tem um impacto positivo na reabilitação da fala de pacientes com apraxia pós-AVC, sendo bem avaliado tanto pelos pacientes quanto pelos fonoaudiólogos. Os pacientes relataram que o aplicativo auxiliou significativamente no tratamento, com melhorias na clareza da fala e aumento da motivação para a realização dos exercícios.

A Inteligência Artificial presente na solução desempenha um papel fundamental ao identificar desvios de pronúncia nos exercícios realizados pelos pacientes. Essa funcionalidade permite que os usuários recebam um retorno imediato sobre seus acertos e erros, reforçando o aprendizado e estimulando a correção progressiva da fala. Além disso, ao fornecer um feedback preciso e automatizado, a IA contribui para a autonomia do paciente no processo de reabilitação, reduzindo a dependência de acompanhamento contínuo por um profissional.

Além disso, a facilidade de uso e a interface intuitiva foram pontos destacados, tornando a experiência acessível mesmo para aqueles sem familiaridade prévia com tecnologias assistivas. A possibilidade de uso independente por parte dos pacientes, sem necessidade de acompanhamento profissional contínuo, demonstra que a ferramenta é acessível e intuitiva, permitindo que os usuários realizem suas terapias de forma autônoma e consistente. Esse fator é um diferencial importante, pois amplia o

alcance da reabilitação, beneficiando pacientes que nem sempre têm acesso frequente a profissionais especializados.

A percepção dos profissionais de saúde reforça a utilidade do software, que foi avaliado como uma solução bem estruturada e de fácil usabilidade, com impacto positivo no tratamento dos pacientes. Os especialistas reconheceram a variedade e a qualidade dos exercícios, mas apontaram que o sistema pode ser aprimorado com maior interatividade e personalização, para atender diferentes perfis de usuários. Além disso, a sugestão de integração com sistemas clínicos demonstra o potencial do aplicativo em se tornar ainda mais relevante no contexto profissional, permitindo um acompanhamento mais detalhado dos avanços dos pacientes ao longo do tempo.

Diante do exposto, fica evidente que o software cumpre seu papel como uma tecnologia assistiva eficaz e acessível, proporcionando benefícios tanto para pacientes quanto para profissionais.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Para aprimorar ainda mais o impacto da ferramenta assistiva na reabilitação da fala, trabalhos futuros podem se concentrar na expansão das funcionalidades interativas e na personalização dos exercícios de acordo com o nível e o progresso de cada paciente. Explorar métodos de gamificação mais avançados pode aumentar ainda mais o engajamento dos usuários, incentivando a continuidade da terapia e proporcionando uma experiência mais dinâmica e motivadora.

Outro aspecto relevante para estudos futuros é a análise do impacto do uso contínuo da solução ao longo do tempo, verificando se há uma correlação entre a frequência de uso e a evolução da fala dos pacientes. Isso poderia ser feito por meio de estudos longitudinais que acompanhem os usuários por períodos mais extensos, comparando diferentes abordagens terapêuticas. Além disso, pesquisas podem explorar o impacto do aplicativo em diferentes perfis de pacientes, como aqueles em fases mais avançadas da reabilitação ou com diferentes graus de severidade da apraxia de fala.

Para fortalecer ainda mais as evidências sobre a eficácia da aplicação, pesquisas futuras devem incluir um número maior de participantes, permitindo análises mais robustas e estatisticamente significativas. Uma amostra ampliada possibilitaria a avaliação de diferentes perfis de usuários, considerando variáveis como idade, tempo desde o AVC, nível de comprometimento da fala e familiaridade com tecnologia assistiva. Com um estudo mais abrangente, seria possível identificar padrões de uso e impacto em subgrupos específicos, além de compreender melhor as condições que favorecem uma recuperação mais eficiente com o aplicativo.

