

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSIQUIATRIA E CIÊNCIAS DO
COMPORTAMENTO

Bruno Gomes Tavares dos Santos

**ReGente: Desenvolvimento de um aplicativo para *smartphones* para a
promoção de saúde mental e física durante e após a pandemia**

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre

2022

Bruno Gomes Tavares dos Santos

ReGente: Desenvolvimento de um aplicativo para *smartphones* para a promoção de saúde mental e física durante e após a pandemia

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Psiquiatria pelo Programa de Pós-Graduação em Psiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Calcagnotto

Co-orientador: Prof. Dr. Marco Idiart

Porto Alegre

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

Gomes Tavares dos Santos, Bruno

ReGente: Desenvolvimento de um aplicativo para smartphones para a promoção de saúde mental e física durante e após a pandemia / Bruno Gomes Tavares dos Santos. -- 2022.

49 f.

Orientadora: Maria Elisa Calcagnotto.

Coorientador: Marco Idiart.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, , Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Saúde mental. 2. Aplicativo. 3. Telessaúde. 4. mSaúde. 5. Cronobiologia. I. Calcagnotto, Maria Elisa, orient. II. Idiart, Marco, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Maria Elisa Calcagnotto e ao meu coorientador Marco Idiart pela ajuda, conselhos e conhecimentos transmitidos durante esses dois últimos anos. Agradeço também ao PPG Psiquiatria e Ciências do Comportamento, por possibilitar a realização do meu mestrado em um local de excelência que é a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e aos colegas do Laboratório de Cronobiologia e Sono pela companhia, colaboração e auxílio neste projeto e em outros.

Agradeço também ao meu orientador no estágio docência, Filipe Santana da Silva, que desde a época da minha graduação na Informática Biomédica sempre me guiou nessa área, com muito conhecimento e ótimos conselhos.

Por fim, agradeço também imensamente aos meus amigos e à minha família pelo apoio e suporte que me deram desde sempre. Em especial minha mãe Janice Andrade Gomes e meu pai Paulo Tavares dos Santos Filho, minha prima Cibele Gomes Lancini e a minha avó Juçara de Andrade Gomes, que mesmo não estando mais aqui continua sendo minha maior apoiadora de todos os tempos. Não poderia deixar de agradecer também as minhas companhias caninas Cuca, que já me acompanhava durante a etapa do TCC, e à recém chegada Geléia. Esse trabalho não teria sido realizado sem o apoio de vocês e por isso sou imensamente e eternamente grato.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Bruno Gomes Tavares dos Santos

ReGente: Desenvolvimento de um aplicativo para *smartphones* para a promoção de saúde mental e física durante e após a pandemia

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Psiquiatria pelo Programa de Pós-Graduação em Psiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Calcagnotto

Co-orientador: Prof. Dr. Marco Idiart

Porto Alegre

2022

BANCA EXAMINADORA:

Relator - Prof. Dr. Ives Cavalcante Passos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Juliana Silva Herbert
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)

Prof. Dr. Felipe Gutiérrez Carvalho
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)

RESUMO

Introdução: O distanciamento social e quarentena foram sugeridos e adotados para ajudar a diminuir a propagação e a mortalidade da COVID-19. Entretanto, estas medidas podem ter um impacto significativo na saúde física e mental dos indivíduos por mudar as interações sociais e rotinas, como a exposição à luz natural, hábitos alimentares e padrão de sono. Estratégias para informar a sociedade sobre ritmos circadianos e ajudar a identificar quando há necessidade de ajuda profissional, são cruciais para evitar problemas de saúde, físicos e mentais. Estratégias digitais, como aplicativos para *smartphone* utilizados como ferramentas de Telessaúde e mSaúde, têm sido cada vez mais estudadas durante o contexto da pandemia e pós-pandemia para tentar melhorar a qualidade de vida e chegar à população de forma rápida e fácil. **Objetivos:** O objetivo deste estudo foi desenvolver um aplicativo para *smartphone*, com base em um estudo longitudinal conduzido no início da pandemia, contendo questionários validados para avaliar humor, bem-estar e hábitos pessoais, recomendações gerais em tópicos relevantes (relógio biológico e sono, hábitos saudáveis e COVID-19), recomendações personalizadas de acordo com as respostas dos usuários ao questionário e uma plataforma para a definição de metas relacionadas a comportamentos saudáveis. **Métodos:** O aplicativo, que foi nomeado ReGente, foi desenvolvido utilizando os *frameworks* Ionic e React para desenvolvimento híbrido. O desenvolvimento híbrido (web app, Android e iOS) possibilita uma fácil integração com plugins, escalabilidade e habilidade de alcançar o número máximo possível de usuários. Para o armazenamento de dados foi utilizada a plataforma Firebase da Google, escolhida também pela sua escalabilidade e integração fácil com o desenvolvimento híbrido. A acessibilidade foi levada em conta durante o desenvolvimento do *software*, além da aplicação da System Usability Scale (SUS) e coleta de opinião de usuários do aplicativo tanto em um grupo interno ao desenvolvimento quanto externo, procurando melhorar cada vez mais a interação usuário-app. **Resultados:** O aplicativo desenvolvido é modular e é nosso objetivo continuar a melhorar suas funcionalidades e o incrementar conforme o estudo evolui. Atualmente ele possui três componentes principais:

- as questões sobre humor, bem-estar e hábitos compostas por um questionário dividido em 3 partes com tempos de aplicação pré-definidos (atualmente 14 dias) e um feedback personalizado gerado no momento em que a primeira dessas partes é finalizada;
- recomendações gerais sobre COVID-19, bons hábitos e relógio biológico e sono;
- um calendário para definir e acompanhar metas relacionadas a tópicos importantes ao cuidado em saúde (atualmente sono, alimentação, atividade física e exposição à luz natural).

Um lançamento nas lojas oficiais também é planejado para o futuro.

Palavras-chave: Saúde mental; Aplicativo; Telessaúde; mSaúde; Sono; Cronobiologia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Publicações na área de Telessaúde e mSaúde ao longo dos anos	12
Figura 2- Integração <i>software</i> e dispositivos	14
Figura 3- Porcentagem da avaliação do <i>software</i> pelo grupo externo na SUS	43
Figura 4- Avaliação específica do <i>software</i> pelo grupo externo	43
Figura 5- Porcentagem da avaliação específica do <i>software</i> pelo grupo interno	44
Figura 6- Avaliação específica do <i>software</i> pelo grupo interno	44
Figura 7- Representação do módulo Coleta de Dados	45
Figura 8- Representação do módulo Recomendações	46
Figura 9- Representação do módulo Objetivos	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WHO-5 - World Health Organization-5 Well Being Index

PHQ-9 - Patient Health Questionnaire-9

GAD-7 - Generalized Anxiety Disorder

ISI - Insomnia Severity Index

μ MCTQ - Ultra-Short Version of the Munich Chronotype Questionnaire

SUS - System Usability Scale

SUMÁRIO

1 Introdução	9
1.1 Recomendações gerais para rotinas saudáveis durante a pandemia de COVID-19	9
1.2 Estratégias digitais na saúde - Telessaúde e mSaúde	11
1.3 Avaliação do aplicativo	14
1.4 Justificativa	15
14. Hipótese	16
1.5 Objetivos	16
2 Artigo Científico	18
3 Conclusão	35
Referências	38
Apêndices	41
Anexo	48

1 INTRODUÇÃO

A pandemia do coronavírus (COVID-19), causada pelo SARS-CoV-2, teve um grande impacto na saúde mental da população mundial (1–3), tanto por causas diretamente relacionadas à doença, estando a morte e o luto constantemente presentes em esfera públicas e pessoais, quanto pelas ações realizadas para conter o espalhamento do vírus. Medidas adotadas como o distanciamento social e a quarentena, apesar de extremamente necessárias na época e cruciais para o enfrentamento da pandemia, trouxeram efeitos mentais importantes devido às grandes mudanças nos modos de vida associados a elas (4,5). No Brasil e ao redor do mundo, diversos estudos vêm constatando aumentos na prevalência de ansiedade, estresse e depressão durante esse período e no período atual, de maior controle do espalhamento do vírus (6–8).

Tristeza contínua, sentimentos de desesperança e desamparo, irritabilidade, angústia e mudanças nas atividades diárias (como a prática de exercícios físicos, hábitos de alimentação, exposição à luz natural e sono) podem ser apontadas como alguns dos sintomas mais comuns nesses aumentos relatados (9–12). Além disso, também são comuns associações com o uso de álcool e ideação suicida, e foi um relatado um aumento no acesso de plataformas que abordam e ajudam nestes assuntos durante o período (8,13). Neste sentido, e devido a característica incapacitante destes sintomas, pensar em abordagens e o desenvolvimento de estratégias que possam ajudar pessoas a amenizar essas condições ou buscar ajuda de profissional da saúde quando necessário torna-se importantíssimo.

1.1 Recomendações gerais para rotinas saudáveis durante a pandemia de COVID-19

Durante o período pandêmico, um estudo longitudinal (14) foi elaborado por nosso grupo¹ de pesquisa. Este estudo buscou avaliar a aplicação de um questionário composto por testes validados em bem-estar (*World Health Organization-5 Well Being Index [WHO-5]*) (15), depressão (*Patient Health*

¹ Laboratórios envolvidos: Laboratório de Cronobiologia e Sono (HCPA/UFRGS), Laboratório de Neurofisiologia e Neuroquímica da Excitabilidade Neuronal e Plasticidade Sináptica (UFRGS) e Laboratório de Neurobiologia da Pineal (UNIFESP).

Questionnaire-9 [PHQ-9]) (16), ansiedade (*Generalized Anxiety Disorder [GAD-7]*) (17), insônia (*Insomnia Severity Index [ISI]*) (18) e sono (*Ultra-Short Version of the Munich Chronotype Questionnaire [μMCTQ]*) (19) além de recomendações gerais organizadas em 3 volumes:

- Volume 1: Pandemia COVID-19 e etiqueta respiratória (p.e., “Use máscara de proteção quando necessário”, “Lave as mãos regularmente com água e sabão ou use álcool 70%”, “Cubra a boca e nariz com a parte interna do cotovelo ou com um lenço descartável ao tossir e espirrar”, “Fique em casa se apresentar sintomas de resfriado ou gripe”, entre outras);
- Volume 2: Bons hábitos para se manter saudável (p.e., “Pratique atividades físicas”, “Use técnicas para relaxar o corpo e a sua mente”, “Cuide da sua alimentação”, “Mantenha uma boa higiene bucal”, entre outras);
- Volume 3: Relógio biológico e sono (p.e., “Exponha-se à luz natural durante o dia”, “Reduza o tempo excessivo na frente das telas, em especial à noite”, “Organize sua rotina pensando no seu cronotipo”, “Use *apps* que deixem a tela mais ‘amarelada’ à noite”, entre outras);

Todas as recomendações são apresentadas tanto em uma versão compacta, geralmente apenas uma frase que transmite a ideia geral, quanto também de forma mais completa em textos longos, com embasamento e referências científicas. No referido estudo, um dos resultados obtidos foi o de que os participantes que receberam os Volumes 2 e 3 foram aqueles que apresentaram menor prevalência de sintomas de ansiedade e depressão nos testes aplicados, no contexto da pandemia. Apesar de não ter sido possível verificar se os participantes já seguiam algumas recomendações específicas dentro dos volumes, e se sim quais eram estas, este resultado aponta para uma eficácia das recomendações e que estas podem ser consideradas importantes ferramentas na promoção da saúde mental (14).

Entretanto, uma das principais limitações deste trabalho foi seu alcance limitado, em que os participantes que completaram o estudo eram majoritariamente mulheres do sul e sudeste do Brasil morando em áreas urbanas e com ensino superior completo. Isto pode possivelmente ser explicado pelos métodos de recrutamento utilizados que consistiram na divulgação nas redes sociais do grupo e de parceiros e em *snowball sampling*, em que os participantes do estudo auxiliam no recrutamento de novos participantes através de suas redes de relações.

Ademais, estas limitações apontam que a forma como esse questionário e as recomendações são entregues desempenham um papel importante na estratégia de implementação do estudo. Em busca de superar essas limitações foi planejada a incorporação de uma estratégia digital, explorando as possibilidades que esta proporciona na área da saúde.

