



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO

FILIPE MACIEL DE SOUZA DOS ANJOS

Implementação de princípios de gamificação adaptativa em uma aplicação mHealth

Goiânia
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Filipe Maciel de Souza dos Anjos

3. Título do trabalho

Implementação de princípios de gamificação adaptativa em uma aplicação mHealth

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Teixeira De Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 25/09/2023, às 16:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Filipe Maciel De Souza Dos Anjos, Discente**, em 25/09/2023, às 17:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4069127** e o código CRC **FDDF410B**.

Referência: Processo nº 23070.040460/2023-47

SEI nº 4069127

FILIPPE MACIEL DE SOUZA DOS ANJOS

Implementação de princípios de gamificação adaptativa em uma aplicação mHealth

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira de Carvalho

Goiânia
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Anjos, Filipe Maciel de Souza dos
Implementação de princípios de gamificação adaptativa em uma
aplicação mHealth [manuscrito] / Filipe Maciel de Souza dos Anjos. -
2023.
XCVII, 97 f.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira de Carvalho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto
de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação, Goiânia, 2023.

Apêndice.

Inclui tabelas, algoritmos, lista de figuras, lista de tabelas.

1. gamificação. 2. gamificação Adaptativa. 3. IUProst. 4. autocuidado.
5. mHealth. I. Carvalho, Sérgio Teixeira de, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 17 da sessão de Defesa de Dissertação de **Filipe Maciel de Souza dos Anjos**, que confere o título de Mestre em Ciência da Computação, na área de concentração em Ciência da Computação.

Aos vinte e cinco dias do mês de agosto de dois mil e vinte e três, a partir das catorze horas e quarenta cinco minutos, na sala 151 do INF, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Princípios de gamificação adaptativa aplicados na implementação de uma aplicação mHealth”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Sergio Teixeira de Carvalho (INF/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora Luciana Regina Ferreira da Mata (ENF/UFG), membra titular externa; Professora Doutora Luciana de Oliveira Berretta (INF/UFG), membra titular interna. A participação da Profa. Dra. Luciana Regina Ferreira da Mata ocorreu por meio de videoconferência. Durante a arguição os membros da banca fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Sergio Teixeira de Carvalho, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, vinte e cinco dias do mês de agosto de dois mil e vinte e três.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Implementação de princípios de gamificação adaptativa em uma aplicação mHealth



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Regina Ferreira da Mata, Usuário Externo**, em 28/09/2023, às 14:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Teixeira De Carvalho, Professor do Magistério Superior**, em 28/09/2023, às 14:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Filipe Maciel De Souza Dos Anjos, Discente**, em 28/09/2023, às 14:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana De Oliveira Berretta, Professora do Magistério Superior**, em 28/09/2023, às 14:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4080344** e o código CRC **CBF28406**.

Referência: Processo nº 23070.040460/2023-47

SEI nº 4080344

Dedico este trabalho à minha mãe Carla Maciel e à minha avó paterna Idalice Bispo (vó Dadau), minhas maiores inspirações de vida.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à minha mãe, Carla Maciel, a pessoa que sempre acredita e me incentiva. Ela é a pessoa mais bondosa que já conheci e também minha grande inspiração para ser melhor sempre.

Ao professor Dr. Sérgio Teixeira de Carvalho, pela sua paciência e maestria ao lidar com a diversidade dos grupos de pesquisa, sua sensibilidade durante cada reunião e por todos os ensinamentos que levarei por toda a vida. Com certeza, uma das minhas maiores inspirações pessoais e profissionais.

Ao grupo de pesquisa do IUProst, coordenado pela professora Dra. Luciana Mata e pelo professor Dr. Sérgio Teixeira de Carvalho, os quais realizam um trabalho impecável, direcionando, incentivando e transmitindo muitos ensinamentos e experiências. É uma felicidade imensa poder ter feito parte e contribuído para um projeto que ajuda tanta gente em um momento tão difícil da vida.

Estendo meus agradecimentos ao Hugo Miranda, parceiro de pesquisa durante a implementação do IUProst, e à Fabrícia Estevam, a qual idealizou e propôs o desenvolvimento do IUProst durante sua pesquisa de mestrado. Agradeço também a Adriana, Lívia, Cissa e a todos os demais membros do grupo de pesquisa do IUProst; todos foram fundamentais para chegarmos onde chegamos.

Agradeço também aos amigos que fiz durante essa jornada, assim como a todos os amigos que sempre me acompanharam e foram um dos pilares para que eu pudesse chegar até aqui.

Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade

Raul Seixas,
Prelúdio.

Resumo

Maciel, Filipe. **Implementação de princípios de gamificação adaptativa em uma aplicação mHealth**. Goiânia, 2023. 93p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

Este trabalho descreve a implementação de uma aplicação mHealth gamificada denominada IUProst para o tratamento da incontinência urinária por meio da execução de exercícios pélvicos para homens que realizaram a cirurgia de retirada da próstata. Para o desenvolvimento da aplicação foram utilizadas as diretrizes do Framework L, projetado para orientar a criação de aplicações mHealth gamificadas. A primeira versão do IUProst foi desenvolvida focada exclusivamente na dimensão de autocuidado do Framework L, e foi publicada em novembro de 2022, sendo utilizada por centenas de usuários que buscavam o tratamento fornecido pela aplicação. Posteriormente, a dimensão Gamification do Framework L foi empregada para gamificar o IUProst. Durante o processo de implementação dos elementos de jogos, constatou-se a ausência de definições claras sobre como implementar os componentes para permitir uma adaptação da gamificação de acordo com o perfil do usuário. Para superar essa lacuna, foi desenvolvido um modelo de implementação para componentes de gamificação, a fim de orientar os desenvolvedores na criação de uma gamificação que pudesse se adequar à dinâmica entre perfis proposta pela gamificação adaptativa do Framework L. Portanto, as contribuições desta pesquisa são a entrega de uma aplicação mHealth gamificada, a análise dos dados de uso gerados pela aplicação gamificada e um modelo de implementação para componentes de jogos que foi incorporado ao Framework L, permitindo a utilização dos componentes no contexto de gamificação adaptativa. A versão gamificada do IUProst foi publicada em julho de 2023 e utilizada durante 30 dias até a escrita dessa dissertação. Os resultados obtidos demonstram que durante o mês gamificado, os pacientes realizaram cerca de 2/3 a mais de exercícios em relação aos dois meses anteriores, alcançando a marca de 61% das execuções realizadas durante os três meses analisados. Os dados comprovaram a hipótese de que os componentes de jogos de fato contribuem para o engajamento dos pacientes com o uso da aplicação assim como evidenciaram os pontos de melhorias necessários para a aplicação mHealth.

Palavras-chave

gamificação, gamificação Adaptativa, IUProst, autocuidado, mHealth, Modelo de implementação

Abstract

Maciel, Filipe. **Implementation of adaptive gamification principles in a mHealth application.** Goiânia, 2023. 93p. MSc. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

This work describes the implementation of a gamified mHealth application called IUProst for the treatment of urinary incontinence through the performance of pelvic exercises for men who have undergone prostate removal surgery. The development of the application followed the guidelines of Framework L, designed to guide the creation of gamified mHealth applications.

The initial version of IUProst was exclusively focused on the self-care dimension of Framework L and was released in November 2022. It was used by hundreds of users seeking the treatment provided by the application. Subsequently, the Gamification dimension of Framework L was employed to gamify IUProst. During the process of implementing game elements, it was noted that there were no clear definitions of how to implement the components to allow for gamification adaptation based on user profiles.

To address this gap, an implementation model for gamification components was developed to guide developers in creating gamification that could adapt to the user profile dynamics proposed by the adaptive gamification of Framework L. Therefore, the contributions of this research include delivering a gamified mHealth application, analyzing usage data generated by the gamified application, and providing an implementation model for game components that were incorporated into Framework L, enabling the use of components in the context of adaptive gamification.

The gamified version of IUProst was published in July 2023 and was used for 30 days until the writing of this dissertation. The results obtained demonstrate that during the gamified month, patients performed approximately 2/3 more exercises compared to the previous two months, reaching 61% of the total exercises performed during the three months analyzed. The data confirmed the hypothesis that game components indeed contribute to patient engagement with the application and also highlighted areas for improvement in the mHealth application.

Keywords

gamification, adaptive gamification, IUProst, self-care, mHealth, implementation model

Sumário

Lista de Figuras	10
Lista de Tabelas	11
1 Introdução	12
1.1 Objetivos	14
1.2 Percurso metodológico	14
1.3 Organização do Texto	16
2 Fundamentação Teórica	17
2.1 O tratamento para incontinência urinária masculina	17
2.2 Autocuidado e mHealth	19
2.3 Framework L	20
2.3.1 Dimensão <i>Self-Care</i>	20
Dimensão Gamification	22
2.4 Gamificação	23
2.5 Tipologia de jogadores dos usuários	24
2.6 Gamificação Adaptativa	27
2.7 Revisão Sistemática da Literatura	28
2.7.1 Protocolo	28
Questões de pesquisa	28
Estratégia de busca	29
Critério de inclusão e exclusão	30
Extração de dados	30
2.7.2 Condução da Pesquisa	31
2.7.3 Resultados e Discussões	32
(Q ¹) Quais trabalhos apresentam resultados empregando gamificação e machine learning?	32
(Q ²) Quais técnicas de <i>machine learning</i> vêm sendo aplicadas para prover o engajamento do paciente em seu autocuidado?	33
2.8 Trabalhos Relacionados	34
2.9 Considerações finais	37
3 Aplicação mHealth IUProst	38
3.1 Definições do tratamento e autocuidado do IUProst	38
3.1.1 Instanciando a dimensão <i>Self-Care</i> do Framework L no IUProst	38
3.1.2 Execução dos exercícios	42
3.1.3 Tecnologias utilizadas	43
3.1.4 IUProst Versão 1.0	44

3.2	Processo de gamificação do IUProst	45
3.2.1	Componentes de jogos do IUProst	46
3.2.2	Sistema de pontuação	48
3.3	Proposta de implementação dos componentes para gamificação adaptativa	50
3.3.1	Exemplos de código	55
3.3.2	Modelo de implementação instanciado ao IUProst	57
3.4	Considerações finais	60
4	Resultados e discussões	61
4.1	Análise dos dados de uso do IUProst em produção	61
4.1.1	Espaço amostral	62
4.1.2	Características dos pacientes	62
4.1.3	Engajamento do paciente	67
4.1.4	Cadastros de diário vesical	69
4.1.5	Dados do tratamento	70
4.2	Contribuições da gamificação adaptativa ao Framework L	76
4.3	Considerações finais	78
5	Conclusão	80
5.1	Contribuições	81
5.2	Trabalhos futuros	82
	Referências Bibliográficas	84
A	Registro do software IUProst	92

Lista de Figuras

2.1	Dimensões do Framework L [18].	21
2.2	Categorias da dimensão Self-Care [18]	22
2.3	Classificação dos usuários pela tipologia de Marczewski [45]	25
2.4	Etapas do método de gamificação de 7 etapas [14].	35
2.5	Estrutura do Gamification Design Framework (GDF).	36
3.1	Casos de uso do IUProst.	40
3.2	Formulários do diário vesical.	41
3.3	Tela de execução dos exercícios - versão 1.0 e 2.0.	42
3.4	React-Native na arquitetura cliente servidor.	44
3.5	Telas principais do IUProst: Versão 2.0.	46
3.6	Alertas de pontuação.	49
3.7	Dinâmica dos componentes de jogos.	51
3.8	Componentes de gamificação na estrutura de uma aplicação conforme o modelo GOC.	52
3.9	Componentes de jogos que utilizam uma tela completa.	53
3.10	Organização dos componentes como uma Árvore binária perfeita.	54
3.11	Utilizando componentes na tela Home Exercícios.	59
3.12	Componentes carregados por perfil.	59
4.1	Qualidade de vida - Com que frequência você perde urina?	64
4.2	Qualidade de vida - A quantidade de urina que você pensa que perde.	65
4.3	Qualidade de vida - Em geral, quanto que perder urina interfere em sua vida? Por favor, escolha um número entre 0 1 10.	66
4.4	Qualidade de vida - Quando você perde urina? (Por favor assinale todas as alternativas que se aplicam a você	66
4.5	Respostas dos 48 pacientes ao instrumento de avaliação de nível da incontinência urinária.	67
4.6	Execuções de exercícios de maio a julho	69
4.7	Escala de incontinência urinária dos pacientes que concluíram o tratamento. Cada letra representa um paciente.	72
4.8	Respostas iniciais e finais dos 11 pacientes por pergunta	73
4.9	Quantidade de exercícios executados por paciente	74
4.10	Quantidade de dias e média de execução pro paciente	74
4.11	Ofensivas do paciente na execução dos exercícios	75
4.12	Modelo de implementação GOC instanciado ao IUProst	77

Lista de Tabelas

2.1	Artigos por base de busca	32
4.1	Números de execuções dos exercícios a cada 30 dias.	68
4.2	<i>Escala de incontinência urinária pós-prostatectomia radical (EIUPR). [9]</i>	71

Introdução

A gamificação é definida como a aplicação de elementos de jogos em contextos não relacionados a jogos, com o objetivo de manter o usuário motivado na execução das atividades de um software gamificado [53, 19, 73]. Dessa forma, as aplicações gamificadas têm o propósito de estimular os usuários a alterar seus comportamentos em direção a um objetivo específico, fortalecendo sua motivação intrínseca e direcionando-os a alcançar tal objetivo [75, 1].

No entanto, muitas aplicações gamificadas são desenvolvidas utilizando elementos como pontos, distintivos, níveis e placares de líderes, sem levar em consideração técnicas atualizadas para criar uma gamificação mais alinhada ao objetivo principal do software. Esse tipo de gamificação negligente em relação ao contexto não apenas falha em promover o engajamento de longo prazo, mas também pode ter efeitos negativos, como a perda de atenção dos usuários ou até mesmo o interesse excessivo em objetivos não desejados em relação ao objetivo do software [75, 73, 53].

O engajamento e a adesão dos usuários a essas aplicações podem apresentar desafios devido à falta de motivação, interesse e à interação limitada. Nesse contexto, a gamificação adaptativa surge como uma solução promissora, ao integrar de forma personalizada componentes de jogos em aplicações, por meio da identificação das características individuais de cada usuário [18, 53]. O principal objetivo da gamificação adaptativa é compreender o contexto dos usuários, como a classificação de seu perfil, e fornecer elementos de jogos que reforcem suas motivações de maneira personalizada [53].

Considerando esses aspectos, o Framework L [18], desenvolvido previamente por membros de nosso grupo de pesquisa, foi criado para orientar o desenvolvimento de aplicações mHealth¹, abordando os aspectos fundamentais desse tipo de software e direcionando a criação de elementos de jogos adaptados ao contexto do usuário.

O Framework L foi criado para guiar desenvolvedores durante o desenvolvimento e implementação de aplicações mHealth, assim como define diretrizes para que

¹O termo mHealth (mobile health) está relacionado à oferta de serviços e informações de saúde suportados por tecnologias móveis [61, 59]

os desenvolvedores possam gamificar essas aplicações. Para esta categoria específica de aplicações, a estruturação adequada do conhecimento é de extrema importância, especialmente nos aspectos relacionados ao autocuidado e à gamificação adaptativa. Com base nessa premissa, o Framework L é dividido em duas dimensões principais: (i) Self-Care, que abrange as regras de negócio da aplicação para promover o autocuidado, compreender a condição de saúde do usuário, considerar suas atividades e limitações; (ii) Gamification, que é responsável por orientar o desenvolvedor na definição dos elementos de jogos e fornecer diretrizes fundamentais para a construção desses elementos [53, 45].

No caso de uma abordagem de gamificação adaptativa, a dimensão Gamification proporciona orientações para a compreensão do perfil do jogador, com o objetivo de entender suas motivações e selecionar os elementos de jogos mais adequados. Para essa finalidade, técnicas de aprendizado de máquina são empregadas para identificar os perfis dos usuários de forma eficiente [53].

Esta dissertação de mestrado faz parte do contexto de um projeto de pesquisa realizado pela Escola de Enfermagem da UFMG em parceria com o Laboratório de Informática em Saúde do Instituto de Informática da UFG. O projeto de pesquisa, numa primeira etapa, originou-se a partir de duas teses de doutorado [9, 33], as quais geraram um livreto como programa cognitivo-comportamental voltado para o tratamento da incontinência urinária em pacientes com câncer de próstata submetidos ao procedimento cirúrgico de retirada da próstata (prostatectomia radical). Numa segunda etapa, já no contexto desta dissertação de mestrado e juntamente à pesquisa [24], foi desenvolvido o IUProst, uma aplicação mHealth baseada no programa cognitivo-comportamental, visando promover o autocuidado e melhorar a qualidade de vida de homens que sofrem de incontinência urinária devido ao procedimento cirúrgico de retirada da próstata ocasionada pelo câncer de próstata.

Em uma primeira etapa, a aplicação IUProst foi desenvolvida como artefato desta dissertação de mestrado, seguindo as diretrizes das dimensões Self-Care e Gamification do Framework L. Sua versão 1.0 foi implementada utilizando a dimensão Self-Care, que guia o levantamento de requisitos e a compreensão adequada do software. Essa primeira versão foi publicada no contexto da pesquisa de mestrado [24], a qual apresentou uma avaliação do IUProst realizada por especialistas da área de tecnologia da informação e de saúde. A avaliação alcançou níveis satisfatórios de aceitação.

Para esta dissertação de mestrado, foi dado seguimento no desenvolvimento da aplicação para uma versão 2.0, utilizando como guia metodológico a dimensão *Gamification* do Framework L. Durante a experiência de utilização do Framework L para a gamificação, foi observado que, embora tenha como proposta a entrega de diretrizes para a gamificação de aplicações mHealth, a dimensão *Gamification* do *framework* não descreve como os componentes de gamificação devem ser implementados para torná-los indepen-

dentos e adaptáveis no contexto da gamificação adaptativa.

Nesse sentido, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a implementação da aplicação mHealth IUProst utilizando uma proposta de implementação de componentes de jogos no contexto da gamificação adaptativa denominado Gamificação Orientada a Componentes (GOC). Essa proposta permite a construção de componentes de jogos que possam se adaptar a cada perfil de usuário sem a necessidade de novas implementações, fazendo com que os componentes de jogos do software sejam alterados em tempo de execução, com base na identificação do perfil. O modelo define regras a serem seguidas para o desenvolvimento de cada componente de jogo, assim como uma estrutura de dados na qual os componentes de jogos são instanciados, agrupando-os por perfil. Dessa forma, todos os componentes de jogos apresentados para o usuário correspondem aos componentes agrupados do seu perfil instanciado por meio da estrutura.

A proposta emprega o uso da engenharia de software baseada em componentes (CBSE), que define a criação de pequenos módulos independentes, chamados de componentes, encapsulam funcionalidades específicas e se comunicam por meio de interfaces bem definidas. Esses componentes podem ser desenvolvidos de forma independente, testados e, posteriormente, compostos para formar sistemas de software maiores, sendo reutilizados em diferentes contextos [29, 30, 23]. Em todo o texto será utilizado o termo “componente” para se referir aos componentes de jogos.

1.1 Objetivos

z Os objetivos específicos são:

- Desenvolver aplicação mHealth IUProst seguindo as diretrizes da dimensão Self-Care do Framework L;
- Identificar a inter-relação entre gamificação e machine learning por meio de uma revisão sistemática da literatura;
- Desenvolver uma proposta de implementação de componentes de jogos de forma a complementar o Framework L.
- Aplicar a proposta de implementação de componentes de jogos no processo de gamificação do IUProst;
- Disponibilizar a aplicação publicamente e avaliar os dados de uso gerados.

1.2 Percurso metodológico

O percurso metodológico adotado nesta pesquisa foi estruturado em etapas direcionadas para alcançar os objetivos determinados. Inicialmente, foi realizada uma

revisão sistemática da literatura (RSL) com o propósito de identificar pesquisas que abordassem a gamificação de software e buscassem adaptar aplicações ao contexto do usuário. Os resultados desta RSL foram posteriormente publicados em um simpósio nacional [21].

Paralelamente à RSL, deu-se início ao processo de desenvolvimento da aplicação mHealth IUProst, juntamente com os estudos do Framework L [18]. A natureza interuniversitária do projeto de pesquisa forneceu os insumos necessários para a construção da aplicação por meio da parceria entre a Escola de Enfermagem da UFMG e o Instituto de Informática da UFG, possibilitando a qualificação técnica necessária para compreender os requisitos e implementar a aplicação, dando continuidade a estudos anteriores nas áreas de saúde e computação. Como resultado deste processo de desenvolvimento, foram publicados um artigo com autoria principal e dois artigos como coautor em congresso nacional da área de informática em saúde [7, 52, 51].

Ao mesmo tempo que o processo de desenvolvimento do IUProst estava em andamento, o grupo de pesquisa realizou um estudo sobre aplicações disponíveis nas lojas de aplicativos para o tratamento da incontinência urinária masculina, com o objetivo de identificar lacunas relacionadas a abordagens conservadoras para o tratamento da IU (Incontinência Urinária) e avaliar a adequação e utilidade de aplicativos móveis voltados para a reabilitação da IU na população masculina. Os resultados desta pesquisa geraram uma publicação como coautor de um artigo completo [43].

A primeira versão da aplicação foi disponibilizada, cumprindo o objetivo de converter o livreto em uma aplicação mHealth [24]. Esta versão da aplicação recebeu o Prêmio SBEB-Boston Scientific de Inovação em Engenharia Biomédica para o SUS 2022, concedido pela Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB) e a Boston Scientific do Brasil [62].

A elaboração do modelo de implementação foi fundamentada nas descobertas obtidas durante o processo de gamificação da aplicação IUProst, utilizando a dimensão Gamification do Framework L. Dessa forma, o modelo de implementação foi criado e aplicado no IUProst como uma etapa de validação.

A versão gamificada do IUProst foi lançada na Play Store em junho de 2023. Através dos dados gerados pelos usuários durante o uso da versão não gamificada e da versão gamificada da aplicação, foi possível identificar diferenças no engajamento dos pacientes com o tratamento proposto. Isso possibilitou a avaliação do tratamento por meio de uma aplicação mHealth gamificada.

Por fim, o modelo de implementação foi validado por meio de sua utilização para a construção dos componentes de gamificação da aplicação IUProst. O modelo GOC permitiu a implementação de componentes independentes que podem ser organizados dinamicamente na estrutura da aplicação.

1.3 Organização do Texto

Essa dissertação está dividida em cinco capítulos, sendo organizados da seguinte maneira: O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, demonstrando os conceitos que permeiam essa pesquisa, como o tratamento para a incontinência urinária que foi transformado em uma aplicação mHealth, os conceitos sobre mHealth e autocuidado, o Framework L, os conceitos de gamificação e gamificação adaptativa, a tipologia de jogadores dos usuários, a revisão sistemática da literatura desenvolvida para o início dessa pesquisa e, por fim, os trabalhos relacionados.

O Capítulo 3 apresenta primeiramente o desenvolvimento da aplicação IUProst em sua totalidade, demonstrando a implementação de suas duas versões. Posteriormente é apresentado o modelo de implementação Gamificação Orientada a Componentes (GOC), originado da experiência de implementação da gamificação do IUProst.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões da pesquisa, iniciando pelos resultados obtidos pelo IUProst, demonstrando de forma geral uma análise dos dados gerados pela aplicação disponível publicamente, tanto em relação ao tratamento quanto em relação aos efeitos da gamificação no tratamento do paciente. Posteriormente é apresentado a contribuição que o modelo de implementação entrega ao Framework L, podendo ser integrado como parte do processo definido pelo framework.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais e conclusões alcançadas por meio dessa pesquisa, assim como as contribuições e as possibilidades de trabalhos futuros.

Fundamentação Teórica

Neste capítulo são discutidos os conceitos e tecnologias que permeiam este trabalho. A Seção 2.1 apresenta o tratamento comportamental que é utilizado como base para o desenvolvimento da aplicação IUProst. A Seção 2.2 apresenta o que é o autocuidado e sua relação com as aplicações mHealth. A Seção 2.3 apresenta o que é e as definições do Framework L. A Seção 2.4 introduz o conceito de gamificação, apresentando fundamentos e utilização. A Seção 2.5 apresenta a tipologia dos usuários que classifica e sugere quais componentes de gamificação devem ser atribuídos a cada usuário conforme suas características pessoais. A Seção 2.6 discorre sobre a gamificação adaptativa e seus aspectos fundamentais. A Seção 2.7 apresenta a revisão sistemática da literatura realizada, a qual permitiu a compreensão do estado da arte em relação ao uso de gamificação e machine learning. Por fim, a Seção 2.8 apresenta os trabalhos relacionados a esta pesquisa.

2.1 O tratamento para incontinência urinária masculina

Estima-se que em até um mês após a cirurgia de prostatectomia radical (PR), 80% dos homens apresentam incontinência urinária (IU) [2]. Mesmo após noventa dias de pós-cirúrgico, homens que não recebem uma opção terapêutica podem experimentar IU moderada ou grave e, até seis meses do pós-cirúrgico, cerca de 57% dos homens apresentam perda de urina involuntária [32].

Uma forma de tratar a incontinência urinária neste contexto é por meio da terapia comportamental, que consiste na mudança de hábitos de vida do paciente, somada a terapias físicas como exercícios de fortalecimento da musculatura pélvica e terapias comportamentais complementares com técnicas associadas a crenças pessoais. Ao ter sua eficácia comprovada, este tipo de terapia passou então a ser empregado no tratamento de diversas doenças [2].

Este tipo de tratamento consiste em coletar informações de diversos aspectos da vida cotidiana do paciente, incluindo exercícios físicos como treinamento vesical para fortalecimento muscular [24]. Os exercícios para o tratamento proposto são definidos

como um programa de contrações voluntárias do assoalho pélvico guiado por profissionais de saúde, com o objetivo de manter a força muscular para suporte de órgãos pélvicos e, conseqüentemente, função, coordenação e melhoria da pressão e fechamento uretral [26].

O livreto intitulado “Manual de orientações sobre incontinência urinária pós-prostatectomia radical” foi produção da tese de doutorado intitulada “Efetividade do Treinamento Muscular Pélvico associado à acupuntura auricular no controle da incontinência Urinária pós-prostatectomia Radical: Ensaio Clínico Randomizado” [9]. O livreto tem o propósito de auxiliar o paciente, letrando-o de forma a compreender mais sobre a enfermidade a qual está sujeito.

Durante os três primeiros dias do tratamento, é indicado que o paciente preencha diariamente alguns formulários do denominado “diário vesical”. Este diário recebe informações como tipos e quantidades de líquidos ingeridos, estimativa de volume de urina, informações sobre se ocorreu perda ou vazamento de urina durante o dia, e o cadastro da troca de absorvente, forro ou fralda. Estes formulários são necessários para entender a rotina do paciente, uma vez que o tratamento exige uma mudança comportamental incluindo alterações de hábitos de vida [24, 9].

O constante cadastro da ingestão de líquido principalmente durante o início do tratamento se faz necessário, uma vez que muitos pacientes deixam de ingerir líquidos por acreditarem que essa ingestão contribui para o aumento da micção [2]. Informar o tipo de líquido ingerido se faz necessário, pois estudos apontam que líquidos que contém cafeína, bebidas alcoólicas e diuréticas podem interferir no comportamento da musculatura da bexiga.

O livreto aborda os seguintes tópicos para auxiliar o paciente na mudança de hábitos e melhor compreensão de suas condições de saúde: o que é prostatectomia radical; o que pode acontecer depois da cirurgia da retirada da próstata; o que é IU; por que a cirurgia pode causar a IU; por quanto tempo pode-se ter IU; como tratar a IU; o que deve ser evitado; o que deve ser feito; exercícios para os músculos da pelve; e dicas importantes, como medidas de controle para a IU de urgência e gotejamento [24, 9]. Estes tópicos são disponibilizados como conteúdo impresso, ilustrações e um guia para execução dos exercícios.