REFERÊNCIAS

- AFRIDI, A. *et al.* Integrating artificial intelligence in stroke rehabilitation: Current trends and future directions; a mini review. **Journal of the Pakistan Medical Association**, v. 75, n. 02, p. 339–341, Jan. 2025. Disponível em: <https://jpma.org.pk/index.php/public_html/article/view/30211>. Citado na página 24.
- AHMAD, S.; WASIM, S. Agile methodology in healthcare and medical practices: A narrative review. **Scholars international journal of chemistry and material sciences**, 2023. Citado na página 26.
- ALHAMMAD, N. *et al.* Patients and stakeholders' perspectives regarding the privacy, security, and confidentiality of data collected via mobile health apps in saudi arabia: Protocol for a mixed method study. **JMIR Research Protocols**, 2024. Citado na página 26.
- ALHAMMAD, N. *et al.* **Patients and Stakeholders' Perspectives Regarding the Privacy, Security, and Confidentiality of Data Collected via Mobile Health Apps in Saudi Arabia: Protocol for a Mixed Method Study (Preprint)**. 2023. Citado na página 25.
- ALKALI, A. A.; WAKAWA, U. B.; HUSAINI, I. U. Adopting inclusive design principles for the proposed north east development commission's headquarters in maiduguri, borno state. **Deleted Journal**, 2024. Citado na página 25.
- BARNETT, R. A qualitative evaluation of speech sound disorder treatment apps for children. 2024. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 20.
- BUCHMANN MAREIKE DANGEL, L. F. R. J. I. M. A. B. C. D. L. H. J. L. J. C. M. G. R. T. V. C. W. I.; RANDERATH, J. limb apraxia profiles in different clinical samples. **The Clinical Neuropsychologist**, Routledge, v. 34, n. 1, p. 217–242, 2020. PMID: 31002018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13854046.2019.1585575>>. Citado na página 22.
- CHAKRABORTY, S.; AITHAL, S. A practical approach to git using bitbucket, github and sourcetree. **International journal of applied engineering and management letters**, p. 254–263, 2022. Citado na página 33.
- DAMASCENO, W. M. Fonoplay: um aplicativo para crianças com atraso na fala. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- DAN, B. Gamification of therapy: the fun factor in rehabilitation. **Developmental Medicine Child Neurology**, v. 64, n. 3, p. 276–276, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 42.
- DUFFY, R. L. U. J. R.; JOSEPHS, K. A. Primary progressive apraxia of speech: from recognition to diagnosis and care. **Aphasiology**, Routledge, v. 35, n. 4, p. 560–591, 2021. PMID: 34219857. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1787732>>. Citado na página 21.

DUSENBURY, D. L. A review on firebase (backend as a service) for mobile application development. **International Journal For Science Technology And Engineering**, International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, v. 10, n. 1, p. 967–971, 2022. Citado na página 35.

EFENDI, G.; MUTAWALLI, L.; AKBAR, J. Perancangan sistem pelaporan incident hack di kominfo lombok tengah menggunakan agile pendekatan scrum. v. 2, n. 3, p. 67–78, 2024. Citado 4 vezes nas páginas 26, 27, 28 e 29.

FATKHULIN, T. D.; MOKIN, A. B.; TIMOFEYEVA, A. S. **Analysis of Software Tools Allowing the Development of Cross-Platform Applications for Mobile Devices**. 2023. 1-5 p. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.

Firestore Team. **Firestore Documentation**. 2024. <<https://firebase.google.com/products-build?hl=pt>>. Acessado em 15 de setembro de 2024. Citado na página 35.

Flutter Team. **Flutter Documentation**. 2024. <<https://docs.flutter.dev>>. Acessado em 15 de setembro de 2024. Citado na página 32.

FOTOPOULOS, D. *et al.* Gamifying rehabilitation: Milord platform as an upper limb motion rehabilitation service. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 74.

GHANDI, L. *et al.* **Mobile application development process: A practical experience**. [S.l.]: IEEE, 2017. 1-6 p. Citado na página 26.

GITHUB. **GitHub**. 2024. <<https://github.com>>. Acessado em 15 de setembro de 2024. Citado na página 34.

GUIMARÃES, D. D. The solid design principles. In: . [S.l.]: Apress eBooks, 2021. p. 3–24. Citado na página 39.

GUPTA, N. *et al.* **A Comparative Study of Implementing Agile Methodology and Scrum Framework for Software Development**. 2022. Citado na página 26.

HEIBGES, M.; JUNGnickel, K.; FEUFEL, M. A. Scrum. In: . [S.l.: s.n.], 2023. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.

HENDERSON, D. *et al.* Rehabilitation of speech, language, and swallowing disorders in clients with acquired brain injury. In: _____. [S.l.: s.n.], 2019. p. 201–226. ISBN 978-3-030-16612-0. Citado na página 22.