1.2 Estratégias digitais na saúde - Telessaúde e mSaúde

Nesse sentido, uma das abordagens possíveis e que vêm ganhando bastante destaque é a Telessaúde e Telemedicina, com uma crescente utilização mundialmente durante a pandemia (20–23) e a sua recente regulamentação no Brasil (24), junto com os conceitos de Saúde Digital. A Saúde Digital pode ser definida como uma combinação dos serviços de cuidados em saúde tradicionais (como por exemplo visitas presenciais ao profissional da saúde) com Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (25). Essa junção entre áreas busca modernizar e trazer escalabilidade aos serviços tradicionais de cuidados em saúde.

Estudos apontam que a Telessaúde e a Saúde Digital vêm trazendo diversos benefícios para cidadãos, profissionais e gestores da saúde. Exemplos importantes desses benefícios ocorreram durante a pandemia, onde a incorporação dessas estratégias cresceu muito e passou a exercer um papel importante no sistema de saúde de forma mundial (21,22), proporcionando diversas adições ao modelo de cuidados em saúde tido como clássico, de atendimento e trabalho presencial, como as possibilidades de cuidado remoto aos pacientes e teleconsultorias entre os profissionais da saúde (22). Dessa forma, torna-se provável que estes benefícios e suas possibilidades continuem a ser explorados mesmo após o fim da pandemia da COVID-19.

Neste contexto e envolvendo o tópico de Telessaúde, outro campo de crescente importância e que está relacionado é o da saúde móvel, ou mSaúde (26,27). A mSaúde pode ser definida como o uso de dispositivos móveis, como celulares, *smartphones* e *tablets* para entregar e receber abordagens e serviços de saúde valendo-se das possibilidades tecnológicas e do alcance desses dispositivos. Um conceito diretamente relacionado com a popularização da mSaúde é o de ubiquidade, tendo em vista o potencial desta tecnologia estar presente em toda parte

(26–29). Apesar de não estarem estritamente associadas, a implementação de estratégias de mSaúde cresceu com a popularidade dos *smartphones*.

Nesse sentido, historicamente, as aplicações de mSaúde já vinham crescendo com a melhoria das infraestruturas de torres de telefonia e a popularização das mensagens de textos (SMS). Estas ocorreram principalmente pela característica de ubiquidade e possibilidade de alcance do cuidado em saúde em áreas remotas e de difícil acesso. Estas características podem ser observadas na **Figura 1**, onde percebe-se um aumento mundial nas publicações na área a partir dos anos 90. Porém, o grande marco na pesquisa nessa área ocorreu com o lançamento dos primeiros *smartphones*, em 2007, popularizaram a execução de *softwares*, popularmente conhecidos como aplicativos, dentro da plataforma (30,31).

Publicações na área de Telessaúde e mSaúde

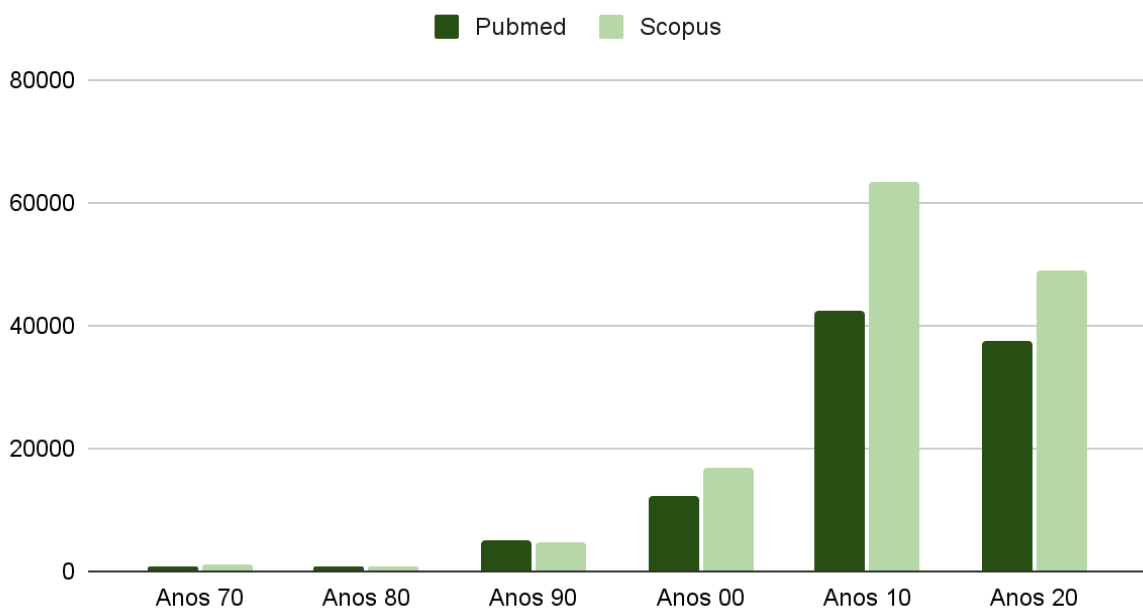


Figura 1 - Número de publicações na área de Telessaúde nas bases de dados PubMed e Scopus utilizando os descritores: ‘*mHealth*’, ‘*mobile health*’, ‘*telemedicine*’ e ‘*telehealth*’. Fonte: Dados do PubMed e Scopus (2022).

Para ter-se uma ideia do alcance do uso desses dispositivos, utilizando como parâmetro o Brasil por exemplo, é relatado que aproximadamente 70% da população usa um *smartphone* atualmente e aumentos nesse número são previstos ao longo

da década (32). É possível concluir então que os *smartphones* vêm se tornando uma parte cada vez mais integral da rotina das pessoas, sendo amplamente utilizados nas comunicações destas em seus círculos sociais, tanto no trabalho quanto no lazer (27). Dessa forma, surge também o conceito de fenótipo digital, com os dados que são gerados diariamente nessa interação entre pessoas e seus dispositivos, podendo ser utilizados em uma variedade de campos porém com uma grande importância para a saúde (33,34).

Muito relacionado a este conceito e às inovações tecnológicas que foram surgindo, além do uso de aplicativos, também pode-se apontar a utilização de sensores como um grande impulsor para a pesquisa na mSaúde (35,36). O uso de vestíveis (p.e., *smartwatches* e *smartbands*) e ferramentas nativas da grande maioria dos *smartphones* (p.e., GPS, acelerômetro, giroscópio e sensores de luz), como demonstrado na **Figura 2**, possibilita a análise de sinais físicos e comportamentos dos usuários (p.e., realização de atividades físicas e exposição à luz natural) abrindo um leque de possibilidades que permite desde o monitoramento a distância de pacientes quanto estudos clínicos longitudinais que se valem dessas tecnologias para a coleta de dados. Deste modo, a integração dessas tecnologias vem mostrando um grande potencial de aplicação na área da saúde.

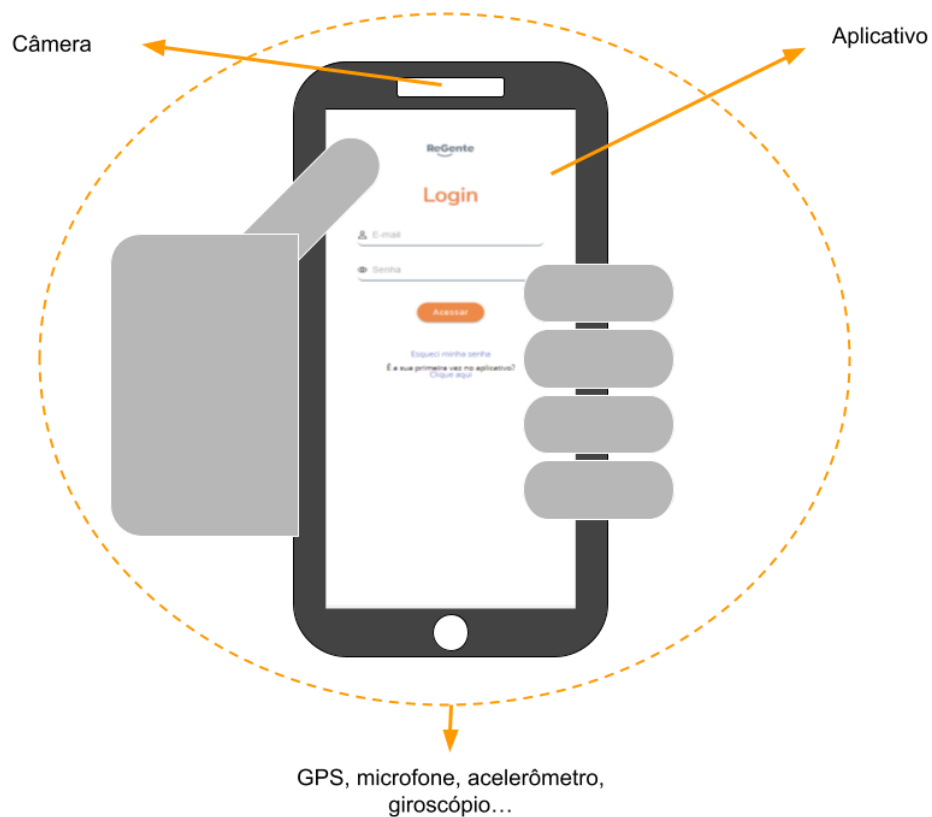


Figura 2 - Exemplo de integração entre *software* sendo executado no dispositivo e sensores disponíveis de forma nativa

Levando em conta todos esses fatores, torna-se interessante a investigação e utilização da mSaúde como estratégia para a promoção de saúde mental durante a pandemia e no período pós-pandêmico. Dessa forma, de maneira a continuar e expandir o estudo prévio, do questionário numa plataforma online junto com recomendações gerais, foi pensado o desenvolvimento de um aplicativo como ferramenta de mSaúde para saúde mental. Este aplicativo foi chamado de ReGente e está detalhado neste trabalho, em um artigo científico na Seção 2 e também ilustrado nos apêndices D e E.

1.3 Avaliação do aplicativo

Durante o desenvolvimento do trabalho, buscando garantir uma boa experiência para todos usuários, foi realizada uma avaliação do aplicativo utilizando a *System Usability Scale [SUS]*, para questões de usabilidade e opinião do usuário,

além de um formulário contendo perguntas específicas sobre os recursos do ReGente. Esta avaliação ocorreu através de um acesso antecipado, onde o aplicativo foi encaminhado para participantes de dois grupos:

- interno, ou seja, *experts* dentro do grupo nos assuntos abordados, mas que não participaram ativamente do processo de desenvolvimento;
- externo, ou seja, população de fora do grupo.

Dessa maneira, buscamos avaliar a interação dos usuários com app, se havia a ocorrência de problemas de implementação (*bugs*) e qual a opinião e sugestões destes sobre o *software* em geral, sua usabilidade e relevância para a vida do indivíduo, averiguando de forma geral a interação usuário-app.

1.4 Justificativa

Este trabalho justifica-se por apresentar uma ferramenta que visa entregar:

- Recomendações em tópicos relevantes de saúde mental e física, atualizadas para o contexto mundial pós-pandêmico de 2022;
- Um método de coleta de dados semelhantes às entregues em um estudo prévio, servindo então como uma expansão deste estudo; e
- Uma estratégia digital de saúde e mSaúde que explora o formato e as possibilidades de um aplicativo de *smartphone*. Entre essas possibilidades, estão o maior alcance e recrutamento de participantes, garantindo uma diversidade maior na amostra, uma das principais limitações anteriores, e uma forma mais dinâmica, interativa e lúdica de participar do estudo fazendo uso de propriedades características de aplicativos, como notificações e compartilhamento em redes sociais para engajamento de usuários.

Por fim, pela natureza da arquitetura do sistema implementado, de forma modular, esta ferramenta também permite e deve ser continuamente atualizada (p.e., com a implementação de novas recomendações, maneiras de se coletar dados ou até mesmo novos estudos) mostrando-se um espaço interessante para estudos na área da cronobiologia, psiquiatria e saúde mental.

1.5 Hipótese

A hipótese deste trabalho é de que a ferramenta criada agrega uma expansão ao estudo desenvolvido previamente, servindo como um novo formato e linguagem para divulgar a pesquisa e recomendações gerais que se originaram no começo da pandemia. Além disso, também se sustenta por si só como uma estratégia de mSaúde na promoção da saúde física e mental da população e, devido à forma como foi pensada e construída, com um grande espaço para o melhoramento contínuo e adaptação e inclusão de novos recursos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo geral

- Desenvolver um aplicativo para *smartphones* voltado para a promoção de saúde mental e física composto por um questionário contendo uma bateria de testes validados, recomendações gerais em tópicos relevantes nesse contexto, recomendações personalizadas de acordo com as respostas do questionário e auxílio na definição e acompanhamento de metas relacionadas a comportamentos saudáveis.

