

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**

**INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO**

**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**UMA ARQUITETURA DE APLICAÇÃO GAMIFICADA PARA  
O MONITORAMENTO E TRATAMENTO DA DOENÇA  
RENAL CRÔNICA**

**MESTRANDO**

**CARLOS ANTONIO FERNANDES DA SILVA**

**ORIENTADOR**

**PROF. DR. LEANDRO DIAS DA SILVA**

**COORIENTADOR**

**PROF. DR. ÁLVARO ALVARES DE CARVALHO CÉSAR SOBRINHO**

**MACEIÓ, AL**

**NOVEMBRO - 2019**

**CARLOS ANTONIO FERNANDES DA SILVA**

**ORIENTADOR**

**PROF. DR. LEANDRO DIAS DA SILVA**

**COORIENTADOR**

**PROF. DR. ÁLVARO ALVARES DE CARVALHO CÉSAR SOBRINHO**

**MACEIÓ, AL**  
**NOVEMBRO - 2019**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S586a Silva, Carlos Antonio Fernandes da.  
Uma arquitetura de aplicação gamificada para o monitoramento e tratamento da doença renal crônica / Carlos Antonio Fernandes da Silva. – 2019.  
102 f. : il. color.

Orientador: Leandro Dias da Silva.  
Co-orientador: Álvaro Alvares de Carvalho César Sobrinho.  
Dissertação (mestrado em Informática) - Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Maceió, 2019.

Bibliografia: f. 94-102.

1. Arquitetura de *software*. 2. Gamificação. 3. Insuficiência renal crônica.  
I. Título.

CDU: 004.4:616.61



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS/UFAL  
Programa de Pós-Graduação em Informática - PPGI  
Instituto de Computação  
Campus A. C. Simões BR 104-Norte Km 14 BL 12 Tabuleiro do Martins  
Maceió/AL - Brasil CEP: 57.072-970 | Telefone: (082) 3214-1401



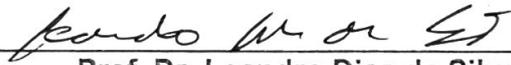
### Folha de Aprovação

Carlos Antonio Fernandes da Silva

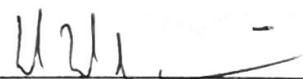
"Uma Arquitetura de Aplicação Gamificada para o Monitoramento e Tratamento da Doença Renal Crônica"

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 18 de novembro de 2019.

#### Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Leandro Dias da Silva  
UFAL – Programa de Pós-graduação em Informática  
Orientador

  
Prof. Dr. Álvaro Alvares de Carvalho César Sobrinho  
UFAL – Programa de Pós-graduação em Informática  
Coorientador

  
Prof. Dr. Leonardo Melo de Medeiros  
UFAL – Programa de Pós-graduação em Informática  
Examinador Interno

  
Prof. Dr. Lenardo Chaves e Silva  
UFERSA – Universidade Federal Rural do Semiárido

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar saúde e a oportunidade de realizar este sonho.

Agradeço a minha mãe e minha avó, Maria de Fátima e Enaura Silva, por ter me criado e me ensinado os princípios básicos de um ser humano educado e fiel aos princípios da boa convivência em sociedade.

Agradeço ao meu irmão Leonardo Victor pelo exemplo de profissional, de cidadão e de irmão, por quem eu torço muito pelo sucesso.

Agradeço aos meus tios, Maria Betânia e José Carlos pelas palavras de incentivos, pelo exemplo de ser humano e pela ética que sempre demonstraram.

Agradeço aos meus orientadores, Álvaro Alvares de Carvalho César Sobrinho e Leandro Dias da Silva, pela disponibilidade, paciência e por acreditarem no trabalho que poderia ser desenvolvido. Agradeço também pela disponibilidade dos membros da banca avaliadora.

Agradeço aos meus amigos, Clécia Pinheiro, Adriana Martins, Hugo Maia e Rodrigo Maia pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas de sala, sabemos que essa caminhada seria bem mais difícil se não pudéssemos contar uns com os outros.

## Resumo

A Doença Renal Crônica (DRC) é caracterizada pela necessidade de tratamento permanente e contínuo. Considerando dados disponibilizados em 2017 pela Sociedade Brasileira de Nefrologia, o número total estimado de pacientes em tratamento de diálise no Brasil foi de 126.583. Neste contexto, encontram-se no mercado algumas aplicações computacionais com foco no apoio ao tratamento terapêutico da DRC. Porém, até o presente momento, não foi constatada na literatura nenhuma arquitetura de software considerando os diversos estágios que o portador da DRC pode apresentar, buscando a mudança de estilo de vida de pacientes pela realização de incentivos e atividades associadas às recomendações de nefrologistas. Diante deste cenário, a gamificação é uma ferramenta útil para a disponibilização de mecanismos dos jogos para incentivar a adesão de pacientes ao tratamento de DRC, proporcionando desafios e recompensas no mundo real, de maneira similar a um jogo digital. Neste trabalho é apresentada uma arquitetura de aplicação gamificada com foco no monitoramento e tratamento da DRC em diferentes estágios. Componentes arquiteturais foram identificados por meio de uma abordagem extrativa e incorporados como parte da arquitetura definida. Uma avaliação da arquitetura foi realizada com profissionais da área da saúde e um desenvolvedor de software, com uma abordagem baseada em cenários. Um protótipo de aplicação foi implementado utilizando tecnologias Web para apresentar um cenário de uso da arquitetura proposta.

**Palavras-chave:** Arquitetura de Software, Gamificação, Doença Renal Crônica

## **Abstract**

Chronic Kidney Disease (CKD) is characterized by the need for permanent and continuous treatment. Data available in 2017 by the Brazilian Society of Nephrology, the estimated total number of patients undergoing analytical treatment in Brazil, were 126,583. In this context, we address some computational applications focusing on supporting the therapeutic treatment of CKD. However, to date, no software architecture has been found in the literature, considering the various factors that CKD patients may exhibit, seeking a change in the lifestyle of patients by conducting incentives and activities related to the evaluation of nephrologists. Against this background, gamification is a useful tool for providing game mechanisms to encourage patients to adhere to DRC treatment, challenges, and real-world rewards, similar to a digital game. In this paper, a gamified application architecture project is published focusing on the monitoring and treatment of DRC at different stages. Architectural components were used by an extractive and embedded approach as part of the defined architecture. An architecture assessment was conducted with healthcare professionals and a software developer with a scenario-based approach. An application prototype was implemented using web technologies to present a scenario of using the proposed architecture.

**Keywords:** Software Architecture, Gamification, Chronic Kidney Disease

## Lista de Figuras

1	Tela das páginas (a) <i>Challenges</i> e (b) <i>Medals</i> na aplicação <i>The Heart Game</i> .	12
2	Amostra de tela da aplicação <i>Runkeeper</i> .	13
3	Tela de recompensa aos usuários com pontos e um sistema de níveis na aplicação <i>Heart's Medicine</i> .	14
4	Tela de recompensa aos usuários por cumprir metas e desafios na aplicação <i>Samsung Health</i> .	16
5	Diálise Peritoneal.	28
6	Esquema do processo de desenvolvimento usado para o projeto da arquitetura	39
7	Diagrama de caso de uso	41
8	Inserção de um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 1 da DRC.	46
9	Inserção de um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 2, 3A ou 3B da DRC.	47
10	Inserção de Um Novo Plano de Tratamento Voltado para Pacientes no Estágio 4 da DRC.	47
11	Inserção de um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 5 da DRC	48
12	Módulos mais externos.	49
13	Padrão arquitetural	51
14	Lista de submódulos do módulo modelo de gamificação	52
15	Tipos de Tratamentos da DRC.	54
16	Lista de submódulos do módulo controle de gamificação	55
17	Lista de submódulos do módulo interface de gamificação	57
18	Lista de Composição Geral do Módulo Modelo de Gamificação	60
19	Lista de Composição Geral do Módulo Controle de Gamificação.	63
20	Lista de Composição Geral do Módulo Interface de Gamificação.	65
21	Esquema de geração de aplicações	67
22	Visão de uso entre submódulos	70

23	<b>Visão em camadas</b> . . . . .	72
24	<b>Diagrama de classes e suas interfaces</b> . . . . .	73
25	<b>Cenários de modificabilidade e escalabilidade</b> . . . . .	82
26	<b>Tela inicial do protótipo</b> . . . . .	84
27	<b>Tela com as missões destruídas na trilha</b> . . . . .	85
28	<b>Tela de níveis e barra de progresso</b> . . . . .	86
29	<b>Tela para seleção do estágio da DRC</b> . . . . .	87
30	<b>Tela para seleção do estágio da DRC</b> . . . . .	88
31	<b>Exemplo de questão do SUS.</b> . . . . .	89
32	<b>Médias calculadas das respostas dos participantes para cada questão.</b> .	91

## Lista de Tabelas

1	Estágios da DRC . . . . .	22
2	Comparação dos trabalhos relacionados. . . . .	36

## **Lista de Siglas e Abreviaturas**

DRC - Doença Renal Crônica

TICs - Tecnologias de Informação e Comunicação

API - *Application Programming Interface*

KDIGO - *Kidney Disease: Improving Global Outcomes*

NKD - *National Kidney Foundation*

TFG - Taxa de Filtração Glomerular

TADE - Transtornos de Ansiedade, Depressão e Estresse

DCNT - Doenças Crônicas Não Transmissíveis

TR - Transplante Renal

DP - Diálise Peritoneal

TRS - Terapia Renal Substitutiva

OMS - Organização Mundial da Saúde

RAC - Relação Albuminúria Creatininúria

MS - Ministério da Saúde

UBS - Unidade Básica de Saúde

PNI - Programa Nacional de Imunização

XML - *Extensible Markup Language*

SUS - *System Usability Scale*

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	3
1.2	Problemática . . . . .	4
1.3	Objetivos . . . . .	5
1.4	Contribuições . . . . .	5
1.5	Estruturação da Dissertação . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Gamificação</b>	<b>7</b>
2.1	Motivação Intrínseca e Extrínseca . . . . .	9
2.2	Elementos de Gamificação . . . . .	10
2.2.1	Distintivos . . . . .	11
2.2.2	Classificações . . . . .	11
2.2.3	Pontos e Níveis . . . . .	12
2.2.4	Desafios e Missões . . . . .	15
2.2.5	Laços de Engajamento Social . . . . .	16
2.3	Personagens Virtuais e Saúde . . . . .	17
2.4	Gamificação e Doenças Crônicas . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Doença Renal Crônica</b>	<b>20</b>
3.1	Critérios . . . . .	21
3.2	Classificação e Estágios . . . . .	22
3.3	Fatores de Risco . . . . .	24
3.4	Fisiopatologia . . . . .	25
3.5	Progressão . . . . .	26
3.6	Sintomas . . . . .	26
3.7	Terapia Conservadora e Controle . . . . .	27
3.7.1	Terapia Renal Substitutiva . . . . .	28
3.7.2	Díalise Peritoneal . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>30</b>
4.1	<i>Octopus: A Gamification Model to Aid in Ubiquitous Care of Chronic Diseases</i>	30