Os exercícios para o fortalecimento do assoalho pélvico, propostos pelo tratamento, foram divididos em oito etapas, tendo cada etapa a duração de uma semana [24, 28]. Os pacientes são orientados a manter uma rotina e a realizar os exercícios três vezes ao dia: pela manhã, à tarde e à noite.

Para cada execução dos exercícios, é realizado um total de 25 contrações da musculatura pélvica, divididas em dois exercícios. Por exemplo: Exercício 1 - Contraia e relaxe rapidamente os músculos da pelve por 15 vezes seguidas; Exercício 2 - Contraia os músculos da pelve bem forte por 10 vezes, mantendo a contração por 5 segundos

e relaxando por 10 segundos. Essa divisão permite uma pausa durante a execução das 25 contrações, e também uma variação do tempo de sustentação da contração e de relaxamento da musculatura.

Conforme definições do livreto, é indicado que o paciente realize o máximo de 300 contrações ao dia (número indicado na literatura para evitar fadiga muscular). Assim, as execuções foram divididas em três treinos de 100 contrações cada durante o dia, totalizando as 300 contrações. Para permitir que o paciente realize pausas durante a execução das 100 contrações, o treino foi dividido em 4 exercícios de 25 contrações cada. É indicado então que o paciente realize 4 execuções consecutivas em uma prática durante a manhã, 4 execuções durante a prática da tarde e 4 durante a prática da noite, totalizando 100 contrações em cada período e 300 contrações totais por dia. Como o perfil muscular varia de paciente para paciente, foi definido um intervalo de pelo menos 3 horas entre cada prática, para evitar fadiga muscular.

Cada etapa do tratamento foi elaborada para possuir um nível de dificuldade/-complexidade para a execução dos exercícios, o qual aumenta conforme o paciente avança semanalmente: na primeira e segunda semanas, os exercícios pélvicos são realizados deitado; durante a terceira e quarta semanas, os exercícios são realizados sentado; na quinta e sexta semanas, os exercícios são realizados em pé, parado e com as pernas um pouco afastadas; por fim, na sétima e oitava semanas, os exercícios são realizados ao andar.

2.2 Autocuidado e mHealth

O autocuidado ou cuidado de si é determinado pelo conjunto de ações que o indivíduo aplica para o cuidado de si mesmo, atuando de maneira individual em prol de manter sua saúde, lidando com as doenças existentes e também prevenindo doenças [58, 12, 20]. Nessa prática inclui-se cuidado com a higiene, a alimentação, estilo de vida além de fatores ambientais e socioeconômicos [59]. O conhecimento sobre as necessidades do próprio corpo é necessário para que o paciente possa saber agir de forma adequada perante eventos que podem ser ocasionados por enfermidades ou maus hábitos [66].

Na pesquisa [11], os autores compararam um grupo de pacientes que utilizaram um aplicativo de lembretes para auxiliá-los no consumo diário de seus medicamentos, com um grupo que continuou a administração do consumo por meios habituais. Dessa forma, a pesquisa concluiu que pacientes que utilizaram aplicativos de lembretes de medicação tiveram melhor adesão à medicação em comparação ao grupo que continuou com os cuidados habituais.

Conforme definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) [54], *Mobile Health (mHealth)* é a prática médica com suporte para dispositivos móveis, tais como

dispositivos para monitoramento de pacientes, smartphones, tablets, e outros dispositivos, incluindo o uso de serviços de comunicação sem fio e Global Positioning System (GPS). O termo mHealth foi definido pela primeira vez na literatura científica no ano de 2000 na pesquisa [40] como “e-med sem fio”.

Apesar da importância das aplicações mHealth em contribuição para o autocuidado, profissionais prestadores de cuidado em saúde são reticentes para prescrever o uso de aplicativos que não possuem evidência de seu benefício, confiabilidade para a garantia de segurança das informações, e orientações sobre o uso nas práticas clínicas [3]. As aplicações mHealth precisam passar por rigorosos testes clínicos e técnicos antes de serem totalmente integrados ao atendimento clínico [11].

2.3 Framework L

O Framework L é produto da dissertação de mestrado de uma das membros do grupo de pesquisa em computação aplicada à saúde a qual esta dissertação faz parte. Ele entrega um framework conceitual como método para guiar a gamificação de aplicações mHealth, incorporando conceitos e práticas de forma a incentivar o self-care[18]. O Framework L foi utilizado como base fundamental para a construção da aplicação mHealth IUProst, direcionando desde o levantamento de requisitos até a etapa de gamificação da aplicação.

O framework é dividido em duas dimensões, Self-Care e Gamification, as quais estruturam separadamente as definições das regras de negócio da aplicação e, posteriormente, guiando o desenvolvedor pelos conceitos e diretrizes para se gamificar a aplicação.

Ele determina um esforço inicial para coleta de informações relevantes que possam determinar as principais características do aplicativo e a definição do esboço da aplicação.

Nesse sentido, as seguintes ações são direcionadas: definição do objetivo principal do software, incluindo o seu diferencial; definição do público do software e seu perfil; definição do nível de autonomia dos usuários; definição dos tipos de usuários e visões (previsão dos impactos positivos ao usuário e dos riscos (de saúde) do usuário na utilização do software.

2.3.1 Dimensão *Self-Care*

A dimensão Self-Care é relacionada com as regras de negócio da aplicação para promover o autocuidado, conhecendo o usuário em termos de saúde, suas atividades e limitações. Nessa dimensão é definido o que a aplicação irá fazer, quais dados são relevantes de serem coletados, apresentados e manipulados [18].

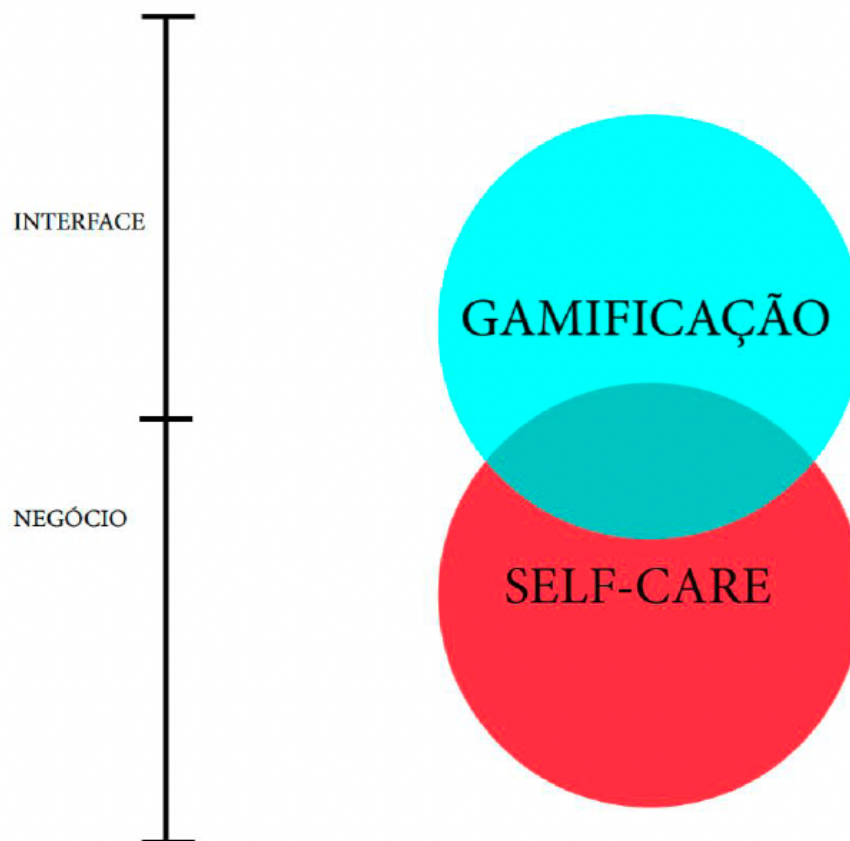


Figura 2.1: Dimensões do Framework L [18].

O objetivo principal de uma aplicação mHealth é o cuidado com a saúde. Essa dimensão é focada no conhecimento do usuário considerando suas atividades e limitações em termos de saúde [18]. Nessa dimensão são definidas as funções da aplicação assim como quais dados devem ser coletados e manipulados.

A Figura 2.2 apresenta as seis categorias - autoconhecimento, cuidados específicos, monitoramento fitness, alimentação/hidratação, medicação e bem-estar; cada uma dessas dimensões é devidamente detalhada na pesquisa [18]. Os retângulos apresentados na figura estão associados aos principais tópicos de cada categoria.

As definições da cartilha de tratamento desenvolvida por [9], e seguidas por esta pesquisa para criar a aplicação IUProst, abrangem aspectos de cada uma das categorias da dimensão Self-Care, se enquadrando perfeitamente às diretrizes definidas pelo Framework L.

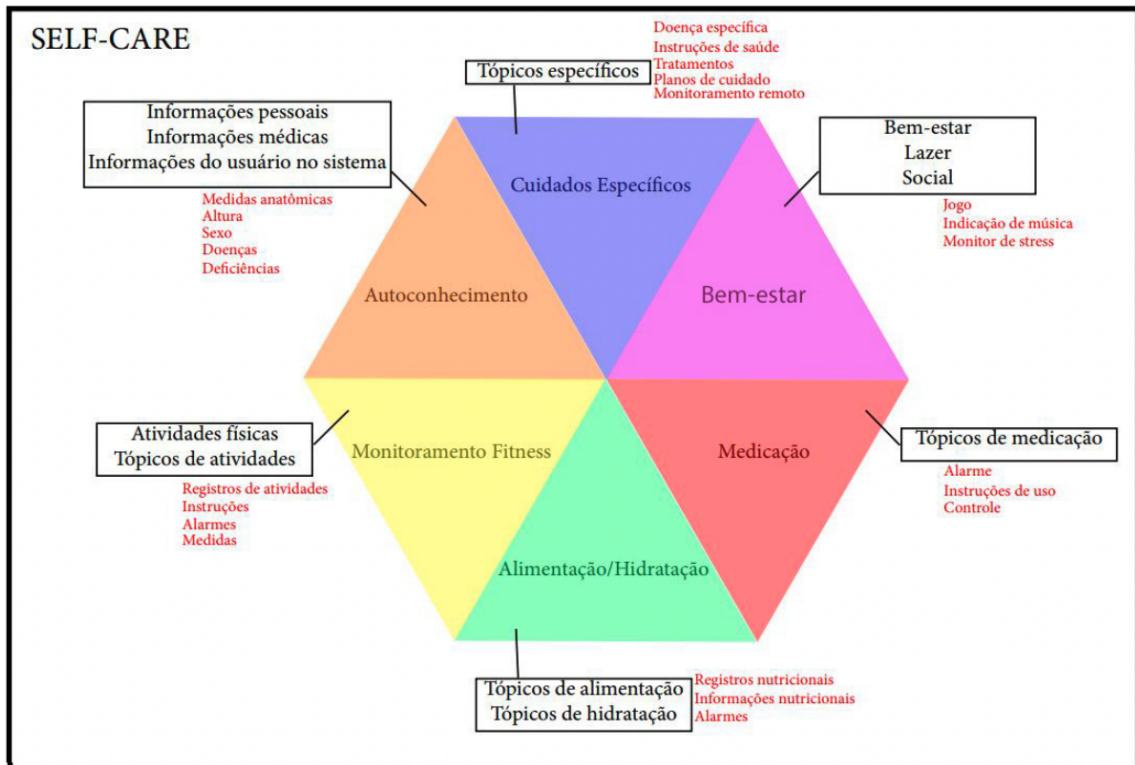


Figura 2.2: Categorias da dimensão Self-Care [18]

Dimensão Gamification

Após a dimensão Self-Care, o desenvolvedor inicia a etapa de gamificação já com um conhecimento a respeito do público-alvo e o objetivo da aplicação. Dessa forma, nessa etapa ele deve se preocupar em como engajar o usuário utilizando elementos de jogos [18].

A primeira etapa para essa dimensão é conhecer o perfil do jogador. Para isso, o Framework L recomenda duas formas de identificação de perfil, utilizando a tipologia de Marczewski [45], a qual entrega sete perfis de jogadores, cada um com seus elementos de jogos relacionados. Outra forma de encontrar o perfil do usuário é por meio do estudo de comportamento, por entrevistas, questionários e formulários.

O Framework L sugere a utilização da Tipologia de Marczewski por apresentar as principais características motivacionais e os elementos de jogos relevantes para cada tipo de jogador [45, 18]. A próxima etapa é definir como apresentar os elementos de jogos, podendo ser de forma adaptativa por meio da aplicação de testes de forma periódica para a identificação de mudanças no perfil do usuário. Nesse sentido, pode-se utilizar algoritmos de *machine learning* para se identificar como o usuário interage com a aplicação e, assim, retornar o perfil predominante do usuário.

Por fim, o *framework* recomenda a utilização de *feedbacks* para reavivar a

aplicação e trabalhar o engajamento dos usuários. Estímulos para o usuário, como eventos frequentes, interatividade e um senso de comunidade, podem favorecer a adesão à aplicação, além de incentivar os usuários a realizar as atividades constantemente [18, 53].

2.4 Gamificação

O termo gamificação é definido como o uso de dinâmicas e mecânicas de jogos para engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora de contextos de jogos [22, 73, 19]. Fullerton afirma que jogos possuem determinadas características e são estruturados por jogadores, objetivos, procedimentos, regras, recursos, conflito, limites e resultados [27]. A diferença entre jogos e a gamificação é que a gamificação tem foco em utilizar os elementos de jogos para engajar o usuário e não segue as regras estruturadas que definem um jogo.

Na literatura não há um consenso sobre qual o termo correto para se referir à gamificação. Conforme observou [73], a confusão sobre qual termo deve ser utilizado pode ter ocorrido devido ao rápido crescimento do corpo de informações e à proliferação do uso de vários tipos diferentes de aprendizagem baseadas em jogos (por exemplo, jogos sérios, simulações, gamificação). Vários termos diferentes têm sido utilizados por diferentes autores para o mesmo conceito ou mesmo termos para conceitos diferentes.

Um dos efeitos de jogos que se busca alcançar por meio da gamificação de sistemas computacionais é o aspecto lúdico que permite uma alta imersão do jogador ao jogo. Huizinga [31] define essa imersão como um círculo mágico onde o jogador se ausenta do mundo “real”, sendo descrito por ele como um caráter excepcional ilustrado pelo ar de mistério em que o jogador frequentemente se envolve, fazendo com que as leis e costumes da vida cotidiana percam a sua validade.

A psicologia retrata o estado psicoemocional de um jogador envolvido com o jogo como estado de *flow*. Conforme [15, 16], este estado é definido por aspectos como: um sentido de controle; uma atividade desafiadora que requer habilidade; objetivos claros; fusão de ação e conscientização. Essas características permitem a entrega de um grande significado pessoal e experiência única ao jogador, e, como consequência, o engajamento na realização de determinadas ações [53].

Para o processo de gamificação de um software, o conhecimento preciso do problema e necessidades dos usuários é um fator crítico de modo a se alcançar a aplicabilidade efetiva da gamificação. Estimular usuários a ter mudanças de conduta em direção a um objetivo específico é a principal abordagem da gamificação, de forma a reforçar a motivação dos usuários com a intenção de alcançar o objetivo primário do *software* [75, 36].

Em sua pesquisa, Duggal e Alqahtani, entre outros pesquisadores, apontam que à medida que os recursos de gamificação são aplicados a um software, impactos negativos na sua usabilidade podem emergir, desviando a atenção do usuário do principal objetivo da aplicação, e fazendo com que haja prejuízos quanto ao seu engajamento [22, 5, 41]. Isso ocorre pois muitas empresas de software aplicam os mesmos elementos de gamificação para os mais variados tipos de software, não levando em consideração as particularidades do domínio e de cada indivíduo. Em contrapartida, uma gamificação que consiga se adaptar às particularidades dos usuários tem sido objeto de estudo de pesquisadores com o intuito de manter o engajamento de usuários com os principais recursos do software [74, 71].

2.5 Tipologia de jogadores dos usuários

Sob a ótica de compreender como a gamificação funciona e de se alcançar uma gamificação personalizada, adaptada sob medida às características do usuário, as abordagens adaptativas têm se constituído em um dos principais temas no atual debate científico sobre a gamificação [64, 65]. O modelo Hexad criado por Marczewski foi desenvolvido para conceituar e explicar as preferências do usuário em sistemas gamificados. Este modelo classifica as características pessoais dos usuários em uma tipologia de jogadores, para identificar as características interpessoais e orientar o design de gamificação [45]. A tipologia dos usuários podem ser classificadas conforme a Figura 2.3 e está descrita de forma detalhada nos itens a seguir.

- **Achiever:** Jogadores que se sentem motivados pelo domínio. Busca sempre se aperfeiçoar superando desafios e aprendendo novas habilidades; sempre em busca de superar suas próprias limitações.

Recursos comumente apreciados pelo perfil:

- desafios;
- certificações;
- aprendizado / novas habilidades;
- missões;
- nível / progressão;
- batalhar com chefões de fase.

- **Disruptor:** Movido pelas mudanças. Gostam de sistemas que permitem modificações, podendo agir tanto para melhorar quanto para prejudicar o sistema. Normalmente gostam de descobrir falhas, criar conflitos ou estimular ações de outros jogadores.

Recursos mais apreciados por Disruptors:

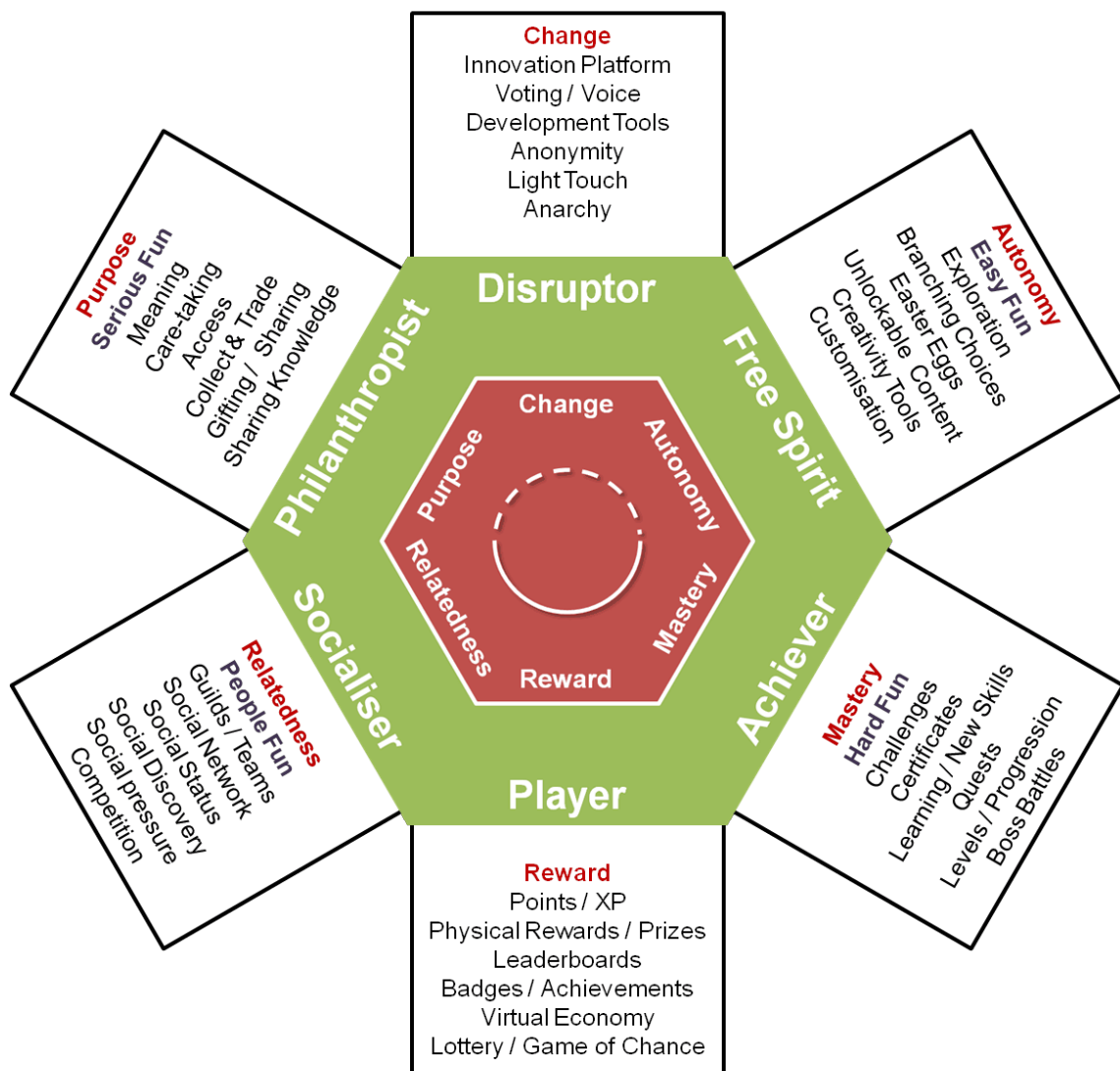


Figura 2.3: Classificação dos usuários pela tipologia de Marczewski [45]

- plataforma inovadora;
 - votação / voz;
 - *mods* (modificações);
 - anonimato;
 - regras do jogo podem ser flexibilizadas;
 - eventos sem regras.
- Free Spirit: estes são motivados pela autonomia e representatividade. Gostam de explorar e interagir com o jogo em diferentes níveis. Adoram exercer criatividade e criar novos conteúdos.

Recursos mais apreciados por Free Spirit:

- exploração (possibilidades de se encontrar algo);

- opções de escolhas;
 - easter eggs;
 - itens desbloqueáveis / conteúdo raro;
 - ferramentas que expressem criatividade;
 - personalização.
- Philanthropist: perfil altruísta e motivados pelo propósito. Tenta auxiliar ao máximo os outros jogadores.

Recursos mais apreciados por Philanthropist:

- propósito (entender o significado do que está fazendo);
 - cuidado (permitir que o jogador possa contribuir com outros jogadores);
 - troca e coleta;
 - presentes;
 - compartilhamento de conhecimento.
- Player: Motivados pela recompensa. Comumente realizam tarefas para receber algo em troca. Recursos mais apreciados por Players:
- pontos / experiência;
 - recompensas físicas / prêmios;
 - leaderboards / rankings;
 - emblemas / conquistas;
 - economia virtual;
 - loteria / jogo de azar.
- Socialiser: jogadores motivados pelos relacionamentos. Gostam de interagir com os demais jogadores, seja para cooperação ou competição, ou mesmo para passar o tempo.

Recursos mais apreciados por Socialisers:

- times / clans;
- redes sociais;
- status social;
- descoberta social;
- competição.

Para facilitar a aplicação do modelo Hexad para design de gamificação, Tonello et. al [72] desenvolveram um questionário de 24 perguntas, contendo 4 perguntas por tipo para a avaliação dos seis tipos de usuário Hexad. A confiabilidade dos questionários de 24 itens foi validada em um estudo empírico, o qual também demonstrou que existem tipos de usuários mais comuns e correlação entre gênero e idade com o tipo de usuário de cada indivíduo [70].

Como resultado, o modelo Hexad de 24 perguntas passou a ser amplamente utilizado para personalizar sistemas gamificados em diversos domínios, como saúde [55], atividade física [6], educação [49] e conservação de energia [37]. Cada questão pode ser avaliada em uma escala de 7 graus: discordo fortemente, discordo, discordo um pouco, neutro, concordo um pouco, concordo, concordo fortemente.

Outro estudo sequencial destaca a importância de se obter questionários menores, uma vez que a extensão do questionário Hexad pode ser considerada longa, sendo um impeditivo para a sua adesão pela indústria. Isso pois os ciclos de interação de design UX são comumente rápidos e um curto tempo de resposta se torna vital [39]. Dessa forma, foi desenvolvido e validado empiricamente uma versão curta do questionário Hexad, a qual possui 12 questões [39]. O modelo Hexad-12 resultou em boas propriedades psicométricas, demonstrando uma confiabilidade aceitável, assim como validade convergente, fatores que o fazem vantajoso sobre o modelo Hexad-24.

O questionário Hexad para identificação da tipologia do usuário foi disponibilizado publicamente na sua versão de 24 questões e, em 2023 atualizado com os resultados das continuações da pesquisa para o modelo de 12 questões [38]. Até julho de 2023, o teste foi respondido 2476 vezes e traduzido para vários idiomas.

O Framework L se baseia e recomenda a tipologia de Marczewski para o design e classificação dos componentes de jogos em relação aos perfis dos usuários, assim como para a identificação do perfil dos usuários por meio do questionário do modelo Hexad [18]. O questionário pode ser incorporado à aplicação gamificada e o seu resultado armazenado na base de dados vinculando cada usuário à sua tipologia.

Conforme o domínio da aplicação, nem todos os perfis e recursos de gamificação fazem sentido para o engajamento dos seus usuários. Recomenda-se a análise dos objetivos da aplicação em relação ao que cada perfil pode oferecer, para assim decidir quais componentes de jogos serão implementados.

2.6 Gamificação Adaptativa

Apesar de ser um fator que contribui de forma significativa para a interação humano-computador, a gamificação possui algumas limitações como escolha não criteriosa dos elementos de jogos utilizados, pouca adaptabilidade ao contexto de cada usuário e, caso implementada de forma inadequada, o desvio do foco do usuário do seu principal objetivo [45, 71, 53]. Dessa forma, [75] afirma que o que pode ser considerado como design inadequado ou pobre pode ser resumido como falta de percepção adequada do propósito da gamificação.

É caracterizado como gamificação adaptativa apresentar ao usuário apenas os elementos de jogos adequados ao seu tipo de perfil e que de fato tenham efeitos positivos

em sua motivação. Essa abordagem se baseia em dois pilares fundamentais: identificar o perfil dos jogadores; e implementar os elementos de jogos mais condizentes com cada perfil [53].

Um aspecto fundamental para a adaptabilidade é a constante coleta de informações sobre o usuário e de suas interações com a aplicação. Essas informações podem ser utilizadas para a tomada de decisão, dessa forma, ocultando, destacando ou reorganizando os elementos de jogos apresentados [18]. Para a tomada de decisão, podem ser utilizadas técnicas de inteligência artificial ou também permitir que o próprio usuário personalize os elementos [10].

2.7 Revisão Sistemática da Literatura

Uma revisão sistemática da literatura foi realizada com o intuito de melhor conhecer o estado da arte referente ao uso de *machine learning* e gamificação. Nas subseções a seguir é descrito o protocolo e toda a execução desta revisão.

2.7.1 Protocolo

Nesta seção está apresentado o planejamento do protocolo para a execução da revisão sistemática, a qual foi conduzida seguindo um protocolo que permite que a pesquisa seja repetida de forma íntegra por qualquer pessoa que siga os passos por ele definidos [50].

Nesse sentido, essa revisão sistemática da literatura (RSL) foi conduzida utilizando a metodologia proposta por [13] que consiste nos seguintes passos: (I) Identificação da necessidade do estudo; (II) Definição do protocolo da revisão, constituído pelas questões de pesquisa, palavras-chave, sinônimos, estratégia de busca, e os critérios de inclusão e exclusão dos estudos; (III) Condução da revisão, composta pela realização das buscas e seleção dos trabalhos; (IV) Análise de qualidade dos trabalhos selecionados; e (V) Extração e análise dos dados dos trabalhos selecionados.

Para a condução dessa revisão sistemática foi utilizada a plataforma *web Parsif.al*¹, cujos recursos disponíveis auxiliaram em todas as etapas da revisão.