1.6.2 Objetivos específicos

- Expandir o primeiro estudo desenvolvido pelo grupo, de entrega de recomendações gerais na época da pandemia de COVID-19, através do uso de estratégias digitais na saúde, como Telessaúde e mSaúde;
- Coletar dados através do questionário implementado no aplicativo e utilizar os dados para recomendações personalizadas;
- Compartilhar recomendações gerais em 3 volumes (relógio biológico e sono; bons hábitos para se manter saudável; e pandemia COVID-19 e etiqueta respiratória);
- Disponibilizar uma área para o participante poder escolher metas relacionadas a exercício físico, rotina de alimentação, exposição à luz natural e sono;
- Realizar uma avaliação de usabilidade do aplicativo e pesquisa de opinião do usuário;

- Desenvolver uma ferramenta que irá possibilitar a avaliação da eficácia dessas recomendações e metas posteriormente.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

Nesta seção é apresentado um artigo científico de título “**Developing a smartphone app to promote physical and mental health during and beyond the COVID-19 pandemic**”, no formato da International Journal of Medical Informatics, submetido e em processo de avaliação (Anexo A).

Developing a smartphone app to promote physical and mental health during and beyond the COVID-19 pandemic

**Bruno Gomes Tavares dos Santos^{1,2}, Fernanda Sbaraini Bonatto^{1,3}, Luísa K. Pilz^{1,3},
Natividade de Sá Couto Pereira^{2,4}, Maria Paz Loayza Hidalgo^{1,3}, Maria Elisa
Calcagnotto^{1,2,4}, Marco Idiart^{4,5}**

¹ Programa de Pós-Graduação em Psiquiatria e Ciências do Comportamento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil. ² Laboratório de Neurofisiologia e Neuroquímica da Excitabilidade Neuronal e Plasticidade Sináptica (NNESP Lab), Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil. ³ Laboratório de Cronobiologia e Sono, Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil. ⁴ Programa de Pós-Graduação em Neurociências, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil. ⁵ Programa de Pós-Graduação em Física, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil.

Corresponding authors:

Bruno Gomes Tavares dos Santos, R. Ramiro Barcelos, 2400 - Santa Cecília, Porto Alegre - RS, 90035-003 - Brazil - bruno.gtavares2011@gmail.com

Marco Idiart, Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91501-970 - Brazil - marco.idiart@ufrgs.br

Abstract

Introduction: COVID-19 and social distancing measures adopted to contain the virus from spreading had a significant impact on individual's physical and mental health. Changes in social interactions and daily routines, such as natural light exposure, eating habits, physical activities and sleeping schedules, are believed to have contributed to the increase in mental health burden. Sleep disturbances and strain on circadian organization are closely associated with mood disorders, including major depressive disorder and anxiety. Developing strategies to inform people on the relevance of circadian organization may aid in promoting mental health. Therefore, digital strategies such as smartphone apps, as mobile health tools, have been increasingly used in this context and are essential to try to improve the quality of life by reaching out to these individuals faster and easily. **Material and Methods:** The app included recommendations for healthy routines developed and assessed on a previous longitudinal study. Data collection includes a set of validated questionnaires. Hybrid development was chosen to allow easy integration and to reach the maximum number of users. A visual identity was also designed and the app was named ReGente. **Results:** The ReGente smartphone app was developed combining online questionnaires with general and personalized recommendations. Regente also provides a tool to define and self-monitor goals related to modifiable behaviors associated with mental health. The app is modular and it is our goal to enhance its functionalities as the study evolves. **Conclusion:** With ReGente, an app that will soon be available in smartphone app stores, we hope to provide a useful mHealth tool to give effective recommendations and spread information on relevant topics on physical and mental health.

Keywords: Mental health; Telehealth; mHealth; Chronobiology.

1. Introduction

The use of smartphones to provide health information and healthcare services is generally known as mobile health (mHealth) (1) and has been increasingly explored as the use of smartphones has grown exponentially. In Brazil, for example, approximately 70% of the population uses smartphones (2), and these numbers tend to be similar all over the world, with smartphones becoming an important part of personal, social and work related routines of a significant portion of the population. mHealth is also an important tool to overcome physical barriers (1,3), especially regarding access to healthcare in rural areas and remote communities where sometimes the population is deprived of healthcare services and primary healthcare is not enough to meet all demands.

The technological advances that boosted the development of smartphone apps also impacted mHealth, with numerous interventions emerging from them. As for mental health, studies have shown that smartphone apps could be useful to manage and control stress (4,5), and to reduce symptoms of anxiety and depression (6). Even though this field still lacks more studies confirming smartphone apps effectiveness, clinical benefits have been clear and promising (7,8), with mHealth showing the potential to aid in health promotion in a cost-effective way.

The COVID-19 pandemic has had a negative impact on mental health worldwide (9,10). In Brazil, significant incidence in anxiety and depression prevalence have been reported (11,12). In this scenario, developing digital strategies to promote mental health has become increasingly important. During the pandemic, our group carried out a longitudinal study to test the effectiveness of recommendations towards healthy routines in preventing or alleviating mental health conditions such as depression and anxiety (13). Amongst the recommendations, particular emphasis was given to those promoting circadian organization to which disturbances are known to correlate with psychiatric disorders (14–16). In this study, a battery of validated questionnaires was used to assess well-being, depressive and anxiety symptoms and sleep patterns after giving general recommendations in 3 volumes ((I) how to avoid COVID-19, (II) good habits for staying healthy during social distancing and lockdowns, and (III) biological clock and sleep). During the pandemic, participants who were compliant with volumes (II) and (III) were those with better mental health according to validated instruments that assess depressive and anxiety symptoms. However, one of the main limitations we found with our study was its limited reach. Subjects were mostly women, from the south and southeast regions of Brazil, with high levels of formal education, which was to be expected due to the sampling method we used (advertising in social media and university mailing lists + snowball sampling). This, however, highlights the fact that the format in which recommendations are delivered is relevant to make them widespread.

In this context, the development of a smartphone app was thought of as a way to broaden the reach of our recommendations. Furthermore, it turns the delivery of information into a process that is more dynamic and facilitates tailoring them according to individual characteristics, needs and choices.

Our goal with this work was to develop a tool not only to deliver effective recommendations (to which adherence associates with mental health as per our previous study), but also to reach a broader sample, exploring advantages of a more dynamic and interactive format and other possibilities that a smartphone app as a mHealth tool allows.

2. Material and Methods

2.1 Frameworks

The smartphone app was developed in a hybrid way using Ionic and React frameworks. This approach was chosen because of its ability to streamline and speed up the development process with the aim of reaching the maximum number of users, allowing the app to be released simultaneously on the Play Store, App Store and the web. For data storage, at least for this early-phase deployment of the app, Google's Firebase platform was chosen because of its scalability and easy integration with hybrid development.

2.2 Mental Health Validated Tests and Queries

A longitudinal data collection structure, similar to the one used in our previous study (13) was implemented on the app. Participants answer a questionnaire with queries on mood, well-being and habits at 3 time points within a predefined application time. Currently, intervals are set to 14 days (therefore consisting of an initial collection, another 14 days after the first one and the final one, 28 days after) but they can be adapted for new data collections utilizing the app in the future.

The questionnaire's battery consists of a collection of validated scales and questionnaires, translated into Brazilian Portuguese, on sleep (Ultra-Short Version of the Munich Chronotype Questionnaire [μ MCTQ]) (17), well-being (World Health Organization-5 Well Being Index [WHO-5]) (18), depression (Patient Health Questionnaire-9 [PHQ-9]) (19), anxiety (Generalized Anxiety Disorder [GAD-7]) (20) and insomnia (Insomnia Severity Index [ISI]). Sociodemographic information and adherence to the recommendations are also assessed, along with self-reported diagnosed diseases, usage of medication (with and without orientation from a health professional), routines and social distancing behaviors.

All these queries are divided into separate interfaces and steps on the app, which allows the user to take the questionnaire in parts, and to stop and continue at any time. Each step takes an average of 10 minutes to complete. However, it is recommended that the mental health validated scales be completed at a single time, as they are usually in standard procedures. Once the answers are submitted, they cannot be altered.

2.3 Colors, Name and App Design

Aiming to provide a good experience for all users, a visual identity was developed for the app, with each element being designed to symbolize relevant concepts related to circadian organization and sleep (e.g., chronotype). The main colors, ranging from light orange to deep blue, were selected to reflect daily light-dark cycles. These same colors appear all throughout the app, including the personalized feedback and general recommendations.

For the interface, a responsive design was created for the app. Accessibility matters were also taken into consideration and implemented, such as color contrast and supplemental alternative text, usually known as alt text. Usability was also checked with the System Usability Scale (SUS) (21), which has also been utilized in similar studies (22,23), along with specific questions about the app main components (e.g. how easy is to find and access the general recommendations).

The app was named "ReGente", a Brazilian Portuguese word that can be used to describe the conductor of an orchestra. This has been a commonly used analogy to describe the role of the suprachiasmatic nucleus (SCN) in orchestrating body clocks in mammals and entraining them to light-dark cycles (24,25). Also, the capital "G" separates the prefix "Re" (that can be utilized to indicate repeating something or as a reinforcement) and "Gente" (people in the Brazilian Portuguese language).

2.4 ReGente General Architecture and Data Flow

The app was thought of in a modular fashion (Figure 1) dividing features into main groups. It is our goal to increase and improve its functionalities incrementally as the study evolves. Currently, it has three modules: (I) an acquisition module composed of 3 sets of questionnaires; (II) a recommendation module with general recommendations on biological clock and sleep, healthy habits and respiratory etiquette as well as personalized feedback based on the subject entries; and (III) a module that allows the user to define goals when adopting healthy behaviors recommended by the app (currently related to sleeping, eating, physical activities and natural light exposure); it also includes a calendar as well as a

progress bar to keep track of one’s progress on engaging in the chosen behaviors. Both modules (I) and (III) collect data and send it to the database (Figure 2).