4.2	Uma Arquitetura para Desenvolvimento de Aplicações Gamificadas para Suporte ao Paciente com Alzheimer . . . . .	31
4.3	<i>iAware</i> - Um Modelo para Cuidado Ubíquo de Pacientes com Transtornos de Ansiedade, Depressão e Estresse Utilizando Gamificação e Biodata . . . . .	33
4.4	Um <i>Framework</i> para Desenvolvimento de Aplicações Gamificadas em Saúde . . . . .	34
4.5	Comparativo . . . . .	35
<b>5</b>	<b>Arquitetura Proposta</b>	<b>37</b>
5.1	Visão Geral do Processo de Desenvolvimento Utilizado . . . . .	38
5.2	Envolvidos no Projeto . . . . .	40
5.3	Requisitos Elicitados . . . . .	40
5.3.1	Caso de Uso 01: Gerar Trilha . . . . .	41
5.3.2	Caso de Uso 02: Gerar Avatar . . . . .	42
5.3.3	Caso de Uso 03: Gerar <i>Chatbot</i> DRC . . . . .	42
5.3.4	Caso de Uso 04: Inserir Novo Plano de Tratamento Personalizado . . . . .	42
5.3.5	Caso de Uso 05: Gerar Pontuação . . . . .	43
5.3.6	Caso de Uso 06: Inserir Novo Plano de Tratamento Padrão . . . . .	43
5.3.7	Caso de Uso 07: Gerar Controle de Consumo de Sal . . . . .	43
5.3.8	Caso de Uso 08: Gerar Classificação . . . . .	43
5.3.9	Caso de Uso 09: Gerar Resumo de Distintivos . . . . .	43
5.3.10	Caso de Uso 10: Gerar Níveis e Barra de Progresso . . . . .	44
5.3.11	Caso de Uso 11: Gerar Escolha do Melhor Tratamento . . . . .	44
5.3.12	Caso de Uso 12: Gerar Desafios e Missões . . . . .	44
5.4	Requisitos Não Funcionais . . . . .	45
5.4.1	Inserir um Novo Plano de Tratamento Voltado para Pacientes no Estágio 1 da DRC . . . . .	45
5.4.2	Inserir Novo Plano de Tratamento Voltado para Paciente no Estágio 2, 3A e 3B da DRC . . . . .	46
5.4.3	Inserir Plano de Tratamento Voltada para Paciente no Estágio 4 da DRC . . . . .	46

5.4.4	Inserir Novo Plano de Tratamento Voltada para Paciente no Estágio 5 da DRC . . . . .	47
5.5	Projeto da Arquitetura . . . . .	48
5.5.1	Visão de Decomposição de Módulos . . . . .	49
5.5.2	Esquema de Geração de Aplicações . . . . .	67
5.5.3	Descrição do Arquivo XML Gerado . . . . .	68
5.5.4	Visão de Uso entre Submódulos . . . . .	69
5.5.5	Visão em Camadas . . . . .	71
5.5.6	Visão de Estrutura em Classes . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Avaliação da Arquitetura</b>	<b>72</b>
6.1	Método de Avaliação . . . . .	74
6.2	Aplicação da Avaliação . . . . .	77
6.3	Demonstração da Arquitetura para os Envolvidos . . . . .	78
6.4	Avaliação dos Requisitos e Cenários de Uso . . . . .	81
6.5	Implementação do Protótipo . . . . .	83
6.5.1	Implementação de um Sistema de Apoio ao Portador de DRC Estágio 1 . . . . .	83
6.5.2	Avaliação do Protótipo . . . . .	87
6.5.3	Análise do SUS . . . . .	90
<b>7</b>	<b>Conclusões e Trabalhos Futuros</b>	<b>92</b>

# 1 Introdução

A gamificação é o uso de mecânicas dos jogos para gerar empenho e envolvimento por parte do usuário, fazendo com que a realização de tarefas se torne mais atrativo [1]. Em termos gerais, a utilização da gamificação está atrelada a experimentação do usuário de um produto, através da criação de um ambiente que possibilite a sensação de bem estar, permita o desenvolvimento de talentos e habilidades, e, que, diante de cada desafio ou ação realizada, estejam associadas premiações e recompensas virtuais ou físicas [2].

A utilização de dispositivos, como, por exemplo, *notebooks* e *smartphones*, aliada com procedimentos de cuidados com a saúde e aplicações de software baseadas nos conceitos de gamificação, é uma possível abordagem para o aprimoramento dos índices de prevenção de doenças, diagnósticos precoces e suporte ao tratamento de doenças previamente diagnosticadas.

Aplicações de software relacionadas com os cuidados com a saúde e para a alteração do comportamento de usuários com relação à adesão ao tratamento de uma doença específica são exemplos de como a gamificação vem ganhando espaço no cenário atual. O *Runkeeper* [3], *The Heart Game* [4], *Heart's Medicine: Time to Heal* [5] e *Samsung Health* [6] são algumas das aplicações existentes no mercado que aplicam a gamificação no contexto da saúde. Precauções com a saúde e a prática de exercícios, realizar uma alimentação balanceada e o combate aos distúrbios do sono são exemplos de resultados que podem ser obtidos através de mudanças comportamentais. Partindo do princípio que a gamificação causa mudanças de conduta, a realização da gamificação auxilia a adoção de novos costumes [7]. Devido à utilização dos mecanismos dos jogos, como distintivos, classificações, pontos e níveis, desafios e missões, laços de engajamento social e personagens virtuais, o desenvolvimento de atividades de cuidado com a saúde transforma-se em algo muito mais simples e animado. Por exemplo, a mudança de comportamento está atrelada aos tipos de motivação que o usuário pode realizar durante o tratamento de alguma enfermidade.

Segundo Kapp [8], existem duas motivações: motivação intrínseca e motivação extrínseca. Por um lado, a motivação intrínseca está atrelada a modificação do comportamento de uma maneira mais relevante do que a motivação extrínseca, uma vez que está associada ao prazer interno de quem está realizando uma determinada tarefa. A alteração de práticas

relativas aos cuidados com a saúde é um exemplo de motivação intrínseca. Por outro lado, a motivação extrínseca está relacionada a recompensas virtuais ou físicas ligadas a execução de obrigações. É um impulso menos duradouro, porém mais rápido de ser alcançado. Para uma mudança de comportamento ligado a saúde deve-se buscar uma associação das duas motivações [7].

Com o avanço de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), cada vez mais pessoas vem demonstrando interesse pelo monitoramento da saúde a partir de dispositivos médicos eletrônicos [9]. Com o avanço do acesso a Internet nas partes mais remotas do planeta e cada vez mais pessoas consumindo os recursos da Web, a mudança de comportamento ligado à saúde a partir da aplicação de gamificação apresenta um público alvo cada vez maior e passível de aderir às novas tecnologias [10] [11].

As doenças crônicas vêm apresentando um índice crescente de incidência, à medida que as pessoas estão vivendo mais. O aumento de expectativa de vida tem ocorrido devido, principalmente, ao fato da população mundial estar se alimentando melhor, melhores condições de saneamento, surgimentos de novos tratamentos e avanços médicos, o que, conseqüentemente, resulta na diminuição de índices de mortalidade [12].

Uma vez diagnosticado com uma doença crônica, o portador necessita reformular seus hábitos, realizando, por exemplo, controle nutricional e exercícios físicos. Este tipo de atividade é geralmente realizada em busca de evitar que a doença evolua para quadros mais complexos. Além disso, parte crucial do tratamento é constituída pelo cuidador do paciente (normalmente um familiar), estimulando-o a realizar o tratamento da forma indicada pelo médico [12]. O foco com o presente trabalho está em auxiliar o projeto de aplicações de software para o monitoramento e tratamento da Doença Renal Crônica (DRC).

Um indivíduo é diagnosticado com DRC quando apresenta dano renal ou Taxa de Filtração Glomerular (TFG)  $< 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$  por 3 meses ou mais [13]. Esta doença crônica decorre de diversas circunstâncias ambulatoriais, sendo hipertensão e diabetes os principais fatores de risco para o desenvolvimento da DRC. É uma doença com conseqüências no mundo inteiro, na qual a prevenção da progressão da doença pode ocorrer uma vez que a DRC é detectada em estágios iniciais.

A DRC é uma doença onde o paciente só demonstra sintomas quando em um estágio avançado. É difícil realizar o diagnóstico precoce e dar inicio a terapia conservadora quando

os rins ainda não estão em uma etapa avançada de degradação. No Brasil, a doença tem apresentado crescente incidência, mortalidade elevada e custos altos. O envelhecimento e o aparecimento de doenças cardiovasculares são outros exemplos de fatores que aumentam os riscos do desenvolvimento de DRC [14].

Na prevenção da DRC, estratégias que permitam o auto-monitoramento do risco de DRC por usuários fora de um ambiente de saúde podem ser adotadas. Testes de rastreamento relacionados ao diagnóstico da doença podem ser realizados; além do gerenciamento de medicamentos, alergias e exames; histórico de análises de risco para DRC; monitoramento da pressão arterial e avaliação do risco de DRC [15].