HEPFER, K. An approach for mobile application design using figma. In: . [S.l.]: IGI Global eBooks, 2023. p. 165–197. Citado na página 40.

IUZZINI-SEIGEL, J.; ALLISON, K. M.; STOECKEL, R. E. 5. a tool for differential diagnosis of childhood apraxia of speech and dysarthria in children: A tutorial. **Language Speech and Hearing Services in Schools**, 2022. Citado na página 13.

JAMIS, M. N. *et al.* **Speak App: A Development of Mobile Application Guide for Filipino People with Motor Speech Disorder**. [S.l.]: IEEE, 2018. 717-722 p. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.

JOSEPH, J. *et al.* Age, gender, and regional variations in stroke epidemiology in india: A systematic review and meta-analysis. **Indian Journal of Community and Family Medicine**, Medknow, v. 10, n. 1, p. 7–17, 1 2024. ISSN 2395-2113. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4103/ijcfm.ijcfm_22_23>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 70.

KELLY, D. M. *et al.* Age- and sex-specific analysis of stroke hospitalization rates, risk factors, and outcomes from german nationwide data. **Stroke**, Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), v. 55, n. 9, p. 2284–2294, 9 2024. ISSN 0039-2499. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1161/strokeaha.123.046118>>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 70.

KORAM, N.; GARG, R. **Review on Mobile App Development: Tools and Techniques**. 2023. 260-266 p. Citado na página 30.

KOUNIDAS, G. *et al.* Bt21 usability evaluation and reporting for mobile health apps targeting patients with skin diseases: a systematic review. **British Journal of Dermatology**, British Journal of Dermatology, v. 188, n. Supplement₄, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 24, 25 e 78.

KURNIAWAN, W.; PRIHANDI, I.; HUSUFA, N. Prototype firebase authentication menggunakan fitur firebase pada aplikasi android. **Jurnal Satya Informatika**, Fakultas Teknik Universitas Satya Negara Indonesia, v. 4, n. 1, p. 71–78, 2023. Citado na página 36.

LARA, M. S. *et al.* Constructing an ai-assisted pronunciation correction tool using speech recognition and phonetic analysis for ell. In: **2024 10th International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSPP)**. [S.l.: s.n.], 2024. p. 1021–1026. Citado na página 24.

LI, X. *et al.* Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. **Frontiers in Neurology**, v. 15, 08 2024. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 71.

MAIA, T. A. L. Aplicativo de gerenciamento de dados e controle de estoque para auxílio na cadeia de distribuição de suprimentos farmacêuticos: uma intervenção no distrito federal. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

MAQBOOL, B.; HEROLD, S. Potential effectiveness and efficiency issues in usability evaluation within digital health: A systematic literature review. **Journal of Systems and Software**, 2023. Citado na página 24.

MARQUES, A. J. P. S. *et al.* Gamification in stroke rehabilitation. In: **Advances in Psychology, Mental Health, and Behavioral Studies**. IGI Global, 2022. p. 187–199. Disponível em: <<https://doi.org/10.4018%2F978-1-7998-8634-1.ch009>>. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 59.

MARTIN, R. **Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship**. Pearson Education, 2008. (Robert C. Martin Series). ISBN 9780136083252. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=_i6bDeoCQzsC>. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 37.

MARZOUQAH, R. *et al.* The role of oral and pharyngeal motor exercises in post-stroke recovery: A scoping review. **Clinical Rehabilitation**, v. 37, 11 2022. Citado na página 13.

MOFFATT, K.; POURSHAHID, G.; BAECKER, R. M. Augmentative and alternative communication devices for aphasia: the emerging role of “smart” mobile devices. **Univers. Access Inf. Soc.**, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, v. 16, n. 1, p. 115–128, mar 2017. ISSN 1615-5289. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10209-015-0428-x>>. Citado na página 22.

MUNASINGHE, T. U.; ARIYASENA, A. D. K.; SIRIWARDHANA, D. D. Speech therapy interventions for acquired apraxia of speech: An updated systematic review. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 32, n. 3, p. 1336–1359, 2023. Disponível em: <https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/2022_AJSLP-21-00236>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 73.

NAWAF, R. Firebase. In: . [S.l.]: Apress eBooks, 2021. p. 363–366. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.