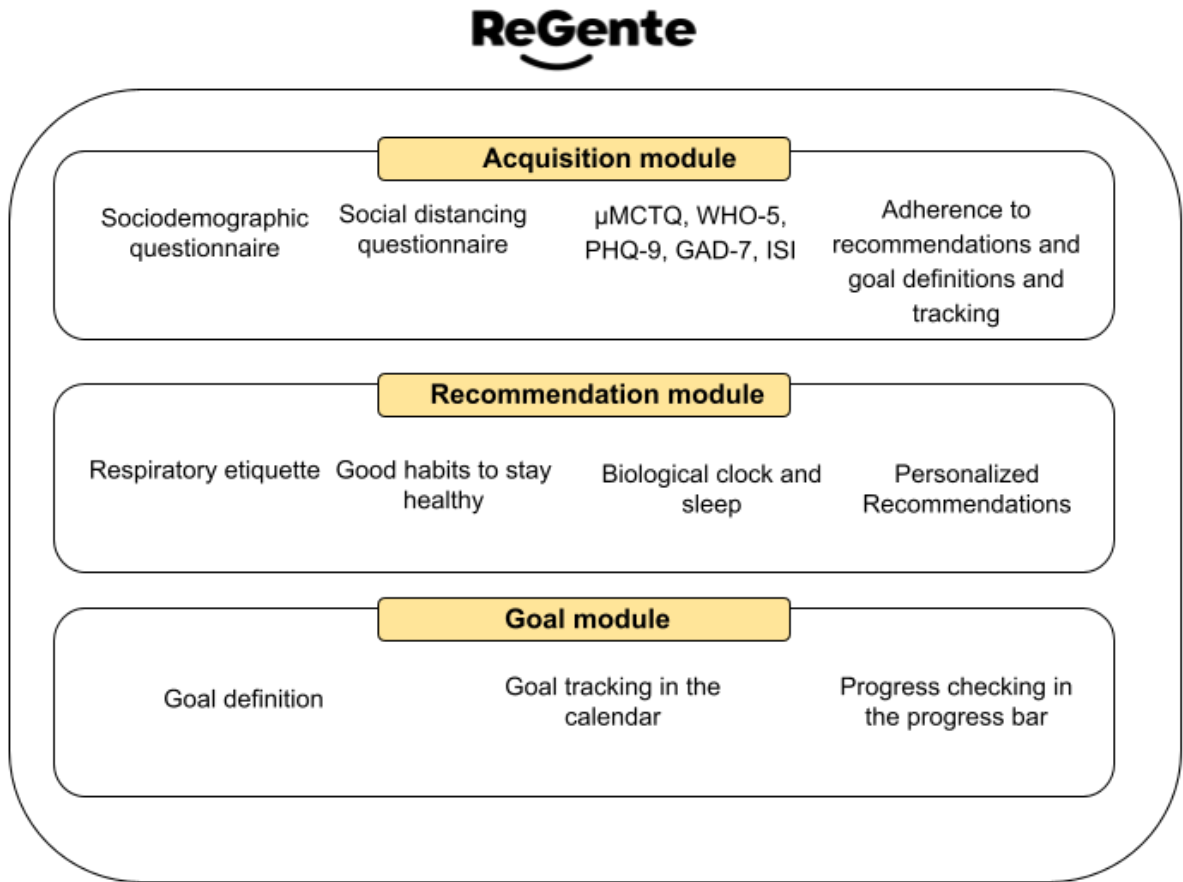


Figure 1- ReGente module and components architecture

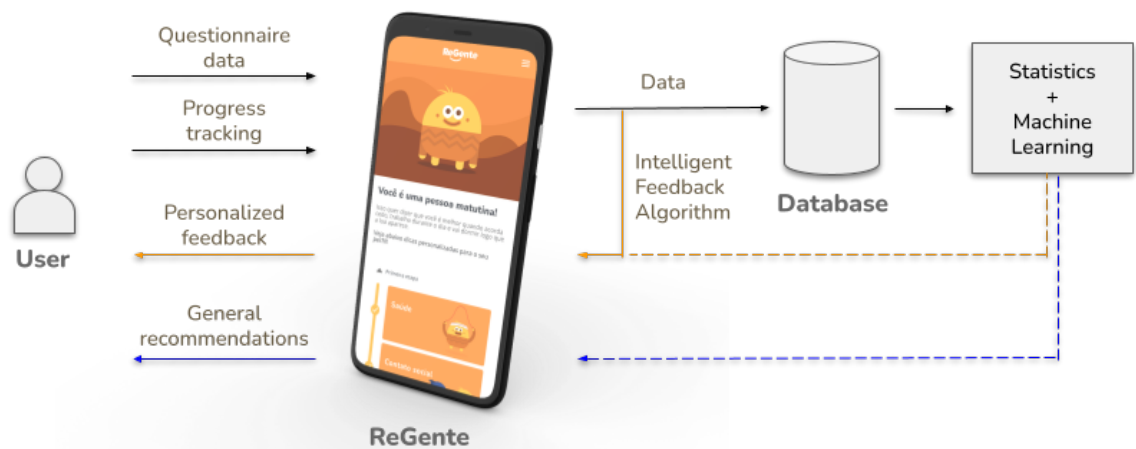


Figure 2- ReGente data Flow

3. Results

3.1 Personalized feedback

In ReGente the subjects receive personalized recommendations based on the data they provide in the acquisition module. These recommendations are evidence-based, built on known health guidelines and according to the results of our previous study (for example, if the subject reports not exercising or irregular sleep periods, a recommendation to try to establish a routine of exercises or sleep is given). Currently this is implemented as a sort of decision tree (DT) classifier, a model represented in a tree-like way with root and decision nodes representing the guidelines.

DT are classifiers that divide the set of all possible answers into a few classes and for each class, the subject receives a unique recommendation (the last node in the chosen path), and are commonly used in classification algorithms (26–28). The DT architecture used in ReGente is currently static, as illustrated on Figure 3 using typical queries presented on the app. However, it can be extended in the future to be able to learn from data.

One important feedback provided by ReGente is the subject's chronotype, if early type, intermediary type or late type (e.g. typical textual feedback given to users regarding chronotype: *“Did you know that every person has an internal clock to orchestrate body functions? Chronotype is a characteristic that represents how your clock ticks in relation to the environment and surroundings. Considering what you reported, we estimated that your chronotype is... Late type! This means that you feel good waking up and sleeping later. It doesn't mean that you are lazy, since this is a biological characteristic.”*). This text is accompanied by a chronotype specific ReGente avatar (one for each type).

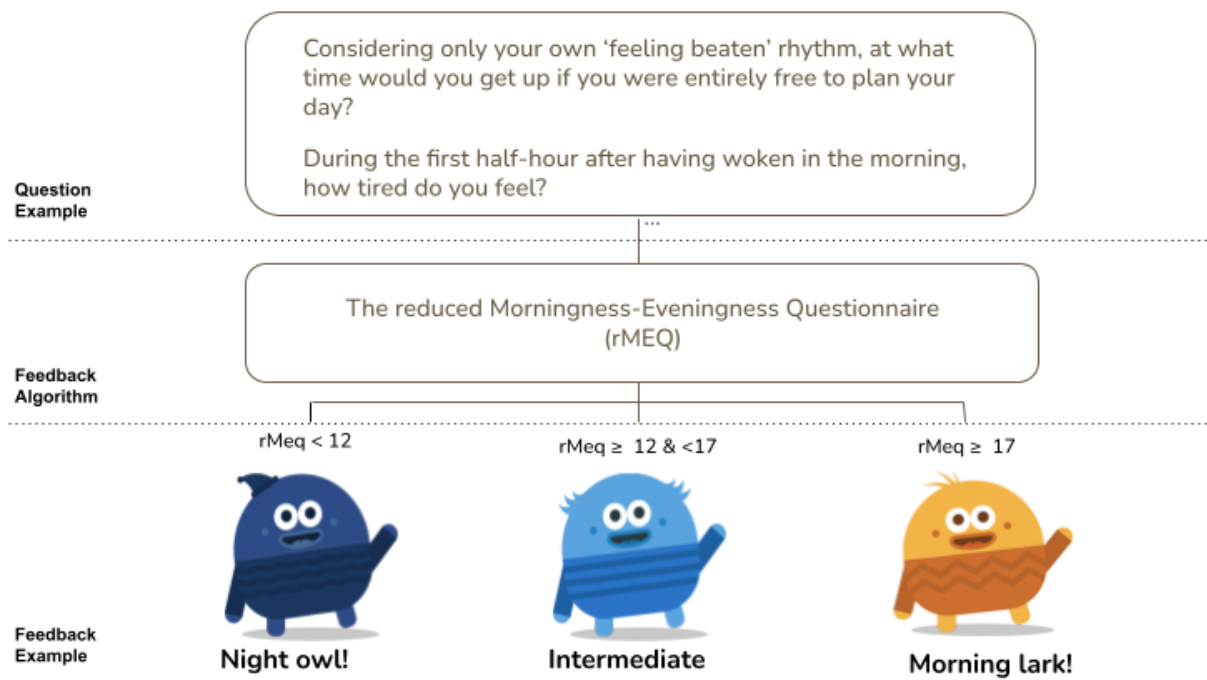


Figure 3- Example of personalized feedback

3.2 Calendar Goal Tracking

The extraordinary attachment people have to their smartphones on a typical day makes these devices a valuable ally to help people self-monitor, in a friendly way, important aspects that could influence health (1). When combined with mental health care and mHealth, especially when targeting depression and anxiety, apps are often used as a tool to deliver Cognitive Behavioral Therapy (CBT) (29–31). In such applications, a typical flow can be defined as: I) initially user information is acquired, II) a diagnostic system indicates a set of key aspects that could be changed to improve mental health and III) help is provided in setting goals to improve these aspects. A platform to track these goals is also usually available.

In ReGente the user has the possibility to set goals in the 14 days interval between questionnaires (Figure 4), with the "Goal Tracking" module being unlocked shortly after the first questionnaire is completed. After recommendations on how maintaining healthy eating schedules, keeping regular physical activities, understanding your sleeping routine and regular exposure to natural light should have a good impact on mental health, the user can choose to set goals and monitor these behaviors. At first, the user can only choose one topic and they are encouraged to set a reachable goal.

A calendar and a progress bar are available for the user to keep track of progresses towards reaching the goal. When the goal is achieved, the user is congratulated and offered the possibility of sharing their accomplishment in social networks, as a positive reward for completing the task. The users are not penalized if they do not achieve their goal but instead encouraged to try it again over the next 14 days.

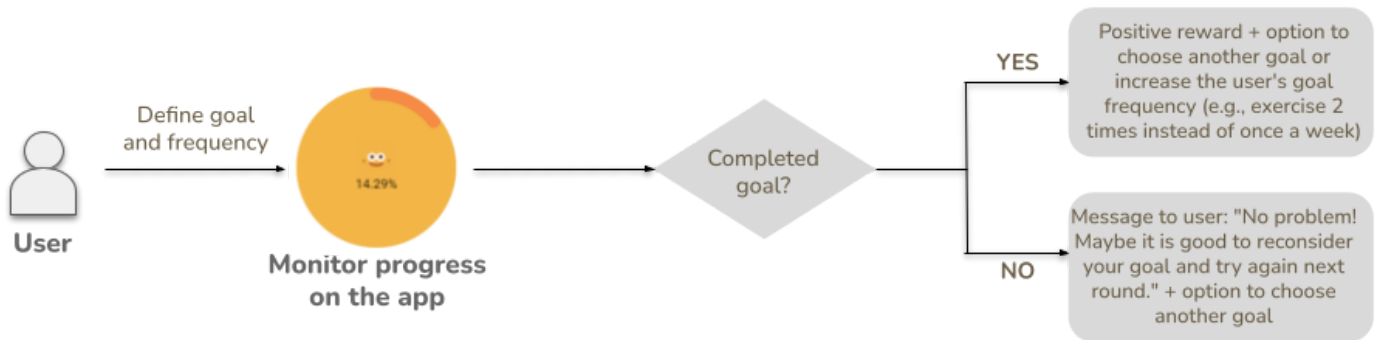


Figure 4- ReGente goal tracking flow

3.3 ReGente App

The main result of all the processes discussed above is ReGente (Figure 5), combining all these features into one lightweight app.

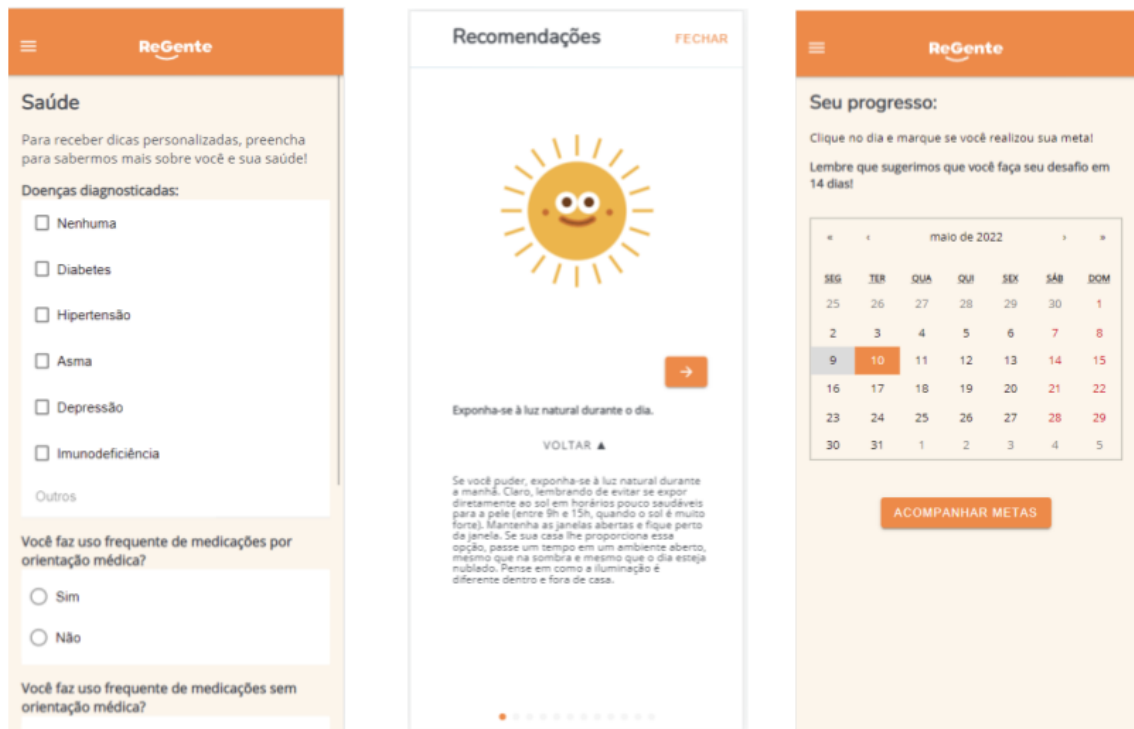


Figure 5- Print screens of the ReGente app representing all modules described in Figure 1. On the left, the first step of the questionnaire, on the center an example of general recommendations and on the right the calendar to track goals.