Questões de pesquisa

Esta RSL tem como principal objetivo responder se técnicas de *machine learning* vêm sendo aplicadas para prover o engajamento de paciente em seu autocuidado

¹Parsif.al é uma ferramenta online projetada para apoiar os pesquisadores a realizar revisões sistemáticas da literatura

utilizando gamificação e quais são essas técnicas. Com este intuito, foram elaboradas duas questões de pesquisa (Q¹, Q²):

- Q¹: Quais trabalhos apresentam resultados empregando gamificação e *machine learning*?
- Q²: Quais técnicas de *machine learning* vêm sendo aplicadas para prover o engajamento do paciente em seu autocuidado?

A questão Q¹ tem como objetivo selecionar os trabalhos que abordam gamificação e *machine learning* (ML), enquanto que a questão Q², considerando o engajamento de pacientes em seu autocuidado como o fator de maior importância nessa pesquisa, tem como objetivo identificar quais as técnicas de ML têm sido aplicadas com o intuito de melhoria da qualidade de vida dos pacientes por meio do engajamento no seu autocuidado.

Estratégia de busca

Para a condução deste trabalho foram definidas as principais palavras chave com base na sua incidência na literatura. Para que as buscas nas bases bibliográficas pudessem ser mais precisas diminuindo as chances de que trabalhos relevantes não fossem encontrados, foram também consideradas as variações da escrita de cada palavra e seus sinônimos que, apesar de possuírem diferentes sintaxes, mantêm o mesmo significado para a sentença.

As palavras chave e os sinônimos escolhidos foram: (P.1) *machine learning*; (P.2) *engagement (adherence, engaging)*; (P.3) *self care (self-care, selfcare)*. A combinação destas palavras formaram a string de busca que foi utilizada para filtrar os trabalhos científicos junto às bases bibliográficas selecionadas. A string de busca genérica ficou definida da seguinte forma: “*Machine Learning*” AND (“*self care*” OR “*self-care*” OR *selfcare* OR “*engagement*” OR “*adherence*” OR “*engaging*”) AND *gamification*. Essa string recebeu adaptações em conformidade com as regras de cada uma das bases utilizadas.

A melhoria no engajamento do usuário com o autocuidado em saúde é a essência nesta pesquisa. Entretanto, ao definir, na string de busca, o operador booleano OR entre as palavras relacionadas a engajamento e saúde, foram incorporados aos resultados artigos que, apesar de tratarem de machine learning e gamificação em sua semântica ou sintaxe, não estão necessariamente inseridos no contexto de saúde ou autocuidado. A decisão de manter a string dessa forma foi tomada após identificarmos artigos com resultados relevantes para o engajamento de usuários em outras áreas do conhecimento, mas cuja técnica empregada apresenta potencial de aplicação no autocuidado em saúde. Os resultados encontrados são discutidos detalhadamente na Seção 2.7.3.

Critério de inclusão e exclusão

Crítérios para a inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados foram aplicados por meio da leitura do título, palavras chaves e resumo dos artigos.

Embora a string de busca delimite bem o escopo da pesquisa, percebemos durante as buscas que muitos artigos apenas citam gamificação ou *machine learning* no corpo do texto, não apresentando resultados relevantes. Assim, o seguinte critério de inclusão foi definido:

- (I) O estudo deve envolver *machine learning* e gamificação.

Os critérios para a exclusão dos artigos foram definidos e refinados durante o avançar das buscas para evitar-se a inclusão de trabalhos que não entregassem valor para a pesquisa. Os critérios de exclusão são:

- (I) não está inserido no contexto de autocuidado e engajamento;
- (II) não é um artigo científico;
- (III) não descreve um estudo primário;
- (IV) é uma versão mais antiga de outro já considerado;
- (V) data de publicação há mais de 5 anos;
- (VI) texto completo não está escrito em português ou inglês;
- (VII) texto integral não está acessível;
- (VIII) não possui resumo e título.

Essa primeira etapa evita que seja gasto tempo analisando por completo artigos que não entreguem valor para a pesquisa. Assim, foi considerado que, se um trabalho publicado não deixa explícito seus objetivos e resultados por meio do resumo, palavras chave e título, não reúne condições para ser considerado na pesquisa.

Extração de dados

Para a extração dos dados dos artigos selecionados foi adotada a abordagem de ficha de leitura por meio de formulários, recurso fornecido pela plataforma *parsif.al*. As questões do formulário de extração foram elaboradas pela equipe que conduz essa RSL. As questões elaboradas foram:

- Qual o domínio principal do artigo?
- Possui abordagens para melhorar o engajamento?
- Quais as abordagens de ML utilizadas?
- Quais os desafios relacionados ao engajamento e autocuidado?
- Quais os desafios relacionados à gamificação?

- Apresenta alguma solução ou proposta do uso de ML com gamificação? Se sim, qual?

Observar essas questões nos artigos selecionados permitiram a elaboração de respostas às perguntas de pesquisa, além de uma melhor organização e facilidade em consultas posteriores aos artigos lidos.

2.7.2 Condução da Pesquisa

Após a realização do planejamento, em setembro de 2021 foi iniciada a condução dessa pesquisa que abordou a realização das buscas e importação dos trabalhos encontrados em cada base, aplicação do critério de inclusão e exclusão (Seção 2.7.1) para a seleção dos estudos, também a aplicação dos critérios de qualidade após leitura da introdução e conclusão dos trabalhos selecionados e, por fim, a extração dos dados obtidos nos trabalhos retornados pela busca. Foi realizada uma etapa de análise dos dados extraídos a fim de conhecer com mais detalhes as abordagens e técnicas utilizadas.

Durante a etapa de buscas foram selecionadas 5 bases - *ACM Digital Library*²; *IEEE Digital Library*³; *Scopus*⁴; *Springer Link*⁵; e *ScienceDirect*⁶ - nas quais foram aplicadas a *string* de busca definida no protocolo descrito na Seção 2.7.1. Durante o processo foram realizados ajustes na *string* para melhor se adaptar às particularidades de cada base. Foram importados 403 trabalhos, considerando todas as bases.

Como definido previamente, somente publicações realizadas nos últimos 5 anos foram consideradas para a importação.

Após a importação dos artigos resultantes da busca nas bases, foi dado início à etapa de seleção dos estudos, na qual foram utilizados os critérios de inclusão e exclusão (Seção 2.7.1) para a classificação dos trabalhos como *aceito* ou *rejeitado*. De forma geral, essa seleção se deu a partir da leitura dos títulos, palavras chave e resumos dos artigos. A Tabela 2.1 apresenta o resultado da seleção, incluindo a quantidade de artigos importados por base e a quantidade de artigos aceitos e rejeitados⁷.

Após a aplicação do protocolo, foram selecionados 33 artigos. Entre estes artigos foi aplicada, na sequência, uma extração de dados mais detalhada. Para essa extração, foi elaborada uma ficha de leitura possuindo campos nos quais puderam ser adicionadas

²<https://dl.acm.org/>

³<https://ieeexplore.ieee.org/>

⁴<https://www.scopus.com/>

⁵<https://link.springer.com/>

⁶<https://www.sciencedirect.com/>

⁷Um apêndice contendo tabelas completas com todas as referências bibliográficas dos trabalhos selecionados foi, por questão de espaço, disponibilizado para o acesso em bit.ly/3uowLuV

Tabela 2.1: Artigos por base de busca

Importações por base			
Bases de busca	Encontrados	Aceitos	Rejeitados
ACM	168	9	157
IEEE	7	1	4
Scopus	29	3	21
Springer Link	115	11	114
Science Direct	84	9	75
Total	403	33	370

descrições sobre cada um dos aspectos considerados relevantes para responder às questões de pesquisa [50, 60].

2.7.3 Resultados e Discussões

Nesta seção é apresentada uma discussão tendo como orientação as questões de pesquisa e os resultados encontrados durante a realização da revisão sistemática.

Sendo um dos critérios dessa revisão sistemática a seleção de artigos publicados nos últimos 5 anos, foi possível observar que, entre os 33 artigos selecionados, a maioria foi publicada nos anos de 2020 e 2021, caracterizando uma crescente de pesquisas com as temáticas autocuidado, gamificação e *machine learning*.

(Q¹) Quais trabalhos apresentam resultados empregando gamificação e machine learning?

Dentre os 33 artigos selecionados, 11 trabalhos (33,3%) englobam as áreas de saúde, educação, jogos sérios e softwares comerciais nos mais variados setores. Estes trabalhos, de forma geral, abordam meios para adaptar a gamificação ao contexto do domínio, tendo como objetivo identificar as particularidades de cada usuário [47, 63, 25].

Foram encontrados em 8 artigos (24,2%), abordagens de gamificação voltadas para o autocuidado de pacientes. Grande parte dessas abordagens não utiliza ou apenas menciona como possibilidades para trabalhos futuros a utilização de técnicas de inteligência artificial (IA) para melhorar o desempenho do software através de sistemas de recomendação, identificação de padrões de perfil do usuário e/ou adaptação do software para cada usuário conforme o seu perfil [53, 71].

A pesquisa de [34] aponta que um dos maiores problemas comumente abordados na gamificação é que os designers de aplicação focam apenas na camada superficial dos elementos de design de jogos, tais como pontuação, *badges* e *leaderboards*, e não exploram todo o potencial dos jogos em termos de engajamento e motivação, reforçando a importância da personalização conforme habilidades e preferências específicas. Por fim, [34]

propõem uma abordagem de gamificação genérica implementada em um experimento em campo aberto de grande escala e longa duração, envolvendo mais de 400 participantes ativos.

Machine learning (ML) é uma poderosa tecnologia de categorização de dados em conjuntos de classes genéricas [22], portanto alguns trabalhos encontrados utilizam técnicas de ML para identificar no usuário, as características e perfil de jogador, e relacionar estes perfis a determinados elementos de jogos [74, 4, 67, 42].

O autor do trabalho [45], citado por [74, 71], é uma das maiores referências na literatura sobre a definição de perfis dos jogadores, classificando-os em 6 (seis) tipos:

- filantropos - motivados pelo propósito;
- socializadores - motivados pelas interações sociais;
- espíritos livres - motivados pela autonomia;
- empreendedores - motivados pela competência;
- jogadores - motivados pelas recompensas; e
- disruptores - motivados pelas mudanças e inovações.

Contudo, de forma geral, os artigos selecionados que relacionam gamificação e *machine learning*, aplicam a técnica de IA para a identificação e classificação do perfil dos usuários por meio de informações dos registros - *logs* - das interações do usuário com a interface do software, ou por meio de entradas de dados como formulários, entrada de dados de sensores, questionários e outros. Os algoritmos de *machine learning* recebem estes dados e retornam uma classificação do perfil do usuário/jogador. [71].

(Q²) Quais técnicas de *machine learning* vêm sendo aplicadas para prover o engajamento do paciente em seu autocuidado?

Dentre os artigos selecionados, cerca de 9,1% utilizam *machine learning* para identificar e classificar características dos usuários visando definir seu perfil, e então prover uma gamificação personalizada ou adaptada ao contexto [22]. Por outro lado, 12,1% dos artigos combinam gamificação, *machine learning* e autocuidado para solucionar problemas relacionados ao engajamento de pacientes com o seu tratamento e rotinas saudáveis [53, 25, 56, 63].

A abordagem de ML mais comum encontrada nos trabalhos selecionados por essa revisão foi utilizada para a classificação de perfil do usuário e indicação de elementos de jogos personalizados conforme cada perfil. No contexto do autocuidado, o trabalho [56] utilizou ML para determinar padrões de vivência de idosos e fornecer informações aos cuidadores sobre a situação (*status*) dos cuidados e o progresso nos indicadores de saúde. Os dados utilizados para o estudo foram coletados por meio de uma rede de

sensores sem fio discreta na casa de onze participantes. Porém, o artigo descreve detalhes técnicos sobre a abordagem de ML utilizada.

Os autores do trabalho [63] utilizam um modelo de ML para processar os dados dos sensores e interpretar classes de atividades físicas que podem ser mensuráveis em termos de recomendação em saúde para prover objetivos diários aos usuários/pacientes. Uma das preocupações deste modelo é com a acurácia dos dados, pois são utilizados sensores de *smartphones*, os quais não possuem a mesma precisão de sensores vestíveis, causando lacunas na identificação da atividade do usuário.

Outra abordagem é a do trabalho [41]. Os autores propõem um mecanismo de aprendizagem inteligente (SLM) para aumentar a eficiência dos exercícios de reabilitação. Para alcançar seus resultados, simula regressão com rede neural artificial (RNA), e Naive Bayes (NB) identificando qual abordagem é mais promissora na prática. Também utiliza modelos quantitativos encontrados na literatura como rede neurais perceptron multicamadas (MLPNN) e SLM para a classificação dos dados sendo o uso de cada um direcionado às características dos dados.

O trabalho [35] assim como o trabalho [53] focam em criar um processo de design para a criação de projetos de gamificação utilizando ML para a classificação de perfis de usuários, definindo heurísticas de design para gamificação. Ambos os trabalhos demonstram um processo de design que usa aprendizado de máquina e automação baseados em algoritmos para implementar a personalização de forma que leve em consideração características pessoais sem que o trabalho adicional sobrecarregue os usuários de um sistema gamificado.

2.8 Trabalhos Relacionados

Atualmente o debate científico sobre a gamificação e seu poder para o engajamento de usuários tem crescido consideravelmente, fazendo com que a construção de aplicações dos mais variados domínios receba cada vez mais espaço [22, 73, 19]. Os trabalhos apresentados nesta seção abordam técnicas para o desenvolvimento de aplicações gamificadas, a identificação de perfis e tipos de jogadores dos usuários, assim como os trabalhos que desenvolveram aplicações mHealth gamificadas.

O trabalho de Oliveira [18], o qual originou o Framework L, embasou de forma direta a etapa de design e concepção da aplicação IUProst. Desenvolvido no mesmo grupo de pesquisa que integra esta dissertação de mestrado, o Framework L (apresentado na Seção 2.3) trata do detalhamento de um processo de design de aplicações mHealth gamificadas. O framework foi fundamental para o levantamento de requisitos e, durante o processo de gamificação do IUProst, auxiliou a definição dos elementos de jogos e

forneceu um embasamento inicial em relação à gamificação adaptativa, ou seja, uma aplicação que possa identificar e se adaptar às características de seu usuário.

Dessa forma, a identificação das características do usuário se faz necessário para mantê-lo motivado com o uso da aplicação por meio da apresentação de conteúdos customizados [20, 12]. A pesquisa [45] traz como resultado uma tipologia de perfil de jogador e relaciona cada tipo de perfil a determinados recursos de jogos. Tonello [71, 70] em sua pesquisa elaborou um questionário de 24 perguntas para a identificação do perfil de jogador do usuário, atribuindo-lhe uma das tipologias de Marczewski. Assim como mencionado na Seção 2.5, posteriormente estudos corroboraram para o aperfeiçoamento do questionário para um modelo com a metade das perguntas utilizadas pelo modelo original [39].

O estudo [14] apresenta uma proposta de gamificação para favorecer o engajamento do usuário no tratamento da hipertensão, realizando comparações de duas versões da mesma aplicação, uma das quais contendo elementos de jogos implementados a partir do método de gamificação. Foram realizados testes com usuários para identificar diferentes níveis de engajamento proporcionado por cada versão da aplicação. O método de gamificação proposto pelo estudo possui sete etapas como apresentado na Figura 2.4. As três primeiras etapas ajudam na compreensão do contexto do sistema, funcionalidades e a forma de interação do usuário com o sistema. A quarta e quinta etapas consistem na análise dos sistemas existentes gamificados e, posteriormente, na seleção dos elementos de jogos para a aplicação. As duas últimas etapas do método tratam do desenvolvimento e avaliação do engajamento do usuário. O método não contempla a identificação de perfis, e guia o design de elementos de jogos sem levar em consideração as características de cada usuário em sua singularidade.

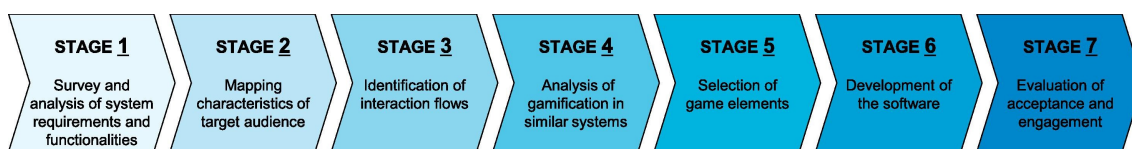


Figura 2.4: Etapas do método de gamificação de 7 etapas [14].

O estudo [75] apresenta o Lean Gamification Canvas (LGC), um framework inspirado diretamente no “gamification 3.0” e no “Lean Canvas” [8] de forma a entregar um modelo instrutivo que fornece uma estrutura fortemente embasada que abrange toda a informação/conhecimento na forma de um canvas instrutivo, para guiar o conhecimento em relação aos usuários de ambientes ou sistemas gamificados e eventualmente conduzir ao sucesso dos resultados. Este modelo entrega diretrizes práticas definindo um entendimento abrangente como um passo a passo para o processo prático e sistemático de design de gamificação. Segundo o autor, o LGC difere dos demais modelos pois fornece um

processo que contribui para a tomada de decisão operacional, assim como todo modelo canvas convencional, e enfatiza a contextualização e personalização do serviço/sistema gamificado.

O Gamification Design Framework (GDF)[1] é uma ferramenta para o design e implementação de sistemas lúdicos. O GDF adota uma arquitetura modular de camadas às quais são responsáveis por abordar a gamificação através de diferentes níveis de abstração. Utiliza como mecanismo a Engenharia Dirigida por Modelos⁸, e parte da definição dos principais elementos de gamificação, seguindo para a composição destes elementos em design de jogos, para, por fim, serem refinados progressivamente para alcançar a implementação e execução concreta da gamificação.

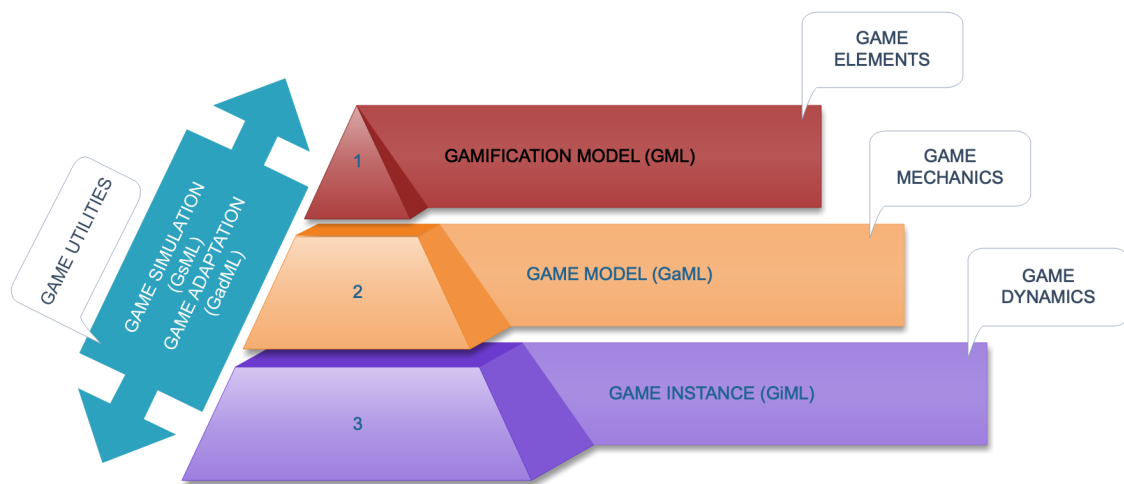


Figura 2.5: Estrutura do Gamification Design Framework (GDF).

A arquitetura de camadas permite que os especialistas de domínio se abstenham de problemas de implementação e tenham o foco direcionado às técnicas de gamificação e de domínio de aplicação. O GDF foi validado por meio da construção de uma aplicação de modelagem de ambientes que permitem a simulação de cenários de jogos antes da implementação.

Também é possível encontrar pesquisas que desenvolveram aplicações nos mais diversos domínios como saúde, atividades físicas e educação [55, 49, 6], aplicando as classificações da tipologia de Marczewski e os questionários para classificação dos usuários conforme a tipologia [45].

A tipologia de Marczewski para a classificação dos perfis, os questionários de autoavaliação para identificar o tipo de perfil dos usuários, os modelos e métodos para

⁸Metodologia de desenvolvimento de software que se concentra na criação e exploração de modelos de domínio, ou seja, de modelos conceituais representando todos os tópicos relacionados a um problema específico.

a implementação de aplicações gamificadas e, por fim, o desenvolvimento de aplicações como meios para o design e implementação de uma gamificação adaptativa, são conceitos que permeiam os objetivos dessa dissertação de mestrado.

Em relação aos trabalhos relacionados destacados, essa pesquisa possui alguns diferenciais em relação à implementação de uma aplicação mHealth gamificada. A pesquisa [14], que também realiza a implementação de uma aplicação mHealth, foi avaliada em sua versão gamificada e versão não gamificada, assim como entregam um método para guiar a gamificação de aplicações. Entretanto, o método criado para auxiliar no design e implementação de aplicações gamificadas não considera as características individuais de cada usuário para se alcançar uma gamificação adaptativa ao seu contexto.

Durante as buscas não foram encontrados no estado da arte trabalhos que entreguem um modelo para a implementação de elementos de gamificação de forma adaptativa. Em relação à gamificação adaptativa, os trabalhos encontrados tratam geralmente de adaptação de textos e conteúdos, não considerando ou fornecendo modelos para a mudança na exibição dos elementos de jogos em relação a cada perfil.

Dessa forma, em relação aos trabalhos que identificam a tipologia do usuário no contexto das aplicações desenvolvidas, esta pesquisa possui o diferencial de seguir para além da construção de uma aplicação gamificada, entregando ainda um modelo de implementação para a construção de componentes que possam se adaptar ao contexto de cada perfil de usuário.

2.9 Considerações finais

Este capítulo apresentou os conceitos que permeiam essa pesquisa, desde o tratamento para a incontinência urinária, a importância de aplicações mHealth e o autocuidado, assim como a RSL que permitiu a identificação do estado da arte em relação à gamificação e ao autocuidado. Todos os fundamentos apresentados neste capítulo foram embasamentos para o design e implementação da aplicação IUProst e do modelo de implementação utilizado em sua estrutura de gamificação adaptativa.

Nos próximos capítulos são apresentados os métodos e passos para a construção da aplicação mHealth IUProst, a elaboração do modelo de implementação e, posteriormente, os resultados alcançados e as conclusões obtidas.

Aplicação mHealth IUProst

Este capítulo apresenta o processo de desenvolvimento e gamificação da aplicação mHealth IUProst, além da definição de um modelo de implementação para gamificação adaptativa. A Seção 3.1 apresenta a aplicação mHealth IUProst que foi construída como um dos artefatos dessa pesquisa. A Seção 3.2 apresenta o processo de gamificação do IUProst, demonstrando a escolha dos elementos de jogos e as definições do sistema de pontuação utilizado. Por fim, a Seção 3.3 detalha o modelo de implementação GOC, idealizado para guiar desenvolvedores durante a construção de componentes de jogos adaptativos e independentes.

3.1 Definições do tratamento e autocuidado do IUProst

A aplicação IUProst contempla os seguintes objetivos gerais: permitir que o paciente realize o tratamento de forma independente, sem a necessidade de acompanhamento de um profissional de saúde, uma vez que a aplicação está disponível publicamente; instruir o paciente na correta execução dos exercícios; engajar o paciente com seu autocuidado; aumentar o letramento em saúde do usuário por meio de informações confiáveis e necessárias sobre o câncer de próstata; mensurar o progresso do paciente em relação ao seu tratamento; e mensurar o progresso do paciente em relação à incontinência urinária.

O desenvolvimento do software foi proposto pela pesquisa de mestrado [24] com o propósito de tornar digital o tratamento comportamental mencionado na Seção 2.1, submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG), parecer nº 4.864.981, CAAE: 41736921.5.0000.5149.

3.1.1 Instanciando a dimensão Self-Care do Framework L no IUProst

A etapa inicial do Framework L é definida com alguns passos com o propósito de identificar o objetivo principal do software, seu público alvo e prever situações adversas [18]. Os assuntos relevantes definidos por essa etapa são:

- 1.1 Definir o objetivo principal do software, como: O que o software irá auxiliar? Qual seu diferencial? Esboçar as principais ações do software
- 1.2 Definir o público alvo do software e seu perfil
- 1.3 Definir o nível de autonomia a oferecer O usuário precisa de ter capacitação para usar o aplicativo?
- 1.4 Definir os tipos de usuário e visões
- 1.5 Prever impactos positivos ao usuário
- 1.6 Prever riscos (de saúde) do usuário na utilização do software

O tratamento comportamental foi concebido inicialmente na forma de livreto, o qual é utilizado e preenchido rotineiramente pelo paciente e possui o acompanhamento de um profissional de saúde. O objetivo principal da etapa inicial é ajudar o desenvolvedor a identificar o escopo e propósito do software a ser desenvolvido, contudo, o livreto já abrange todos os pontos definidos por essa etapa, exceto por um: Prever riscos (de saúde) do usuário na utilização do Software. O caráter público e o ambiente não controlado (onde o paciente não possui um profissional de saúde o acompanhando exclusivamente) consequente da publicação do IUProst, expõem um alerta neste quesito.

Deverá ser analisado os dados de uso da aplicação a correlação dos resultados do progresso do paciente em seu tratamento, o engajamento de cada um com hábitos saudáveis, entendimento sobre o tratamento e o nível de compreensão para a correta execução dos exercícios, para assim compreender as consequências e necessidades de melhorias relacionado ao software para com o paciente.

Posteriormente, deu-se início à análise da dimensão Self-Care do Framework L, a qual estabelece as funções da aplicação e quais dados devem ser coletados, apresentados e manipulados. Cada elemento dessa dimensão é apresentado na Figura 2.2 e, no contexto do IUProst, foi seguido conforme as definições do Livreto, o qual já incorpora aspectos de todas as categorias exceto a de medicação, a qual não está inclusa no escopo atual do tratamento. As categorias autoconhecimento, cuidados específicos, bem estar e alimentação/hidratação são contempladas pelas informações fornecidas pelo livreto e as quais foram adicionadas à tela “Meu Tratamento” do IUProst. As categorias monitoramento fitness e alimentação/hidratação também são fornecidas pelo menu “Meu tratamento” porém também recebem atenção extra para acompanhamento do progresso do paciente com a execução dos exercícios e cadastro de ingestão de líquidos.

O planejamento e a implementação da aplicação foram realizados por meio da parceria da Escola de Enfermagem da UFMG e o Instituto de Informática da UFG. Dessa forma, foram definidos os seguintes requisitos funcionais para a versão 1.0 do software:

- Cadastro e login do usuário;
- Informe do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido);

- Formulários para cadastro das informações de dados clínicos, sintomas urinários e qualidade de vida;
- Formulário para cadastro das informações do diário: ingestão de líquido, perda ou vazamento de urina, troca de absorventem forro ou fralda, e volume estimado de urina;
- Tela para a execução dos exercícios com recursos de vibração e voz para auxiliar na prática dos exercícios;
- Telas para exibir todas as informações didáticas do livreto;
- Tela para exibição dos vídeos exclusivos e relatos dos pacientes;
- Recurso para contato com o profissional de saúde por meio do aplicativo de mensagens instantâneas Whatsapp;
- Link para a rede social Instagram do projeto;
- Tela informativa com texto sobre o IUProst;
- Notificações para lembrar o paciente da execução dos exercícios três vezes ao dia;
- Exibição do avanço do paciente no seu tratamento.