Neuro Hero. **Talk Around It - Aplicativo de Terapia da Fala**. 2024. Acessado em: 14 de setembro de 2024. Disponível em: <<https://www.neurohero.com/portuguese/>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

NOGUERRA, C. P. User-centered design principles for effective information system development. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology**, 2023. Citado na página 25.

OKTAFIANI, I.; SAPUTRA, M. F. A. Pengembangan aplikasi solid-calculator untuk pengukuran kualitas desain diagram kelas. **SAINS DAN INFORMATIKA : RESEARCH OF SCIENCE AND INFORMATIC**, v. 8, n. 1, p. 68–74, Apr. 2022. Disponível em: <<http://publikasi.ildikti10.id/index.php/jsi/article/view/959>>. Citado na página 38.

PATIL, S. G. *et al.* Mobile application development using flutter sdk: Development of a news mobile application using flutter and news api. **Journal of computer science engineering and software testing**, 2022. Citado na página 32.

PATIL, V. P. *et al.* Flutter-modern and easy technology to build applications. **International Journal For Science Technology And Engineering**, v. 11, n. 2, p. 458–461, 2023. Citado na página 33.

PIMENTEL, B. N.; FEDOSSE, E.; CECHELLA, C. Eficácia de um aplicativo virtual na terapia para afasia motora. **Research, Society and Development**, Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. 147973877–, 2020. Citado na página 16.

POPOV, D. 5. speech and speech science – subject matter and scientific description. 2024. Citado na página 13.

QIU, L.; ABDULLAH, S. **Voice Assistants for Speech Therapy**. 2021. Citado na página 20.

ROCHA, T. *et al.* The appvox mobile application, a tool for speech and language training sessions. **Expert Systems**, John Wiley Sons, Ltd (10.1111), v. 36, n. 3, 2019. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18 e 19.

SANTOSO, M. F. Implementation of ui/ux concepts and techniques in web layout design with figma. **Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis**, Universitas Dharma Andalas, v. 6, n. 2, p. 279–285, 2024. Citado na página 40.

SCHWAB, S. M.; DUGAN, S.; RILEY, M. A. Reciprocal Influence of Mobility and Speech-Language: Advancing Physical Therapy and Speech Therapy Cotreatment and Collaboration for Adults With Neurological Conditions. **Physical Therapy**, v. 101, n. 11, p. pzab196, 08 2021. ISSN 1538-6724. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ptj/pzab196>>. Citado na página 22.

SGUBIN, G.; DEODATO, M.; MURENA, L. Gamification in rehabilitation: The role of subjective experience in a multisensory learning context – a narrative review. **Gestalt theory**, 2023. Citado na página 23.

SHEPPARD, S.; SEBASTIAN, R. Diagnosing and managing post-stroke aphasia. **Expert Review of Neurotherapeutics**, v. 21, p. 1–14, 12 2020. Citado na página 22.

TENESACA-TENEZACA Óscar *et al.* Fonapp: An interactive application for the therapeutic intervention of children with dyslalia from embedded devices and robotic assistants. In: . [S.l.]: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021. p. 536–543. Citado na página 15.

THERAPY, T. **Tactus Therapy**. 2024. Accessed: 2024-09-23. Disponível em: <<https://tactustherapy.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.

TOMAR, A. *et al.* **Flutter Technology-Based Hyper-Local E-Commerce Marketing Application**. 2024. 1-6 p. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.

TOMMY, C. A.; MINOI, J.-L.; SIAN, C. S. Game usability heuristics evaluation approach for speech therapy mobile application games. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering**, v. 9, p. 93–97, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 71.

TSITOARA, M. Git and github workflow. In: . [S.l.]: Apress, 2023. p. 295–299. Citado na página 33.

UMAROVA, R. *et al.* Interaction between cognitive reserve and age moderates effect of lesion load on stroke outcome. **Scientific Reports**, v. 11, p. 4478, 02 2021. Citado na página 21.

UTIANSKI, R.; JOSEPHS, K. An update on apraxia of speech. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 23, p. 1–7, 06 2023. Citado na página 21.

VASCONCELOS, C. A. L. e. *et al.* Perfil epidemiológico de pacientes internados por acidente vascular cerebral. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 7, p. 36–45, jul. 2024. Disponível em: <<https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih/article/view/2467>>. Citado na página 13.