4. Discussion

Numerous apps were released during the COVID-19 pandemic. Besides diverse levels of effectiveness, they were, in combination with web dashboards, an important digital tool to public health (32). The functionalities of such apps range from forecasting based on positive cases on a region to general recommendations to avoid contamination (32–34). Apps are not something new in studies on sleep and mood disorders either, with diverse available examples (35,36). Yet, ReGente is a promising tool combining both a self-monitoring platform as well as useful recommendations to promote circadian organization and healthy behaviors, which we found to be associated with better mental health (13).

Diverse techniques are employed all throughout the app, such as goals and personalized feedback. These were added in order (1) to expand our first study (13), in which adhering to recommendations addressing healthy routines was associated with mental

health, and (II) to explore approaches allowed by the smartphone app format that may encourage higher adherence. In addition, they also function as a strategy to improve user experience and user engagement.

While ReGente is not a CBT or psychological treatment focused app, it utilizes CBT techniques with the goal-tracking feature being based on a CBT-like strategy, where healthy habits and coping mechanisms are encouraged, through positive reinforcement, seeking to influence the user behavior in a positive way. After goals achievements, rewards are given (e.g. sharing the results in social networks and the ability to choose an extra goal in the next step) in order to stimulate and strengthen this behavior. Beyond that, the goal-tracking also works as a method to engage the user in using the app regularly, especially during the intervals when the questionnaire is not applied, and encourages users to practice what the recommendations preach.

Currently, one important limitation in ReGente's goals module is that only 4 sets of recommendations (regarding eating schedules, physical activities, sleeping routines and natural light exposure) are available for the user to choose as a goal and track. These are positive changes in behaviors, which were selected for their well-documented association with mental health when disrupted (14,37–41). However, we expect to expand this feature and add more options as updates are made to the app.

Regarding the personalized feedback algorithm, it was not our intention to build a classic DT algorithm, even though it works in a similar manner. The usual process of test and training for datasets in Machine Learning was not utilized at this moment. For ReGente, we built a simple yet effective technique composed by rules, defined by specialists in our group in multiple fields (such as chronobiology, medicine, psychiatry, psychology, architecture, physics, biomedical informatics, and others), using features in our dataset that are also commonly used in other studies in this context. However, we expect to refine this algorithm for the next app versions, testing in other studies and incrementing its precision, with the use of Machine Learning.

The combination of a smartphone app merging self-monitoring for behavioral change with educational information on health has been the subject of recent studies (42,43). While it is still unclear how effective this combination is, the results look promising and it seems logical to think that users interested in monitoring a determined aspect of their health might be also interested in reliable sources of information (e.g. people with insomnia might be more prone to search for information on sleep - like circadian organization and sleep hygiene). In this context, ReGente might be an important tool to develop further works with this strategy.

The study has important limitations. Accessibility and user experience were taken into consideration early in development and tested. Nevertheless, more testing is fundamental to ensure the software is robust and that possible bugs are fixed, especially on iOS.

Language is also an important barrier and currently, the app is available only in Brazilian Portuguese. In spite of that, the general recommendations and other features could have worldwide relevance with certain adaptations. These adjustments are being made for a future global release.

Ultimately, more improvement can be done to transform data acquisition into a smoother and more instinctive process - currently, the input is manual and each step takes an average of 10 minutes to complete, which can be tiresome in the long run. Some of this input could be automatized with the use of data available from health wearables, for example. Another possibility of upgrade is adding more parameters to the DT-like algorithm in the personalized recommendations. This would increase the level of personalization and hence refine the feedback given to users. Furthermore, ReGente is a tool for scientific data acquisition since it collects user's information through standardized questionnaires such as the μ MCTQ, WHO-5, PHQ-9, GAD-7 and ISI. Finally, as of now, ReGente is available as a web app and we expect to soon release it in the official smartphone app stores, as well as continue to work on enhancing features and improving its impact on mental and physical health.

In this work we report the development of ReGente, an mHealth tool that aims to provide recommendations and promote habits that may improve the user's mental health and quality of life. It was developed during the COVID-19 pandemic following a preliminary study that investigated the effectiveness of a coherent set of recommendations. In this previous study, adherence to healthy routines was associated with well-being and better mental health. These same recommendations are now being given by ReGente. The idea behind the app is to provide a tool that takes advantage of the proximity between users and their smartphones to further increase mental health self-awareness while at the same time guiding the user to better routines when needed. ReGente is modular and combines design, usability and intelligent feedback to promote a significant experience to the user.

Summary Points

- COVID-19 had a negative impact on mental health worldwide, with increasing prevalence of depression and anxiety;
- Digital strategies, especially mHealth, can be an useful tool promoting health;
- A platform combining both recommendations and information on important topics as well as a self-monitoring tool.
- The development of ReGente app, that works as mHealth tool, with an effective set of recommendations to promote physical and mental health;

ReGente available on:

<<https://purl.org/regente>>

Authorship Contribution Statement:

Conception and design of the study: BGTdS, FSB, LKP, MEC, MI

Drafting the article or revising it critically for important intellectual content: BGTdS, FSB, LKP, NDSCP, MPH, MEC, MI

Final approval of the version to be submitted: BGTdS, FSB, LKP, NDSCP, MPH, MEC, MI

Declaration of Competing Interest:

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgements

This study was funded by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Telemedicina e Análise de Dados Médicos (#23038.004292/2020-80). We are grateful to CAPES (BGTdS, FSB, LKP) and CNPq (MPH and MEC) for fellowships. We are also really grateful to the design team: Augusto Manoel Silveira Varella, Rafael Correia Bittencourt, Rônatan Rodrigues Bica and Jéssica Schwarzer and the computer science students who helped in the development of the app: Eduardo Braga Rhoden and Bruno Mota.

References

1. Vasudevan L, Zeller K, Labrique A. Mobile Health. In: Rivas H, Wac K. Digital Health [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018 p. 15–25.
2. Statista. Brazil: smartphone penetration rate 2015-2026 [Internet]. 2022. Available: <<https://www.statista.com/forecasts/625406/smartphone-user-penetration-in-brazil>>
3. Mallow JA, Theeke LA, Barnes ER, Whetsel T, Mallow BK. Using mHealth Tools to Improve Rural Diabetes Care Guided by the Chronic Care Model. Online J Rural Nurs Health Care Off J Rural Nurse Organ. 2014.
4. Huberty J, Green J, Glissmann C, Larkey L, Puzia M, Lee C. Efficacy of the Mindfulness Meditation Mobile App “Calm” to Reduce Stress Among College Students: Randomized

- Controlled Trial. JMIR MHealth UHealth. 2019.
5. Blázquez Martín D, De La Torre I, Garcia-Zapirain B, Lopez-Coronado M, Rodrigues J. Managing and Controlling Stress Using mHealth: Systematic Search in App Stores. JMIR MHealth UHealth. 2018.
 6. McCloud T, Jones R, Lewis G, Bell V, Tsakanikos E. Effectiveness of a Mobile App Intervention for Anxiety and Depression Symptoms in University Students: Randomized Controlled Trial. JMIR MHealth UHealth. 2020.
 7. Lecomte T, Potvin S, Corbière M, Guay S, Samson C, Cloutier B, et al. Mobile Apps for Mental Health Issues: Meta-Review of Meta-Analyses. JMIR MHealth UHealth. 2020.
 8. Rathbone AL, Prescott J. The Use of Mobile Apps and SMS Messaging as Physical and Mental Health Interventions: Systematic Review. J Med Internet Res. 2017.
 9. Torales J, O'Higgins M, Castaldelli-Maia JM, Ventriglio A. The outbreak of COVID-19 coronavirus and its impact on global mental health. Int J Soc Psychiatry. 2020.
 10. Rajkumar RP. COVID-19 and mental health: A review of the existing literature. Asian J Psychiatry. 2020.
 11. Feter N, Caputo EL, Doring IR, Leite JS, Cassuriaga J, Reichert FF, et al. Sharp increase in depression and anxiety among Brazilian adults during the COVID-19 pandemic: findings from the PAMPA cohort. Public Health. 2021.
 12. Campos JADB, Martins BG, Campos LA, Marôco J, Saadiq RA, Ruano R. Early Psychological Impact of the COVID-19 Pandemic in Brazil: A National Survey. J Clin Med. 2020.
 13. Pilz LK, Couto Pereira NS, Francisco AP, Carissimi A, Constantino DB, Caus LB, et al. Effective recommendations towards healthy routines to preserve mental health during the COVID-19 pandemic. Rev Bras Psiquiatr Sao Paulo Braz 1999. 2022.
 14. Pilz LK, Xavier NB, Levandovski R, Oliveira MAB, Tonon AC, Constantino DB, et al. Circadian Strain, Light Exposure, and Depressive Symptoms in Rural Communities of Southern Brazil. Front Netw Physiol. 2022.
 15. Walker WH, Walton JC, DeVries AC, Nelson RJ. Circadian rhythm disruption and mental health. Transl Psychiatry. 2020.
 16. Vadnie CA, McClung CA. Circadian Rhythm Disturbances in Mood Disorders: Insights into the Role of the Suprachiasmatic Nucleus. Neural Plast. 2017.
 17. Ghotbi N, Pilz LK, Winnebeck EC, Vetter C, Zerbini G, Lenssen D, et al. The μ MCTQ: An Ultra-Short Version of the Munich ChronoType Questionnaire. J Biol Rhythms. 2020.
 18. de Souza CM, Hidalgo MPL. World Health Organization 5-item well-being index: validation of the Brazilian Portuguese version. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci. 2012.
 19. Santos IS, Tavares BF, Munhoz TN, Almeida LSP de, Silva NTB da, Tams BD, et al. [Sensitivity and specificity of the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) among adults

- from the general population]. *Cad Saude Publica*. 2013.
20. Moreno AL, DeSousa DA, Souza AMFLP de, Manfro GG, Salum GA, Koller SH, et al. Factor structure, reliability, and item parameters of the brazilian-portuguese version of the GAD-7 questionnaire. *Temas Em Psicol*. 2016.
 21. Brooke J. SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval Ind*. 1995.
 22. Islam MN, Khan S, Islam N, Rownok R, Zaman R, Zaman S. A Mobile Application for Mental Health Care during COVID-19 Pandemic: Development and Usability Evaluation with System Usability Scale. 2021.
 23. Hyzy M, Bond R, Mulvenna M, Bai L, Dix A, Leigh S, et al. System Usability Scale Benchmarking for Digital Health Apps: Meta-analysis. *JMIR MHealth UHealth*. 2022.
 24. Moore RY. Suprachiasmatic nucleus in sleep-wake regulation. *Sleep Med*. 2007.
 25. Davidson AJ, Yamazaki S, Menaker M. SCN: Ringmaster of the Circadian Circus or Conductor of the Circadian Orchestra? In: *Molecular Clocks and Light Signalling [Internet]*. John Wiley & Sons, Ltd; 2003 p. 110–25.
 26. Patel H, Prajapati P. Study and Analysis of Decision Tree Based Classification Algorithms. *Int J Comput Sci Eng*. 2018.
 27. Jijo B, Mohsin Abdulazeez A. Classification Based on Decision Tree Algorithm for Machine Learning. *J Appl Sci Technol Trends*. 2021.
 28. Navada A, Ansari AN, Patil S, Sonkamble BA. Overview of use of decision tree algorithms in machine learning. In: *2011 IEEE Control and System Graduate Research Colloquium*. 2011.
 29. Denecke K, Schmid N, Nüssli S. Implementation of Cognitive Behavioral Therapy in e-Mental Health Apps: Literature Review. *J Med Internet Res*. 2022.
 30. Huguet A, Rao S, McGrath PJ, Wozney L, Wheaton M, Conrod J, et al. A Systematic Review of Cognitive Behavioral Therapy and Behavioral Activation Apps for Depression. *PLOS ONE*. 2016.
 31. Newton A, Bagnell A, Rosychuk R, Duguay J, Wozney L, Huguet A, et al. A Mobile Phone-Based App for Use During Cognitive Behavioral Therapy for Adolescents With Anxiety (MindClimb): User-Centered Design and Usability Study. *JMIR MHealth UHealth*. 2020.
 32. Pandit JA, Radin JM, Quer G, Topol EJ. Smartphone apps in the COVID-19 pandemic. *Nat Biotechnol*. 2022.
 33. Gangavarapu K, Latif AA, Mullen JL, Alkuzweny M, Hufbauer E, Tsueng G, et al. Outbreak.info genomic reports: scalable and dynamic surveillance of SARS-CoV-2 variants and mutations [Internet]. *medRxiv*; 2022.
 34. Kondylakis H, Katehakis DG, Kouroubali A, Logothetidis F, Triantafyllidis A, Kalamaras I, et al. COVID-19 Mobile Apps: A Systematic Review of the Literature. *J Med Internet Res*.