Evitar que a DRC possa progredir e debilitar o quadro de saúde do paciente exige que o portador aceite e insira na sua rotina diária os apontamentos médicos e as mudanças no estilo de vida recomendados, incluindo a adesão à medicação, alteração do estilo de vida e adequação nutricional [16].

Como descrito anteriormente, a gamificação tem se mostrado uma alternativa viável na tentativa de aumentar a motivação das pessoas [9]. A aplicação de mecanismos de gamificação para prevenção e tratamento da DRC pode contribuir para incrementar os efeitos terapêuticos positivos.

## **1.1 Motivação**

Os hábitos adotados por uma pessoa podem gerar alterações metabólicas ou fisiológicas que formam motores de riscos para o desenvolvimento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DNCT). A ausência de prática de atividade física, o tabagismo, a falta de nutrição equilibrada, entre outros, podem levar ao desenvolvimento de hipertensão arterial, obesidade e diabetes mellitus, que devem ser controlados na prevenção do desenvolvimento de casos da DCNT [17].

Diversas DCNT podem ser apontadas como causas da DRC. Segundo dados da Sociedade Brasileira de Nefrologia, a hipertensão arterial, o diabetes e as glomerulopatias são as principais doenças que levam um paciente a realização de diálise no Brasil [18]. Esses dados podem ser percebidos também em censos realizados em outros países [19] [20] [21], que apresentam essas doenças como causas da necessidade de hemodiálise ou diálise peritoneal pelos portadores da DRC.

A intervenção para DRC deve ser constante, uma vez que não possui cura. Portanto, é necessário que o paciente tenha ciência da sua natureza clínica. A obtenção de informações sobre as características da doença como, por exemplo, os tipos de tratamento, instruções sobre a forma correta de utilização de equipamentos de hemodiálise ou diálise peritoneal e as indicações nutricionais recomendadas, são mecanismos que colaboram para uma melhor qualidade de vida do paciente [22] [23] [24] [11].

A DRC pode ser classificada em estágios de acordo com a avaliação, além de diretrizes médicas, tais como as diretrizes para a DRC disponibilizadas pela *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO) [13]. Na diretriz da KDIGO para avaliação de risco da DRC, a doença é classificada em 6 estágios de acordo com a Taxa de Filtração Glomerular (TFG) (*i.e.*, estágios G1, G2, G3a, G3b, G4, G5) e 3 estágios de acordo com a albuminúria (*i.e.*, estágios A1, A2, A3). Estes estágios são combinados para a definição de 4 níveis de risco da DRC: risco baixo, risco moderado, risco alto e risco muito alto.

O paciente portador da doença necessita de diferentes tratamentos e abordagens médicas considerando o estágio e nível de risco apresentado. Uma arquitetura de componentes pode permitir o desenvolvimento de novas aplicações baseadas no quadro de saúde atual do paciente.

Neste estudo é proposta uma arquitetura de aplicação gamificada para o tratamento e monitoramento da DRC. Neste contexto, a arquitetura proposta precisa da inserção de alguns dados para o seu correto funcionamento. O cuidador, especialista da área da saúde, normalmente um médico, através de consulta médica, descreve o estágio atual da DRC do portador da doença. Estes dados são inseridos em uma instância da arquitetura pelo ator desenvolvedor para gerar uma aplicação gamificada com foco no estágio da DRC identificado.

## 1.2 Problemática

O portador da DRC, ao ser diagnosticado com a doença, precisa aderir a um estilo de vida diferente. Modificações na alimentação, adesão à prática de exercícios físicos e o uso de medicação são alguns exemplos de alterações na rotina do paciente [25].

A classificação nos estágios 1, 2, 3a, 3b, 4 e 5, segundo o ministério da saúde [26], indica que para cada estágio da doença existe um tratamento indicado. Assim, baseando-se na terapia com o uso de uma aplicação de software para dar suporte ao tratamento, seriam

necessários diferentes módulos de software para cada estágio da doença.

Em uma abordagem tradicional de projeto arquitetural, seriam necessários diferentes projetos para diferentes aplicações, aumentando custos e tempo de desenvolvimento. Assim, é desenvolvido um único projeto arquitetural que suporte as diferentes aplicações para os estágios existentes na DRC, incorporando características, como, por exemplo, reusabilidade de módulos, modificabilidade e escalabilidade funcional.

Desta forma, com este trabalho busca-se responder a questão de como disponibilizar uma arquitetura, dividida em módulos, que faz uso de gamificação, para motivar a alteração do comportamento, e se apliquem ao suporte terapêutico dos pacientes diagnosticados com DRC?

### **1.3 Objetivos**

O objetivo com este trabalho é auxiliar na elaboração de aplicações gamificadas de suporte a terapia e o automonitoramento da DRC, motivando os pacientes a efetuar as atividades terapêuticas. Para alcançar este objetivo principal, os seguintes objetivos específicos foram realizados:

- Elicitar e especificar requisitos para aplicações com foco na DRC;
- Identificação de componentes arquiteturais de aplicações gamificadas para o monitoramento e tratamento de pacientes com DRC;
- Projetar uma arquitetura de software;
- Avaliar a arquitetura definida;
- Implementar um protótipo de aplicação, voltado para o estágio 1 da DRC, como cenário de uso e de avaliação da arquitetura proposta.

### **1.4 Contribuições**

As principais contribuições obtidas com a realização deste trabalho são destacadas a seguir:

- Projeto de uma arquitetura de aplicações gamificadas para o monitoramento e tratamento da DRC, com a disponibilização de artefatos na forma de componentes de software agrupados em módulos.
- Disponibilização de um protótipo de aplicação desenvolvido com base na arquitetura proposta, voltado para o estágio 1 da DRC.

## 1.5 Estruturação da Dissertação

Esta dissertação é composta por oito capítulos. No Capítulo 2 é apresentado o conceito de gamificação, incluindo os elementos de gamificação e o uso da gamificação no auxílio a mudança dos hábitos de saúde. No Capítulo 3 são descritos os conceitos sobre a DRC, o acompanhamento da evolução do paciente e os tratamentos disponíveis atualmente. No Capítulo 4 são discutidos os trabalhos relacionados, pesquisas desenvolvidas para o desenvolvimento de arquiteturas ou *frameworks* gamificados voltados para o suporte ao tratamento de doenças crônicas. No Capítulo 5 é apresentada a arquitetura de aplicações gamificadas voltadas para pacientes com DRC. No capítulo 6 é descrita a avaliação da arquitetura e a implementação de um protótipo de aplicação. Por fim, no Capítulo 7 são descritas as conclusões, limitações e trabalhos futuros.

## 2 Gamificação

A Gamificação pode ser comparada com alguns conceitos relacionados e que são classificados e definidos por Deterding *et al.* [1]. Segundo os autores, podem ser listados três fluxos principais relacionados a jogos: os jogos difundidos, o uso de jogos em um contexto não relacionado a jogos, e a interação lúdica. Dentro dessas três categorias vão existir subdivisões como os jogos de saúde, jogos persuasivos, jogos de realidade alternativa, dentre outros.

Dados de 2011 do Gartner [27] já apontavam a Gamificação como uma tendência para os anos seguintes. Dentro do seu *Ciclo de Hype* a Gamificação se apresentava como uma tendência para os cinco a dez anos seguintes. Ainda segundo o Gartner [27], em 2012, das empresas que faziam parte da Global 2000, lista da Forbes com o indicador das principais empresas públicas do mundo, 20% já tinham implantado alguma aplicação gamificada e com uma tendência de que até o ano de 2014 esse número cresceria para 70%. A Gamificação é aplicada nas áreas de produtividade, finanças, saúde, educação, entretenimento, dentre outras [1].

O princípio central da gamificação está associado à mudança de comportamento das pessoas. Como esta mudança está associada a motivação e ao estudo do comportamento, a aplicação das teorias da psicologia está ligada ao entendimento dos efeitos da gamificação [28].

Alguns trabalhos na literatura tem associado à Gamificação com teorias da psicologia. Por exemplo, na publicação de Hamari e Koivisto [29], é apresentado um estudo numa abordagem de contexto de utilização de exercício físico com interação com as redes sociais. Os autores relatam algumas teorias da psicologia como base para o estudo dos efeitos da gamificação, como a teoria do Comportamento Planejado, as teorias sobre Influência Social, Reconhecimento e Benefícios Recíprocos, e o paradigma de Exposição de Rede.

No trabalho de Kamal *et al.*, os autores apresentam uma aplicação que busca atingir uma vida saudável através da mudança de comportamento. Nele os autores citam a teoria Cognitiva Social, a teoria da Auto-Eficácia e a Teoria dos Usos e Gratificações. Com base nos fatores das teorias e paradigmas apresentados, foram projetados elementos de design da Gamificação. Os autores apontaram a hipótese de que os princípios dessas teorias modificam

a atitude de maneira favorável.

A gamificação tem ganhado destaque recentemente, sendo uma técnica com foco na aplicação de mecânicas de jogos a contextos não relacionados a jogos. O objetivo principal é o engajamento do usuário e a inserção de atividades divertidas em rotinas do mundo real, além de obter ganhos motivacionais e cognitivos [1].

Para Burke [30] a gamificação é a aplicação de projeto de experiência digital e de mecânicas dos jogos buscando envolver as pessoas em busca de metas. Mecânica de jogos são as peças chave dos jogos digitais, os componentes que se fazem presentes na maioria dos roteiros eletrônicos, como, por exemplo, pontos, *ranks* ou medalhas. Já o projeto de experiência digital é a rota que os jogadores precisam cumprir para atingir determinados objetivos, normalmente composta por uma série de etapas, devendo o usuário realizar as tarefas apresentadas seguindo uma cronologia ou não, a interpretação dos desafios propostos. É apresentado para o usuário um cenário virtual e o reconhecimento do universo que está inserido, ou seja, a interpretação dos objetivos da aplicação e as consequências do seu uso na sua vida diária.