WADUD, M. A. H.; ALATIYYAH, M.; MRIDHA, M. F. Non-autoregressive end-to-end neural modeling for automatic pronunciation error detection. **Applied Sciences**, v. 13, n. 1, 2023. ISSN 2076-3417. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-3417/13/1/109>>. Citado na página 24.

WOJCIECHOWSKI, A.; KORJONEN-KUUSIPURO, K. Rehabilitation in digital environments – biophysiologicaly motivated gamification. **Human Technology**, v. 18, n. 3, p. 209–212, 2022. Citado na página 22.

YE, D. *et al.* Towards ai-based precision rehabilitation via contextual model-based reinforcement learning. **medRxiv**, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2025. Disponível em: <<https://www.medrxiv.org/content/early/2025/01/15/2025.01.13.24319196>>. Citado na página 24.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps**. O'Reilly Media, 2011. (O'Reilly Series). ISBN 9781449397678. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Hw9X1miVMMwC>>. Citado na página 23.

ZLOTNIK, S.; WEISS, P. T.; RABAN, D. R. Use of gamification for adult physical rehabilitation in occupational therapy; a novel concept? **Hong Kong Journal of Occupational Therapy**, p. 156918612311790–156918612311790, 2023. Citado na página 23.

ZULUAGA, C. A. *et al.* Development of a modular software architecture for underwater vehicles using systems engineering. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 10, n. 4, p. 464–464, 2022. Citado na página 39.

Apêndices

APÊNDICE A – BACKLOG DE FUNCIONALIDADES

Product Backlog - Parte 1

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Estimativa
1	Visualização de Lições e Atividades	Como um usuário, desejo visualizar lições e atividades disponíveis para poder participar e aprender efetivamente. Cada lição deverá conter um título e um corpo, que fornecerá detalhes sobre a lição. Cada lição deve levar o usuário à lista das respectivas atividades daquela lição. As atividades devem mostrar se o usuário já as completou e a nota mais alta obtida.	Codificar interface para listagem de lições	P
			Codificar interface para listagem de atividades	P
			Integrar interface com banco de dados para exibir conteúdo dinâmico	M
2	Captura de Áudio	Como um usuário, desejo capturar áudio para enviar minhas respostas e realizar atividades práticas. A tela deve exibir a palavra a ser pronunciada, um vídeo de suporte e permitir capturar, reproduzir e submeter o áudio à IA, além de regravar se necessário. Também deve ser possível visualizar gestos com a câmera frontal.	Codificar componente de captura e reprodução de áudio com controle de reprodução	M
			Codificar interface de captura e integrar com componente de captura de áudio	M
			Codificar abertura da câmera durante captura de áudio para conferência dos gestos	M

Product Backlog - Parte 2

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Estimativa
3	Avaliação do Áudio	Como paciente, desejo submeter meu áudio capturado para avaliação pela IA. Após o envio, o usuário verá uma tela de aguardo e receberá a pontuação. Se for menor que 70%, uma mensagem solicitará uma nova captura. Acima de 70%, uma tela parabenizará o paciente e o direcionará para a próxima atividade.	Codificar lógica de envio do áudio para a IA e recepção do resultado	M
			Codificar telas de aguardo da análise da IA	P
			Codificar telas de resultado bom (+ 70% de acerto) e de resultado ruim (-70%)	P
			Codificar lógica de envio do resultado obtido para o banco de dados no Fire-base	P
			Integrar telas e lógicas, seguindo o fluxo ideal	M
4	Associação a Fonoaudiólogos	Como um usuário, desejo associar-me a um fonoaudiólogo para acompanhamento personalizado. O sistema deverá buscar profissionais próximos. Ao selecionar, o paciente poderá ver os dados do fonoaudiólogo e enviar uma solicitação de acompanhamento. Caso já tenha um fonoaudiólogo, verá apenas os dados do profissional.	Codificar lógica de consulta e listagem de profissionais mais próximos	M
			Codificar telas de listagem de profissionais e envio de solicitação	M
			Codificar lógica de envio de solicitação para o banco de dados	P
			Integrar lógica às telas, deixando as interfaces funcionais	M
			Codificar tela de visualização do fono vinculado	P
			Codificar lógica de verificação de vínculo ao fonoaudiólogo	P