- 2020.
35. Yu JS, Kuhn E, Miller KE, Taylor K. Smartphone apps for insomnia: examining existing apps' usability and adherence to evidence-based principles for insomnia management. *Transl Behav Med.* 2019..
 36. Cho CH, Lee T, Lee JB, Seo JY, Jee HJ, Son S, et al. Effectiveness of a Smartphone App With a Wearable Activity Tracker in Preventing the Recurrence of Mood Disorders: Prospective Case-Control Study. *JMIR Ment Health.* 2020.
 37. Saxena S, Van Ommeren M, Tang KC, Armstrong TP. Mental health benefits of physical activity. *J Ment Health.* 2005.
 38. Zaman R, Hankir A, Jemni M. Lifestyle Factors and Mental Health. *Psychiatr Danub.* 2019.
 39. Briguglio M, Vitale JA, Galentino R, Banfi G, Zanaboni Dina C, Bona A, et al. Healthy Eating, Physical Activity, and Sleep Hygiene (HEPAS) as the Winning Triad for Sustaining Physical and Mental Health in Patients at Risk for or with Neuropsychiatric Disorders: Considerations for Clinical Practice. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2020.
 40. Erren TC, Reiter RJ. Light Hygiene: Time to make preventive use of insights--old and new--into the nexus of the drug light, melatonin, clocks, chronodisruption and public health. *Med Hypotheses.* 2009.
 41. LeGates TA, Fernandez DC, Hattar S. Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nat Rev Neurosci.* 2014.
 42. Scherr S, Goering M. Is a Self-Monitoring App for Depression a Good Place for Additional Mental Health Information? Ecological Momentary Assessment of Mental Help Information Seeking among Smartphone Users. *Health Commun.* 2020.
 43. Thornton L, Gardner L, Osman B, Green O, Champion K, Bryant Z, et al. A Multiple Health Behavior Change, Self-monitoring, Mobile app for Adolescents: Development of the Health4Life app (Preprint). *JMIR Form Res.* 2020.

Figure legends:

Figure 1- ReGente module and components architecture

Figure 2- ReGente data Flow

Figure 3- Example of personalized feedback

Figure 4- ReGente goal tracking flow

Figure 5- Print screens of the ReGente app representing all modules described in Figure 1. On the left, the first step of the questionnaire, on the center an example of general recommendations and on the right the calendar to track goals.

3 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo a partir de uma pesquisa originada no começo da pandemia, relacionada principalmente à saúde mental e relógio biológico e sono, além de outros aspectos importantes ao contexto pandêmico da época, mas que ainda impactam atualmente. Levando tudo isto em consideração que o aplicativo foi planejado, desde sua arquitetura modular até ao design de um mascote e de uma paleta de cores que refletisse as mensagens que a ferramenta busca passar. Além disso, com a crescente utilização de estratégias de mSaúde, este parece ser um caminho interessante para buscar divulgar informações relevantes à cuidados em saúde para a população.

Quanto à avaliação do ReGente utilizando a *SUS* e questionário específico, as análises são prévias e estão detalhadas nos Apêndices do trabalho. Porém, conclusões já podem ser feitas a partir dos números obtidos.

Na *SUS*, que conta com um score de 0 a 100, onde 100 seria uma aprovação máxima do *software*, a média do escore total dos dois grupos (interno e externo) foi de 73,75 indicando uma aprovação (37,38). Há uma diferença significativa entre a média dos escores do grupo externo, de 66,5, e do grupo interno, de 85,83, que já era esperada pelo conteúdo do aplicativo, porém indica que também podem ser necessários ajustes no *software* antes de uma disponibilização para a população geral.

É necessário apontar que a amostra que respondeu o questionário é pequena, sendo composta por 8 participantes. Mesmo assim, é reportado que amostras maiores não são necessárias para análises nessa escala (37–39), pois problemas que afetem muito desempenho do sistema já devem ser perceptíveis em amostras pequenas.

Também torna-se necessário denotar que este questionário foi respondido de maneira online e assíncrona. Dessa maneira, seria interessante também realizar futuramente testes de usabilidade com participantes de maneira presencial, coletando seus *feedbacks* e interações com o *software* no momento que ocorrem, o que indubitavelmente enriqueceria o estudo. Por fim, a *SUS* e as perguntas específicas do ReGente não devem ser consideradas uma ferramenta diagnóstica, mas sim uma maneira rápida de verificar como os usuários reportam facilidade de uso e se entendem para que o aplicativo se propõem, sendo fundamental um

processo mais aprofundado de testes para garantir a robustez do *software*, especialmente no *iOS*, o sistema operacional de dispositivos móveis da Apple, em que este foi pouco explorado.

De forma geral, o melhoramento contínuo do *software* é um aspecto importante da pesquisa e foi previsto desde o começo desta. Nesse sentido, melhores formas de coletar os dados, como, por exemplo, através da automatização do processo da coleta de dados com o uso de sensores disponíveis nativamente nos *smartphones* (p.e. ao invés do usuário responder os horários em que se expôs à luz natural este pode receber uma notificação em tempos pré-definidos e ativar o sensor de captura de luz ambiente do celular), e de entregar recomendações personalizadas, com o incremento do algoritmo baseado em árvores de decisão com a utilização de *Machine Learning*, já estão sendo estudadas. Entretanto, num primeiro momento foi buscado manter as semelhanças com o estudo original quando possível, onde, apesar das adaptações feitas devido ao contexto pandêmico de 2020 quando este começou a ser elaborado ser diferente do de 2022, a essência do questionário original e das recomendações gerais foi mantida.

O aplicativo apresentado neste trabalho pode servir como uma ferramenta importante de mSaúde, por tratar de tópicos, como sono, relógio biológico e manutenção de hábitos, que foram consideravelmente afetados na época pandêmica e tem uma relação direta com a saúde, especialmente saúde mental. Portanto torna-se interessante focar em entregar recomendações que abordam estes aspectos como uma forma de promoção à saúde. Neste sentido, o aplicativo pode até mesmo receber pequenas adaptações para funcionar de maneira mais apropriada de acordo com a necessidade de populações específicas em diferentes versões (p.e. estudantes, médicos, psicólogos, puérperas com depressão pós-parto), abrindo um leque de diversas oportunidades com o aplicativo funcionando como uma espécie de laboratório de experiências na área, incluindo com o tempo novos módulos com estudos que se encaixem nas propostas básicas definidas, de saúde mental e a sua relação com a cronobiologia e ritmos circadianos. Todavia, ainda são necessários mais testes para ver como o aplicativo pode ser utilizado como uma ferramenta que traga benefícios para a saúde pública.

Finalmente, o produto final desenvolvido durante este trabalho entrega uma experiência semelhante à oferecida pela pesquisa em que este foi originado, mas com características e formatos que geralmente são esperados de um aplicativo,

como uma personalização buscando se adequar a quem o está utilizando e recompensas para incentivar a continuação do uso, utilizando uma linguagem diferente, na busca de alcançar um público maior, porém mantendo a base científica e a ideia de entregar recomendações de saúde mental relevantes a população. Além disso, o escopo inicial foi expandido conforme o projeto foi sendo desenvolvido, englobando também a ideia de definição de metas que se relacionam com as recomendações que são entregues. Dessa forma, foram atingidos os objetivos definidos com a hipótese do começo do estudo comprovada e o ReGente acaba podendo também servir como um centralizador para novos estudos serem adicionados, deixando um espaço para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rajkumar RP. COVID-19 and mental health: A review of the existing literature. *Asian J Psychiatry*. 2020.
2. Torales J, O'Higgins M, Castaldelli-Maia JM, Ventriglio A. The outbreak of COVID-19 coronavirus and its impact on global mental health. *Int J Soc Psychiatry*. 2020.
3. Kola L, Kohrt BA, Hanlon C, Naslund JA, Sikander S, Balaji M, et al. COVID-19 mental health impact and responses in low-income and middle-income countries: reimagining global mental health. *Lancet Psychiatry*. 2021.
4. Adams-Prassl A, Boneva T, Golin M, Rauh C. The impact of the coronavirus lockdown on mental health: evidence from the United States. *Econ Policy*. 2022.
5. Holmes EA, O'Connor RC, Perry VH, Tracey I, Wessely S, Arseneault L, et al. Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *Lancet Psychiatry*. 2020.
6. Goularte JF, Serafim SD, Colombo R, Hogg B, Caldieraro MA, Rosa AR. COVID-19 and mental health in Brazil: Psychiatric symptoms in the general population. *J Psychiatr Res*. 2021.
7. Feter N, Caputo EL, Doring IR, Leite JS, Cassuriaga J, Reichert FF, et al. Sharp increase in depression and anxiety among Brazilian adults during the COVID-19 pandemic: findings from the PAMPA cohort. *Public Health*. 2021.
8. Mahoney AEJ, Elders A, Li I, David C, Haskelberg H, Guiney H, et al. A tale of two countries: Increased uptake of digital mental health services during the COVID-19 pandemic in Australia and New Zealand. *Internet Interv*. 2021.
9. World Health Organization. COVID-19 pandemic triggers 25% increase in prevalence of anxiety and depression worldwide [Internet]. 2022. Available: <<https://www.who.int/news/item/02-03-2022-covid-19-pandemic-triggers-25-increase-in-prevalence-of-anxiety-and-depression-worldwide>>.
10. Santomauro DF, Herrera AMM, Shadid J, Zheng P, Ashbaugh C, Pigott DM, et al. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *The Lancet*. 2021.
11. Schuch FB, Bulzing RA, Meyer J, Vancampfort D, Firth J, Stubbs B, et al. Associations of moderate to vigorous physical activity and sedentary behavior with depressive and anxiety symptoms in self-isolating people during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional survey in Brazil. *Psychiatry Res*. 2020.
12. Werneck AO, Silva DR, Malta DC, Souza-Júnior PRB, Azevedo LO, Barros MBA, et al. Physical inactivity and elevated TV-viewing reported changes during the COVID-19 pandemic are associated with mental health: A survey with 43,995 Brazilian adults. *J Psychosom Res*. 2021.
13. World Health Organization. The impact of COVID-19 on mental, neurological and substance use services [Internet]. 2022. Available: <<https://www.who.int/publications/i/item/978924012455>>.
14. Pilz LK, Couto Pereira NS, Francisco AP, Carissimi A, Constantino DB, Caus LB, et al. Effective recommendations towards healthy routines to preserve mental health during the COVID-19 pandemic. *Rev Bras Psiquiatr Sao Paulo Braz*. 2022.
15. De Souza CM, Hidalgo MPL. World Health Organization 5-item well-being index: validation of the Brazilian Portuguese version. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*.