No contexto da saúde, gamificar também pode ser definido como a busca por uma vida mais saudável ou a realização de tratamentos terapêuticos dentro do mundo digital [31]. É a técnica de execução de ações orientadas para a preservação de uma vida com saúde, através de uma alimentação balanceada e indicada por um nutricionista, ingestão de medicamentos de maneira correta e nos horários indicados. Portanto, é a modificação da atenção a saúde em uma espécie de videogame, com prêmios e de uma forma divertida [9].

A gamificação vem sendo aplicada em muitas circunstâncias, nas quais características como motivação, envolvimento, concentração e mudanças comportamentais tem chamado a atenção para pesquisas na área. Por exemplo, em Silva *et. al.* [32] são apresentadas as potencialidades que o uso da ferramenta gamificada *The Huxley*<sup>1</sup> pode desencadear quando aplicada em uma situação específica (e.g., alunos de um curso técnico em informática para Internet). O *The Huxley* é uma ferramenta virtual que implementa mecanismos de gamificação para dar suporte ao aprendizado de programação por alunos de cursos técnicos.

Gamificação surgiu a partir da observação de jogos eletrônicos e de como os jogadores se mostravam envolvidos e concentrados na realização das atividades dos jogos. A partir

---

<sup>1</sup><https://www.thehuxley.com/>

dessa observação, alguns pesquisadores passaram a procurar entender as razões que levavam as pessoas a perder a noção do tempo, motivadas a atingir determinadas metas pessoais [33].

Motivação é a ação que intensifica o comportamento de uma pessoa em busca de resultados. Ela é fundamental para a promoção de qualquer atividade rotineira do indivíduo, e é um princípio básico do planejamento de metas. Essa ação pode ser estimulada nas pessoas de maneira intrínseca ou extrínseca [34, 7].

## 2.1 Motivação Intrínseca e Extrínseca

Por um lado, fatores externos despertam a motivação extrínseca. Exemplos incluem prêmios, *ranks*, competições com outros indivíduos, reconhecimento social ou até mesmo restrições negativas. Um sistema que encoraja a realização de metas, apresentando mudanças comportamentais, dedicação de tempo e esforço com reconhecimento apresentado em forma de recompensas pode ser chamado de plataforma de incentivo. Sistemas de milhas, premiação por metas de vendas atingidas e o pagamento de uma porcentagem da compra em busca da fidelização do cliente são modelos de recompensas como maneira de incentivo a motivação extrínseca.

No contexto da área de saúde, plataformas de redes sociais, por exemplo, podem ser utilizadas. Publicações e interações nas redes sociais possibilitam que um usuário compartilhe o seu progresso no tratamento. Assim, o usuário pode formar grupos com pessoas que estejam no mesmo estado de saúde e obter experiência de quem já passou com sucesso pelo tratamento terapêutico, gerando uma instigação e cooperação de forma extrínseca [35].

Por outro lado, a motivação intrínseca está relacionada a motivações e crenças pessoais, onde cada indivíduo tem a sua forma particular de ser atingido, tendo origem em seus princípios, opiniões e concepções sobre o mundo e sua cultura [35]. A motivação intrínseca proporciona um andamento demorado e contínuo de uma tarefa e permite que o indivíduo encontre-se em busca de melhorias constantes no decorrer da sua existência. Por exemplo, o episódio de um jogador desafiar um oponente de outro país ou região sem que isto proporcione uma premiação diferenciada, caracteriza uma motivação intrínseca.

Por exemplo, em um estudo realizado por Legault [36], os usuários pesquisados demonstraram motivações intrínsecas naturais na realização de ações que lhe sejam agradáveis ou que gerem alguma recompensa. A motivação intrínseca é mostrada como uma aptidão na-

tiva do ser humano. É notável também que o ambiente social tem um papel de destaque na apresentação da motivação intrínseca. Uma determinada pessoa ou grupo pode influenciar as demais pessoas, servindo de modelo ou exercendo interferência sobre o modo de agir, afetando a independência e habilidades desenvolvidas. A motivação intrínseca é mais evidente quando o indivíduo se encontra em um ambiente de pressão externa reduzida.

Um estudo sobre as motivações intrínseca e extrínseca apontou que, entre as duas, aquela que tem uma influência maior no processo de tomada de decisão do indivíduo é a motivação intrínseca [37]. Porém, o cenário é diferente quando existem influências e pressões sociais. Quando o indivíduo se encontra em um ambiente composto por recompensas e penas, a motivação será mais extrínseca [36]. Além disso, o mesmo autor declara que a harmonia entre as motivações é o que se deseja para que uma não torne menor a incidência da outra.

## 2.2 Elementos de Gamificação

A utilização de elementos de gamificação busca estimular o indivíduo a elaborar vivências benéficas, explorar habilidades pessoais, encorajar um maior convívio e contemplar fisicamente ou digitalmente por feitos atingidos [1]. É importante destacar que a gamificação não figura no desenvolvimento de jogos para lazer, mas sim na utilização dos mecanismos dos jogos para gerar envolvimento e engajamento na produção de campanhas e roteiros, na educação, na busca por maiores cuidados com a saúde, entre outros [11] [9]. Os recursos de gamificação, ou seja, as mecânicas baseadas nos jogos digitais são inseridas com o intuito de deixar a aplicação de mais fácil utilização e de melhor navegabilidade, além de trazer para o usuário momentos prazerosos com a realização de atividades que tragam prazer e satisfação [38].

Dentre os diversos mecanismos que compõem a gamificação e que podem ser encontrados em vários jogos, alguns destes são abordados e aplicados em situações motivacionais de usuários de aplicações e dispositivos de cuidado, autogestão e promoção da saúde no tratamento de doenças crônicas. Exemplos de mecanismos de gamificação que podem ser inseridos em aplicações gamificadas são: pontos, níveis, quadros de líderes, emblemas, desafios/missões, laços de engajamento social e personalização [38, 1]. Para demonstrar como os componentes de gamificação podem ser aplicados, a seguir é apresentada uma amostra de programas gamificados com foco em elementos utilizados.

### 2.2.1 Distintivos

Os feitos do indivíduo podem ser premiados com emblemas, troféus e outros [38]. Existem fundamentalmente dois tipos de emblemas: absoluto e relativo [11]. Os distintivos absolutos são fruto de realizações pessoais, sendo uma maneira de premiar o desempenho apresentado individualmente. Em contrapartida, os distintivos relativos são premiações em relação a outros competidores, ou seja, recompensas limitadas a uma pequena parte de um grupo, como em competições esportivas, onde apenas os primeiros colocados recebem medalhas [11].

Zichermann e Cunningham [38] relatam que os distintivos precisam ter um peso, e não podem recompensar atividades simples ou habituais. Eles devem ser apresentados previamente para o usuário, cada um com sua simbologia própria. Ao ser apresentado a um desafio, o usuário deve reconhecer a meta estabelecida e o distintivo associado. Os distintivos devem ser aplicados somente quando relacionados a uma tarefa com certa complexidade, evitando premiar ações negativas ou simples, como o usuário receber um prêmio mesmo sem realizar a tarefa por completo.

Por exemplo, *The Heart Game* [4] é uma aplicação para monitoramento de saúde que aplica medalhas e apresenta para o usuário o seu desempenho, permitindo que este possa comparar o seu progresso com os seus contatos nas redes sociais. As telas das páginas *Challenges* e *Medals* da aplicação *The Heart Game* são apresentadas na Figura 1. Esta aplicação utiliza princípios da gamificação para auxiliar pacientes cardíacos em seu processo de reabilitação, sendo projetado para ser usado logo após a alta do hospital. Todos os dias são apresentados elementos surpresas, quando os novos desafios aparecem na tela. Os crachás são concedidos para atingir objetivos. As realizações são coloridas e interagem com imagens diferentes em cada conquista. Existe também um número suficiente de crachás disponíveis para incentivar o uso contínuo para motivar o usuário a tentar ganhar todos eles.

### 2.2.2 Classificações

O elemento de gamificação, denominado de classificação, posiciona o indivíduo em um *rank* para comparar o seu desempenho com o de outros [11]. Além disso, permite medir o seu desempenho individual, dando um parâmetro do quão bem o usuário está usando a

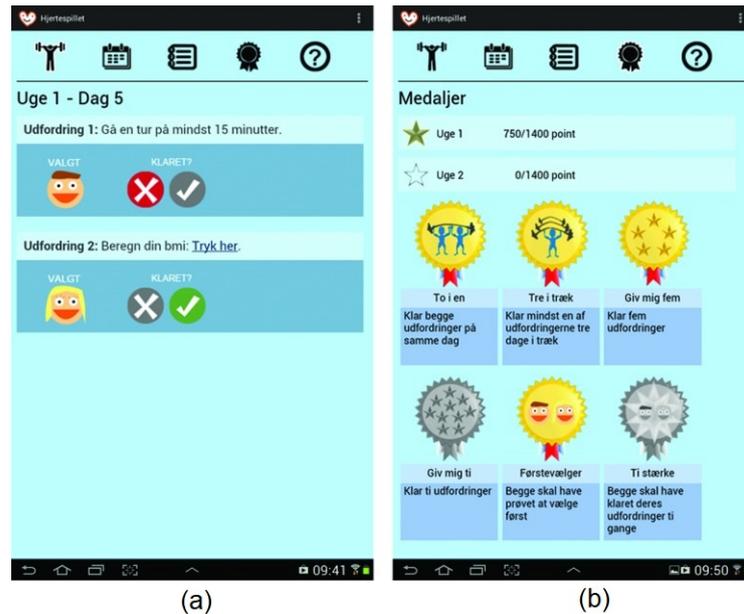


Figura 1: Tela das páginas (a) *Challenges* e (b) *Medals* na aplicação *The Heart Game*.

Fonte: Baseado em [4].

aplicação. Os usuários devem ter uma compreensão do que constitui sua posição no *rank* e quais ações podem ser tomadas para subir o placar com respeito aos seus pares.