Product Backlog - Parte 3

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Estimativa
5	Ranking de Participantes	Como um usuário, desejo visualizar um ranking de pontuação com demais usuários. O sistema deverá exibir o top 3 com suas medalhas (ouro, prata, bronze) e os demais participantes com suas pontuações.	Codificar lógica de ranqueamento dos usuários	G
			Codificar interface de ranking	M
			Integrar interface a lógica de ranqueamento	M
6	Desafio da Semana	Semanalmente o aplicativo deverá sugerir uma atividade como desafio, permitindo ao paciente acumular pontos extras. O desafio deverá aparecer na tela inicial e poderá ser repetido várias vezes.	Codificar lógica de seleção da atividade como desafio da semana	G
			Codificar interface do desafio da semana	M
			Integrar interface à lógica	M

Product Backlog - Parte 4

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Estimativa
7	Recursos Grátis e Premium	Como um usuário, desejo acessar recursos grátis e, ao assinar, acessar os recursos premium para maximizar minha terapia. O sistema deverá liberar apenas a primeira lição gratuita, e para acessar os recursos premium será necessário assinar um plano.	Codificar lógica de restrição de recursos premium apenas para assinantes	M
			Codificar interface de convite de usuário free a ser assinante	P
			Codificar interface de exibição dos planos disponíveis	P
			Integrar (envolver) a lógica de restrição no restante da aplicação	M
8	Suporte a Pagamento	Como um usuário, desejo realizar pagamentos para acessar recursos premium. O software deverá redirecionar o usuário para a plataforma de pagamentos e liberar os recursos após a confirmação do pagamento.	Codificar lógica de redirecionamento para sistema de pagamentos	P
			Codificar lógica de liberação de recursos após pagamento	M
			Configurar ferramenta de pagamentos	G

Product Backlog - Parte 5

Nº	Item de Backlog	Descrição	Tarefas	Estimativa
9	Autenticação de Usuário	Como um usuário, desejo autenticar-me no sistema para acessar recursos personalizados. O sistema deverá fornecer cadastro, login com email e senha, recuperação de acesso e confirmação de cadastro.	Codificar lógica de cadastro de usuário	P
			Codificar lógica de login com email e senha	M
			Codificar lógica de recuperação de senha	P
			Codificar interface de cadastro de usuário	M
			Codificar telas de login e recuperação de senha	P
			Integrar lógicas de autenticação às telas	M
10	Recurso de Notificações	Como um usuário, desejo receber notificações sobre atualizações, novos desafios e lembretes. O sistema deverá enviar notificações push, considerando o último horário de acesso ao app.	Configurar notificações por push no Firebase	M
			implementar lógica de envio de notificações para o firebase	M
			Implementar lógica de recebimento de notificação com o app aberto	M
			Implementar lógica de recebimento de notificação com o app fechado e em background	M
			Implementar componentes de notificação	P
			Integrar lógica à aplicação	M

APÊNDICE B – CAMPOS DO BANCO DE DADOS

Documento Usuário

Nome do campo	Tipo	Descrição
alreadyFreeTrial	Boolean	Indica se o usuário já utilizou o período de teste gratuito
code	String	Código de referência do fonoaudiólogo
council_region	String	Região do conselho profissional do usuário
cpf	String	CPF (Cadastro de Pessoa Física) do usuário
created_at	Timestamp	Data e hora em que o perfil do usuário foi criado
crfa	String	Registro do conselho de fonoaudiólogos (CRFa)
date_of_birth	String	Data de nascimento do usuário
description	String	Campo de descrição pessoal
email	String	Endereço de e-mail do usuário
expire_at	Timestamp	Data de expiração do período de uso premium
fono_id	String	Identificação do fonoaudiólogo associado ao usuário
gender	String	Gênero do usuário
is_fono	Boolean	Indica se o usuário é um fonoaudiólogo
is_premium	Boolean	Indica se o usuário tem acesso à versão premium do serviço
last_use	Timestamp	Data e hora da última utilização do serviço pelo usuário
lessons_unlocked	Array of String	Lista de lições que o usuário desbloqueou
level	Integer	Nível atual do usuário no sistema
name	String	Nome do usuário
phone_number	String	Número de telefone do usuário
profile_photo	String	URL da foto de perfil do usuário
state	String	Estado de residência do usuário