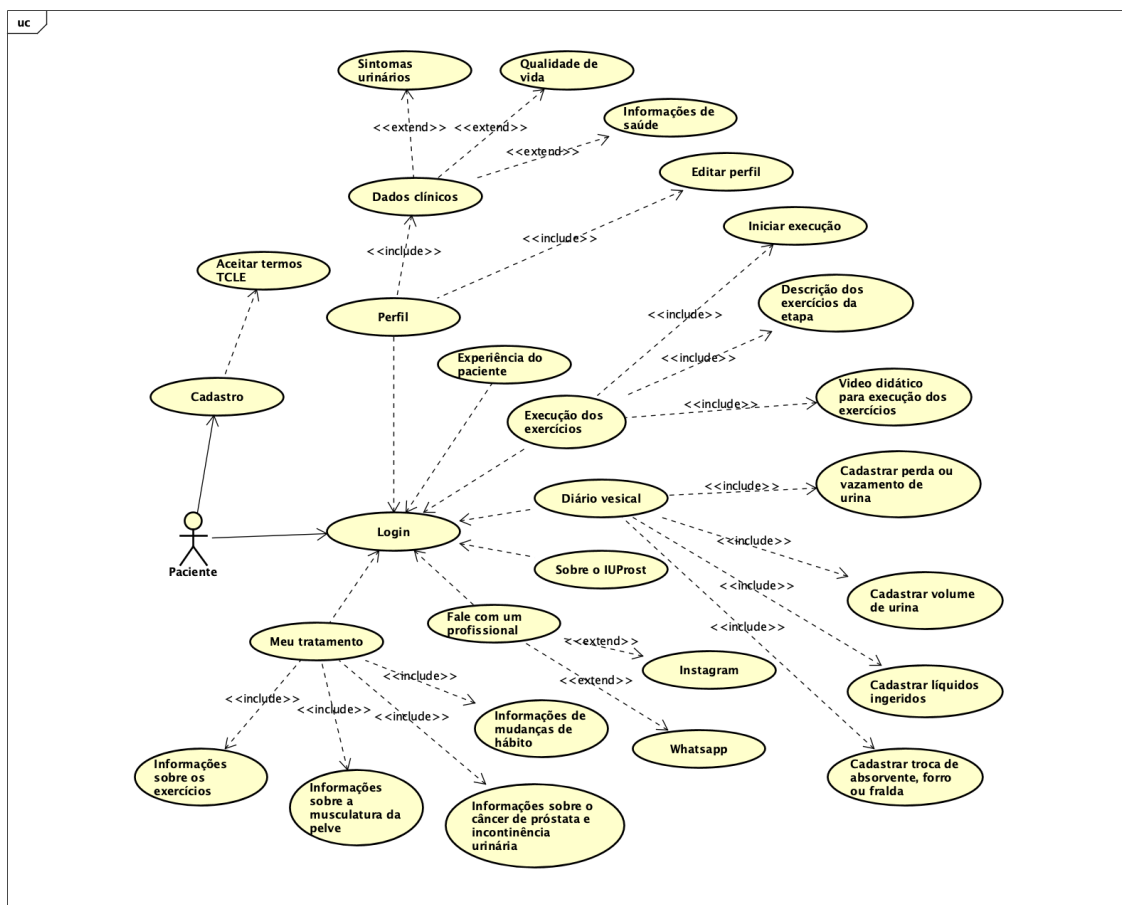


Figura 3.1: Casos de uso do IUProst.

Para se cadastrar no IUProst, é necessário que o usuário aceite o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual são explicados os detalhes do estudo, do tratamento e a respeito dos dados que são coletados. Após o cadastro, o usuário passa obrigatoriamente por uma etapa de preenchimento de formulários de informações de saúde, clínicas e de sintomas urinários. Somente após este preenchimento, o usuário passa a ter acesso às telas principais do aplicativo.

Todos os formulários da aplicação foram criados para serem o mais simples possível, tendo em mente o público-alvo e a necessidade de preenchimento do diário vesical diariamente com informações sobre a ingestão de líquidos, e sobre a perda de urina.

The image displays four sequential screenshots of the IUProst application, labeled TELA 1 through TELA 4. Each screen contains a form for data entry. TELA 1, titled 'Ingestão de Líquido', features a slider for liquid volume (set to 260ml), date selection (Hoje, Ontem, Outro), time selection (Agora, Outro horário), and beverage type selection (Água, Suco, Leite, Café, Cerveja, Refrigerante, Outro). TELA 2, 'Perda ou vazamento de urina', asks about urgency and loss severity with radio button options. TELA 3, 'Volume de Urina', includes a slider for urine volume (280ml), date selection, and a date-time picker. TELA 4, 'Troca de absorvente, forro ou fralda', asks about the last change time with a date-time picker. All forms have a blue 'Salvar' button.

Figura 3.2: Formulários do diário vesical.

Na Tela 1 de cadastro da ingestão de líquido apresentada na Figura 3.2, pode-se observar que para o paciente informar a quantidade de líquido ingerida, basta arrastar a barra para a direita ou para a esquerda. Logo depois, é necessário informar o momento em que o líquido foi ingerido, incluindo aquele ingerido em outros dias, até o presente momento. A recomendação, no entanto, é que o paciente realize o cadastro no exato momento em que realize a ingestão.

Os campos de preenchimento da data e da hora são os mesmos para todos os quatro formulários. Dessa forma, caso o paciente deseje cadastrar a ingestão de líquido no dia corrente mas em outro horário (veja Figura 3.2, Tela 1), é suficiente clicar na opção “Hoje” e na opção “Outro horário”. Essa ação faz com que seja exibido o campo para preenchimento da hora exata que o paciente deseja informar. Após informadas a data e a hora, o paciente pode clicar na opção abaixo para informar o tipo do líquido que ingeriu.

Caso o paciente queira cadastrar no diário uma ação que tenha ocorrido naquele momento, basta clicar no botão “Hoje” e no botão “Agora”, logo abaixo e, em seguida, preencher todo o formulário sem nenhuma digitação, como apresentado na Tela 2 da Figura 3.2.

Em situações que o paciente queira preencher o diário informando algo que ocorreu em outro dia, ele pode escolher a opção “Ontem” ou a opção “Outro”. Caso seja escolhida a opção “Outro”, são exibidos os campos para preenchimento da data e hora desejadas (veja Figura 3.2, Tela 3).

3.1.2 Execução dos exercícios

A execução dos exercícios foi desenvolvida de forma a auxiliar o paciente no tempo de relaxamento e contração da musculatura. Ao iniciar o exercício, o paciente ouve uma voz informando para ele contrair a musculatura, juntamente com uma vibração dupla do dispositivo. A contração da musculatura deve ser mantida durante os segundos determinados pelo exercício, sendo este tempo exibido na forma de um círculo temporizador na tela do aplicativo. O círculo é preenchido durante os segundos determinados (Figura 3.3, Tela 1). Assim que o tempo de contração se esgota, o círculo temporizador é zerado, uma vibração única e um alerta sonoro informando “relaxe” são emitidos, então inicia-se a contagem para manter o relaxamento muscular durante o tempo determinado pelo exercício. O ciclo se repete durante todas as contrações/relaxamento até que se complete a quantidade de contrações determinada.

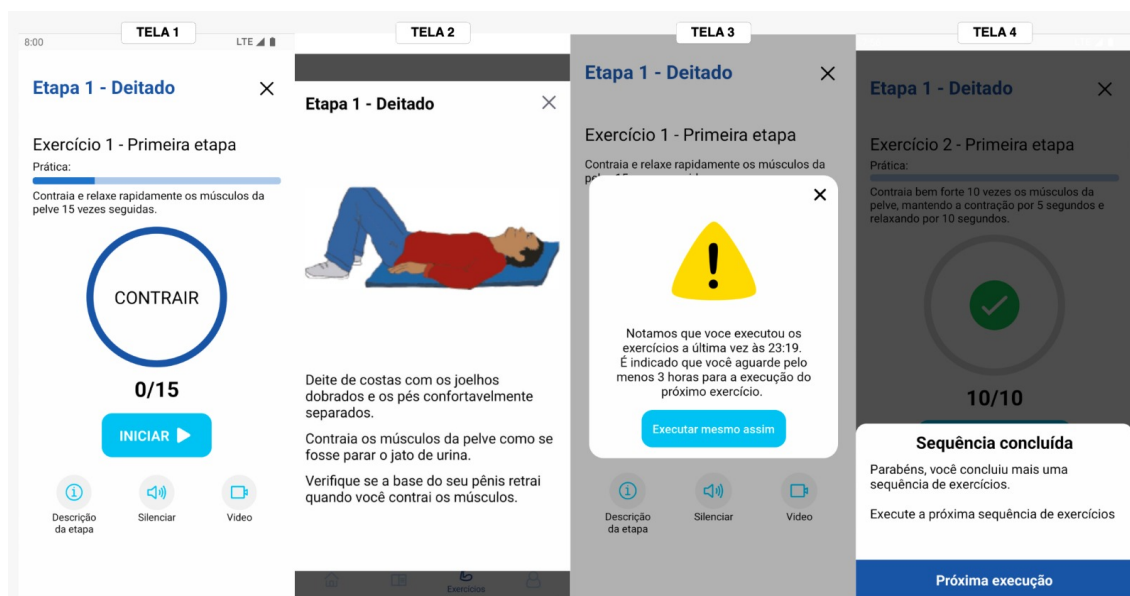


Figura 3.3: Tela de execução dos exercícios - versão 1.0 e 2.0.

Ao finalizar a execução dos dois exercícios, ou seja, ter realizado as 25 contrações, é exibida uma tela informando que a execução está completa, fazendo com que o

paciente clique em um botão para finalizar e salvar (Figura 3.3, Tela 4). Como forma de garantir que o paciente tenha realmente executado os exercícios, somente serão salvos e contabilizados os exercícios em que ele tenha clicado no botão finalizar. O paciente é direcionado para a próxima execução de exercícios para realizar mais 25 contrações até que conclua as 100 contrações de um dos treinos diários. Caso tenha alcançado as 100 contrações do treino, devido à orientação de aguardar 3 horas para executar os próximos exercícios, o paciente é direcionado para a tela “Minha Semana”, onde é exibido em gráficos e *cards* o seu progresso. A Tela 3 apresentada na Figura 3.3 exibe uma mensagem que informa o paciente que ele precisa descansar as 3 horas para poder continuar com as práticas dos exercícios.

3.1.3 Tecnologias utilizadas

O Projeto IUProst tem como propósito divulgar e tornar acessível o tratamento cognitivo-comportamental para a incontinência urinária, visando alcançar um amplo número de pacientes. A fim de atingir esse objetivo, priorizou-se a minimização dos custos de desenvolvimento, buscando uma abordagem que permitisse implementar a aplicação para os sistemas operacionais de smartphones Android e IOS com uma única base de código.

A tecnologia selecionada para o desenvolvimento do IUProst foi escolhida com base na necessidade de abranger diversas plataformas que suportassem a execução do software, ao mesmo tempo em que se procurou maximizar a eficiência e a facilidade de uso da tecnologia. Nesse contexto, optou-se pelo uso do React-Native como framework de desenvolvimento.

O React-Native ¹ é um framework multi plataforma de código aberto voltado para a criação de interfaces de interação com o usuário, é amplamente utilizado para construção de aplicações mHealth devido ao seu alcance a todos os sistemas operacionais de aplicações mobile disponíveis [69], o qual possibilita o desenvolvimento de aplicações para Android e IOS simultaneamente. O principal pilar da tecnologia é o uso da linguagem de programação JavaScript como base para o desenvolvimento, a qual é posteriormente convertida nas respectivas linguagens nativas das plataformas Android e IOS (Kotlin e Swift, respectivamente).

A decisão pela adoção do React-Native fundamentou-se, em parte, na ampla utilização do JavaScript como linguagem de programação no contexto do desenvolvimento de aplicações web. Levando em consideração a expertise nessa linguagem, a escolha do React-Native proporcionou um maior conforto no processo de desenvolvimento, acele-

¹ Site oficial do React-Native: <https://reactnative.dev/>

rando a entrega do software e possibilitando alcançar todas as plataformas pretendidas (Android e IOS).

Dessa forma, ao adotar o React-Native como estrutura de desenvolvimento, o Projeto IUProst almeja disseminar de forma abrangente a terapia cognitivo-comportamental para incontinência urinária, ao mesmo tempo em que otimiza a eficiência do desenvolvimento multiplataforma e beneficia-se da familiaridade e experiência prévia com a linguagem JavaScript.

O banco de dados foi modelado e projetado de forma a atender todas as necessidades de relacionamentos entre os dados, com foco na facilidade de geração de relatórios. Dessa forma, foi utilizado o sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) MySQL², que utiliza a linguagem SQL³ como interface.

Para o *backend* da aplicação foi escolhida também a linguagem de programação Javascript, utilizando Node.js⁴. O *backend* foi estruturado no modelo API REST, o qual utiliza o protocolo HTTP para a troca de mensagens com a aplicação. A Figura 3.4 demonstra a arquitetura cliente-servidor, onde as plataformas Android e IOS são os clientes e a API feita em Node.js é o servidor, a qual se comunica com a base de dados.

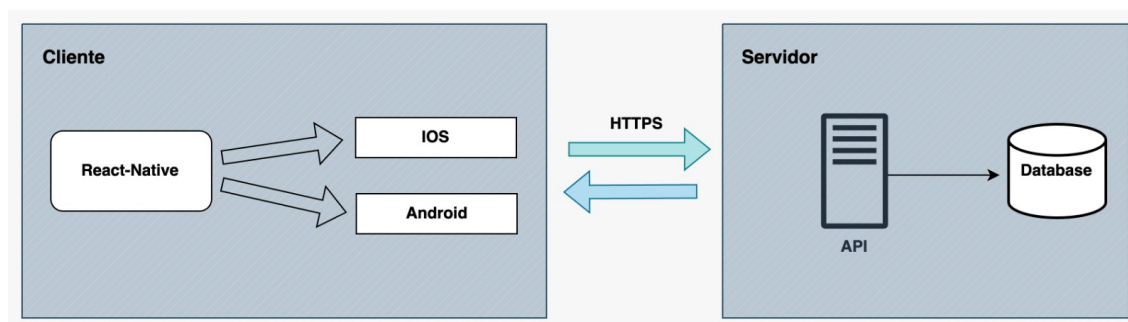


Figura 3.4: React-Native na arquitetura cliente servidor.

3.1.4 IUProst Versão 1.0

Para o desenvolvimento, foram realizadas reuniões periódicas com o grupo de pesquisa da Escola de Enfermagem da UFMG, nas quais ocorreram apresentações das entregas, resolução de dúvidas, compreensão das necessidades, identificação do público-alvo e suas peculiaridades, além de compreender como o grupo idealizava as interações dos usuários com a aplicação.

²<https://www.mysql.com/>

³Linguagem de consulta estruturada desenvolvida para gerenciar dados relacionais em um sistema de gerenciamento de banco de dados

⁴Node.js é um software de código aberto, multiplataforma, baseado no interpretador V8 do Google e que permite a execução de códigos JavaScript fora de um navegador web <https://nodejs.org/en>.

Um dos objetivos da primeira versão da aplicação foi disponibilizar a execução dos exercícios, além de tornar acessível o material didático do livreto, fornecendo instruções sobre a mudança de hábitos, hábitos saudáveis, informações sobre incontinência urinária e sobre o câncer de próstata.

Foi criado um protótipo de utilizando a ferramenta Figma⁵, a fim de validar as definições elaboradas antes mesmo do desenvolvimento. Após a validação do protótipo, iniciou-se o desenvolvimento da aplicação, que foi dividido em pequenas entregas quinzenais, permitindo uma validação constante do que estava sendo desenvolvido, evitando retrabalhos futuros.

Devido à mudança de paradigma entre o tratamento realizado por meio do livreto e o tratamento realizado por meio da aplicação mHealth, foram necessárias algumas mudanças para definir como seria medido o progresso do paciente em seu tratamento. Dessa forma, o progresso na primeira versão da aplicação foi medido pela quantidade de exercícios executados. Em outras palavras, sempre que o paciente executa os exercícios, seu progresso no tratamento é contabilizado.

Foram adicionados alguns elementos de jogos, como a meta diária para ingestão de líquidos calculada com base no Índice de Massa Corporal (IMC) do paciente, a porcentagem de progresso na etapa e no tratamento, e a contagem de dias consecutivos em que o paciente consegue executar os exercícios sem falhar.

A avaliação do IUProst foi realizada durante a pesquisa [24], seguindo a ISO/IEC 25010:2011 [68], com a participação de especialistas em desenvolvimento de software e especialistas em incontinência urinária. De forma geral, todos os aspectos avaliados na aplicação apresentaram valores de aceitação acima de 70%.

3.2 Processo de gamificação do IUProst

A dimensão Gamification do Framework L foi estudada e aplicada durante o processo de gamificação do IUProst. Para a definição dos componentes de jogos, foi compreendido os aspectos da tipologia de perfis, onde buscou-se os componentes de jogos que mais se adequassem à etapa inicial de gamificação do IUProst. Essa primeira versão gamificada não considerou desenvolver componentes de jogos separados para todos os perfis, entretanto, foi elaborada um modelo de implementação para a construção de componentes de jogos, com o propósito de, em etapas posteriores, aplicar os conceitos de perfis e componentes de jogos dinâmicos para uma gamificação adaptativa.

⁵Figma é um editor gráfico vetorial e de prototipagem de projetos de design, baseado principalmente no navegador web. Disponível em: <https://www.figma.com/>

A versão 2.0 do IUProst foi implantada e disponibilizada publicamente no mês de junho de 2023, apresentando uma interface de execução de exercícios semelhante à versão anterior, porém com a adição de componentes de jogos, mensagens de alerta para períodos de descanso, e informações sobre o tratamento, mudança de hábitos, câncer de próstata e cirurgia PR. Essas mensagens foram estrategicamente incorporadas no aplicativo também como forma de garantir que o paciente realize leituras do conteúdo apresentado nas telas “Meu tratamento”.

A principal diferença entre a versão 1.0 e a versão 2.0 do aplicativo está na forma de medir o progresso no tratamento. Na versão 1.0, o progresso do paciente é avaliado e apresentado em tela com base na quantidade de exercícios realizados, o que levou a uma problemática, uma vez que o paciente poderia concluir todos os exercícios do tratamento em poucos dias. O ideal é que o paciente execute pelo menos a quantidade mínima de exercícios ao longo de um período de 8 semanas. Na versão 2.0, o progresso é avaliado com base nos dias em que o paciente realiza pelo menos 3 exercícios. Dessa forma, o paciente completa o tratamento ao executar a quantidade mínima de exercícios diariamente durante os 56 dias (8 semanas). Os dias em que o paciente realizar os exercícios menos de 3 vezes não serão contabilizados para o progresso do tratamento.



Figura 3.5: Telas principais do IUProst: Versão 2.0.

3.2.1 Componentes de jogos do IUProst

A Figura 3.5 apresenta seis dos componentes de jogos utilizados no IUProst. O primeiro componente está na Tela 1, denominado “Semanas de tratamento”. Por meio

deste componente é dado o feedback ao paciente para que ele possa saber de forma resumida em qual etapa se encontra, e qual o percentual que ele realizou da etapa atual.

O segundo componente do jogo é o de “Práticas do dia”, apresentado na Tela 1 da Figura 3.5. Este componente foi criado para exibir ao paciente o seu progresso na meta diária dos exercícios. Os círculos “Manhã”, “Tarde” e “Noite” representam as três práticas do dia, sendo que em cada uma é preciso que sejam executadas 100 contrações para ter-se o registro de finalizado, conforme apresentado na Seção 2.1. O primeiro círculo com um ícone na cor verde demonstra que o paciente concluiu o seu primeiro treino. O segundo círculo apresenta um ícone de cadeado na cor vermelha como alerta, pois o paciente começou a execução dos exercícios da segunda prática antes mesmo de cumprir as três horas de descanso recomendadas. Caso o paciente já tenha cumprido o tempo de descanso, o círculo que está em progresso é exibido na cor azul, com a porcentagem concluída no centro, ocupando a posição em que se encontra o cadeado vermelho. O terceiro círculo exibe um cadeado cinza em seu centro, pois o paciente somente conseguirá executá-lo ao concluir as execuções anteriores.

Na Tela 2 da Figura 3.5, é apresentado o componente que define uma meta diária para o consumo de líquidos pelo paciente. Conforme o paciente cadastra o tipo e a quantidade de líquido ingerido, é demonstrado o seu progresso na meta diária, e são exibidos ícones, tais como “copos cheios”, que representam a porcentagem já alcançada no dia.

A Tela 3 da Figura 3.5 exibe primeiramente o componente de conquistas de pontuação e ofensiva do paciente. O sistema de pontuação da aplicação é melhor descrito na Seção 3.2.2. A ofensiva representa a quantidade de dias consecutivos em que o paciente executou pelo menos a quantidade mínima (3 execuções) dos exercícios sem falhar. A ofensiva é zerada caso o paciente falhe em um dia do seu tratamento. Entretanto, foi adicionado um algoritmo que sempre armazena no banco de dados a maior ofensiva alcançada pelo paciente. Dessa forma, caso o paciente tenha alcançado 10 dias de ofensiva e posteriormente falhado em um dia, ele pode se desafiar a conseguir quebrar o seu próprio “recorde” de dias consecutivos, tentando assim alcançar a marca de pelo menos 11 dias de ofensiva.

Logo abaixo do componente de pontuação e ofensiva, é exibido o componente representado por um gráfico de quantas execuções de exercícios o paciente realizou nos últimos 7 dias. Um dos benefícios deste componente é fazer com que o paciente saiba quantos exercícios ele executou por dia, permitindo que ele estabeleça como meta própria a execução de pelo menos a quantidade alcançada no dia anterior.

Por fim, na parte inferior da Tela 3 da Figura 3.5, é exibido o status de cada um dos dias de prática dos exercícios nos últimos 7 dias. Os círculos vermelhos representam os dias em que o paciente não realizou nenhum exercício. Os círculos nas cores amarelo ou

laranja representam os dias em que o paciente executou os exercícios, mas não respeitou o tempo de descanso recomendado entre as práticas. A cor azul claro representa os dias em que o paciente executou pelo menos a quantidade mínima de exercícios, enquanto a cor verde claro representa o dia em que o paciente executou pelo menos as duas primeiras práticas do dia, respeitando o tempo de descanso. O círculo verde escuro representa o dia em que o paciente executou todas as práticas do dia, respeitando todos os descansos recomendados.

3.2.2 Sistema de pontuação

Com o objetivo de incentivar o interesse do paciente em realizar os exercícios, foram incorporados componentes de jogos em toda a aplicação. Esses componentes incluem conquistas, sensação de progresso, metas, desafios, pontuação e desempenho. Todos esses componentes de jogos foram criados e reforçam a motivação do paciente em relação a quantidade de execução dos exercícios diariamente, o tempo de descanso entre os treinos diários, a sequência de dias sem falhas na execução dos exercícios e o progresso do paciente nas etapas do tratamento.

Os dados apresentados no capítulo 4, gerados pela primeira versão da aplicação em produção foram cruciais para identificar a necessidade de reforçar o interesse do paciente em executar os exercícios o maior número de dias seguidos, assim como executar diariamente uma quantidade adequada de exercícios.

A pontuação diária foi distribuída de acordo com as metas estabelecidas para a prática dos exercícios, conforme mencionado na seção de tratamento (Seção 2.1). O paciente também conquista pontos ao executar os 7 dias de uma etapa do tratamento de forma consecutiva, sem falhas. A distribuição dos pontos é a seguinte:

- Primeira meta diária: executar 100 contrações na primeira prática dos exercícios (+ 25 pontos);
- Segunda meta diária: executar a segunda prática do dia, realizando 100 contrações (+ 25 pontos);
- Terceira meta diária: executar a terceira prática do dia, realizando 100 contrações (+ 25 pontos);
- Prêmio por executar todas as práticas do dia (+ 25 pontos);
- Prêmio por executar os exercícios durante os 7 dias consecutivos da etapa (+ 300 pontos).

Dessa forma, a pontuação máxima da etapa é calculada multiplicando-se os 100 pontos de cada dia pela quantidade de dias da etapa (sete dias) e somando-se 300 pontos caso o paciente não falhe a execução em nenhum dia durante a etapa.

O paciente também pode perder pontos nas seguintes situações:

- Executar exercícios após alcançar as 100 contrações de uma das práticas diárias sem aguardar o tempo de descanso determinado (- 10 pontos para cada exercício executado nessa condição);
- Falhar um dia do seu tratamento (- 100 pontos para cada dia falho).

O tempo de descanso é notificado ao paciente por meio de componentes nas telas, utilizando a cor vermelha para chamar atenção, juntamente com a exibição de alertas quando o usuário acessa a tela de prática dos exercícios. Os alertas são exibidos para informar a importância do período de descanso, porém o usuário não é impedido de executá-los, uma vez que nas pesquisas realizadas pelos especialistas em saúde na literatura não foram encontradas informações de que a realização de um número elevado de contrações possa prejudicar o tratamento do paciente, porém sabe-se que, a qualidade da execução dos exercícios é mais importante que a quantidade executada [9].



Figura 3.6: Alertas de pontuação.

3.3 Proposta de implementação dos componentes para gamificação adaptativa

Como mencionado na Seção 2.5, no atual estado da arte é possível encontrar pesquisas relacionadas a compreender como a gamificação funciona, como identificar perfis dos usuários, quais componentes de jogos utilizar e como a inteligência artificial pode ser aplicada à gamificação [64, 65, 45, 71]. No entanto, mesmo após a realização de uma revisão sistemática da literatura que investigou as produções científicas relacionadas a machine learning, gamificação e autocuidado, não foi encontrada nenhuma produção que apoie o desenvolvimento de um software capaz de se adaptar às características individuais de cada usuário dentro do contexto da aplicação.

A implementação de uma gamificação adaptativa capaz de tornar dinâmicos diferentes componentes de jogos específicos para diversos perfis representa uma tarefa complexa. Essa complexidade é atribuída, em parte, à falta de definições sobre como implementar esses componentes de jogos de forma que a aplicação possa ser alterada e adaptada a cada perfil sem a necessidade de novas implementações.

Tendo em mente a crescente adesão ao uso da gamificação em diversos tipos de softwares e à necessidade de padrões para o desenvolvimento dos componentes de jogos, esta pesquisa apresenta a proposta de um modelo de gamificação orientado a componentes (GOC). Esse modelo de implementação fornece os passos necessários para a construção de componentes de jogos, bem como uma estrutura de mapeamento dos componentes que permite uma interação dinâmica entre eles e as telas da aplicação.

Primeiramente, é necessário que o desenvolvedor defina a estrutura de telas da aplicação, assim como o fluxo de navegação entre elas. Os componentes de jogos serão distribuídos entre as telas definidas respeitando a estrutura da aplicação, independentemente de qual o perfil do usuário, ou seja, apesar dos componentes de jogos serem alterados entre cada perfil, estrutura da aplicação se mantém imutável.

Para o desenvolvimento dos componentes de jogos é necessário, primeiramente, definir os perfis de usuários que poderão existir no software. Recomenda-se o uso da tipologia de Marczewski utilizada pelo Framework L e melhor detalhada na Seção 2.5, pois nela são definidos os perfis de jogador do usuário e os componentes de jogos que fazem mais sentido para cada perfil.

O desenvolvedor deve criar os componentes de jogos para cada um dos perfis escolhidos. Cada perfil pode possuir uma ordem diferente de exibição de componentes já utilizados em outro perfil, além de componentes de jogos exclusivos, como pode ser observado nas Figuras 3.7 e 3.9.

O objetivo desse modelo é permitir a organização dinâmica dos componentes criados para a aplicação, tanto entre as telas do aplicativo quanto em relação à ordem de

exibição em cada tela de acordo com as mudanças no perfil do usuário. Ou seja, cada perfil de usuário irá conter uma sequência diferente de componentes de jogos ou até mesmo componentes exclusivos.