O *RunKeeper* [3] é uma aplicação de corrida que permite realizar a medição do percurso percorrido através do sistema de posicionamento global, mais conhecido pela sigla GPS (em inglês *global positioning system*). Na Figura 2 são apresentadas amostras de telas da aplicação *RunKeeper*. O usuário deve realizar a atividade física em posse de um *smartphone* para calcular a quilometragem realizada. A aplicação permite que os usuários comecem e conduzam várias atividades diferentes, definam metas de adaptação e recebam desafios individualizados, conforme recomendado por meio da aplicação. O uso da aplicação possibilita a conexão com as redes sociais e a criação de uma competição e o ranqueamento entre amigos. Fazendo uso de um quadro de líderes, a posição na tabela de classificação tem uma representação por uma guia de código de cores de espectro verde para vermelho (verde escuro - mais ativo, vermelho escuro - menos ativo).

### 2.2.3 Pontos e Níveis

Existem formas distintas de motivar as pessoas, uma delas é através de situações práticas, permitir que possam atingir novos níveis e mantê-las emocionalmente encantadas a fim de

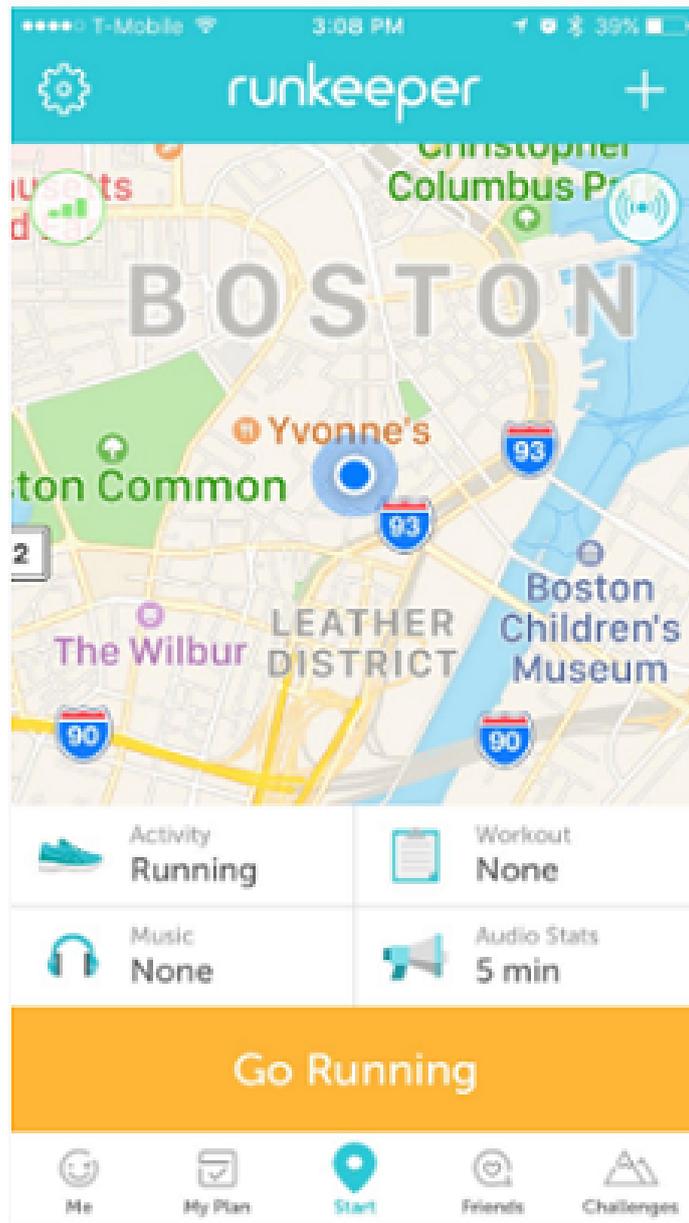


Figura 2: Amostra de tela da aplicação *Runkeeper*.

Fonte: Baseado em [3].

apresentar melhor desempenho [30].

Pontos e sistema de nivelamento são formas de noticiar o usuário sobre o seu progresso na aplicação e permitir que este possa evoluir [38]. À medida que o usuário tiver uma maior intimidade com os componentes apresentados e realizar as tarefas, é possível subir de nível e estar entre as primeiras colocações no *rank*. Essa prática de evolução progressiva tem tendência para apresentar um ecossistema aderente à comunicação e troca de experiências

entre usuários mais antigos e os novos [11].

O sistema de pontos e nivelamento permite que o usuário inicie de um nível básico, por exemplo, “nível 1 ou inicial”, que pode exigir um esforço mínimo, e a realização de atividades mais simples na aplicação, passando, posteriormente, para cada nível subsequente, aumentando cada vez mais a dificuldade.

A aplicação *Heart's Medicine: Time to Heal* [5] permite que os usuários possam vivenciar o ambiente de um ambulatório médico, conforme visto na Figura 3. O usuário pode assumir as atribuições de uma personagem que precisa lidar com os pacientes de um hospital, colocando pacientes para receber soro, realizar a medição da temperatura corporal, realizar pequenos procedimentos de cuidados com a saúde, como aplicações de curativos adesivos, ou o procedimento de limpeza corporal dos pacientes. À medida que o usuário cumpre com tarefas apresentadas, a aplicação atribui pontos que levam a mudanças de níveis. O usuário é apresentado a um painel com a pontuação da tarefa, de acordo com a quantidade de atividades executadas com sucesso e o número de pacientes atendidos em um tempo estipulado.



Figura 3: Tela de recompensa aos usuários com pontos e um sistema de níveis na aplicação *Heart's Medicine*.

Fonte: Baseado em [5].

#### 2.2.4 Desafios e Missões

A apresentação de uma trilha, com desafios e missões, faz com que os usuários possam visualizar um caminho a ser percorrido e possam enxergar o seu progresso e a meta estabelecida pela aplicação. A maioria dos mecanismos de gamificação não teriam significado para um usuário na falta de uma narrativa, pontos de verificação, gráficos que demonstrem as atividades já realizadas e aquelas a serem propostas. Estes são elementos essenciais para que o usuário possa perceber a sua posição no roteiro apresentado [38]. Desafios e missões são técnicas efetivas para estimular outras mecânicas de gamificação. Aconselha-se que existam opções diferentes de desafios, de fácil acesso para o usuário tentar, e que a aplicação apresente mecanismos educativos que permitam aprender a utilizar a ferramenta de maneira mais confortável.

Um exemplo de aplicação é o *Samsung Health* [6]. Conforme apresentado na Figura 4, é uma aplicação gratuita que permite que o usuário possa monitorar alguns dados da vida diária, contribuindo para o bem-estar, como atividade física, dieta e sono. A aplicação permite medir passos por sistema pendular (pedômetro), obter resumos semanais de tempo de atividade ativa, monitoramento dietético (calorias e nutrientes absorvidos), rastreamento de peso e monitoramento do sono.

O usuário é constantemente desafiado a realizar alguns desafios e atingir metas, sendo a maior parte destas estabelecidas segundo padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>2</sup>. O usuário é motivado a realizar ao menos 60 minutos diários de atividades, dar no mínimo 6 mil passos dentro da sua rotina diária, além de indicar a quantidade de calorias gastas e o percurso percorrido em quilômetros. Também é possível monitorar a quantidade de calorias consumidas na alimentação do dia e a quantidade de sono por noite. A aplicação também permite que os usuários participem de desafios globais, que são atividades de um mês de duração e com objetivos estabelecidos, como a execução de 200 mil passos. Existe um selo para cada conquista atingida nos desafios globais e cada desafio é representado por um animal.

---

<sup>2</sup><https://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>

### 2.2.5 Laços de Engajamento Social

No contexto da saúde, a inserção das redes sociais, como o Facebook<sup>3</sup> e o Twitter<sup>4</sup>, na rotina do paciente possibilita que este troque informações e dados com outros indivíduos que compartilham o mesmo quadro de saúde, ajudando no estímulo a continuidade do tratamento [11]. Os laços de engajamento social desenvolvidos através das mídias sociais podem ser visualizados de duas maneiras importantes. Na primeira, os usuários podem publicar os seus triunfos e informações da evolução na aplicação e buscar ajuda de outros usuários em relação à realização de tarefas semelhantes. Na segunda, os laços possibilitam uma maior integração entre usuários existentes e na inserção de novos usuários que podem ser convidados para participarem da aplicação através das redes de interação, reproduzindo esse ciclo de engajamento social [38].

Zichermann e Cunningham [38] apontam que a experiência dos primeiros minutos de

<sup>3</sup><https://pt-br.facebook.com>

<sup>4</sup><https://twitter.com/>

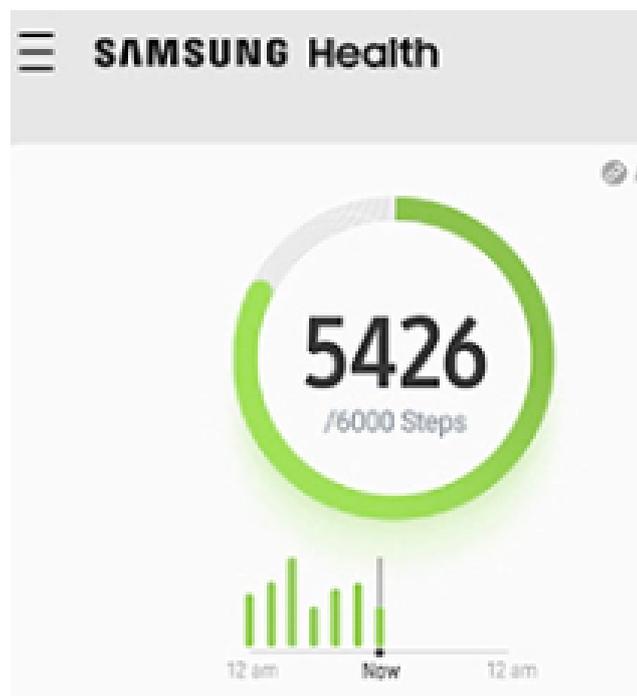


Figura 4: Tela de recompensa aos usuários por cumprir metas e desafios na aplicação *Samsung Health*.