- 2012.
16. Santos IS, Tavares BF, Munhoz TN, Almeida LSP de, Silva NTB da, Tams BD, et al. [Sensitivity and specificity of the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) among adults from the general population]. *Cad Saude Publica*. 2013.
 17. Moreno AL, DeSousa DA, Souza AMFLP de, Manfro GG, Salum GA, Koller SH, et al. Factor structure, reliability, and item parameters of the brazilian-portuguese version of the GAD-7 questionnaire. *Temas Em Psicol*. 2016.
 18. Bastien CH, Vallières A, Morin CM. Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Med*. 2001.
 19. Ghotbi N, Pilz LK, Winnebeck EC, Vetter C, Zerbini G, Lenssen D, et al. The μ MCTQ: An Ultra-Short Version of the Munich ChronoType Questionnaire. *J Biol Rhythms*. 2020.
 20. Doraiswamy S, Abraham A, Mamtani R, Cheema S. Use of Telehealth During the COVID-19 Pandemic: Scoping Review. *J Med Internet Res*. 2020.
 21. Silva RS da. O Papel da Telessaúde na Pandemia COVID-19: Uma Experiência Brasileira [Internet]. 2021. Available: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/o-papel-da-telessaude-na-pandemia-covid19-uma-experiencia-brasileira/17942?id=17942&id=17942>
 22. Petracci M, Cuberli M. eHealth and the Covid-19 pandemic: new times for doctor-patient relationships. *Chasqui-Rev Latinoam Comun*. 2021.
 23. Fisk M, Livingstone A, Pit SW. Telehealth in the Context of COVID-19: Changing Perspectives in Australia, the United Kingdom, and the United States. *J Med Internet Res*. 2020.
 24. Conselho Federal de Medicina. Nacional I. RESOLUÇÃO CFM Nº 2.314, de 20 de abril de 2022 - DOU - Imprensa Nacional [Internet]. 2022. Available in: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cfm-n-2.314-de-20-de-abril-de-2022-397602852>
 25. Rivas H. Creating a Case for Digital Health. Rivas H, Wac K, Digital Health [Internet]. Cham: Springer International Publishing. p. 1–13. (Health Informatics). 2018.
 26. World Health Organization - Global Observatory for eHealth. mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth [Internet]. World Health Organization. 2011. Available: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44607>
 27. Vasudevan L, Zeller K, Labrique A. Mobile Health. Rivas H, Wac K, Digital Health [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 15–25. (Health Informatics).
 28. Marcolino MS, Oliveira JAQ, D'Agostino M, Ribeiro AL, Alkmim MBM, Novillo-Ortiz D. The Impact of mHealth Interventions: Systematic Review of Systematic Reviews. *JMIR MHealth UHealth*. 2018.
 29. Fox S, Duggan M. Mobile Health 2012. Pew Research Center: Internet, Science & Tech. 2012.
 30. Waegemann CP. mHealth: History, Analysis, and Implementation. *M-Health Innovations for Patient-Centered Care*. IGI Global; 2016.
 31. Dicianno BE, Parmanto B, Fairman AD, Crytzer TM, Yu DX, Pramana G, et al. Perspectives on the Evolution of Mobile (mHealth) Technologies and Application to Rehabilitation. *Phys Ther*. 2015.
 32. Statista. Brazil: smartphone penetration rate 2015-2026 [Internet]. Statista. 2022.. Available: <https://www.statista.com/forecasts/625406/smartphone-user-penetratio-n-in-brazil>

33. Melcher J, Hays R, Torous J. Digital phenotyping for mental health of college students: a clinical review. *Evid Based Ment Health*. 2020.
34. Sh J, Bw P, Jb H, Js B. The digital phenotype. *Nat Biotechnol* [Internet]. 2015. Available: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25965751/>>
35. Majumder S, Mondal T, Deen MJ. Wearable Sensors for Remote Health Monitoring. *Sensors*. 2017.
36. Trifan A, Oliveira M, Oliveira JL. Passive Sensing of Health Outcomes Through Smartphones: Systematic Review of Current Solutions and Possible Limitations. *JMIR MHealth UHealth*. 2019.
37. Sauro J. Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS) – MeasuringU [Internet]. 2011. Available: <<https://measuringu.com/sus/>>
38. Brooke J. SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval Ind*. 1995.
39. Brooke J. SUS: a retrospective. *J Usability Stud*. 2013.
40. Sauro J. 10 Things to Know About the System Usability Scale (SUS) – MeasuringU [Internet]. 2013. Available: <https://measuringu.com/10-things-sus/>
41. Lourenço DF, Valentim EC, Lopes MHB de M. Translation and Cross-Cultural Adaptation of the System Usability Scale to Brazilian Portuguese. *Aquichan*. 2022.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO *SYSTEM USABILITY SCALE* E PERGUNTAS
RELACIONADAS AO SOFTWARE REGENTE
Questionário *System Usability Scale***

SUS 1 - Eu acho que gostaria de usar esse aplicativo com frequência.

SUS 2 - Eu achei o aplicativo desnecessariamente complexo.

SUS 3 - Eu achei o aplicativo fácil de usar.

SUS 4 - Eu acho que precisaria da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o aplicativo.

SUS 5 - Eu acho que as várias funções do aplicativo estão bem integradas.

SUS 6 - Eu acho que o aplicativo apresenta muita inconsistência.

SUS 7 - Eu imagino que as pessoas aprendem como usar esse aplicativo rapidamente.

SUS 8- Eu achei o aplicativo atrapalhado de usar.

SUS 9- Eu me senti confiante ao usar o aplicativo.

SUS 10- Eu precisei aprender várias coisas novas antes de aprender a usar o aplicativo.

Todas as respostas na escala Likert variando de 1 (discordo plenamente) à 5 (concordo plenamente), utilizando como base em uma tradução português-BR (41) e adaptando para aplicativos.

Questionário específico ao Regente

REG 1- Eu achei o cadastro inicial no aplicativo fácil de ser preenchido.

REG 2- Eu achei o preenchimento dos questionários compreensível e coerente.

REG3- Eu encontrei as recomendações personalizadas e consegui visualizá-las facilmente.

REG 4 - Eu encontrei as recomendações gerais e consegui visualizá-las facilmente.

REG 5- Eu achei o calendário para acompanhamento de rotinas compreensível e é uma ferramenta que eu gostaria de continuar utilizando.

Todas as respostas na escala Likert variando de 1 (discordo plenamente) à 5 (concordo plenamente)

**APÊNDICE B – SCORE DO QUESTIONÁRIO *SYSTEM USABILITY SCALE* E
PERGUNTAS RELACIONADAS AO SOFTWARE REGENTE**

Fórmula para o *SUS*:

$$S_{SUS} = 50 + 2.5 * (\Sigma scoreQuestõesÍmpares - \Sigma scoreQuestõesPares)$$

Média total *SUS*= 73,75

Média do teste com um grupo externo *SUS*= 66,5

Média do teste com um grupo interno *SUS*= 85,83

n total= 8

n externo= 5

n interno= 3

APÊNDICE C – ANÁLISES DO QUESTIONÁRIO *SYSTEM USABILITY SCALE* E PERGUNTAS RELACIONADAS AO *SOFTWARE* REGENTE

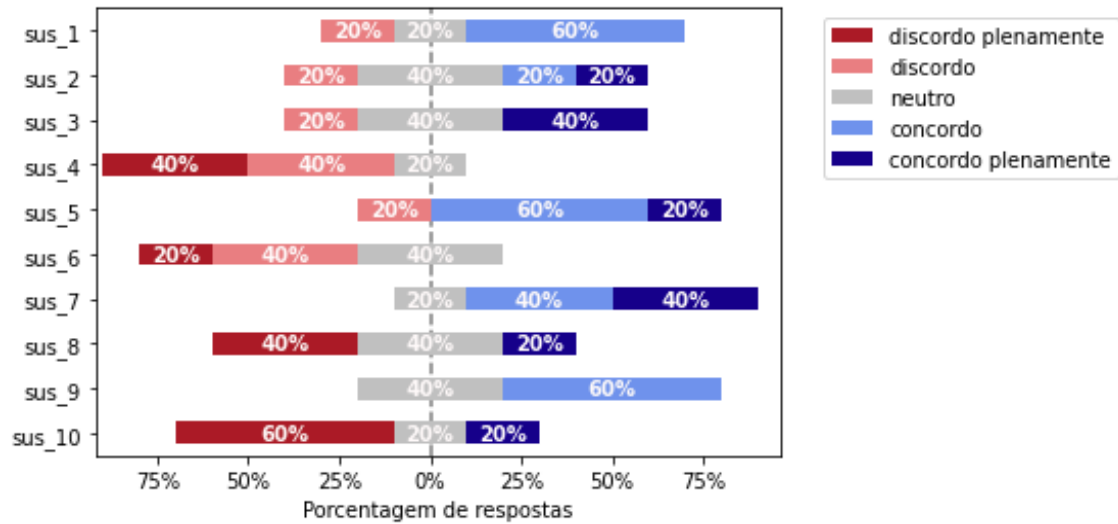


Figura 3 - Concentração de respostas sobre usabilidade do aplicativo do grupo de usuários externos na escala *SUS*, onde questões pares têm um teor negativo e questões ímpares um teor positivo.

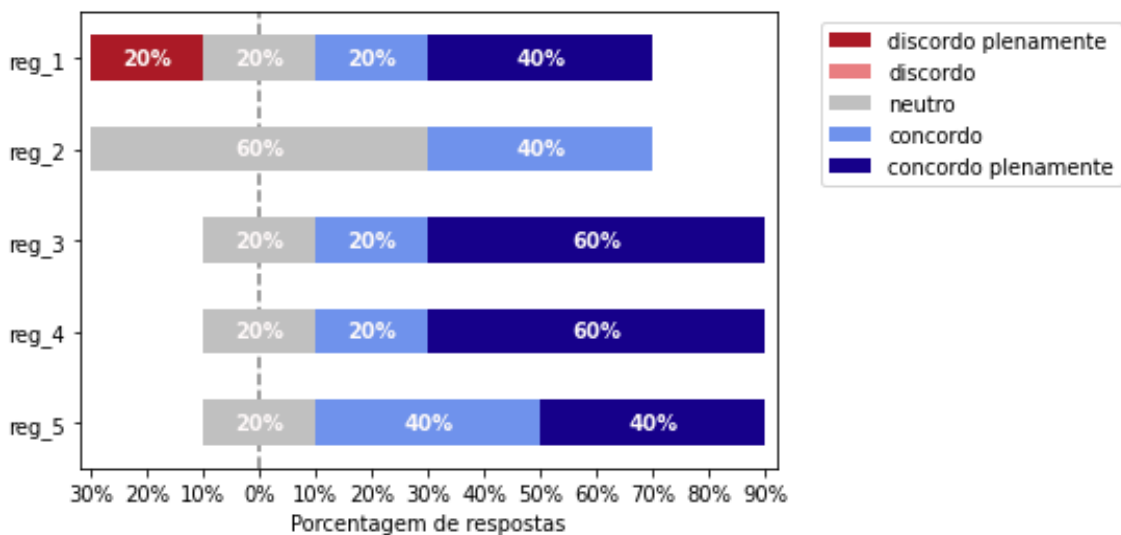


Figura 4 - Concentração de respostas do grupo de usuários externos na escala específica ao ReGente.

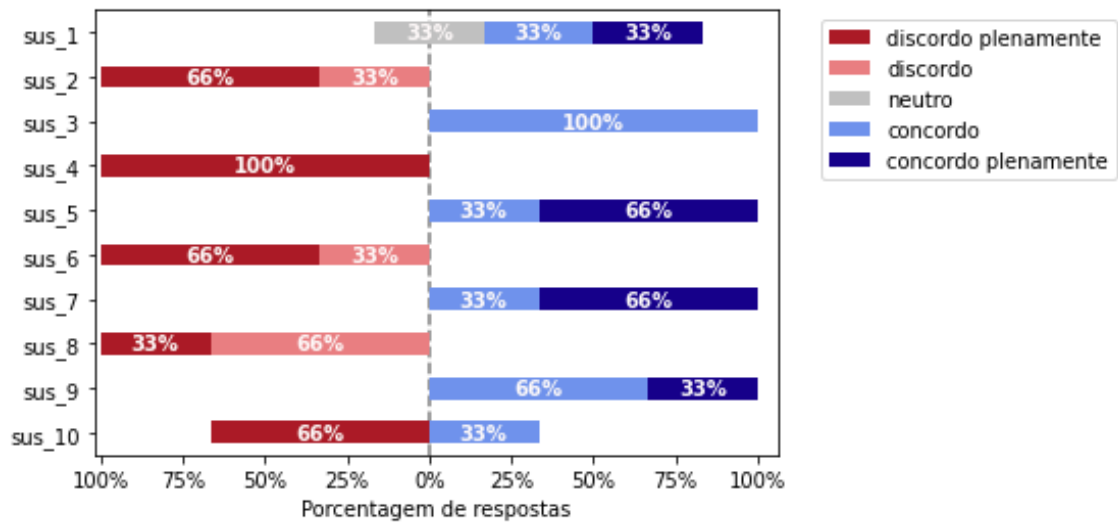


Figura 5 - Concentração de respostas sobre usabilidade do aplicativo do grupo de usuários internos (experts) na escala SUS, onde questões pares têm um teor negativo e questões ímpares um teor positivo.