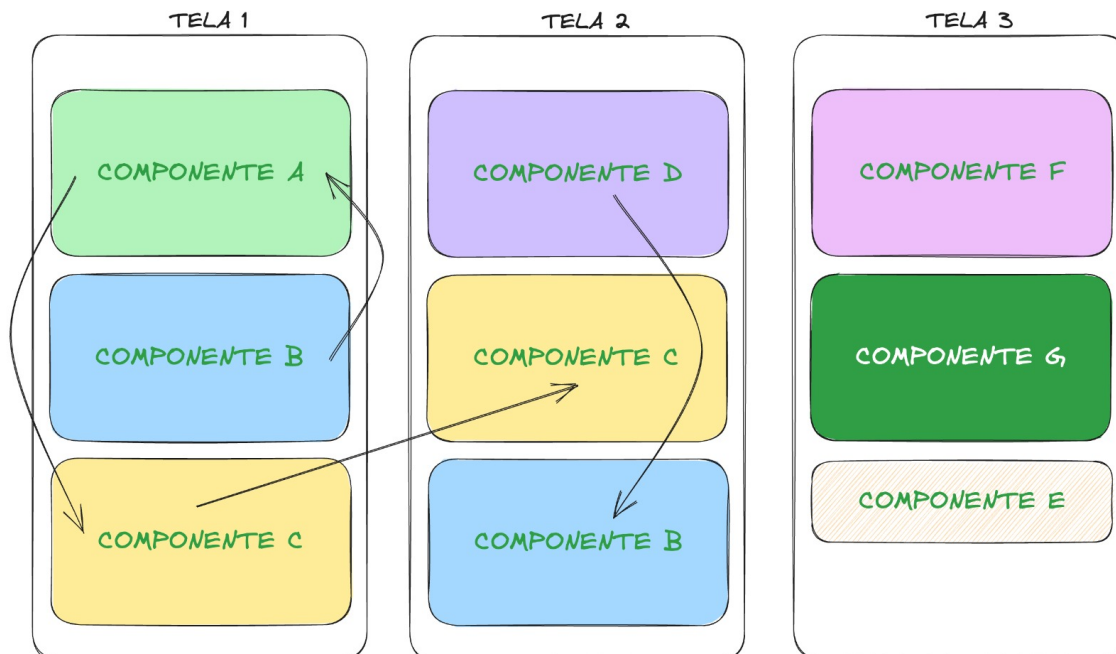


Figura 3.7: Dinâmica dos componentes de jogos.

Para uma melhor representação dos componentes de jogos que podem estar presentes em uma aplicação mHealth, foi definida uma classificação em três tipos, descritos a seguir.

- Cards: componentes que ocupam um pequeno espaço visual na tela do aplicativo, normalmente como um card que exiba um feedback para um usuário como o seu progresso, informativos ou desafios, As Telas 1 e 2 da Figura 3.7 apresentam componentes deste tipo.
- Telas Completas: componentes que possuem uma tela dedicada a eles, como, por exemplo, uma visualização completa do avanço do usuário nos últimos dias ou meses. Para este caso, cada perfil deverá possuir um componente de jogo que irá preencher todo o espaço dessa tela. A Figura 3.9 representa este tipo de componente.
- Componentes condicionais: componentes que são adicionados a qualquer tela, mas que não necessariamente ficam visíveis o tempo todo. Porém, quando determinadas condições são satisfeitas, o componente é exibido na forma de um modal, card ou até mesmo como uma notificação, utilizando alertas sonoros e/ou de vibração. O componente E na Tela 3 da Figura 3.7 representa o uso deste componente.

A Figura 3.7 demonstra como os componentes podem ser organizados dinamicamente entre as telas. A sequência dos componentes pode ser alterada na tela em que se encontra, ou o mesmo pode ser adicionado a outra tela. Cada perfil terá definido como estes componentes serão organizados entre as telas gamificadas da aplicação.

O diagrama de componentes da Figura 3.8 demonstra como os componentes de jogos devem ser apresentados na estrutura da aplicação. Cada componente é apresentado como parte de um perfil, assim como caso sejam necessários dados externos, a figura demonstra a conexão independente de cada componentes com a base de dados.

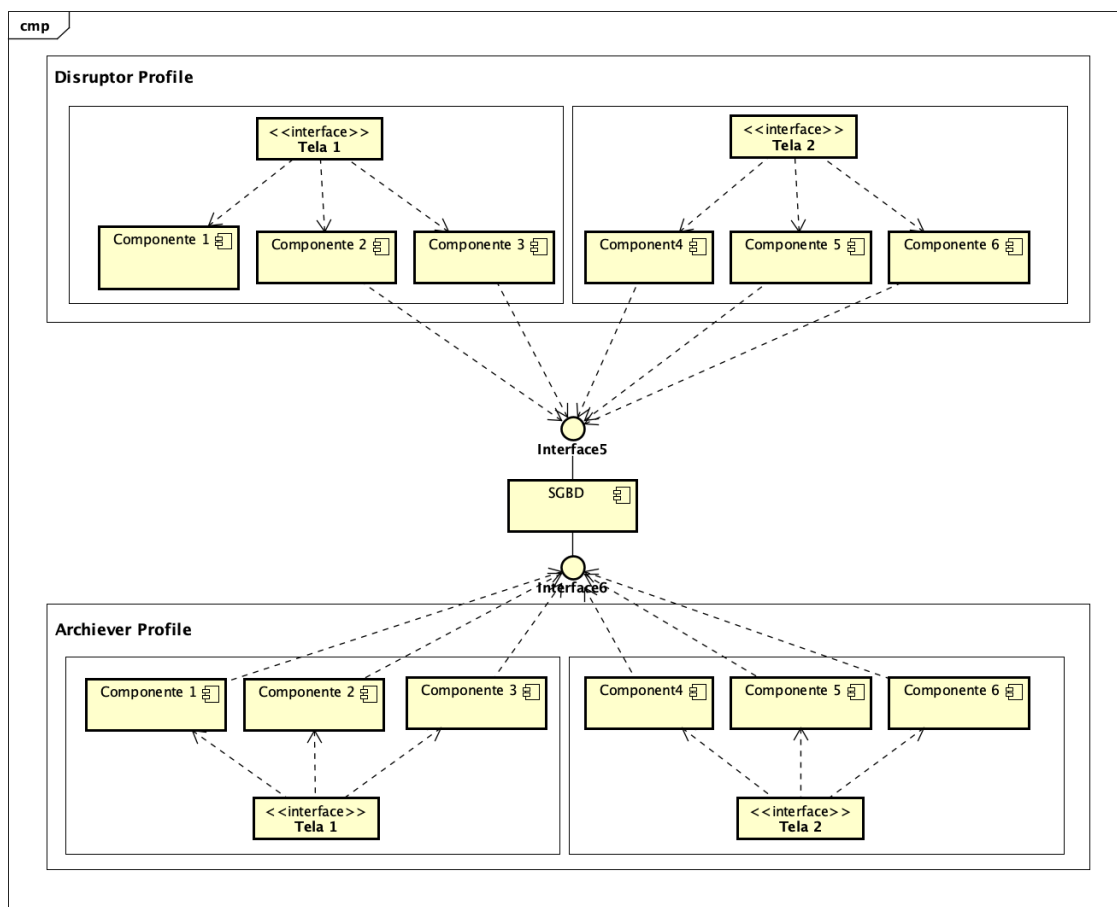


Figura 3.8: Componentes de gamificação na estrutura de uma aplicação conforme o modelo GOC.

Para os casos dos componentes que possuem uma tela exclusiva, como os da Figura 3.9, o modelo GOC recomenda que cada perfil possua também componentes que ocupem uma tela completa, para ocupar o espaço deste tipo de componente.

Para representar a organização dos componentes de jogos em relação a cada perfil, a Figura 3.10 ilustra a representação dos componentes por meio de uma árvore binária perfeita[17]. O nó raiz (Nível 0) representa a aplicação gamificada que implementa os componentes de jogos, conforme definido por Marczewski, para cada perfil [45].

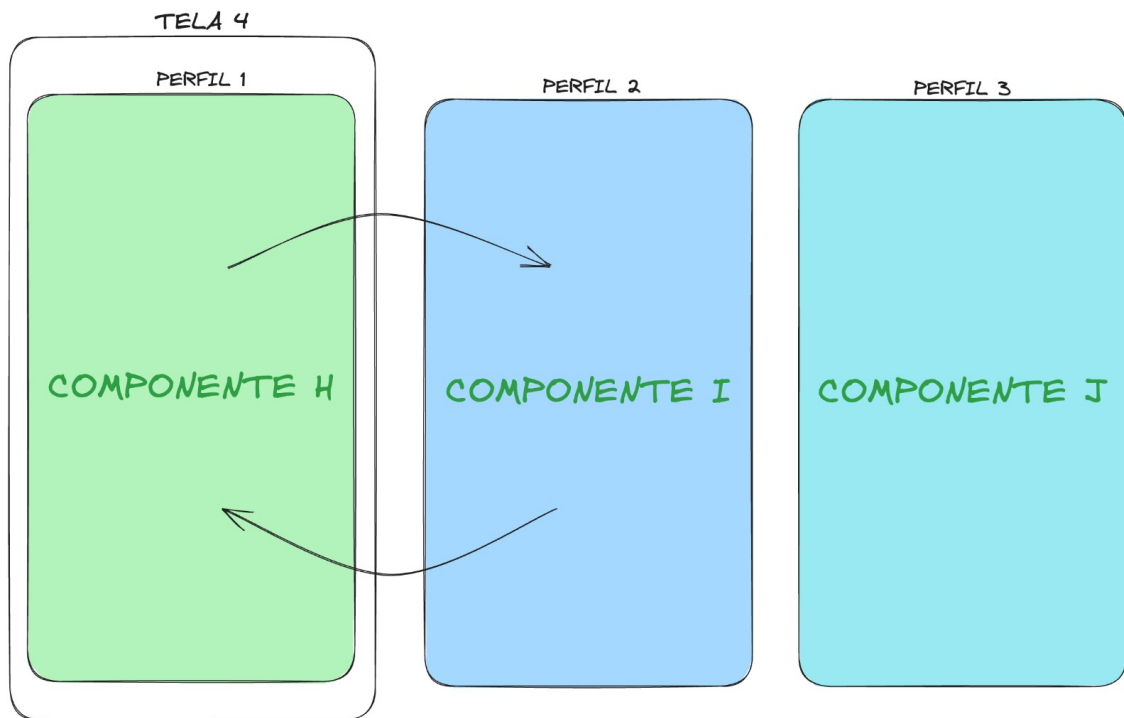


Figura 3.9: Componentes de jogos que utilizam uma tela completa.

Os círculos Perfil A, Perfil B e Perfil C no Nível 1 da Figura 3.10 representam perfis da tipologia proposta por Marczewski apresentados na Seção 2.5. Nessa estrutura, cada perfil é o nó raiz de uma subárvore, que contém no Nível 2 todas as telas da aplicação que devem conter componentes de jogos. Todos os perfis devem ter o mesmo número de nós filhos (telas), pois os componentes de jogos serão distribuídos entre as telas definidas na estrutura da aplicação.

No Nível 2 são definidas as telas da aplicação que receberão os componentes de jogos. Cada tela da aplicação deve ter uma identificação única, que será repetida nas subárvores de cada perfil. Por exemplo, as telas 1 e 2 se repetem para todos os perfis.

Por fim, o Nível 3 representa os componentes de jogos exibidos em cada tela para cada perfil. Esses componentes são representados pelos nós folhas da árvore. De acordo com a regra estabelecida, se a Tela 1 possui 3 componentes no Perfil A, essa tela deve ter a mesma quantidade de componentes nos demais perfis.

A independência entre os componentes é fundamental para a construção de uma aplicação adaptativa, permitindo a dinâmica dos componentes entre as telas, ordenando-os de acordo com sua relevância para cada perfil, sem que a funcionalidade dos componentes sofram impacto.

Dessa forma, foram elaboradas algumas diretrizes fundamentais para o desenvolvimento dos componentes de jogos, descritas a seguir.

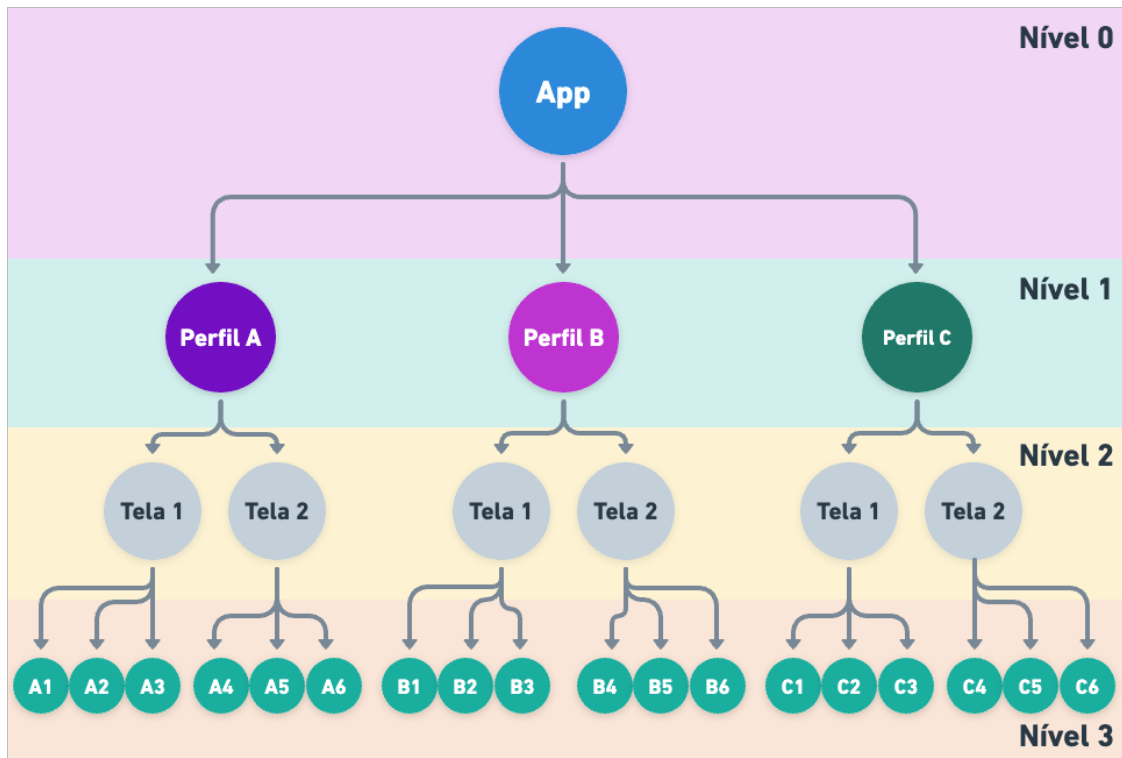


Figura 3.10: Organização dos componentes como uma Árvore binária perfeita.

- Cada componente de jogo deve ser totalmente independente do restante da aplicação, possuindo seu próprio ciclo de vida.
- Cada componente deve ter autonomia para buscar as informações necessárias para seu funcionamento na base de dados da aplicação.
- Os componentes de jogos não devem estar diretamente vinculados às páginas/telas onde serão exibidos, evitando que o mesmo receba quaisquer tipos de parâmetros ou informação oriundos da tela de exibição.
- Os componentes de jogos não devem ser instanciados diretamente nas telas em que serão exibidos; em vez disso, devem ser mapeados na estrutura de dados proposta. A chamada para cada componente deve ser feita por meio dessa estrutura, que se refere ao nó folha de uma subárvore como demonstra a Figura 3.10.
- Os componentes de jogos devem ser mapeados por meio de uma estrutura de dados hierárquica que permite a combinação inicial dos componentes com cada um dos respectivos perfis.

Para a instanciação do modelo de componentes, é recomendado que o desenvolvedor crie um perfil padrão que exibirá os componentes iniciais da aplicação, até que o perfil do usuário seja identificado. Caso seja utilizada a tipologia de Marczewski, é recomendado que um dos perfis da tipologia seja utilizado como padrão para carregar os

componentes de jogos nas telas da aplicação.

De forma genérica, a estrutura de dados deverá ser escolhida conforme os recursos da linguagem de programação utilizada, considerando os seguintes requisitos abaixo:

- Deverá ser utilizado uma estrutura de dados multi-nível, que permita uma hierarquia organizacional.
- O primeiro nível da estrutura deverá conter os perfis definidos que irão existir na aplicação. Os perfis podem ser definidos seguindo os passos da Seção 2.5.
- Cada perfil definido para a aplicação deverá possuir seus próprios componentes conforme os recursos mais apreciados por cada um.
- Cada perfil deverá conter como primeiro sub-nível todas as telas da aplicação que receberá componentes de gamificação, cada tela deve possuir uma identificação única.
- Todos os perfis deverão possuir exatamente os mesmos componentes filhos, ou seja, todos terão o mesmo identificador das telas como pode ser observado no nível 2 da Figura 3.10.
- Cada tela da aplicação deverá receber um arranjo de componentes de jogos, contendo todos os componentes que serão exibidos para o perfil. Os componentes nessa estrutura deverão ser acessados por meio de índices genéricos, como por exemplo a posição de uma lista.

3.3.1 Exemplos de código

Para a instanciação dos componentes de jogos foi utilizada a estrutura de dados de Objeto do Javascript. O código 3.3.1 demonstra como foi implementada a estrutura de dados que mapeia todos os componentes de jogos da aplicação. No primeiro nível do objeto, nas linha 2 e linha 16, se encontram os perfis de usuário definidos para a aplicação. Cada perfil possui um objeto contendo todas as telas da aplicação que serão gamificadas (linhas 3 e 9 para o Perfil A, e linhas 17 e 23 para o Perfil B).

Cada tela recebe uma lista de componentes. A posição dos componentes na lista representa exatamente a posição em que os componentes são apresentados na tela. A Tela 1 da Figura 3.7 apresenta a organização dos componentes conforme sua posição na lista, demonstrando a alteração da sequência de componentes, onde o componente A assume a posição do componente C, e o componente B assume a posição do componente A.

```
1     const ComponentsMapping = {  
2         "PERFIL_A": {  
3             "TELA_1": [  
4                 COMPONENTE_A1,
```

```
5     COMPONENTE_A2 ,
6     COMPONENTE_A3 ,
7     ...
8 ],
9 "TELA_2": [
10    COMPONENTE_A4 ,
11    COMPONENTE_A5 ,
12    COMPONENTE_A6 ,
13    ...
14 ]
15 },
16 "PERFIL_B": {
17     "TELA_1": [
18         COMPONENTE_B1 ,
19         COMPONENTE_B2 ,
20         COMPONENTE_B3 ,
21         ...
22     ],
23     "TELA_2": [
24         COMPONENTE_B4 ,
25         COMPONENTE_B5 ,
26         COMPONENTE_B6 ,
27         ...
28     ]
29 }
30 }
31
32 const PROFILE = "perfilA"; // Perfil do usuario logado
33
34 export default ComponentsMapping[PROFILE];
```

Listing 3.1: Modelo de estrutura de mapeamento dos componentes de jogos.

A exportação da estrutura para que ela possa ser utilizada em todo o projeto é realizada considerando apenas o perfil definido para o usuário, como pode ser observado na linha 34 do Código 3.3.1.

A constante “PROFILE” apresentada na última linha do código 3.3.1 corresponde exatamente ao perfil do usuário que está utilizando a aplicação. O valor para esta constante pode ser armazenado no banco de dados junto aos dados do usuário. Sempre que a aplicação iniciar, este valor deve ser capturado e atribuído à constante “PROFILE”. Dessa forma, sempre serão exportados para uso na aplicação a subárvore correspondente

ao perfil do usuário que está logado na aplicação, a qual comporta em sua estrutura todos os seus respectivos componentes de jogos.

```
1  import gamification from '~/pages/components/Gamification';
2
3  const ComponentsExercisesHome1 = gamification.Tela1[0];
4  const ComponentsExercisesHome2 = gamification.Tela1[1];
5  const ComponentsExercisesHome3 = gamification.Tela1[2];
```

Listing 3.2: Importação dos componentes de jogos.

Para a utilização dos componentes em determinada tela da aplicação que será gamificada, é preciso importar a estrutura, como mostrado na primeira linha do exemplo de Código 3.3.1. Após a importação, os componentes podem ser acessados por meio do nome chave definido para a tela em questão, como mostrado nas linhas 3, 4 e 5 do mesmo código.

O Código 3.3.1 demonstra o acesso aos componentes por meio da posição do lista em que o mesmo se encontra. Dessa forma, qualquer componente que estiver na posição buscada no lista será carregado na tela, independentemente de qual foi a perfil/subárvore exportado. Por exemplo, as posições da lista Tela1[0], Tela1[1] e Tela1[2] exemplificam os três componentes da “Tela1”. Se após o carregamento da aplicação, o perfil atual predominante for o “PERFIL_A”, a posição Tela1[0] da lista no exemplo corresponderia ao componente “COMPONENTE_A1” definido na linha 4 do código do modelo de estrutura. A posição Tela1[1] corresponderia ao componente “COMPONENTE_A2” e, por fim, a posição Tela1[2] corresponderia ao componente “COMPONENTE_A3”.

3.3.2 Modelo de implementação instanciado ao IUProst

Para o IUProst, foram desenvolvidos os componentes de jogos citados na Seção 3.2.1, os quais foram, por sua vez, mapeados conforme os exemplos mostrados na seção anterior. Foram definidos dois perfis de exemplo, DEFAULT_PROFILE e DISRUPTOR_PROFILE para demonstração da dinâmica dos componentes por perfil. Em conformidade com as diretrizes definidas pelo modelo de implementação, os perfis criados possuem as páginas “HomePage” e “ExercisesHome”, com cada página recebendo a mesma quantidade de componentes de jogos nos diferentes perfis.

O perfil “DISRUPTOR_PROFILE” no código 3.3.2 foi criado como exemplo para demonstrar a dinâmica dos componentes entre os perfis.

```
1  const GameComponentsMapping = {
2    [DEFAULT_PROFILE]: {
3      "HomePage": [
```

```
4         TimelineStepsProgress ,
5         DailyProgressWithTurns ,
6         ExercisesProgress ,
7     ],
8     "ExercisesHome": [
9         PointsAndOfensive ,
10        AllExercisesOfensives ,
11        WeekExecutionsChard ,
12    ]
13 },
14 [DISRUPTOR_PROFILE]: {
15     "HomePage": [
16         PointsAndOfensive ,
17         LastSevenDays ,
18         StepChallenge ,
19     ],
20     "ExercisesHome": [
21         TimelineStepsProgress ,
22         WeekExecutionsChard ,
23         DailyProgressWithTurns ,
24     ]
25 }
26 }
27
28 export default GameComponentsMapping[DEFAULT_PROFILE];
```

Listing 3.3: Mapeamento dos componentes do IUProst

Na Figura 3.11 pode ser observado como foram carregados os componentes de jogos da tela “ExercisesHome” do IUProst. Nas linhas 52, 53 e 54, os componentes são recuperados da estrutura de mapeamento e atribuídas a constantes no código. Nas linhas 60, 61 e 62, as constantes que possuem como valor os componentes são carregadas na tela. Cada componente carregado possui, em sua estrutura interna, todas as suas regras e também os recursos necessários para carregar as informações necessárias ao seu funcionamento, o que permite a independência de cada um conforme as regras do modelo de componentes.

A Figura 3.12 mostra a capacidade de carregamento dinâmico dos componentes por perfil, apresentando os componentes de jogos criados para o IUProst reordenados na estrutura para o perfil DISRUPTOR_PROFILE. Dessa forma, se for alterado o perfil na exportação da estrutura de mapeamento, as páginas que possuem gamificação receberão os componentes definidos no perfil exportado. Essa alteração na apresentação dos com-

```

51
52   const ComponentsExercisesHome1 = gamification.ExercisesHome[0];
53   const ComponentsExercisesHome2 = gamification.ExercisesHome[1];
54   const ComponentsExercisesHome3 = gamification.ExercisesHome[2];
55
56   return (
57     <>
58       <Profile name="Minha semana"/>
59       <ContainerScroll contentContainerStyle={{ paddingBottom: 150}}>
60
61         <ComponentsExercisesHome1/>
62         <ComponentsExercisesHome2/>
63         <ComponentsExercisesHome3/>
64
65       </ContainerScroll>
66
67       <DefaultModal
68 >   text={getTextStepConclusion()}...
69   isVisible={showStepConclusion}
70 </DefaultModal>
71
72   </>
73
74

```

Figura 3.11: Utilizando componentes na tela Home Exercícios.

ponentes nas telas acontece de forma instantânea a partir da alteração do perfil do usuário logado.

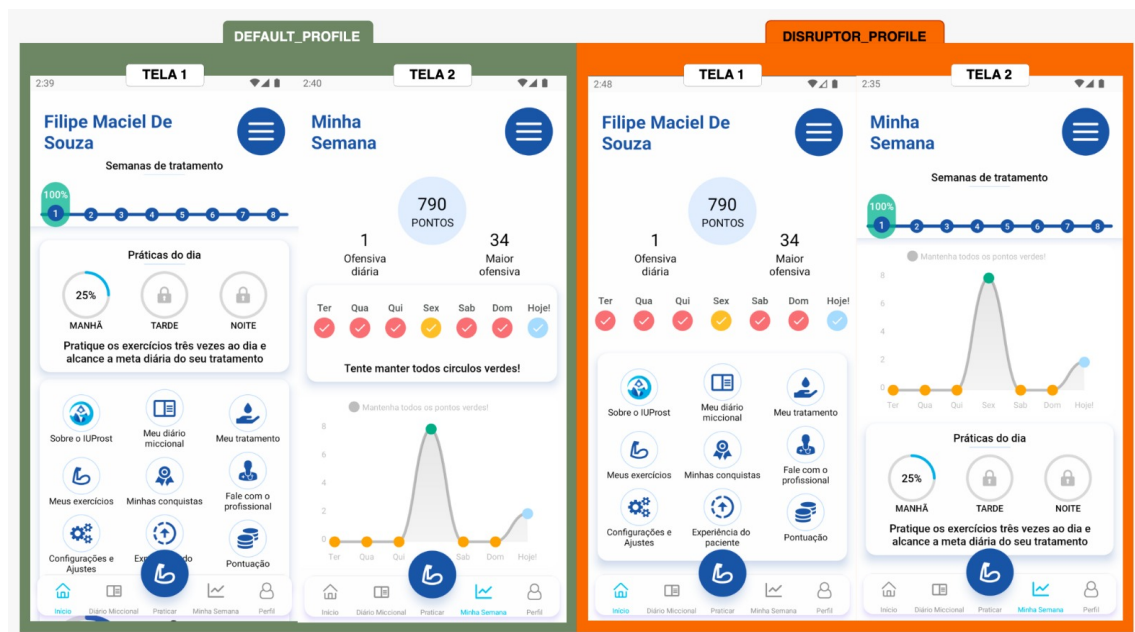


Figura 3.12: Componentes carregados por perfil.

3.4 Considerações finais

A aplicação mHealth IUProst, implementada durante esta pesquisa, foi registrada junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) com o número de registro BR512022001279-0 A. O IUProst está publicamente disponível na plataforma Play Store⁶, gerando dados de uso que serão apresentados no Capítulo 4.

O modelo proposto para a implementação dos componentes de jogos pode ser utilizado como complemento à dimensão de gamificação do Framework L, fornecendo um guia passo a passo sobre como implementar os componentes dinâmicos em uma aplicação gamificada. Seguir os passos definidos pelo Framework L para a definição do perfil de jogador do paciente e a seleção dos elementos de jogos adequados aos respectivos perfis é fundamental para o sucesso da gamificação adaptativa, a qual será posteriormente implementada utilizando o modelo proposto por essa pesquisa.