Fonte: Baseado em [6].

um usuário determina se este irá continuar a fazer uso da aplicação ou se perderá o interesse. Uma maneira útil de auxiliar o usuário na navegação e no entendimento da aplicação são os tutoriais, que visam diminuir a ocorrência de desistências de uso e podem ser apresentados a partir de interfaces estáticas ou animadas. Se o tutorial puder educar o usuário sobre seu estado de saúde, inserindo o sentido das ações que estão realizando ao utilizar a aplicação, isso pode instruir melhor sobre a doença tratada e as informações das medicações e tratamento.

Como outro exemplo, *O Heart's Medicine* [5] aproveita os laços de engajamento social e a integração com as mídias sociais. A aplicação apresenta a possibilidade de o usuário compartilhar os seus avanços com amigos na Internet. O usuário pode pressionar um botão que permite a integração com o Facebook e compartilhar imagens das suas conquistas. Além disso, a aplicação apresenta um botão "como jogar", que apresenta algumas telas para o usuário e um tutorial das atividades que devem ser desenvolvidas pela personagem da aplicação, instruindo o usuário sobre a melhor maneira de cumprir as atividades apresentadas.

Considerando novamente a aplicação Samsung Health [6], são apresentados desafios ao usuário integrados com as redes sociais de passos e corrida. Os usuários acompanham e postam seu progresso nas redes sociais, e podem ver como eles se saíram em comparação com seus colegas por meio de um placar personalizado. O ciclo de engajamento social que estimula os usuários a inserir seus perfis de mídia social, juntamente com desafios personalizados, ajuda a facilitar a inclusão, convidando amigos e colegas para ingressar em sua rede personalizada.

### 2.3 Personagens Virtuais e Saúde

O avatar, ou personagem virtual, é um dos elementos de gamificação de maior relevância devido ao laço que é construído e a proximidade que se cria com o usuário. O avatar é a maneira como o usuário gostaria de ser visto perante a comunidade, uma personificação do seu ser virtual [39].

Para psicólogos, são reconhecidos os efeitos da ligação entre cuidar de algo, real ou virtual (*e.g.*, um animal virtual, um robô e uma boneca), e a motivação para realizar as tarefas do mundo concreto. Estudos demonstram que os cuidados aplicados a um ser virtual, como atenções a saúde, acabam surtindo efeitos positivos na saúde física e no conforto da mente dos cuidadores [23].

Diversas pesquisas vêm sendo aplicadas buscando unir os cuidados com um personagem virtual e a motivação para mudanças com hábitos de saúde no mundo real. O trabalho Habitica [40], por exemplo, é uma aplicação que permite transformar hábitos da vida real em um jogo, possibilitando o usuário receber prêmios ou punições de acordo com a realização ou não de tarefas. O Habitica auxilia a conclusão de metas e objetivos para tornar as pessoas mais saudáveis. Uma das características marcantes da aplicação é a possibilidade de personalização de uma avatar de acordo com as características do usuário.

## 2.4 Gamificação e Doenças Crônicas

Quando as pessoas não demonstram muita atenção em relação aos cuidados com a própria saúde, a tendência é de que venham a desenvolver mais problemas do que as que se cuidam. Essas pessoas que não buscam fazer algo de maneira proativa acabam por gerar custos maiores com cuidados com a saúde [31]. A ideia é fornecer informações úteis para que os usuários tenham hábitos mais saudáveis e recompensá-lo por seguir esses conselhos.

Muitos trabalhos têm relacionado à gamificação e as doenças crônicas não transmissíveis. No trabalho [4], é descrito o desenvolvimento e teste de uma aplicação protótipo (“*The Heart Game*”) usando princípios de gamificação para auxiliar pacientes cardíacos em seu processo de telerreabilitação. Os autores desenvolveram um protótipo de jogo e realizaram testes em 10 pacientes de 48 a 89 anos de idade e seus parentes por um período de duas semanas. A aplicação consiste em uma série de desafios diários dados aos pacientes e parentes e é baseado em vários princípios de gamificação. Foi utilizada uma triangulação de técnicas de coleta de dados (entrevistas, observações dos participantes, entrevistas com grupos focais e *workshop*), além de entrevistas com três profissionais de saúde e 10 pacientes para avaliar o uso do protótipo.

Os pacientes cardíacos relataram, durante o estudo [4], a aplicação como uma ferramenta útil como parte de seu processo de telerreabilitação na vida cotidiana. Princípios de gamificação e projeto criativo, como tabelas de classificação, relacionamentos e realizações, envolveram os pacientes e parentes. A inclusão de um parente próximo no jogo motivou os pacientes a realizar atividades de reabilitação.

Os resultados descritos no estudo [4] indicam o potencial de usar gamificação para pacientes cardíacos como parte de um programa de telerreabilitação. A avaliação indicou que

a inclusão do cônjuge do paciente nas atividades de reabilitação poderia ser uma estratégia eficaz. Um grande desafio no uso da gamificação para pacientes cardíacos é evitar uma sensação de derrota e, ao mesmo tempo, ajustar o nível de dificuldade para o paciente individual.

No trabalho de Lister *et. al.* [41], publicado em 2014, os autores mostram que o uso de gamificação em aplicações de saúde e *fitness* tornou-se imensamente popular, como evidenciado pelo número de aplicações encontrados na *Apple App Store*<sup>5</sup> contendo pelo menos alguns componentes de gamificação. As aplicações representam um mercado e cenário promissores para disseminar intervenções de mudança de comportamento em saúde. Os resultados da pesquisa mostraram o uso abundante de gamificação em aplicativos de saúde e *fitness*.

Edwards *et. al.* [22] apresentaram uma revisão sistemática para analisar as aplicações de saúde que contêm elementos de jogos, analisando suas técnicas de mudança de comportamento incorporadas. Os resultados obtidos durante a revisão mostraram que as categorias de mudança de comportamento utilizadas foram: *feedback*, monitoramento, recompensa, ameaça, metas e planejamento. As técnicas individuais foram: automonitoramento do comportamento, recompensa não específica, suporte social não especificado, incentivo não específico e focar no sucesso passado.

Os trabalhos discutidos relacionando o uso de gamificação e doenças crônicas destacaram alguns elementos de jogos, dentre os existentes, que são mais importantes neste contexto. Os elementos de jogos de maior destaque foram:

- Personalização, por exemplo, de avatares, nomes, comportamento e alteração de cenários;
- Definição e cumprimento de metas (missões);
- Medalhas, Troféus e Recompensas;
- Auto-monitoramento sempre de acordo com as recomendações médicas;
- Lembretes de atividades;
- Comunicação com a equipe médica e cuidadores.

---

<sup>5</sup><https://apps.apple.com/br/app/apple-store/>

### 3 Doença Renal Crônica

As alterações heterogênicas que lesionam tanto a função quanto as estruturas renais, com ou sem diminuição da filtração glomerular, e com lesões por um período igual ou superior a três meses, resultam na Doença Renal Crônica (DRC), que possui múltiplos fatores de riscos e diversas causas. Trata-se de uma enfermidade de curso prolongado, podendo parecer benigna, e que por muitas vezes torna-se grave, porque na maior parte do tempo de evolução da doença, ela pode se apresentar de forma assintomática [42].

A filtração glomerular é frequente utilizada como sinônimo de função renal. Dessa forma, a DRC também é considerada como queda progressiva e irreversível da filtração glomerular, ou seja, da capacidade do rim de excretar substâncias do organismo. A filtração glomerular é mensurada através da Taxa de Filtração Glomerular (TFG).

De acordo com o estudo de Basto e Kirsztajn [43], a TFG é a forma mais eficaz para avaliar como está a função renal, pois é a mais facilmente compreendida pelos médicos e pacientes. Isto se dá devido à capacidade dos rins de excretar uma substância do sangue e é expressa como o volume de sangue que é totalmente refinado em uma unidade de tempo. Os rins filtram o sangue e eliminam os produtos finais do metabolismo proteico, enquanto preserva solutos específicos, proteínas (particularmente albumina) e componentes celulares.

Nas doenças renais progressivas, a TFG cai com o passar do tempo, como resultado da diminuição no número total de néfrons ou redução na TFG por néfron, decorrentes de alterações fisiológicas e farmacológicas no processo glomerular. Portanto, a TFG pode estar reduzida bem antes do início dos sintomas e se correlacionar com a gravidade da DRC.

Pacientes com disfunção renal, mas sem perda da função dos rins, também são considerados como portadores da DRC. Contudo, é possível identificar o portador da DRC na fase precoce da doença, evitando o avanço do quadro clínico do paciente, e possibilitando o tratamento adequado para cada fase da doença, com o objetivo de prevenção e tratamento para que o portador não agrave seu quadro e cause falência renal [44].

Antes das definições trazidas por KDIGO [13], não havia consenso sobre a definição da DRC, dificultando estudos sobre novos casos da doença e impossibilitando a prevenção e tratamento de forma adequada. Novas diretrizes sobre DRC foram então elaboradas, no ano de 2002, e atualmente são internacionalmente reconhecidas e adotadas pelos profissionais de

saúde e pacientes portadores da DRC, com a finalidade de contribuir com a prevenção e diagnosticar precocemente a doença. Tais diretrizes são revisadas e analisadas periodicamente, devido aos avanços tecnológicos na área da saúde e as descobertas de outras formas de tratamento da doença, por exemplo, com a finalidade de prover melhor tratamento e qualidade de vida para o paciente, garantindo um tratamento mais ágil e menor dano possível na vida social. A última atualização das diretrizes foi realizada pela KDIGO e publicada em janeiro de 2013 [44].

Na pesquisa publicada por KDIGO, a falência renal é definida como as alterações no valor da TFG menor que 15 ml/min [45]. A presença dessa taxa diminuída caracteriza a DRC no estágio avançado. Nesta fase, a maioria dos pacientes apresentam sinais e sintomas de uremia, necessitando iniciar uma terapia renal substitutiva, tais como hemodiálise, diálise peritoneal, hemofiltração e transplante renal. A terapia adotada dependerá do quadro clínico do paciente [46].