Documento Lição

Nome do campo	Tipo	Descrição
body	String	Conteúdo ou tema da lição
lessonType	String	Tipo de lição
level	String	Nível da lição
level	String	Título da lição

Documento Atividade

Nome do campo	Tipo	Descrição
body	String	Descrição da atividade
thumb	String	Título da atividade
video	String	URL da imagem em miniatura associada à atividade
level	String	URL do vídeo instrucional sobre a pronúncia

Documento Tentativa

Nome do campo	Tipo	Descrição
activity_id	String	Identificação única da atividade
high_note	String	Nota mais alta alcançada nesta atividade
history	String	Array que contém um histórico de tentativas, com cada tentativa representada por um objeto que armazena informações como áudio, data, nota e transcrição.
lesson_id	String	Identificação única da lição associada a esta atividade
updated_at	String	Data e hora da última atualização desta atividade
user_id	String	Identificação única do usuário que realizou a atividade

APÊNDICE C – SPRINTS DEFINIDAS

Backlog de Sprints - Parte 1

Nº da Sprint	Tarefa	Tamanho
1	codificar interface para listagem de lições	P
	codificar interface para listagem de atividades	P
	integrar interface com banco de dados para exibir conteúdo dinâmico	M
	codificar componente de captura e reprodução de áudio com controle de reprodução	M
	codificar interface de captura e integrar com o componente anterior	M
	codificar abertura da câmera enquanto captura o áudio para conferência da execução dos gestos	M
2	codificar lógica de envio do áudio para a análise pela inteligência e recebimento do resultado	M
	codificar telas de aguardo da análise da IA	P
	codificar telas de resultado bom (+70%) e de resultado ruim (-70%)	P
	codificar lógica de envio do resultado obtido para o banco de dados no Firebase	P
	integrar telas e lógicas, seguindo o fluxo ideal	M
	codificar lógica de consulta e listagem de profissionais mais próximos	M
	codificar telas de listagem de profissionais e envio de solicitação	M

Backlog de Sprints - Parte 2

Nº da Sprint	Tarefa	Tamanho
3	codificar lógica de envio de solicitação para o banco de dados	P
	integrar lógica às telas, deixando as interfaces funcionais	M
	codificar tela de visualização do fono vinculado	P
	codificar lógica de verificação de vínculo a fonoaudiólogo	P
	codificar lógica de ranqueamento dos usuários	G
	codificar interface de ranking	M
	integrar interface à lógica de ranqueamento	M
4	codificar lógica de seleção de atividade escolhida como desafio da semana	G
	codificar interface de desafio da semana	M
	integrar interface à lógica	M
	codificar lógica de restrição de recursos premium apenas para usuários assinantes	M
	codificar interface de convite de usuário free a ser assinante	P
	codificar interface de exibição dos planos disponíveis	P

Backlog de Sprints - Parte 3

Nº da Sprint	Tarefa	Tamanho
5	integrar (envolver) a lógica de restrição no restante da aplicação	M
	codificar lógica de redirecionamento para o sistema de pagamentos	P
	codificar lógica de liberação de recursos após pagamento	P
	configurar ferramenta de pagamentos	G
	codificar lógica de cadastro de usuário	P
	codificar lógica de login com uso e senha	M
	codificar lógica de recuperação de senha	P
	codificar interface de cadastro de usuário	M
6	codificar telas de login e recuperação de senha	P
	integrar lógicas de autenticação às telas	M
	configurar notificações por push no Firebase	M
	implementar lógica de envio de notificações para o Firebase	M
	implementar lógica de recebimento de notificação com o app aberto	M
	implementar lógica de recebimento de notificação com o app fechado e em background	M
	implementar componentes de notificação	P

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você está sendo convidado(a) a participar dessa pesquisa de forma totalmente voluntária. O convite está sendo feito a você porque você **tem dificuldade para falar, apesar de compreender o que você lê ou escuta ou é um profissional que faz o acompanhamento de pacientes com essas condições**. Sua participação é importante, porém, você precisa decidir se quer participar ou não. Antes de concordar em participar desta pesquisa é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas antes que você decida participar. Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem perder os benefícios aos quais tenha direito. Esta pesquisa tem como pesquisadores Romero Antonio Ramos de Mendonça. Assim, gostaria de consultá-lo/a sobre seu interesse e disponibilidade de cooperar com a pesquisa.

Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética do Instituto Federal do Piauí- IFPI, localizado na própria reitoria do Instituto Federal do Piauí, Avenida Presidente Jânio Quadros, nº 330, Santa Isabel, sala 3, CEP: 64053-390, Teresina-PI. Telefone: (86) 3131-1441, ou por e-mail: cep@ifpi.edu.br.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O propósito desta pesquisa é desenvolver um aplicativo para auxiliar na reabilitação da fala de participantes com apraxia verbal. O aplicativo tem como objetivo auxiliar o desenvolvimento das atividades propostas em consultório pelo terapeuta fonoaudiólogo, caso você não tenha um recomendamos fortemente que você procure este profissional.

Sua participação é voluntária e isenta de qualquer custo/remuneração, receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e caso aceite participar, será garantido o sigilo sobre sua identidade. Cabe dizer que estas informações serão guardadas de forma segura, e os pesquisadores assumem compromisso ético e legal pela confidencialidade dos dados envolvidos, os quais serão analisados de forma anônima, assegurando privacidade e confidencialidade. Você terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, retirar seu consentimento ou interromper sua participação sem nenhum prejuízo, penalidade ou constrangimento para você.

Você poderá obter a sua cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido solicitando ao pesquisador. Caso decida colaborar com a pesquisa você deverá confirmar na caixa de seleção posicionada abaixo do link que leva a este documento. A mensagem com a resposta do participante recrutado, consentindo sua participação na pesquisa, será armazenada pela coordenação do estudo em arquivo digital. Assinando este termo você concorda em ceder os direitos de utilização de sua voz, não havendo qualquer tipo de indenização ou abono pecuniário previsto. Cabe dizer que não vincularemos à sua voz sua identidade, a lista de palavras é um roteiro predeterminado e totalmente previsível (sons simples até palavras mais complexas).

A coleta de dados será realizada por meio do treino de fala que o aplicativo proporcionará a você um treino de fala por grau de dificuldade de execução, além de associar ao fonema trabalhado uma palavra e uma figura. A ideia é que a sua experiência seja a mais personalizada no aplicativo. Ele permitirá comparação entre a sua fala e o modelo de uma fala considerada adequada para a execução dos fonemas falados no Brasil. Sua fala será incluída em um banco de dados, mas não haverá exposição vinculada à sua identidade. É para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar.

As tentativas são livres e infinitas, pois o software só receberá os dados que você julgar apto para enviar (só será enviado para o servidor após o cliente clicar em 'enviar/ gerar dados'). Você pode ter desconforto e/ou constrangimento por não conseguir os exercícios propostos, mas para contornar isto começamos com estímulos muito simples (vogal sustentada/ recomendado para apraxias graves), e você terá total liberdade de escolher quando e onde realizará seus exercícios, deixando você menos exposto às suas dificuldades a terceiros. Pode também parar a terapia assim que desejar ou se sentir cansado (não

produtivo no momento), pois os dados serão salvos a partir de cada tentativa proposta.

(página 01/02)

Todos participantes receberão todo o suporte necessário ao longo da coleta de dados a fim de que qualquer risco que possa vir a ocorrer seja plenamente contornado. Espera-se com esta pesquisa entender possíveis benefícios diretos com o recebimento dos resultados de todas as análises fonéticas que serão feitas. Os benefícios indiretos estão relacionados com a utilização dos resultados da pesquisa para possibilitar o planejamento de ações exclusivas para Fonoaudiólogos que atuam na terapia de fala, e assim contribuir gerando maior visibilidade para a profissão em âmbito nacional.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso ao pesquisador para eventuais dúvidas. Você poderá fazer as perguntas que julgar necessário antes de concordar em participar do estudo e no caso de qualquer dúvida ou reclamação em relação ao estudo, pode manter contato com o pesquisador que estará à sua disposição para esclarecimentos, pode contatar o pesquisador Romero Antonio Ramos de Mendonça e-mail: comunicareapraxia@gmail.com ou no telefone (86) 98119-8411.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente o pesquisador, a equipe do estudo, Comitê de Ética independente e inspetores de agências reguladoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

(página 02/02)