O capítulo seguinte apresenta os resultados e discussões sobre os dados obtidos pelo uso da aplicação IUProst em ambiente de produção, assim como a avaliação do modelo de implementação GOC por desenvolvedores de aplicações mobile.

⁶Download do IUProst para a plataforma android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devfilsk.iuprost>

Resultados e discussões

Este capítulo tem como foco apresentar os resultados obtidos durante essa pesquisa, que são: o desenvolvimento do IUProst bem como a análise dos dados obtidos pelo uso da aplicação, apresentados na Seção 4.1; e a contribuição que o modelo de implementação GOC entrega ao Framework L, apresentada na Seção 4.2.

4.1 Análise dos dados de uso do IUProst em produção

Inicialmente concebida como uma ferramenta destinada a auxiliar os pacientes no tratamento da incontinência urinária (IU), em colaboração com profissionais da saúde, o IUProst passou por avaliação por especialistas das áreas de saúde e computação no âmbito da pesquisa [24]. Tal avaliação adotou o modelo de qualidade proposto pela Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010, 2011), seguindo o processo de avaliação delineado na ISO/IEC 25040 (ISO/IEC 25040, 2011) [24, 68]. No contexto da pesquisa mencionada, a avaliação do software alcançou índices de aprovação superiores a 70%, com a dimensão de confiabilidade atingindo 71% entre os especialistas em desenvolvimento de software [24].

O IUProst foi proposto e avaliado para uso com acompanhamento de profissionais de saúde. Sua concepção, design e construção seguiram uma metodologia voltada para soluções de desenvolvimento de aplicações móveis em saúde, com foco no autocuidado [18]. Assim, ao tornar-se disponível publicamente, pessoas que vivenciam a incontinência urinária pós-prostatectomia radical começaram a utilizá-lo. Portanto, este estudo considera, para a análise dos resultados alcançados, um ambiente não controlado, uma vez que o software não tem como limitação a necessidade de o paciente estar sendo acompanhado por profissionais de saúde para a execução do tratamento comportamental.

Desde outubro de 2022 até 31 de julho de 2023, a aplicação IUProst já alcançou a marca de mais de 1000 usuários cadastrados e mais de 25 mil exercícios executados. Dos mais de mil cadastros, 712 usuários passaram pela etapa de preenchimento dos dados clínicos e informações de saúde; dentre estes, apenas 419 usuários informaram ter

realizado a cirurgia PR. Dessa forma, 50,6% dos usuários são potenciais pacientes para o tratamento fornecido pelo IUProst.

Acredita-se que a grande diferença entre o número de cadastros e o número de usuários que realizaram a cirurgia ocorreu devido ao caráter público da aplicação, bem como à ampla divulgação realizada em virtude do prêmio recebido [62] e das campanhas do Novembro Azul¹ de 2022. Nesse sentido, nesta pesquisa, apenas os usuários que de fato já realizaram a cirurgia são considerados como pacientes.

4.1.1 Espaço amostral

A versão 2.0 gamificada do IUProst foi disponibilizada publicamente no início do mês de julho de 2023. Portanto, até a conclusão da redação desta dissertação, a versão gamificada da aplicação gerou dados por um período de 30 dias.

Com o intuito de compreender o perfil clínico dos pacientes, seu engajamento na execução dos exercícios e sua interação com os formulários do diário vesical, além de comparar os dados gerados pela primeira versão com os dados da segunda versão do IUProst, informações foram coletadas dos dois meses anteriores à publicação da versão 2.0 da aplicação. Desse modo, os dados apresentados neste capítulo referentes aos meses de maio e junho de 2023 foram gerados pela versão 1.0 do IUProst (não gamificada), enquanto os dados relativos a julho de 2023 correspondem à versão 2.0 (gamificada).

Foram selecionados apenas os dados dos pacientes que realizaram a cirurgia de prostatectomia radical (PR) e que tenham executado exercícios durante os três meses considerados. Com base nesse critério, 48 pacientes se enquadraram nos requisitos, dos quais 34 pacientes executaram os exercícios em maio, 26 em junho e 32 em julho. O mês de julho foi então comparado aos meses de maio e junho considerando a possibilidade de variação na quantidade de pacientes utilizando a aplicação em relação a cada mês.

4.1.2 Características dos pacientes

Conforme mencionado na Seção 3, ao efetuar o cadastro, os usuários devem preencher três formulários obrigatórios para a compreensão de seus perfis clínicos. De maneira geral, esses dados serão apresentados a seguir:

O primeiro formulário é intitulado "Dados Clínicos". A primeira pergunta indaga se o paciente já se submeteu a algum tratamento para a incontinência urinária. Dentro do grupo de 48 pacientes analisados, 17 já passaram por algum tratamento para a incontinência urinária. As opções de tratamento disponibilizadas para seleção pelo paciente in-

¹Novembro Azul: mês mundial de conscientização sobre o câncer de próstata

cluíram Acupuntura/Auriculoterapia, Eletroestimulação, e Treinamento da Musculatura Pélvica:

- 2 pacientes realizaram “Eletroestimulação”;
- 15 pacientes realizaram o “Treinamento da Musculatura Pélvica”;
- 31 pacientes não realizaram nenhum tipo de tratamento.

Outra pergunta realizada é se o paciente possui alguma doença crônica ou problema no coração, fornecendo três opções de escolha: (1) Hipertensão Arterial/Pressão Arterial; (2) Problemas no coração; e (3) Diabetes:

- 27 não possuem doença;
- 3 pacientes possuem as doenças 1 e 2;
- 2 pacientes possuem as doenças 1 e 3;
- 12 pacientes possuem doença 1;
- 1 pacientes possuem doença 2;
- 3 pacientes possuem doença 3.

Por fim, foi questionado aos pacientes se eles tomam algum medicamento. Para essa pergunta foram dadas três opções: (1) Furosemida/Lasix; (2) Hidroclorotiazida/Clo-rana; e (3) Espironolactona/Aldactone:

- 41 pacientes não tomam nenhum destes medicamentos;
- 2 pacientes tomam o medicamento 1;
- 5 pacientes tomam o medicamento 2.

Entre os dados mencionadas, é importante destacar que 31 dos 48 pacientes nunca realizaram qualquer tipo de tratamento para a incontinência urinária. Ou seja, para a grande maioria, o IUProst representa o primeiro contato com um tratamento para essa condição.

No formulário de dados clínicos, os pacientes também são questionados sobre seu peso e altura. Com essas informações, é possível calcular o índice de massa corporal (IMC) de cada paciente. O cálculo do IMC é realizado da seguinte maneira: $IMC = \text{peso (kg)} / (\text{altura (m)} \times \text{altura (m)})$. As classificações do IMC são definidas da seguinte forma: abaixo de 18,5 - abaixo do peso; entre 18,5 e 24,9 - peso normal; entre 25 e 29,9 - sobrepeso (acima do peso desejado); igual ou acima de 30 - obesidade [48].

A classificação do índice de massa corporal dos pacientes se apresenta da seguinte maneira:

- 15 pacientes possuem o IMC entre 18,5 e 24,9 – peso normal;
- 24 pacientes possuem o IMC entre 25 e 29,9 – sobrepeso;

- 9 pacientes possuem o IMC acima de 30 – obesidade.

Dessa forma, 68,7% dos pacientes possuem sobrepeso ou obesidade. Obter informações como o índice de massa corporal, medicamentos tomados e tipos de líquidos que o paciente ingere se faz relevante ao contexto do tratamento, uma vez que a obesidade pode afetar o nível de incontinência urinária do indivíduo [57].

Também foi aplicado um formulário para a coleta de informações relacionadas à qualidade de vida de cada paciente. Neste formulário foram realizadas as perguntas a seguir.

- 1 - Com que frequência você perde urina?
- 2 - Gostaríamos de saber a quantidade de urina que você pensa que perde.
- 3 - Em geral, quanto que perder urina interfere em sua vida? Por favor, escolha um número entre 0 (não interfere) e 10 (interfere muito).
- 4 - Quando você perde urina? (Por favor assinale todas as alternativas que se aplicam a você).

O gráfico da Figura 4.1 apresenta cada alternativa disponível para a primeira pergunta, juntamente com a porcentagem de pacientes que escolheram cada opção. É possível observar que 83,4% dos pacientes perdem urina o tempo todo ou várias vezes ao dia.

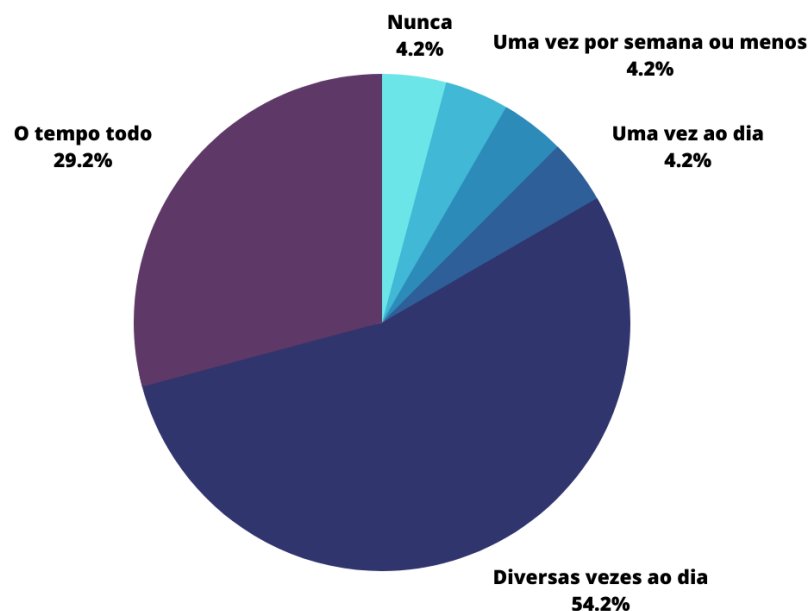


Figura 4.1: Qualidade de vida - Com que frequência você perde urina?

A segunda pergunta do formulário de qualidade de vida indaga o paciente sobre a quantidade de urina que o paciente pensa estar perdendo. A questão oferece quatro opções para seleção. O gráfico da Figura 4.2 apresenta as respostas dos pacientes: 98% das

respostas se enquadram nas opções “uma grande quantidade”, “uma pequena quantidade” e “uma quantidade moderada”. Ou seja, a grande maioria dos pacientes indica perder uma quantidade significativa de urina diariamente.

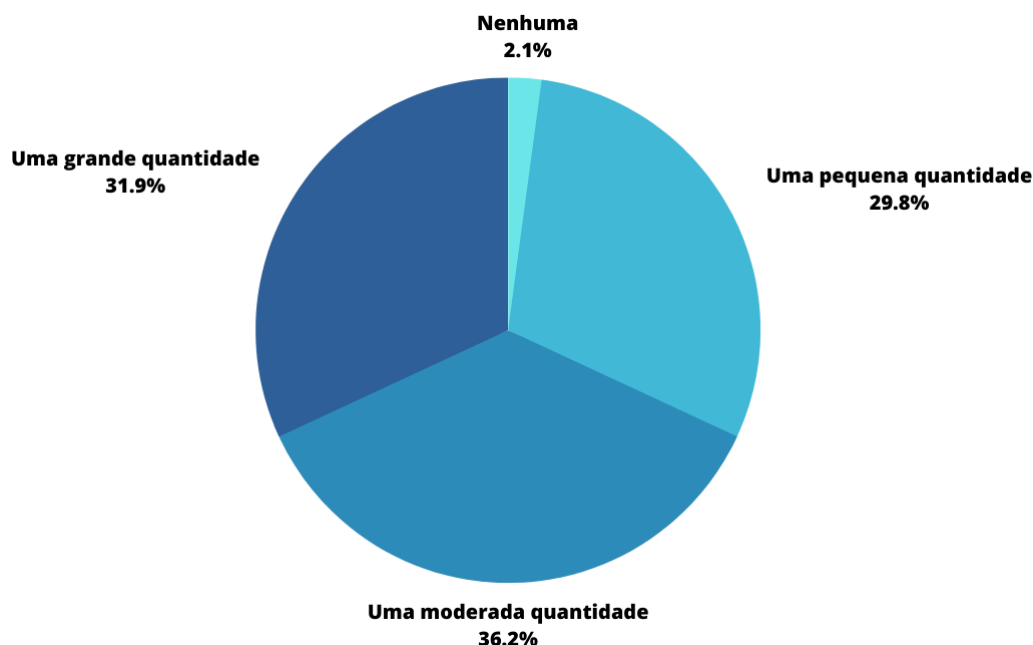


Figura 4.2: Qualidade de vida - A quantidade de urina que você pensa que perde.

A Figura 4.3 ilustra a terceira pergunta, que indaga o paciente sobre o quanto a perda de urina interfere em sua vida, por meio de uma escala de 0 a 10. No gráfico, o eixo X representa a quantidade de respostas, enquanto o eixo Y representa as opções de 0 a 10. Observa-se que nenhum paciente escolheu a opção 0, o que evidencia que, mesmo que de maneira moderada, a perda de urina possui algum impacto negativo na vida de todos os pacientes analisados.

A quarta e última pergunta relacionada à qualidade de vida questiona o paciente sobre qual momento ele perde urina. Essa pergunta fornece oito (oito) opções ao paciente, as quais representam diversas ocasiões, dentre elas, as opções “o tempo todo” e “quando estou fazendo atividades físicas” foram as mais escolhidas pelos pacientes, chegando a 47,9% das respostas como demonstra a Figura 4.4.

Os dados de qualidade de vida dos pacientes apresentados permite ter a clareza do quanto a incontinência urinária impacta na vida de cada paciente, assim como ter a certeza de que, de fato, os pacientes selecionados para a análise de uso do IUProst realmente vivenciam a incontinência urinária em seu dia a dia.

A Figura 4.5 apresenta as respostas dos 48 pacientes ao formulário de Sintomas Urinários. O formulário possui 7 questões onde cada questão possui 5 opções de respostas, seguindo as definições da escala Likert. As perguntas de P1 a P7 apresentadas na figura estão listadas nos itens abaixo.

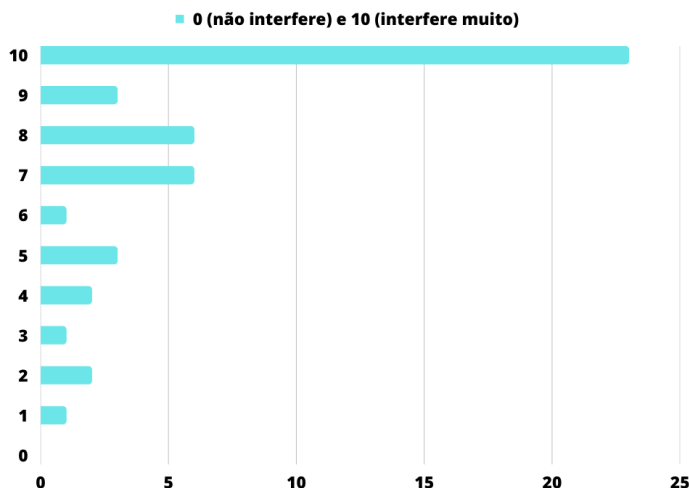


Figura 4.3: Qualidade de vida - Em geral, quanto que perder urina interfere em sua vida? Por favor, escolha um número entre 0 a 10.

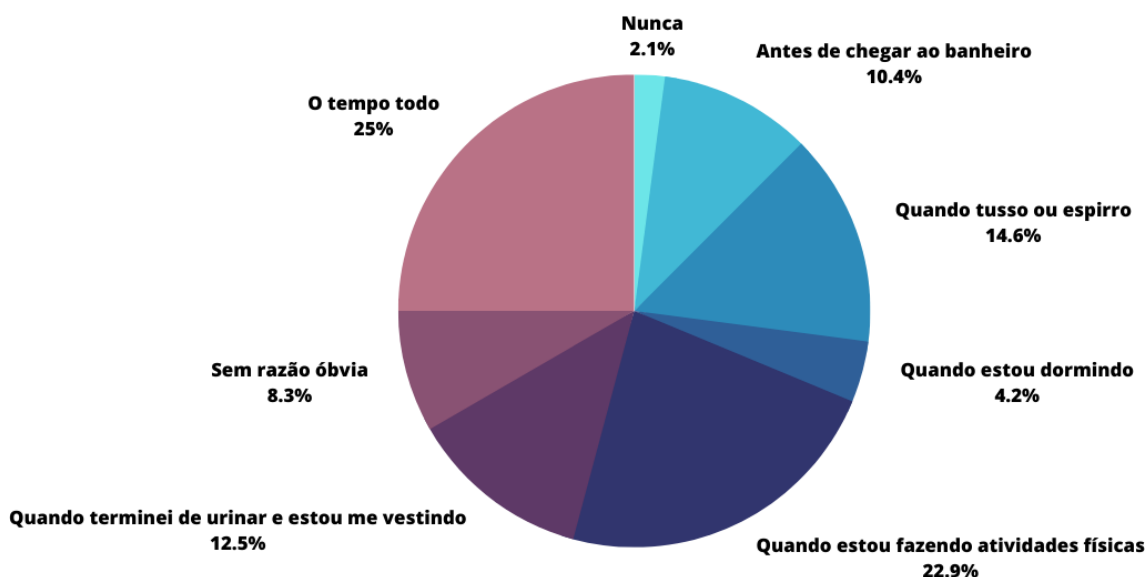


Figura 4.4: Qualidade de vida - Quando você perde urina? (Por favor assinale todas as alternativas que se aplicam a você)

- (P1) – Eu não consigo ficar mais de 2 horas sem urinar.
- (P2) – Antes de chegar ao banheiro, eu tenho perda de urina.
- (P3) – Eu sempre uso fraldas devido a problemas urinários.
- (P4) – Quando eu sento ou levanto da cama, eu tenho perda de urina.
- (P5) – Quando faço esforço como tossir, levantar objetos pesados, dar gargalhadas, etc., eu tenho perda de urina.
- (P6) – Após ficar um longo período em pé, tenho perda de urina.
- (P7) – Quando me exercito (por exemplo, caminho), tenho perda de urina.

As respostas obtidas pelos pacientes que realizaram exercícios durante os 3

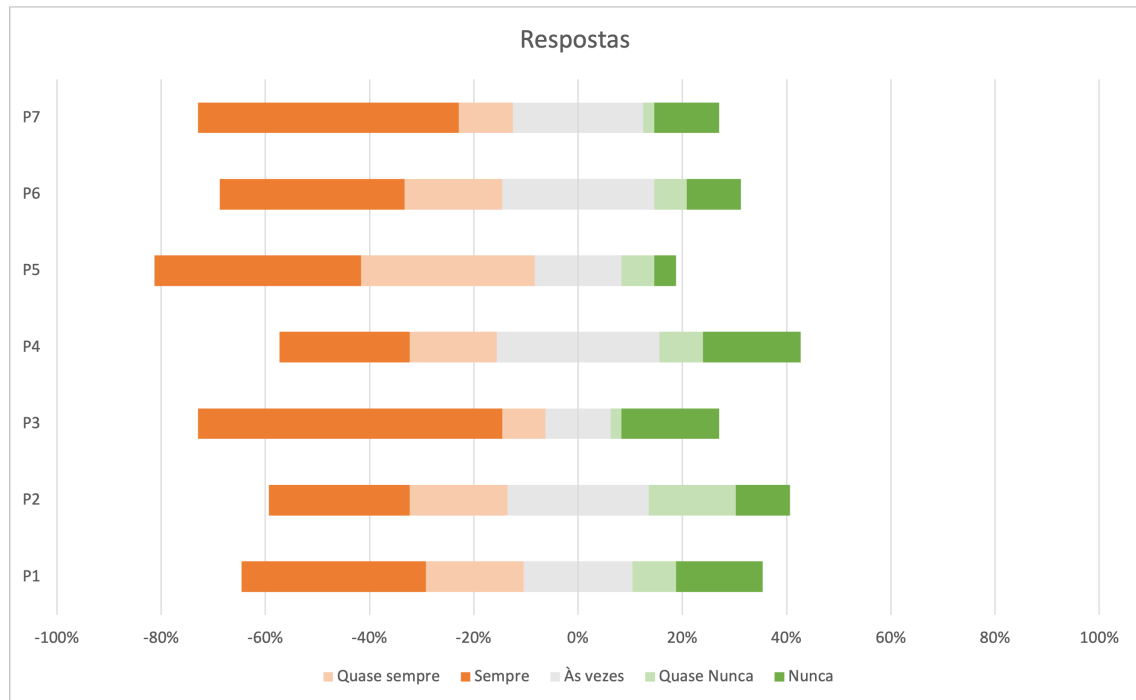


Figura 4.5: Respostas dos 48 pacientes ao instrumento de avaliação de nível da incontinência urinária.

meses corrobora para demonstrar o quanto a perda de urina afeta negativamente suas vidas mesmo em situações simples e rotineiras como levantar objetos, dar gargalhadas ou realizar exercícios, situações nas quais a grande maioria dos pacientes assinalou perder urina quase sempre ou sempre.

4.1.3 Engajamento do paciente

Com o propósito de fomentar o engajamento com a aplicação, em janeiro de 2022 foi incorporado no código da aplicação que realiza os registros no banco de dados um algoritmo que registra a sequência contínua de dias de utilização (denominada “ofensiva diária”), assim como a quantidade de vezes que um paciente executa os exercícios por 7 dias seguidos, denominada “ofensivas semanais”. A contagem de dias consecutivos foi posteriormente exibida ao paciente na tela “Meus Exercícios”, com o intuito de mostrar seu recorde pessoal de maior quantidade de dias consecutivos sem falhas, motivando o paciente a superar sua marca anterior.

Durante o período de janeiro a junho de 2023 (período não gamificado), as cinco maiores sequências de ofensivas semanais foram 9, 8, 8, 6 e 6, respectivamente. Ao considerarmos o período até o mês de julho de 2023 (período gamificado), as cinco maiores sequências de ofensivas semanais foram 13, 12, 12, 9 e 7, em ordem decrescente.

As ofensivas diárias registradas até junho de 2023 totalizaram 35, 31, 28, 25 e 22 dias consecutivos, respectivamente. Até o mês de julho, as cinco maiores sequências de ofensivas diárias foram 54, 40, 35, 34 e 31 dias consecutivos. Caso um paciente não realize o exercício em um determinado dia, sua sequência é reiniciada, e o IUProst 2.0 estabelece como meta pessoal para o paciente tentar superar seu maior número de dias consecutivos executando a quantidade mínima de exercícios.

Por meio dos números das ofensivas diárias e semanais citadas, é possível observar que, apesar do longo período de disponibilidade do contabilizador de ofensivas na versão não gamificada (de janeiro a junho), o número de ofensivas aumentou consideravelmente no mês de julho.

Visando avaliar o impacto dos componentes de gamificação na motivação dos pacientes, foi realizada uma análise quantitativa das execuções de exercícios no mês de julho, em comparação com os dois meses anteriores. Os parâmetros analisados incluem: a quantidade de execuções de exercícios realizadas em maio; a quantidade correspondente em junho e o total para julho; o número de pacientes envolvidos em atividades de exercício em cada um desses meses; e a média de execução dos exercícios por paciente. A Tabela 4.1 apresenta os valores extraídos da base de dados para cada um dos meses em análise.

Mês	Quantidade pacientes	Exercícios executados	Média por pacientes	Porcentagem
Maio	34	975	28,7 em 30 dias	15%
Junho	26	1385	53,3 em 30 dias	23%
Julho	32	3654	114,2 em 30 dias	61,8%
Total	48	5915	123,2 em 30 dias	100%

Tabela 4.1: Números de execuções dos exercícios a cada 30 dias.

O gráfico apresentado na Figura 4.6 demonstra a porcentagem de execução dos exercícios de cada mês em relação aos 90 dias utilizados na comparação. É possível observar na Tabela 4.1 que no mês de maio 34 pacientes utilizaram o IUProst e realizaram 975 exercícios. Por outro lado, em junho, apesar de somente 26 pacientes terem utilizado o IUProst, foram executados 1385 exercícios, ou seja, 410 exercícios a mais em relação a maio. Apesar da variação da quantidade de execução dos exercícios entre maio e junho, as execuções durante o período de uso do IUProst gamificado se mostrou consideravelmente superior, chegando à marca de mais de $2/3$ dos exercícios executados nos 90 dias analisados.

Apesar do número de pacientes em julho ser semelhante ao número dos meses anteriores, e até menor em relação a maio, o número de execuções dos exercícios aumentaram de forma considerável durante os 30 dias em que os pacientes utilizaram a versão gamificada. Estes dados sugerem que, de fato, os elementos de jogos provocaram

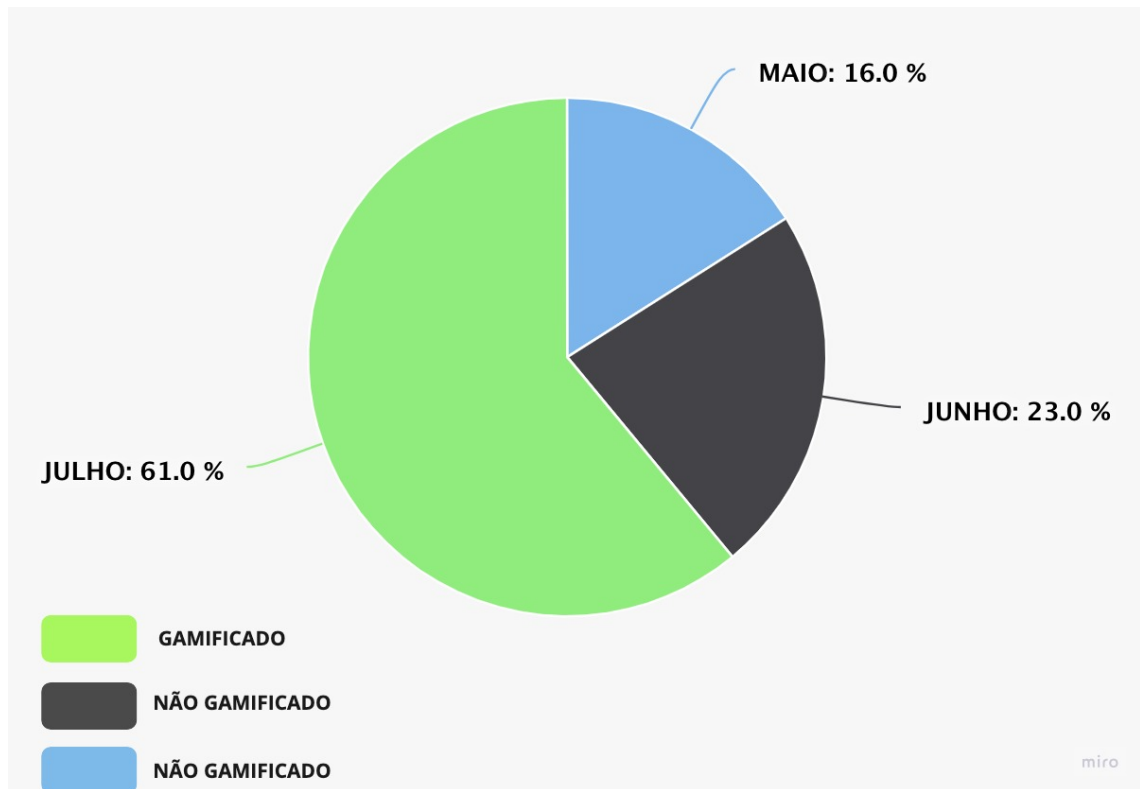


Figura 4.6: Execuções de exercícios de maio a julho

o engajamento do paciente com a execução dos exercícios. Entretanto, como os pacientes não possuem um acompanhamento profissional para instruí-lo durante a execução dos exercícios, se faz necessário a inclusão de instrumentos para a avaliação da compreensão do paciente sobre como os exercícios devem ser executados.