O estágio final da DRC corresponde à faixa de função renal na qual os rins não estão mais conseguindo estabelecer a homeostasia do meio interno. Devido às alterações existentes, os rins tornam-se comprometidos de forma a ser incompatível com a vida [46]. Os pacientes neste estágio também apresentam significativas alterações no exame de ultrassonografia dos rins.

### 3.1 Critérios

É considerado um portador de DRC um indivíduo, que independente da causa, sua TFG mostre-se alterada por um período de no mínimo três meses consecutivos apresentando uma  $TFG < 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$  [13]. Em outras situações, pacientes que apresentam  $TFG \geq 60 \text{ mL/min/1,73m}^2$ , somente são considerados portadores da DRC se apresentarem, pelo menos, um marcador de dano renal parenquimatoso ou alteração no exame de imagem.

O principal critério para diferenciar a DRC da lesão renal aguda é a duração das alterações estruturais e funcionais dos rins por um período maior que 3 meses [44]. Para pacientes com TFG maior que 60 ml/min e sem registro de lesão, não são portadores da DRC, porém, apresentam um quadro de lesão renal aguda, uma vez que possuem maior risco de desenvolver complicações secundárias ao problema renal [45].

### 3.2 Classificação e Estágios

Dados de 2014 do Ministério da Saúde (MS) [26] estabelecem diretrizes para a classificação e definições do quadro de saúde dos pacientes com DRC, auxilia no processo de identificação do real estado clínico do paciente, direcionando-o para iniciar de forma precoce e eficaz o tratamento, bem como, estimar o seu prognóstico. Assim, é possível classificar o estágio dos pacientes (Tabela 1), após seu diagnóstico. Tais critérios foram desenvolvidos para auxiliar a traçar cuidados clínicos específicos para ter o controle dos fatores de progressão da DRC, de forma a serem intensificados de acordo com a evolução do quadro clínico.

Tabela 1: Estágios da DRC

Estágio	TFG (ml/min/1,73 m <sup>2</sup> )
1	$\geq 90$
2	60 – 89
3a	45 – 59
3b	30 – 44
4	15 – 29
5	$< 15$

Fonte: Ministério da saúde 2014 [26]

Na Tabela 1 é apresentada a classificação e o estágio da DRC de acordo com a TFG. No estágio 1 é apresentado proteinúria no exame clínico ou de hematuria glomerular no exame de imagem, com a TFG  $\geq 90 \text{ mL/min/1,73m}^2$ . Pacientes identificados no estágio 1 são encaminhados para tratamento em Unidades Básicas de Saúde (UBS) para realizar exames de rotina e investigar os fatores de riscos com o objetivo de evitar a evolução do estágio, seguindo os protocolos do MS. Uma das principais recomendações para pacientes neste estágio é a atualização do calendário vacinal, conforme o Programa Nacional de Imunização (PNI) [47]. Recomenda-se:

- Diminuir a ingestão de sódio (menor que 2 g/dia);
- Realizar atividade física compatível com a saúde cardiovascular e tolerância: caminhada de 30 minutos 5x por semana para manter Índice de Massa Corporal (IMC)  $<$

25;

- Orientar quanto a importância de abandonar o tabagismo (caso o paciente seja fumante).

No estágio 2 a TFG se apresenta entre 60 e 89  $mL/min/1,73m^2$ , onde o paciente também será acompanhado nas UBS tratando os fatores de riscos modificáveis e prevenindo possível evolução do quadro. Os pacientes neste estágio devem ser encaminhados aos centros de referência especializados em DRC.

No estágio 3a, TFG  $\geq 45$  a 59  $mL/min/1,73m^2$ , os pacientes são acompanhados nas UBS para identificação e tratamento dos fatores de risco modificados, assim detêm a progressão da DRC, seguindo os protocolos do MS. Algumas recomendações importantes e que devem ser avaliadas constantemente são: controle da glicemia, da hipertensão arterial, dislipidemia, obesidade, doenças cardiovasculares, tabagismo e educar/reeducar o paciente a um novo estilo de vida. Recomenda-se:

- Diminuir a ingestão de sódio, em pacientes adultos (a não ser se contra indicado);
- Realizar atividades físicas, conforme indicação de um médico cardiovascular. Normalmente são indicados 30 minutos de caminhada 5 vezes por semana, para manter o IMC  $< 25$ ;
- O abandono do tabagismo;
- Avaliação e correção dos antibióticos e retrovirais que o paciente já faça uso, tudo dependerá da dosagem de TFG.

No estágio 3b, os pacientes apresentam dosagem da TFG entre 30 e 44  $mL/min/1,73m^2$ . Neste caso, os pacientes também são acompanhados nas UBS. Entretanto, caso necessário, estes pacientes também poderão contar com o apoio das clínicas especializadas em DRC. As recomendações para o estágio 3b são similares àquelas para o estágio 3a.

No estágio 4, a TFG apresenta-se entre 15 e 29  $mL/min/1,73m^2$ . Neste estágio os pacientes são acompanhados em unidades especializadas em DRC, e com vínculo com as

UBS, sendo avaliados por uma equipe de multiprofissionais, composta no mínimo por médico nefrologista, enfermeiro, nutricionista, psicólogo e assistente social. Nesta fase, há um diferencial importantíssimo, pois a avaliação do médico nefrologista deverá ser realizada trimestralmente, de acordo com a indicação clínica, e registrado todo tratamento no prontuário, para assim serem adotadas intervenções específicas para cada caso. O objetivo é reabilitar o paciente de forma mais ágil e eficaz possível, para que ele seja introduzido no convívio social. Neste momento o médico que o acompanha esclarece todas as dúvidas a respeito de cada tratamento para o paciente e seus familiares.

Após o esclarecimento do quadro clínico do paciente, este pode ou não optar pela hemodiálise. A outra opção de tratamento é a diálise peritoneal. Caso o paciente escolha como tratamento essa modalidade, seus familiares serão treinados pela equipe multidisciplinar, e serão encaminhados para o serviço de referência, onde será implantado o cateter em período suficiente para dar início ao tratamento e processo da diálise. Recomenda-se que todos os pacientes em estágio 4 sigam a programação dos exames de acordo com as diretrizes do MS.

No estágio 5 (não dialítico),  $TFG < 15 \text{ mL/min/1,73m}^2$ , pacientes não estão realizando a Terapia Renal Substitutiva (TRS), e estão sendo acompanhados por uma equipe de multiprofissionais em unidades de atenção especializada, em conjunto com as UBS, pois o controle dos fatores de risco modificáveis devem ser mantidos de acordo com o MS, para não ocorrer a evolução da doença. Principais fatores de risco modificáveis e que devem ser acompanhados e controlados incluem o controle da glicemia, da hipertensão arterial, da dislipidemia, obesidade, doenças cardiovasculares, tabagismo e adequação do estilo de vida.

### 3.3 Fatores de Risco

Segundo estudos realizados por Bastos *et. al.* [48], alguns pacientes apresentam uma vulnerabilidade maior para desenvolver DRC e são considerados grupos de risco. Sendo estes:

- Hipertensos: a hipertensão arterial é comum na DRC, podendo ocorrer em mais de 75% dos pacientes de qualquer idade. Devido a esta probabilidade deve-se manter o controle dos pacientes hipertensos com Pressão Arterial (PA)  $< 140/90 \text{ mmHg}$ ;
- Diabéticos: já os pacientes portadores de diabetes demonstram risco elevado para a

DRC e devem ser monitorados frequentemente para identificação precoce de qualquer ocorrência da lesão renal;

- Idosos: alterações decorrentes do envelhecimento, principalmente as alterações fisiológicas que influenciam o estado nutricional. Como, por exemplo: alterações renais, a mobilidade gastrointestinal e a elasticidade muscular diminuída;
- Os pacientes que apresentam qualquer tipo de alteração cardiovascular, ou doença cardiovascular (DCV);
- Hereditariedade dos familiares com DRC apresentam uma prevalência aumentada de hipertensão arterial, Diabetes mellitus, proteinúria e doença renal, fatores considerados de risco;
- Os pacientes que fazem uso de medicamentos não esteroides (AINES), como, por exemplo, os nefrotóxicos, que afetam diretamente os rins e reduzem a filtração renal, deveriam ser evitados ou otimizados nos pacientes com DRC, em especial quando a FG é menor que  $60 \text{ mL}/\text{min}/1,73\text{m}^2$ .

### 3.4 Fisiopatologia

Dados da pesquisa de Zatz [49] apontam que o prejuízo das funções renais acontece de maneira inesperada. Essas situações ocorrem devido a insuficiência renal aguda, que causa graves consequências fisiológicas no organismo do paciente, podendo levá-lo à morte se não diagnosticada e tratada precocemente. Entretanto, sabe-se que a DRC ocorre de modo lento e insidioso, tempo o suficiente para o rim adaptar-se às alterações e garantir a sobrevivência dos organismos, ainda que sua função esteja praticamente toda comprometida.

De acordo com Coresh *et. al.* [19], a presença de algumas alterações renais, seja fisiológica ou estrutural, estimulam a perda de néfrons no rim. Como os néfrons são as unidades funcionais do rim, a perda dessas estruturas ocasiona a diminuição das habilidades do rim de realizar suas atividades. Quando ocorrem essas agressões muitos néfrons são lesionados, porém os que sobrevivem ficam mais fortes e aumentam sua capacidade funcional, suprimindo assim a ausência dos néfrons lesionados e garantindo a relativa estabilidade do organismo, mesmo nas fases mais avançadas da DRC.

### 3.5 Progressão

Mesmo seguindo diversas estratégias para amenizar o sofrimento do paciente, e oferecer o melhor tratamento para a DRC, ainda assim a doença pode continuar agravando lentamente as funções renais, até atingir o último estágio da doença, onde ocorre a falência total das suas funções. É denominada progressão da DRC o efeito de perda de função dos rins, e mesmo que diagnosticada, ainda assim pode ser controlada. No entanto, se for diagnosticada em um estágio mais avançado da doença, a progressão e o controle de suas funções torna-se irreversível, podendo levar o paciente a perda total da sua função renal [49].