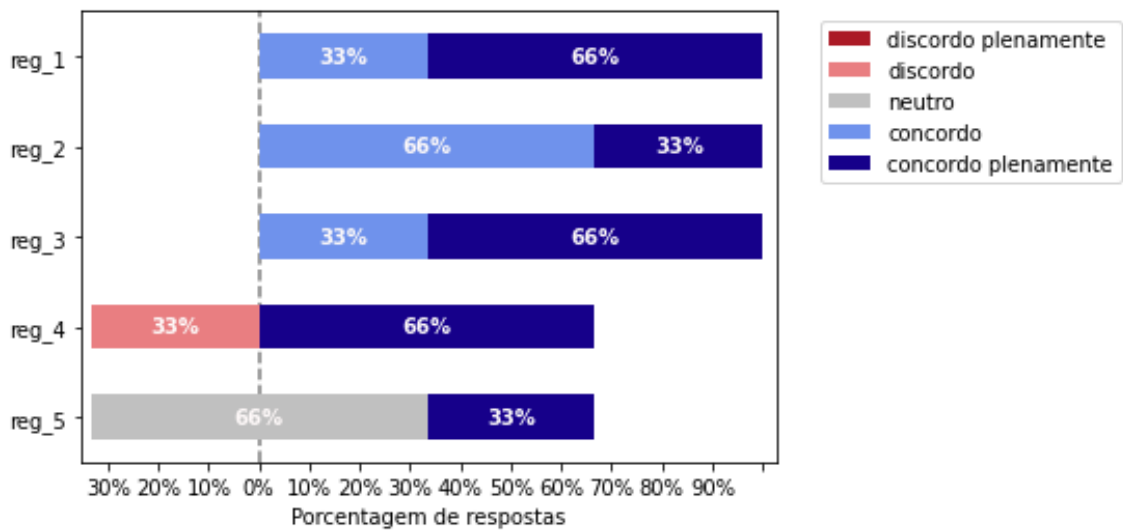


Figura 6 - Concentração de respostas do grupo de usuários internos na escala específica ao ReGente.

APÊNDICE D- DISPONIBILIDADE DO REGENTE E FIGURAS

A plataforma web do ReGente está disponível neste link:

<<https://purl.org/regente>>

A seguir também figuras ilustrando a forma atual do ReGente:

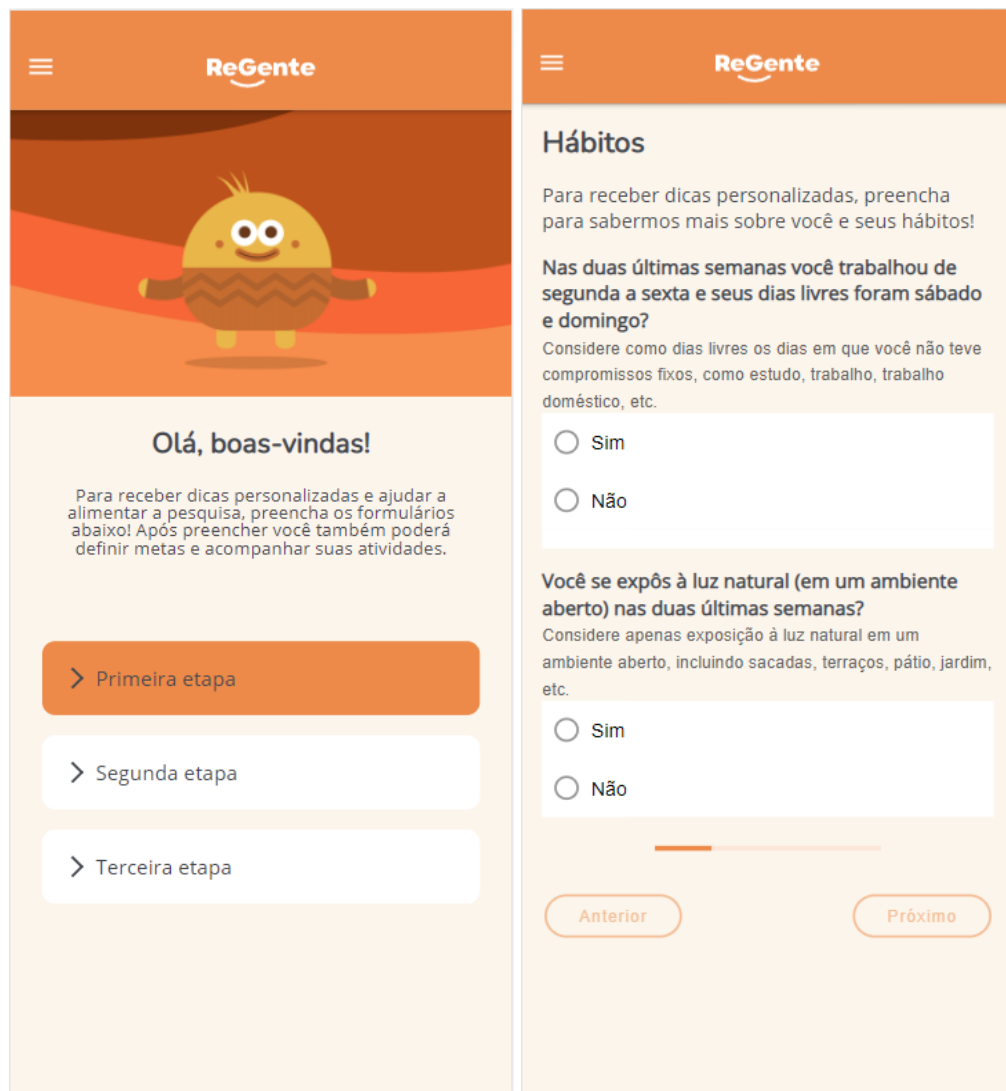


Figura 7 - Representação do módulo coleta de dados.



Figura 8 - Representação do módulo Recomendações.

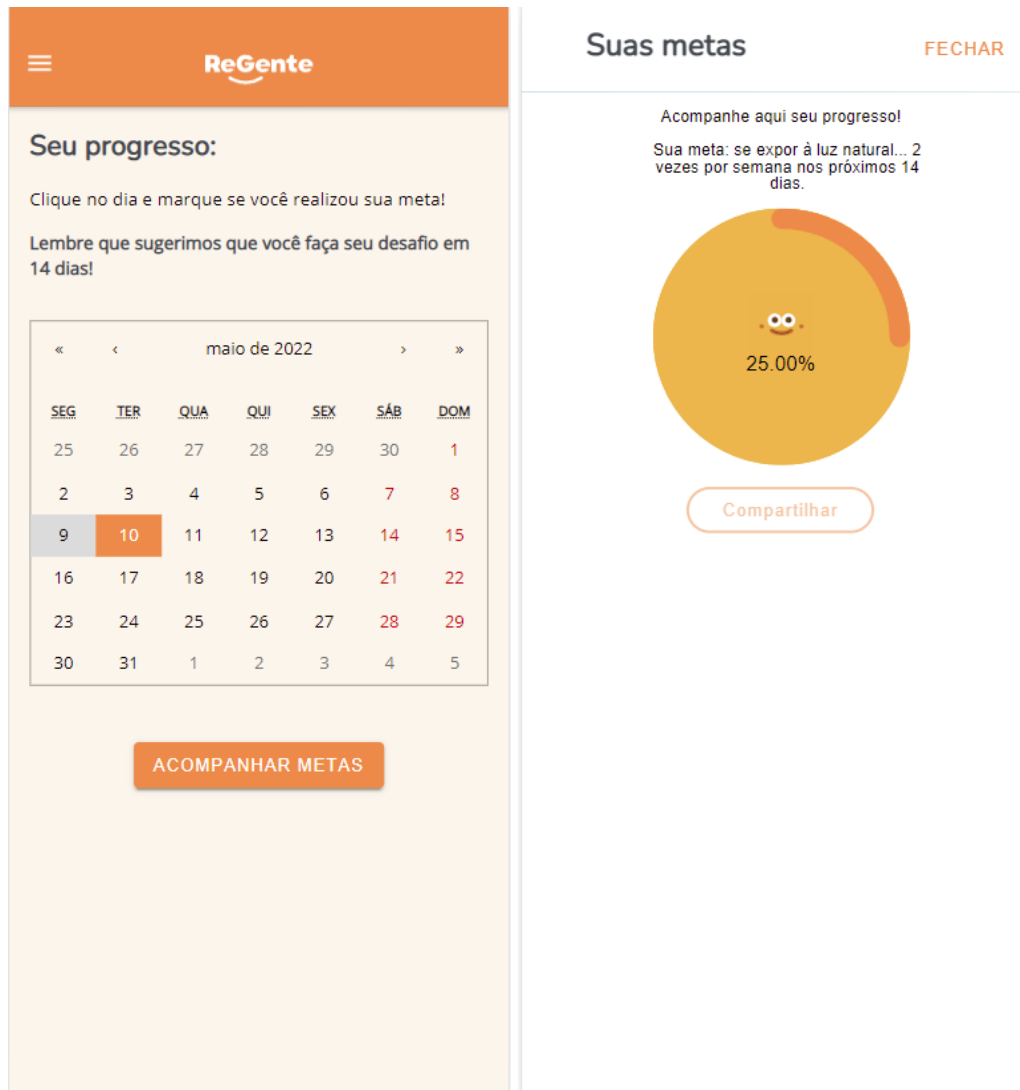


Figura 9 - Representação do módulo objetivos.

ANEXO A- COMPROVANTES DE SUBMISSÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

em International Journal of Medical Informatics Bruno Gomes Tavares dos Santos | Logout

Home Main Menu Submit a Manuscript About Help

← Submissions Being Processed for Author

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
Action Links	IJMEDI-D-22-01490	Developing a smartphone app to promote physical and mental health during and beyond the COVID-19 pandemic	Oct 20, 2022	Oct 20, 2022	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions) Results per page 10

4 ?

Comprovante de submissão do manuscrito na plataforma da International Journal of Medical Informatics.

International Journal of Medical Informatics
Developing a smartphone app to promote physical and mental health during and beyond the COVID-19 pandemic
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Article Type:	Research paper
Keywords:	Mental health; Telehealth; mHealth; Chronobiology.
Corresponding Author:	Bruno Gomes Tavares dos Santos Federal University of Rio Grande do Sul BRAZIL
First Author:	Bruno Gomes Tavares dos Santos
Order of Authors:	Bruno Gomes Tavares dos Santos Fernanda Sbaraini Bonatto Luísa Klaus Pilz Natividade de Sá Couto Pereira Maria Paz Loayza Hidalgo Maria Elisa Calcagnotto Marco Idiart
Abstract:	<p>Introduction: COVID-19 and social distancing measures adopted to contain the virus from spreading had a significant impact on individual's physical and mental health. Changes in social interactions and daily routines, such as natural light exposure, eating habits, physical activities and sleeping schedules, are believed to have contributed to the increase in mental health burden. Sleep disturbances and strain on circadian organization are closely associated with mood disorders, including major depressive disorder and anxiety. Developing strategies to inform people on the relevance of circadian organization may aid in promoting mental health. Therefore, digital strategies such as smartphone apps, as mobile health tools, have been increasingly used in this context and are essential to try to improve the quality of life by reaching out to these individuals faster and easily. Material and Methods: The app included recommendations for healthy routines developed and assessed on a previous longitudinal study. Data collection includes a set of validated questionnaires. Hybrid development was chosen to allow easy integration and to reach the maximum number of users. A visual identity was also designed and the app was named ReGente. Results: The ReGente smartphone app was developed combining online questionnaires with general and personalized recommendations. Regente also provides a tool to define and self-monitor goals related to modifiable behaviors associated with mental health. The app is modular and it is our goal to enhance its functionalities as the study evolves. Conclusion: With ReGente, an app that will soon be available in smartphone app stores, we hope to provide a useful mHealth tool to give effective recommendations and spread information on relevant topics on physical and mental health.</p>
Suggested Reviewers:	<p>Lavanya Vasudevan Duke University lavanya.vasudevan@duke.edu</p> <p>Julie Prescott University of Bolton j.prescott@bolton.ac.uk</p>

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

Comprovante de submissão do manuscrito na International Journal of Medical Informatics.