4.1.4 Cadastros de diário vesical

Como apresentado na Seção 2.1, o diário vesical é parte fundamental para o tratamento da incontinência urinária. Com ele é possível compreender melhor o consumo de líquidos do paciente, quais tipos de líquidos são ingeridos, a rotina em relação à incontinência e seu nível de incontinência.

Entre as versões não gamificada e gamificada do IUProst, pouco foi modificado em relação ao diário. As duas versões possuem a meta diária de consumo de líquido como único componente de gamificação, porém estes componentes de gamificação foram modificados para estarem em conformidade com as regras definidas pelo modelo de implementação para gamificação adaptativa apresentado na Seção 3.3.

Para a compreensão de forma geral da frequência de registros no diário vesical, foi utilizado o mesmo espaço amostral dos últimos 90 dias da seção anterior, considerando os meses de maio, junho e julho.

Durante o mês de maio foram realizados 172 registros do diário vesical, tendo registros em 16 dias. No mês de junho foram realizados 18 registros em somente 4 dias, e, por fim, no mês de Julho, foram realizados 108 registros em 16 dias. Entre os 90 dias dos meses de maio a julho, considerando todos os 48 pacientes que utilizaram o IUProst neste período, apenas 18 realizaram cadastros do diário e somente 38 dias receberam cadastro destes pacientes. É importante reforçar que, durante cada dia do tratamento, o recomendado é que o paciente realize vários cadastros em cada um dos quatro formulários do diário por meio das telas apresentadas na Figura 3.2.

Essas informações demonstram uma baixa adesão do paciente à rotina de cadastrar as informações do diário sempre que ingerir líquidos, realizar troca de absorvente ou fralda, perder urina, assim como informar o volume de urina evacuado.

Em um cenário minimamente ideal para o fluxo de registros dos diários e considerando as informações clínicas que informam que a grande maioria dos pacientes perdem urina em situações diversas durante o dia, cada um dos 48 pacientes cadastraria pelo menos uma vez ao dia os quatro formulários, o que resultaria em um total de 192 registros por dia, durante pelo menos 2 semanas do tratamento, totalizando no mínimo 2688 registros em 16 dias.

Os cadastros no diário vesical são fundamentais para o tratamento da incontinência proposto, uma vez que a grande maioria dos pacientes demonstra dificuldade para controlar o fluxo de urina, como apresentado na Seção 4.1.2. Apenas 18 destes pacientes realizaram algum cadastro e, na maior parte dos dias, não houve nenhum cadastro de nenhum dos 18 pacientes que vinham utilizando o diário. Essa informação é relevante para os futuros direcionamentos do projeto, uma vez que o tratamento comportamental é uma combinação de comprometimento com a execução de exercícios e mudança de estilo de vida, e leva em consideração fatores como obesidade, doenças às quais o paciente está acometido, assim como os tipos de medicamentos utilizados.

O caráter público e gratuito do IUProst e o ambiente não controlado dos pacientes, em que não são acompanhados por um profissional de saúde, torna evidente a necessidade de se aplicar técnicas para aumentar o engajamento com o autocuidado e motivá-lo a fornecer informações no diário vesical de forma contínua. Uma opção para resolver este problema é aplicar componentes de gamificação em pontos estratégicos da aplicação, assim como foi realizado para os exercícios, e dessa forma motivar os pacientes a cadastrarem as informações no diário.

4.1.5 Dados do tratamento

A Tabela 4.2 apresenta 7 itens que compõem um instrumento denominado “Escala de Incontinência Urinária Pós-Prostatectomia Radical (EIUPR)”, o qual avalia a

IU considerando a PR como fator causal. De acordo com [9], trata-se do único instrumento identificado na literatura para avaliar a incontinência urinária em pacientes submetidos à prostatectomia. Os itens indicam a gravidade através da escala Likert de cinco pontos, em que zero corresponde a “nunca” e quatro corresponde a “sempre” [9, 33]. A pontuação total varia de 0 a 28, sendo que pontuações mais altas indicam maior gravidade [46].

Itens	Gravidade				
	Nunca	Quase nunca	Às vezes	Quase sempre	Sempre
1. Eu não consigo ficar mais de 2 horas sem urinar.	0	1	2	3	4
2. Antes de chegar ao banheiro, eu tenho perda de urina.	0	1	2	3	4
3. Eu sempre uso fraldas devido a problemas urinários.	0	1	2	3	4
4. Quando eu sento ou levanto da cama, eu tenho perda de urina.	0	1	2	3	4
5. Quando faço esforço como tossir, levantar objetos pesados, dar gargalhadas, etc., eu tenho perda de urina.	0	1	2	3	4
6. Após ficar um longo período em pé, tenho perda de urina.	0	1	2	3	4
7. Quando me exercito (por exemplo, caminho), tenho perda de urina.	0	1	2	3	4

Tabela 4.2: *Escala de incontinência urinária pós-prostatectomia radical (EIUPR)*. [9]

Considerando as perguntas descritas na Tabela 4.2, a Figura 4.7 apresenta as respostas dos pacientes que concluíram o tratamento, ou seja, realizaram os exercícios por dois meses. As perguntas foram respondidas logo após o cadastro no aplicativo e, posteriormente, ao alcançar o equivalente 8 semanas executando os exercícios, o IUProst exibe novamente os formulários iniciais para coletar os dados clínicos, sintomas urinários e de qualidade de vida. Um total de 11 (onze) pacientes respondeu, representados pelas letras de A a K. Dentre eles, 7 (sete) apresentaram uma melhora, mesmo que sutil, em relação à escala de incontinência urinária na Figura 4.7; os pacientes H e J apresentaram piora em seus sintomas. As respostas do paciente F ao preencher os formulários de primeiro acesso foram todas “nunca”. Acredita-se que isso possa ter ocorrido devido a alguma falha na aplicação durante o preenchimento.

O desempenho na melhora alcançada pelos pacientes A, B, C, D, G, I e K pode estar relacionado tanto ao engajamento do paciente com o tratamento quanto à compreensão de como executar os exercícios, mudanças nos hábitos relacionados ao estilo

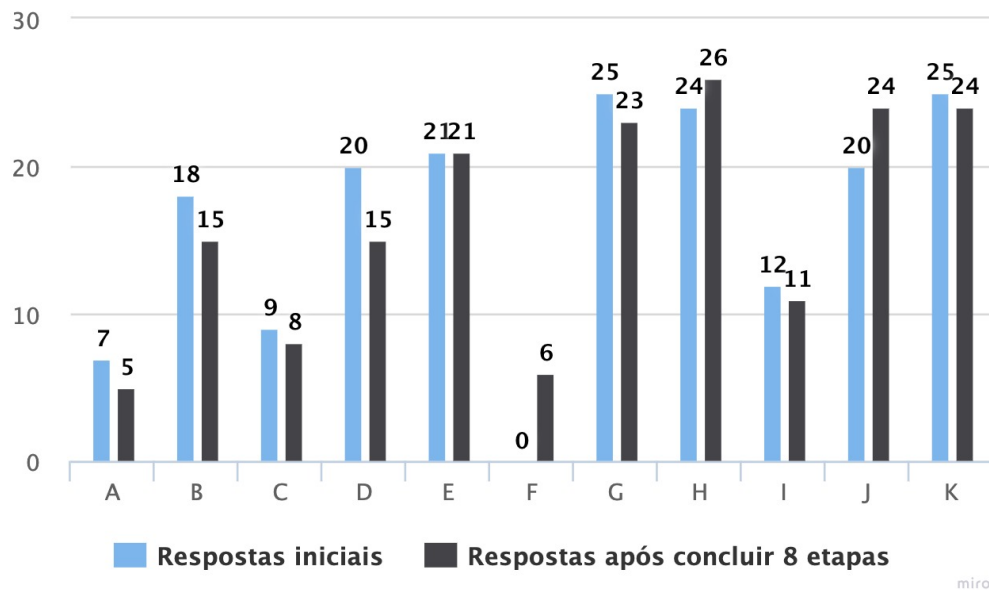


Figura 4.7: Escala de incontinência urinária dos pacientes que concluíram o tratamento. Cada letra representa um paciente.

de vida e alimentação, além de fatores como enfermidades, obesidade, sedentarismo, idade avançada e tempo pós-operatório [32, 9].

Diferentemente da Figura 4.7, que mostra as respostas do instrumento de avaliação da incontinência urinária em relação a cada paciente, a Figura 4.8 apresenta as respostas no início do tratamento e após as 8 semanas (60 dias) em relação a cada pergunta. É possível notar, por meio da comparação dos dois gráficos, uma sutil melhora nas respostas de cada pergunta, principalmente na redução dos casos extremos, representados pela cor laranja escura nos gráficos.

A Figura 4.9 exibe a quantidade de execuções de exercícios por paciente, onde cada execução corresponde à combinação de dois exercícios, totalizando 25 contrações por execução.

Na versão 1.0 do IUProst, caso os pacientes realizem o tratamento conforme indicado, executando 3 sequências de 2 exercícios por dia (totalizando 6 exercícios por dia), um ciclo completo do tratamento seria concluído em 56 dias. Para estar em conformidade com a literatura [9, 32, 33], na versão 2.0 foi modificado o método de medir o progresso do paciente, considerando seu avanço apenas nos dias em que o paciente executou a quantidade mínima de exercícios (três execuções por dia).

A Figura 4.10 apresenta, em azul, a quantidade de dias em que cada paciente executou os exercícios, enquanto em preto representa a média aritmética de quantos exercícios foram executados por dia.

O gráfico da Figura 4.10 apresenta as execuções diárias e semanais de cada paciente que concluiu o equivalente a 8 semanas de tratamento. É possível observar que

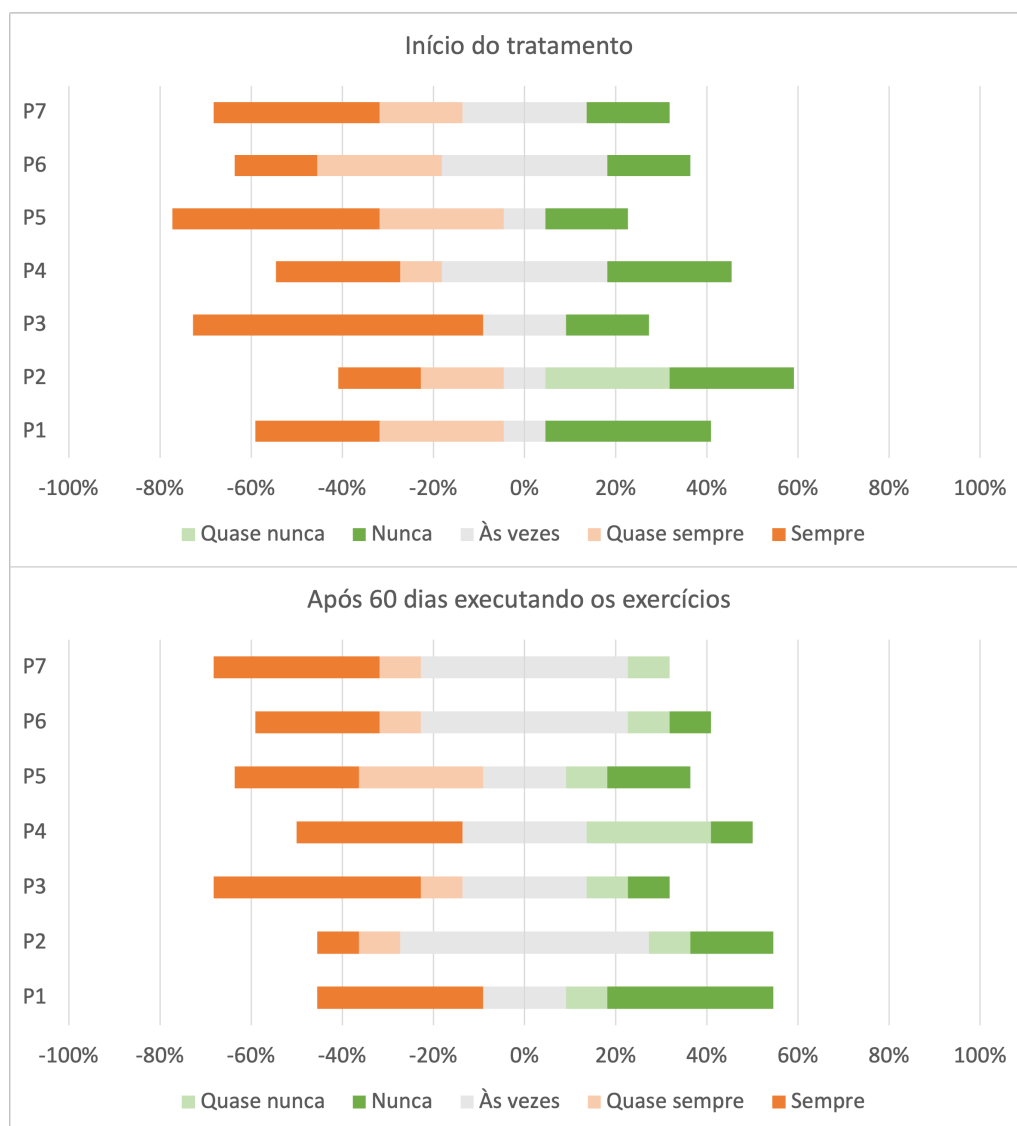


Figura 4.8: Respostas iniciais e finais dos 11 pacientes por pergunta

nenhum dos pacientes alcançou a marca de 56 dias consecutivos. Somente o paciente G conseguiu se aproximar dessa marca esperada. Por outro lado, os pacientes B, C, E, G, H e I executaram os exercícios durante pelo menos sete dias consecutivos em pelo menos 8 ocasiões.

Os dados demonstrados nas figuras desta subseção indicam que os pacientes realizaram os exercícios em um número considerável de dias. Esse padrão ocorreu devido ao formulário de conclusão do tratamento ter sido aplicado somente após a publicação da versão 2.0 da aplicação. O cenário ideal para a comparação e compreensão do avanço do paciente em relação à incontinência, seria analisar o progresso dos pacientes que concluíram o tratamento executando os exercícios com o mínimo de falhas ao longo das 8 semanas.

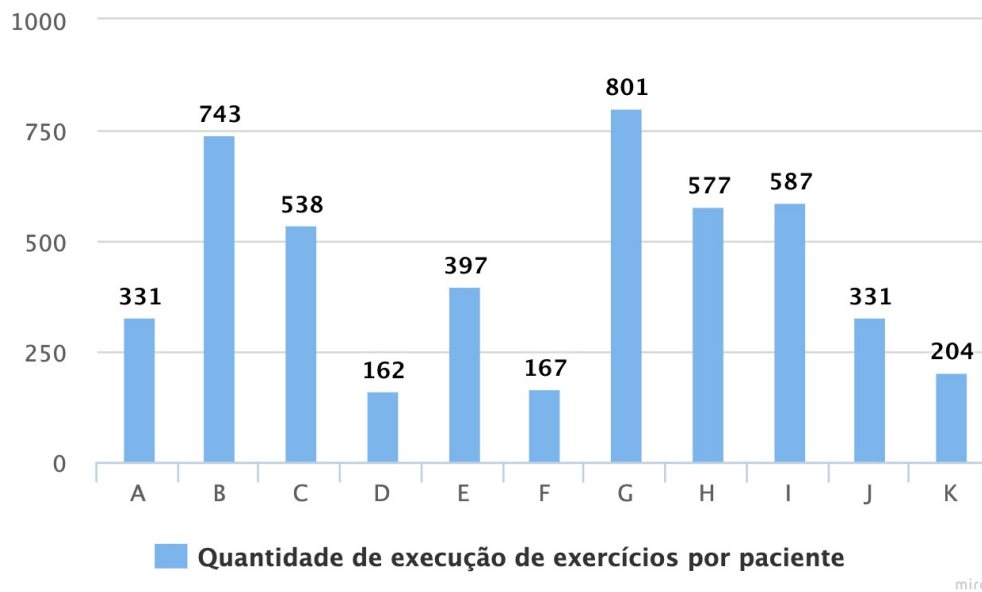


Figura 4.9: Quantidade de exercícios executados por paciente

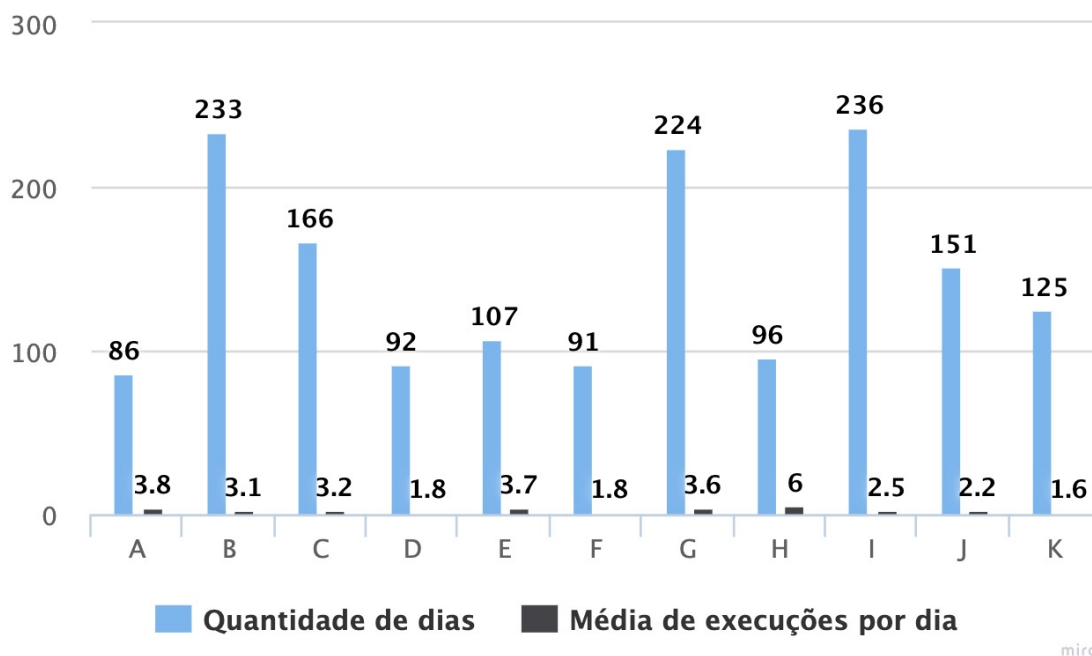


Figura 4.10: Quantidade de dias e média de execução pro paciente

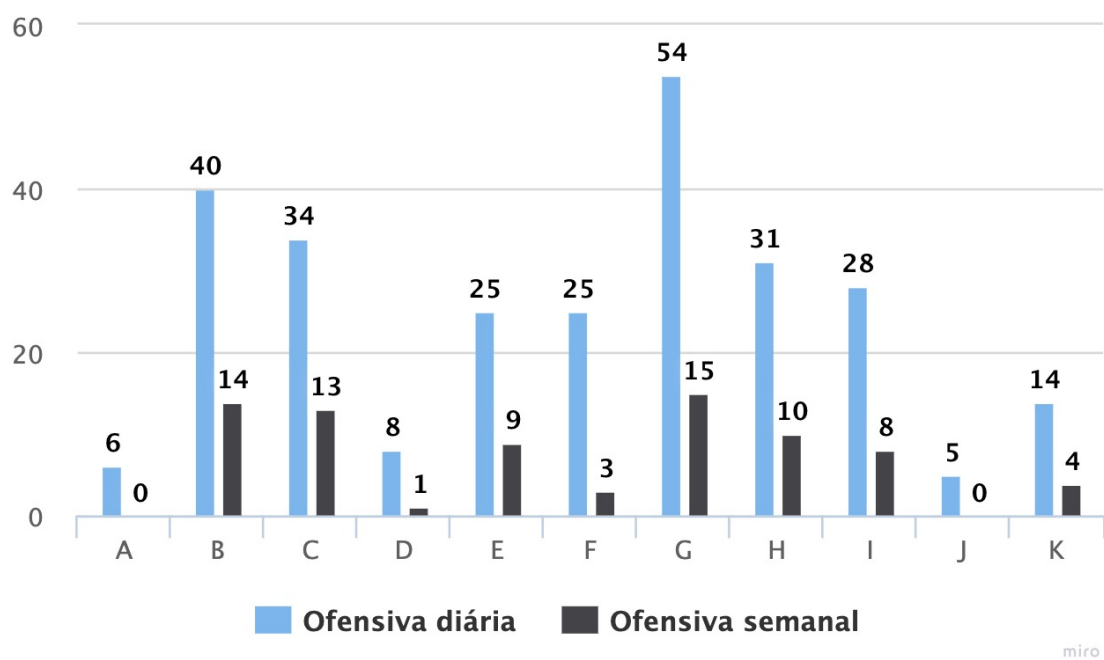


Figura 4.11: Ofensivas do paciente na execução dos exercícios

4.2 Contribuições da gamificação adaptativa ao Framework L

Foi identificado que o Framework L, apesar de fornecer passos bem definidos para guiar o desenvolvedor durante a construção de uma aplicação mHealth, não aborda passos relacionados à implementação dos componentes de jogos.

O modelo GOC apresentado na Seção 3.3 foi proposto e implementado com o objetivo de suprir a necessidade de estabelecer um padrão para o desenvolvimento de componentes de jogos de maneira organizada e independente.

Embora o modelo GOC possa ser utilizado de forma independente, sem a dependência do Framework L, seu potencial pode ser melhor explorado ao se aplicarem as premissas definidas pelo framework para as definições iniciais da aplicação, bem como os passos para a dimensão Self-Care, assim como as definições de tipologia de perfis e conceitos fornecidos pela dimensão Gamification.

A Figura 4.12 ilustra a incorporação do modelo GOC ao Framework L. O estudo inicial demonstrado na figura consiste nas definições das regras de negócio da aplicação. Posteriormente, a forma octogonal em cor laranja demonstra a dimensão de Auto Cuidado (Self-Care) do framework, na qual são definidas as informações e ações que a aplicação poderá implementar. Após as definições iniciais e de Auto Cuidado, é então iniciada a etapa de gamificação.

Primeiramente, na dimensão de Gamificação representada na Figura 4.12 pela forma octogonal em cor verde, é definido o perfil do usuário. Nessa etapa, o desenvolvedor define as características de gamificação que a aplicação deverá possuir. O desenvolvedor pode optar por definir os perfis da tipologia de Marczewski mencionados na Seção 2.5 ou por um perfil genérico para todos os usuários da aplicação. Após definir quais serão as características dos componentes de gamificação da aplicação de acordo com os perfis, inicia-se a etapa de implementação dos componentes de gamificação. Os componentes de gamificação devem ser implementados e estruturados seguindo as diretrizes do modelo de implementação GOC.

Após a construção dos componentes de jogos, o desenvolvedor decide se irá optar por uma gamificação adaptativa, aplicando recursos para identificar o perfil dos usuários a fim de personalizar a aplicação de acordo com o perfil buscando alcançar o engajamento do usuário. Caso o desenvolvedor opte por não implementar a Gamificação Adaptativa, pode simplesmente exibir os componentes conforme as definições para o perfil dos usuários da aplicação.

O modelo GOC permite que, após a definição do perfil de jogador dos usuários e o desenvolvimento dos componentes de jogos para cada perfil, esses componentes possam ser agrupados com o objetivo de apresentar somente os elementos correspondentes

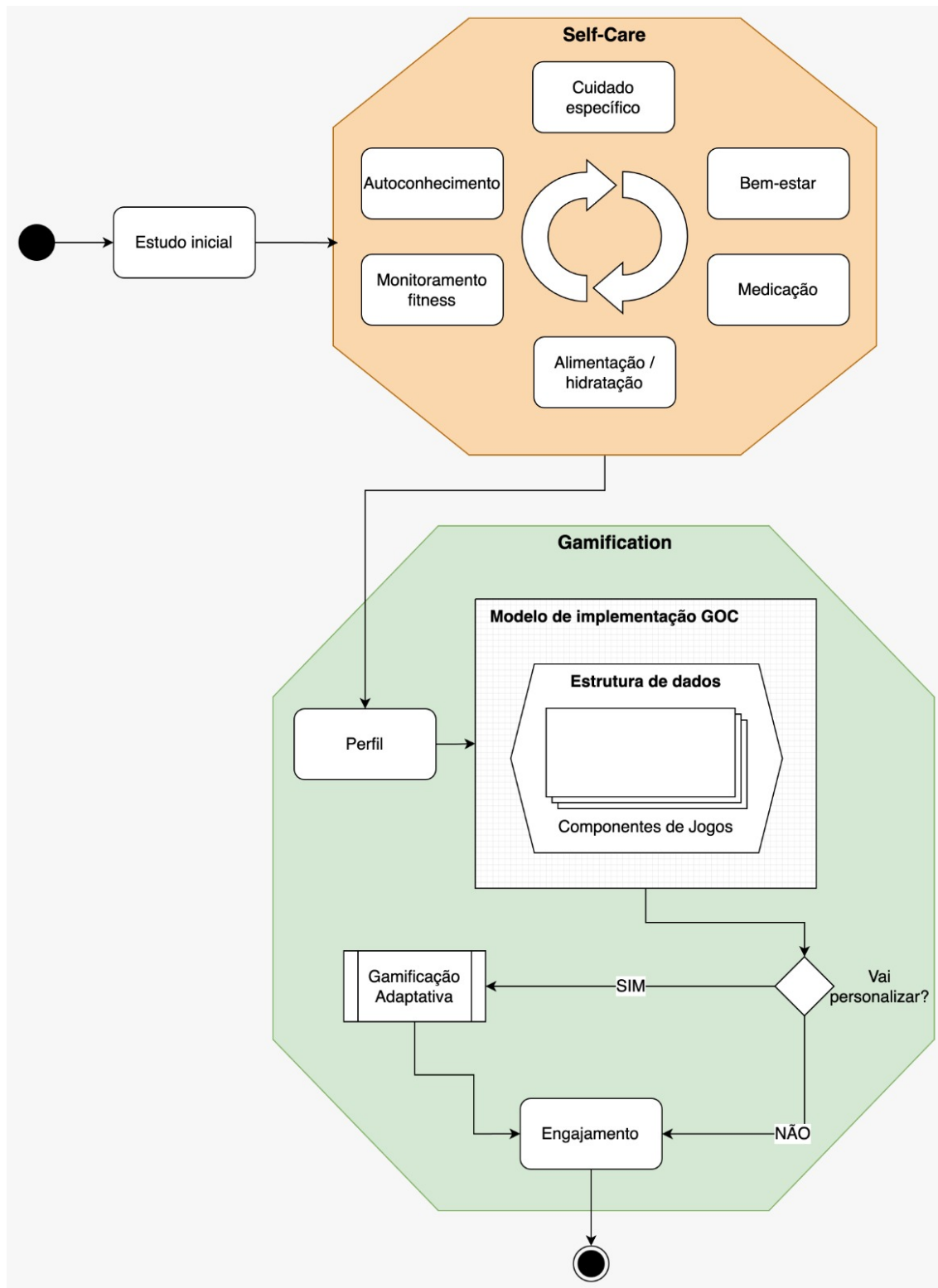


Figura 4.12: Modelo de implementação GOC instanciado ao IUProst

a cada perfil. A possibilidade de apresentação dinâmica dos componentes pode potencializar a gamificação adaptativa, permitindo a aplicação de técnicas computacionais para

identificar os perfis dos usuários, possibilitar uma adaptação estrutural da aplicação, bem como viabilizar a geração de dados e fornecer embasamento para testes A/B² para a compreensão de que, conforme as características dos usuários, os componentes de jogos X ou Y fazem mais sentido para cada um deles.

4.3 Considerações finais

Esta seção apresentou os dados analisados tanto em relação às características dos pacientes quanto em relação ao engajamento dos pacientes em relação ao tratamento.

É possível concluir por meio da análise dos dados que, no último mês analisado, no qual a versão gamificada do IUProst foi disponibilizada, os pacientes aumentaram consideravelmente a frequência diária de execução dos exercícios.

Por outro lado, ao analisarmos a quantidade de execução dos exercícios por esses pacientes em relação ao progresso no controle da incontinência urinária, pode-se perceber que, apesar de muitos pacientes terem realizado os exercícios durante dias suficientes para concluir as 8 semanas de tratamento, a melhora na incontinência foi bastante sutil.

A literatura enfatiza a importância não apenas da quantidade, mas também da qualidade da execução dos exercícios [32, 9]. Garantir que os pacientes executem os exercícios corretamente representa um grande desafio para um tratamento na forma de uma aplicação mHealth, uma vez que esses pacientes não contam com o acompanhamento de profissionais de saúde para orientá-los na execução dos exercícios.

Os dados analisados neste capítulo foram gerados por pacientes que estão realizando os exercícios do tratamento desde que a aplicação foi disponibilizada publicamente, ou seja, desde novembro de 2022. Por essa razão, alguns pacientes já executaram os exercícios por um período de tempo que excede o necessário para o tratamento. Para uma análise mais precisa do progresso do paciente em relação à incontinência, será necessário coletar dados de pacientes que tenham completado o tratamento o mais próximo possível de 60 dias consecutivos, executando pelo menos a quantidade mínima de exercícios de forma correta.

No entanto, todos esses dados apontam para áreas em que melhorias podem ser aplicadas ao IUProst, como, por exemplo: (i) coletar informações sobre a compreensão do paciente em relação à prática dos exercícios; (ii) compreender se o paciente está enfrentando dificuldades relacionadas à execução dos exercícios; (iii) incentivar o paciente a utilizar o diário vesical para obter um melhor entendimento de sua rotina em relação à

²Testes que realizam a comparação de desempenho entre duas versões para compreender qual mais atrai determinado público

incontinência; e (iv) fornecer ao paciente informações sobre o tratamento e mudanças de hábito de maneira estratégica e contínua.

Realizar no futuro a comparação entre pacientes que recebem suporte e orientação de profissionais de saúde, e pacientes que realizam o tratamento de forma independente poderá, de maneira direta, fornecer respostas sobre a efetividade das técnicas computacionais aplicadas ao IUProst, com o objetivo de guiar o paciente ao sucesso do tratamento.

Compreender e relacionar os dados de uso da aplicação, comparando-os com o progresso dos pacientes no tratamento, são etapas futuras essenciais para a adaptação do tratamento comportamental para a incontinência urinária ao formato de aplicação mHealth. Esses definitivamente deverão ser os próximos passos das pesquisas relacionadas ao IUProst.

Conclusão

O presente estudo apresentou o desenvolvimento da aplicação mHealth IUProst gamificada, com o objetivo de tornar o tratamento para a incontinência urinária pós prostatectomia radical acessível de forma digital, bem como validar a hipótese de que a gamificação pode aumentar o engajamento dos pacientes com seu autocuidado. A abordagem do tratamento por meio de uma aplicação móvel o torna mais acessível, uma vez que está publicamente disponível e não exige o acompanhamento de profissionais de saúde. Portanto, é necessário empregar mecanismos e técnicas para motivar os pacientes a usar a aplicação e, conseqüentemente, obter sucesso em seu tratamento.

A concepção e implementação da aplicação validaram os passos definidos pelo Framework L, que foram aplicados para desenvolver a primeira versão da aplicação, utilizando as definições de Self-Care do framework. A primeira versão foi publicada e utilizada por centenas de usuários. Posteriormente, a versão gamificada da aplicação foi desenvolvida seguindo as definições da dimensão Gamification do Framework L. Esse framework orientou as decisões sobre quais elementos de jogos utilizar e introduziu os conceitos iniciais de gamificação adaptativa nesta pesquisa.

Foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura como forma de compreender o estado da arte em relação à gamificação e à construção de aplicações no domínio do autocuidado, bem como a utilização de técnicas computacionais para adaptar aplicações às características dos usuários. A revisão sistemática da literatura evidenciou o esforço de diversos estudos na compreensão dos perfis dos usuários. Além disso, destacou que, no estado da arte, não existem métodos que orientem os desenvolvedores na construção dos componentes de gamificação para que possam ser usados de maneira adaptativa pelos diversos perfis e contextos definidos para uma aplicação.

Dessa forma, com a experiência e os aprendizados obtidos por meio da gamificação do IUProst, foi elaborado o modelo de implementação Gamificação Orientada a Componentes, com o objetivo de fornecer aos desenvolvedores passos para a construção de componentes de jogos adaptativos, entregando definições menos abstratas e mais próximas à implementação. O modelo de implementação GOC pode ser integrado à dimensão Gamification do Framework L, fornecendo diretrizes sobre como construir os

componentes gamificados.

Juntamente com a concepção do modelo de implementação e em alinhamento com os objetivos específicos desta pesquisa, foi desenvolvida e publicada para a plataforma Android a versão 2.0 do IUProst gamificado. Os componentes de gamificação do IUProst foram concebidos e construídos seguindo as diretrizes definidas pelo modelo de implementação GOC, validando, assim, a aplicabilidade do modelo no desenvolvimento de uma aplicação publicada e funcional.

O IUProst está disponibilizado publicamente na Play Store¹ e o seu sucesso e alcance foram comprovados pelo prêmio latino-americano de inovação SUS [62], além dos mais de 1000 downloads que recebeu em menos de um ano. Os dados gerados pelo uso do IUProst foram analisados para compreender as características de seus usuários e comparados entre as versões não gamificada (1.0) e gamificada (2.0). A comparação dos dados entre as versões permitiu comprovar a hipótese de que os componentes de gamificação podem, de fato, aumentar o engajamento dos pacientes em relação aos objetivos do tratamento comportamental para a incontinência urinária.

O IUProst foi desenvolvido de forma híbrida, ou seja, seu código-fonte é convertido simultaneamente para Android e iOS. Dessa maneira, a aplicação está disponível para ser publicada na Apple Store e, assim, ser utilizada em dispositivos móveis baseados em iOS. Ao lançar a aplicação para a plataforma iOS, espera-se aumentar significativamente o seu alcance entre o público-alvo.

5.1 Contribuições

Podem ser pontuadas as seguintes produções originadas deste projeto:

- Publicação e apresentação de artigo como autor principal nos anais do Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS) 2022 intitulado: “IUProst - Gamificação de aplicação mHealth para tratamento da incontinência urinária causada pela prostatectomia radical” [7].
- Publicação da revisão sistemática da literatura como autor principal no Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames) intitulado: “Aplicações de Técnicas de Machine Learning e Gamificação no Autocuidado em Saúde: Uma Revisão Sistemática” [21].
- Publicação de dois artigos como coautor nos anais do CBIS 2022 intitulados: “IUPROST: uma aplicação móvel em saúde para apoio ao tratamento de incontinência urinária pós-prostatectomia radical” e “Interação humano-computador e

¹Link para o download do IUProst para a plataforma Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devfilsk.iuprost>

Letramento digital em saúde utilizando aplicações móveis: Revisão Sistemática” [52, 51].

- Publicação de artigo como coautor na Revista Cogitare Enfermagem intitulado: “Incontinência urinária masculina e a tecnologia digital: Avaliação de aplicativos móveis disponíveis para download” [44].
- Desenvolvimento da primeira versão do IUProst focada no autocuidado. Essa versão foi disponibilizada publicamente na loja de aplicativos do Google de forma gratuita e ficou disponível no período de outubro de 2022 a junho de 2023.
- Prêmio SBEB-Boston Scientific de Inovação em Engenharia Biomédica para o SUS 2022, concedido pela Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica (SBEB) e a Boston Scientific do Brasil [62].
- Desenvolvimento da versão 2.0 gamificada do IUProst, com foco no engajamento do paciente com a execução dos exercícios e seu autocuidado em relação ao tratamento para incontinência urinária. Essa versão foi disponibilizada em julho de 2023 e se encontra disponível até o momento da escrita dessa dissertação.
- Criação do modelo de implementação que guia desenvolvedores durante o design e implementação de componentes de gamificação adaptativa.
- Validação do modelo de implementação GOC por meio da sua implementação no design dos componentes de gamificação do IUProst.
- Incorporação do modelo de implementação GOC à dimensão Gamification do Framework L.

5.2 Trabalhos futuros

A partir dos resultados obtidos no decorrer desta pesquisa, bem como das discussões e metas exploradas em colaboração com os grupos de pesquisa, tornou-se evidente a identificação de múltiplas perspectivas que se delineiam para futuras investigações. Nesse sentido, destacam-se os seguintes trabalhos futuros a serem contemplados:

- Adicionar ao IUProst componentes de gamificação que aumentem o engajamento do paciente em relação à utilização do diário vesical.
- Adicionar mecanismos de Analytics para o rastreamento de todas as ações e decisões dos usuários durante a utilização do IUProst. Estes dados são fundamentais para o avanço da aplicação e compreensão dos pontos de melhorias necessários.
- Desenvolver componentes de jogos para todos os perfis da tipologia de Marczewski e utilizar o modelo GOC para a entrega de uma aplicação com gamificação adaptativa.
- Aplicar técnicas de aprendizado de máquina para a identificação do perfil de gamificação dos pacientes do IUProst.

- Desenvolver dashboard web para que profissionais de saúde possam analisar os dados de saúde e acompanhar os paciente usuários do IUProst.

Referências Bibliográficas

- [1] **Gdf: Uma estrutura de design de gamificação desenvolvida por engenharia orientada a modelos.** In: *2019 ACM/IEEE 22nd International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C)*.
- [2] ABRAMS, P.; CARDOZO, L.; WAGG, A.; WEIN, A. **Incontinence**, volume 6. Tokio: Health Publications Ltd, 2017.
- [3] AITKEN, M.; GAUNTLETT, C. **Patient apps for improved healthcare: from novelty to mainstream.** *Parsippany, NJ: IMS Institute for Healthcare Informatics*, 2013.
- [4] ALAGHBARI, S.; MITSCHICK, A.; BLICHMANN, G.; VOIGT, M.; DACHSELT, R. **Achiever or explorer? gamifying the creation process of training data for machine learning.** *ACM*, 2020.
- [5] ALQAHTANI, F.; MEIER, S.; ORJI, R. **Personality-based approach for tailoring persuasive mental health applications.** *User Modeling and User-Adapted Interaction*, p. 1–43, 2021.
- [6] ALTMAYER, M.; LESSEL, P.; MULLER, L.; KRÜGER, A. **Combining behavior change intentions and user types to select suitable gamification elements for persuasive fitness systems.** In: *Persuasive Technology: Development of Persuasive and Behavior Change Support Systems: 14th International Conference, PERSUASIVE 2019, Limassol, Cyprus, April 9–11, 2019, Proceedings 14*, p. 337–349. Springer, 2019.
- [7] ANJOS, F. M. S.; OLIVEIRA, H. M.; ESTEVAM, F. E. B.; MATA, L. R. F.; CARVALHO, S. T. **Iuprostat - gamificação de aplicação mhealth para tratamento da incontinência urinária causada pela prostatectomia radical.** Número 19, p. 99–104, Campinas, 2022. SBIS.
- [8] ASH, M. **Running lean: Iterate from plan A to a plan that works.** O’Reilly, 2012.
- [9] AZEVEDO, C.; OTHERS. **Efetividade da acupuntura auricular associada ao treinamento muscular pélvico para controle da incontinência urinária pós-prostatectomia radical: ensaio clínico randomizado.** 2021.

- [10] BARBOSA, A. T. R.; OTHERS. **Mecanismo de adaptação baseado em redes neurais artificiais para sistemas hipermídia adaptativos**. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- [11] BOCHICCHIO, M. A.; VAIRA, L.; MORTARA, A.; DE MARIA, R. **A preliminar analysis and comparison of international projects on mobile devices and mhealth apps for heart failure**. p. 280–285, 2019.
- [12] BOWMAN, D.; KRUIJFF, E.; LAVIOLA JR, J. J.; POUPYREV, I. P. **3D User interfaces: theory and practice, CourseSmart eTextbook**. Addison-Wesley, 2004.
- [13] BRERETON, P.; KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; TURNER, M.; KHALIL, M. **Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain**. *Journal of Systems and Software*, 80(4):571–583, 2007. Software Performance.
- [14] CECHETTI, N. P.; BELLEI, E. A.; BIDUSKI, D.; RODRIGUEZ, J. P. M.; ROMAN, M. K.; DE MARCHI, A. C. B. **Developing and implementing a gamification method to improve user engagement: A case study with an m-health application for hypertension monitoring**. *Telematics and Informatics*, 41:126–138, 2019.
- [15] CHEN, J. **Flow in games (and everything else)**. *Communications of the ACM*, 50(4):31–34, 2007.
- [16] CHOU, J.; HUNG, C.; HUNG, Y. **Design factors of mobile game for increasing gamer's flow experience**. In: *2014 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, p. 137–139. IEEE, 2014.
- [17] DE JANEIRO-BRASIL, E. D. R. **Construção de arvores binarias-de busca semi-Ótimas**. 1975.
- [18] DE OLIVEIRA, L. W. **Framework I para desenvolvedores de mhealth no contexto de self-care e gamificação**. Master's thesis, Universidade Federal de Goiás, 2018.
- [19] DETERDING, S.; SICART, M.; NACKE, L.; O'HARA, K.; DIXON, D. **Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts**. In: *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '11, p. 2425–2428, New York, NY, USA, 2011. Association for Computing Machinery.
- [20] DIAS, L. P. S.; BARBOSA, J. L. V.; VIANNA, H. D. **Gamification and serious games in depression care: A systematic mapping study**. *Telematics and Informatics*, 35(1):213–224, 2018.

- [21] DOS ANJOS, F. M.; OLIVEIRA, L. W.; SOUZA, C. H. R.; CARVALHO, S. T. **Aplicações de técnicas de machine learning e gamificação no autocuidado em saúde: Uma revisão sistemática.** *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, p. 1376–1380, 2022.
- [22] DUGGAL, K.; GUPTA, L. R.; SINGH, P. **Gamification and machine learning inspired approach for classroom engagement and learning.** *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 2021.
- [23] DUNCAN, S. **Component software: Beyond object-oriented programming.** *Software Quality Professional*, 5(4):42, 2003.
- [24] ESTEVAM, F. E. B. **Iuprostop: Aplicativo móvel para controle da incontinência urinária em homens submetidos à prostatectomia radical.** Master's thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.
- [25] FADHIL, A.; VILLAFIORITA, A. **An adaptive learning with gamification & conversational uis: The rise of cibopolibot.** p. 408–412, 2017.
- [26] FRAWLEY, H. C.; DEAN, S. G.; SLADE, S. C.; HAY-SMITH, E. J. C. **Is pelvic-floor muscle training a physical therapy or a behavioral therapy? a call to name and report the physical, cognitive, and behavioral elements.** *Physical therapy*, 97(4):425—437, April 2017.
- [27] FULLERTON, T. **Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games.** CRC press, 2014.
- [28] HALL, L. M.; ALJURAIFANI, R.; HODGES, P. W. **Design of programs to train pelvic floor muscles in men with urinary dysfunction: systematic review.** *Neurourology and Urodynamics*, 37(7):2053–2087, 2018.
- [29] HEINEMAN, G. T.; COUNCILL, W. T. **Component-based software engineering. Putting the pieces together,** addison-westley, 5:1, 2001.
- [30] HERZUM, P.; SIMS, O. **Business components factory: a comprehensive overview of component-based development for the enterprise.** John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- [31] HUIZINGA, J. **Homo ludens** 86. Routledge, 2014.
- [32] IZIDORO, L. C. D. R.; MATA, L. R. F. D.; AZEVEDO, C.; PAULA, A. A. P. D.; PEREIRA, M. G.; SANTOS, J. E. M. D.; BRASIL, V. V.; OLIVEIRA, L. M. D. A. C. **Programa cognitivo-comportamental para controle de sintomas do trato urinário inferior**

- pós-prostatectomia radical: ensaio clínico randomizado.** *Revista Brasileira de Enfermagem*, 75, 2022.
- [33] IZIDORO, L. C. D. R.; SOARES. **Efetividade de programa cognitivo comportamental para controle da incontinência e melhoria de qualidade de vida após prostatectomia radical: um estudo piloto.** PhD thesis, Universidade Federal de Goiás, UFG-Goiânia, 2021.
- [34] KHOSHKANGINI, R.; VALETTO, G.; MARCONI, A.; PISTORE, M. **Automatic generation and recommendation of personalized challenges for gamification.** *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 31(1):1–34, 2021.
- [35] KNUTAS, A.; VAN ROY, R.; HYNINEN, T.; GRANATO, M.; KASURINEN, J.; IKONEN, J. **A process for designing algorithm-based personalized gamification.** *Multimedia Tools and Applications*, 78(10):13593–13612, 2019.
- [36] KOIVISTO, J.; HAMARI, J. **The rise of motivational information systems: A review of gamification research.** *International Journal of Information Management*, 45:191–210, 2019.
- [37] KOTSOPOULOS, D.; BARDAKI, C.; LOUNIS, S.; PRAMATARI, K. **Employee profiles and preferences towards iot-enabled gamification for energy conservation.** *International Journal of Serious Games*, 5(2):65–85, Jun. 2018.
- [38] KRATH, J.; ALTMAYER, M.; TONDELLO, G. F.; NACKE, L. E. **Gamified uk user type test.**, 2023.
- [39] KRATH, J.; ALTMAYER, M.; TONDELLO, G. F.; NACKE, L. E. **Hexad-12: Developing and validating a short version of the gamification user types hexad scale.** In: *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 1–18, 2023.
- [40] LAXMINARAYAN, S.; ISTEPANIAN, R. S. **Unwired e-med: the next generation of wireless and internet telemedicine systems.** *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 4(3):189–193, 2000.
- [41] LI, C.; RUSÁK, Z.; HORVÁTH, I.; JI, L. **Development of engagement evaluation method and learning mechanism in an engagement enhancing rehabilitation system.** *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 51:182–190, 2016.
- [42] LORIA, E.; MARCONI, A. **Exploiting limited players' behavioral data to predict churn in gamification.** *Electronic Commerce Research and Applications*, 47:101057, 2021.

- [43] MACHADO, A. F.; ESTEVAM, F. E. B.; IZIDORO, L. C. D. R.; OLIVEIRA, H. M. D.; ANJOS, F. M. D. S. D.; CARVALHO, S. T. D.; MATA, L. R. F. D. **Incontinência urinária masculina e a tecnologia digital: avaliação de aplicativos móveis disponíveis para download.** *Cogitare Enfermagem*, 27, 2022.
- [44] MACHADO, A. F.; ESTEVAM, F. E. B.; IZIDORO, L. C. D. R.; OLIVEIRA, H. M. D.; ANJOS, F. M. D. S. D.; CARVALHO, S. T. D.; MATA, L. R. F. D. **Incontinência urinária masculina e a tecnologia digital: avaliação de aplicativos móveis disponíveis para download.** *Cogitare Enfermagem*, 27, 2022.
- [45] MARCZEWSKI, A. **Even ninja monkeys like to play: Gamification, game thinking and motivational design.** *CreateSpace Independent Publishing*, 2015.
- [46] MATA, L. R. F. D.; AZEVEDO, C.; MENEZES, A. C.; CHAGAS, S. D. C.; IZIDORO, L. C. D. R.; ESTEVAM, F. E. B.; CHIANCA, T. C. M. **Adaptação transcultural e validação da urinary incontinence scale after radical prostatectomy para o contexto brasileiro.** *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 43, 2022.
- [47] MISSAOUI, S.; MAALEL, A. **Student's profile modeling in an adaptive gamified learning environment.** *Education and Information Technologies*, 26(5):6367–6381, 2021.
- [48] MONTEIRO, P. O. A.; VICTORA, C. G.; BARROS, F. C.; TOMASI, E. **Diagnóstico de sobrepeso em adolescentes: estudo do desempenho de diferentes critérios para o índice de massa corporal.** *Revista de Saúde Pública*, 34(5):506–513, 2000.
- [49] MORA, A.; TONDELLO, G. F.; NACKE, L. E.; ARNEDO-MORENO, J. **Effect of personalized gameful design on student engagement.** In: *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, p. 1925–1933, 2018.
- [50] NAKAGAWA, E., S. E. A. **Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: Teoria e prática.** *Elsevier Brasil*, 2017.
- [51] OLIVEIRA, H. M.; ANJOS, F. M. S.; ESTEVAM, F. E. B.; MATA, L. R. F.; CARVALHO, S. T. **Interação humano-computador e letramento digital em saúde utilizando aplicações móveis: Revisão sistemática.** Número 19, Campinas, 2022. SBIS.
- [52] OLIVEIRA, H. M.; ANJOS, F. M. S.; ESTEVAM, F. E. B.; MATA, L. R. F.; CARVALHO, S. T. **Iuprostop: uma aplicação móvel em saúde para apoio ao tratamento de incontinência urinária pós-prostatectomia radical.** Número 19, p. 143–148, Campinas, 2022. SBIS.

- [53] OLIVEIRA, L. W.; CARVALHO, S. T. **A gamification-based framework for mhealth developers in the context of self-care.** p. 138–141, 2020.
- [54] ORGANIZATION, W. H. **A practical guide for engaging with mobile operators in mHealth.** World Health Organization, 2015.
- [55] ORJI, R.; TONDELLO, G. F.; NACKE, L. E. **Personalizing persuasive strategies in gameful systems to gamification user types.** In: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '18, p. 1–14, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [56] PINTO, M.; PEREIRA, M.; RAPOSO, D.; SIMÕES, M.; CASTELO-BRANCO, M. **Gameaal-an aal solution based on gamification and machine learning techniques.** In: *2019 IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB)*, p. 1–4. IEEE, 2019.
- [57] POLETTO, J. E.; RIZZO, D. T.; BALTIERI, L.; CAZZO, E.; CHAIM, É. A. **Influência da obesidade e das medidas antropométricas sobre a incontinência urinária e a qualidade de vida: um estudo piloto.** *RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 12(75):901–907, 2018.
- [58] REZENDE, M. F. C.; OLIVEIRA, L. W.; CARVALHO, S. T. **Gamificação e autocuidado no tratamento do diabetes tipo 2.** In: *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, p. 139–144. SBC, 2021.
- [59] ROCHA, T. A. H.; FACHINI, L. A.; THUMÉ, E.; SILVA, N. C. D.; BARBOSA, A. C. Q.; CARMO, M. D.; RODRIGUES, J. M. **Saúde móvel: novas perspectivas para a oferta de serviços em saúde.** *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 25:159–170, 2016.
- [60] SAMPAIO, R.; MANCINI, M. **Um guia para síntese criteriosa da evidência científica.** *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 2007.
- [61] SANTO, K.; SINGLETON, A.; ROGERS, K.; THIAGALINGAM, A.; CHALMERS, J.; CHOW, C. K.; REDFERN, J. **Medication reminder applications to improve adherence in coronary heart disease: a randomised clinical trial.** *Heart*, 105(4):323–329, 2019.
- [62] SBEB. **Prêmio sbeb-boston scientific de inovação em engenharia biomédica para o sus 2022.** *Boston Scientific e Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica*, 2022.
- [63] SCHÄFER, H.; BACHNER, J.; PRETSCHER, S.; GROH, G.; DEMETRIOU, Y. **Study on motivating physical activity in children with personalized gamified feedback.** p. 221–226, 2018.

- [64] SCHÖBEL, S.; JANSON, A.; JAHN, K.; KORDYAKA, B.; TURETKEN, O.; DJAFAROVA, N.; SAQR, M.; WU, D.; SÖLLNER, M.; ADAM, M.; OTHERS. **A research agenda for the why, what, and how of gamification designs: Outcomes of an ecis 2019 panel.** *Communications of the association for information systems*, 46:706–721, 2020.
- [65] SCHOBEL, S.; SCHMIDT-KRAEPELIN, M.; JANSON, A.; SUNYAEV, A. **Adaptive and personalized gamification designs: Call for action and future research.** *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 13(4):479–494, 2021.
- [66] SILVA, I. D. J.; OLIVEIRA, M. D. F. V. D.; SILVA, S. É. D. D.; POLARO, S. H. I.; RADÜNZ, V.; SANTOS, E. K. A. D.; SANTANA, M. E. D. **Cuidado, autocuidado e cuidado de si: uma compreensão paradigmática para o cuidado de enfermagem.** *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 43:697–703, 2009.
- [67] SWEETSER KYBURZ, P.; AITCHISON, M.; OTHERS. **Do game bots dream of electric rewards?: The universality of intrinsic motivation.** 2020.
- [68] SYSTEM AND SOFTWARE ENGINEERING. **Iso/iec 25010: System and software quality requirements and evaluation (square) - system and software quality models.** Standard, International Organization for Standardization, Switzerland, 2011.
- [69] TADAKI, S.; SHAH, R.; PARKER, M.; ARARACAP, K.; CHOU, E.; TOLOSA, M.; FIGUEIRA, S.; KELLNER, C.; YIN, K. **Santé le match: A mobile health game application to educate the youth of senegal.** In: *2022 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, p. 397–398, 2022.
- [70] TONDELLO, G. F.; MORA, A.; MARCZEWSKI, A.; NACKE, L. E. **Empirical validation of the gamification user types hexad scale in english and spanish.** *International Journal of Human-Computer Studies*, 127:95–111, 2019. Strengthening gamification studies: critical challenges and new opportunities.
- [71] TONDELLO, G. F.; ORJI, R.; NACKE, L. E. **Recommender systems for personalized gamification.** *ACM*, 2017.
- [72] TONDELLO, G. F.; WEHBE, R. R.; DIAMOND, L.; BUSCH, M.; MARCZEWSKI, A.; NACKE, L. E. **The gamification user types hexad scale.** In: *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY '16*, p. 229–243, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.

- [73] VAN GAALEN, A. E.; BROUWER, J.; SCHÖNROCK-ADEMA, J.; BOUWKAMP-TIMMER, T.; JAARMA, A. D. C.; GEORGIADIS, J. R. **Gamification of health professions education: a systematic review.** *Advances in Health Sciences Education*, 26(2):683–711, 2021.
- [74] WANDERLEY O. L., CARVALHO, S. T. **A gamification-based framework for mhealth developers in the context of self-care.** *IEEE*, 2020.
- [75] YOUSEFI, B. H.; MIRKHEZRI, H. **Lean gamification canvas: A new tool for innovative gamification design process.** In: *2020 International Serious Games Symposium (ISGS)*, p. 1–9. IEEE, 2020.

Registro do software IUProst



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512022001279-0**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 10/03/2022, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: IUPROST

Data de publicação: 10/03/2022

Data de criação: 10/01/2022

Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG

Autor(es): LUCIANA REGINA FERREIRA PEREIRA DA MATA; HUGO MIRANDA DE OLIVEIRA; FABRÍCIA EDUARDA BAIA ESTEVAM; FILIPE MACIEL DE SOUZA DOS ANJOS; SÉRGIO TEIXEIRA DE CARVALHO; ADRIANA FERREIRA MACHADO; LÍVIA CRISTINA DE RESENDE IZIDORO; CISSA AZEVEDO

Linguagem: JAVA; JSON; NODEJS

Campo de aplicação: SD-01; SD-09

Tipo de programa: AP-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:

57ebbd88857315cde4e22db7d0be0c1536a8eea747f9812c1e66cbd8af80542b53c90f1a441e13996ab87a78ba4abb659ef002313e502836cd5971c3bb055dee

Expedido em: 31/05/2022

Aprovado por:

Joelson Gomes Pequeno

Chefe Substituto da DIPTO - PORTARIA/INPI/DIRPA Nº 02, DE 10 DE FEVEREIRO DE 2021