### 3.6 Sintomas

Os sintomas diversificam muito de acordo com o estágio da doença, e como a perda das funções renais ocorrem de forma gradual e lentamente, essas alterações provocam o surgimento de diversos fenômenos, tais sintomas acontecem à medida que a função renal vai se deteriorando.

Alterações associadas à perda de função renal segundo o Ministério da Saúde [26]:

- Hipertensão arterial: sintoma mais comum na doença renal crônica, podendo estar presente nos estágios iniciais da doença (estágios 1 e 2), sendo que nos estágios mais avançados, quase todos os pacientes apresentarão hipertensão arterial, é importante levar em consideração os grupos de riscos (hipertensos, diabéticos, pacientes com histórico familiar de DRC e etc);
- Dislipidemia: o aumento dos níveis de triglicérides e da Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) é mais comum em pacientes com doença renal crônica a partir do estágio 3;
- Anemia: mostra-se mais frequente em paciente nos estágios de 3 a 5 da DRC;
- Distúrbio mineral e ósseo da doença renal crônica: deficiência de vitamina D, hiperfosfatemia, hiperparatireoidismo e osteodistrofia renal;
- Acidose metabólica: dificuldade dos rins de eliminar os ácidos produzidos pelo metabolismo do organismo;

- Desnutrição: presentes nos estágios 4 e 5;
- Retenção de sódio e água: dificuldade dos rins de eliminar o excesso de sódio e água do organismo;
- Hiperpotassemia: muito comum nos estágios 4 e 5 da doença renal crônica e é provocada pela incapacidade do rim em eliminar o excesso de potássio do organismo;
- Síndrome urêmica ou uremia: ocorre quando o sistema renal apresenta dificuldade de eliminar elementos tóxicos do organismo, os quais interferem no correto funcionamento de vários órgãos e sistemas como: sistema nervoso, muscular, gastrointestinal, imune e endócrino.

### **3.7 Terapia Conservadora e Controle**

Os recursos terapêuticos são avaliados como medidas ou ações que visam diminuir a progressão da DRC. De modo a tratar e atuar na prevenção de demais complicações, tais intervenções servem como melhoras para o quadro clínico do paciente, podendo ser melhoras clínicas, psicológicas ou físicas. Essas intervenções seguem protocolos e diretrizes que objetivam mudança no estilo de vida, encaminhamento para nutricionista, para balancear dieta pobre em sódio, cessar tabagismo, realizar atividades físicas, por exemplo [44, 26].

Os principais objetivos da terapia conservadora são:

- Diminuir a TFG, de modo a prevenir a necessidade de diálise. Quando diagnosticada precocemente, maiores possibilidades de impedir a progressão da lesão renal, principalmente se diagnosticada e tratada a partir do estágio 3;
- Encaminhar paciente para um cardiologista para prevenir possíveis eventos cardiovasculares (infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral);
- Realizar as intervenções necessárias para o paciente que será acometido por hemodiálise, diálise peritoneal, transplante renal ou cuidados paliativos, quando nenhuma das terapias anteriores demonstrarem resultados positivos.

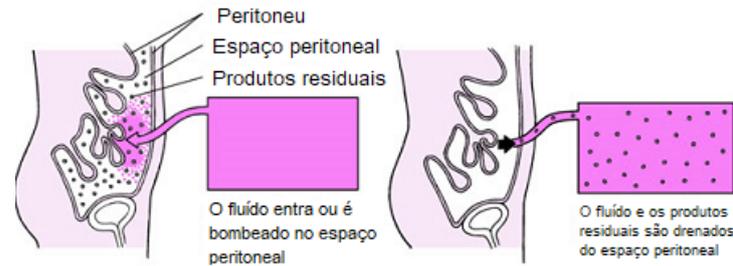


Figura 5: **Diálise Peritoneal.**

Fonte: Sociedade Brasileira de Nefrologia [51]

### 3.7.1 Terapia Renal Substitutiva

Segundo Floege *et. al.* [50], o tratamento de terapia renal substitutiva é recomendado aos pacientes que estão em fase avançada da doença renal crônica, normalmente quando já estão no estágio 5, apresentando TFG abaixo de 15 ml/min. Esses pacientes já foram submetidos aos tratamentos alternativos, como, por exemplo, o tratamento conservador, pois o mesmo já não estava conseguindo manter a homeostasia do organismo. Logo, a substituição da função renal faz-se necessária. São apresentadas ao paciente e seus familiares três categorias de terapia substitutiva: a hemodiálise, a diálise peritoneal e o transplante renal.

### 3.7.2 Diálise Peritoneal

A diálise peritoneal é um método fisiológico, pois envolve a membrana que reveste os órgãos abdominais, que agem como um filtro no sangue, eliminando o excesso de toxinas e água do corpo, esta técnica também é conhecida como "auto-diálise". É um método em que o paciente e seu responsável são submetidos a um treinamento pela equipe de saúde [52]. O portador realizará a diálise peritoneal em sua própria residência. Como é uma técnica manual, geralmente é aplicada de 4 a 5 ciclos por dia, sendo que a drenagem e a infusão do novo líquido de diálise levam em média 40 minutos, devendo repetir o procedimento em um intervalo entre 4 a 6 horas, este tempo será avaliado de acordo com o quadro clínico.

Conforme a Figura 5, no procedimento é inserida na cavidade abdominal uma solução. Este período é determinado pelo médico responsável, no qual vai estimar a quantidade de vezes que o paciente irá realizar a diálise, e o tempo que vai durar cada sessão. Este método permite que os elementos que estão acumulados no sangue (como creatina, ureia e potássio)

sejam extraídos, bem como o excesso de água que os rins não estão eliminando [51].

## 4 **Trabalhos Relacionados**

Em capítulos anteriores, uma amostra de trabalhos que se relacionam de alguma maneira com este estudo foi apresentada de maneira sucinta. Neste capítulo são apresentadas algumas pesquisas que se relacionam de maneira mais direta com este estudo. Os trabalhos apresentados implementam mecanismos de gamificação para pessoas com doenças crônicas, em especial, aplicações terapêuticas voltadas ao controle das complicações e a terapia conservadora.

### 4.1 *Octopus: A Gamification Model to Aid in Ubiquitous Care of Chronic Diseases*

O trabalho de Paim e Victoria Barbosa [53] apresenta o Octopus, um modelo de gamificação para assistência no cuidado onipresente de doenças crônicas. O modelo busca incentivar o uso de recursos sensíveis ao contexto através da promoção de alteração no comportamento do usuário.

O Octopus propõe um modelo que explora a gamificação para estimular o uso de recursos sensíveis ao contexto de modo a auxiliar no cuidado ubíquo de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs). No Octopus um recurso é um artefato que auxilia a aplicação nos cuidados com as DCNTs. Outra característica é o aspecto genérico do suporte a DCNTs, visto que o modelo suporta diversas doenças, como, por exemplo, o diabetes mellitus, a obesidade e a depressão.

O autor descreve a arquitetura do modelo e seu protótipo. Além disso, o modelo utiliza o conhecimento do contexto e a história dos contextos visitados pelos usuários (trilhas). Um protótipo foi testado em um cenário simulado de saúde para avaliar sua funcionalidade e seu potencial para aplicações reais. O objetivo foi realizar simulações com portadores da DCNTs que estão no processo de continuidade do tratamento da doença. Foram definidos três cenários para realização da avaliação. O cenário 1 consistia na aplicação da ferramenta para pacientes com diabetes, com o objetivo de mostrar o usuário recebendo o prêmio de primeiro uso de um recurso da aplicação. O usuário é direcionado pela aplicação para estabelecimentos próximos da sua localização que tenham ferramentas de medição, como, por exemplo, glicosímetro. E a partir daí possa coletar e medir a glicemia. O cenário 2 tem como

objetivo mostrar o usuário recebendo o prêmio por finalização de plano. Já o cenário 3 mostrar vários usuários fazendo uso de diferentes ferramentas da aplicação, onde estão presentes um portador da diabetes e outro com obesidade. Os resultados foram animadores e mostram potencial para a implementação do Octopus em situações da vida real.

Deste modo o trabalho foi considerado relacionado, pois utiliza técnicas de gamificação e monitora sinais vitais que podem ser utilizados para o tratamento de DCNTs. O protótipo desenvolvido para a plataforma Android, chamado *LifeLogging App*, possui os seguintes recursos: um visualizador de sinais vitais que permite uma simples e rápida identificação do nível do indicador, gráficos de peso e atividades, suporte a definição de objetivos, visualização de progresso e objetivos alcançados, pontuação e alertas. Além disso, os detalhes de visualização disponibilizam indicadores de tendência. Outra característica interessante é a notificação via SMS para uma pessoa previamente definida, caso algum sinal vital esteja diferente do esperado.

O Octopus, assim como a arquitetura proposta neste trabalho, faz uso de mecanismos de gamificação para levar o usuário a mudanças comportamentais que tragam benefícios para a sua saúde. Enquanto no Octopus a ideia central é fazer com que os usuários apliquem ferramentas de medição médicas, como medidores de glicemia e de peso, e ganhem premiações por isso, no presente trabalho o foco é fazer com que os usuários realizem as atividades virtuais apresentadas e sejam premiados por comportamentos dentro do plano de tratamento indicado pelo médico nefrologista.

## **4.2 Uma Arquitetura para Desenvolvimento de Aplicações Gamificadas para Suporte ao Paciente com Alzheimer**

Na publicação de Berndt [54], o objetivo foi identificar os elementos de gamificação e como utilizá-los no desenvolvimento de aplicações móveis de suporte a sessões terapêuticas de reminiscência ministradas a pacientes diagnosticados com doença de Alzheimer.

A finalidade do trabalho é a criação de uma arquitetura de componentes para desenvolvimento de aplicações móveis gamificadas de apoio à reminiscência de pacientes com doença de Alzheimer, motivando e engajando os pacientes em realizar as atividades terapêuticas. O objetivo é ampliar os efeitos positivos provocados pela terapia de reminiscência ligada à

sensação de bem-estar e no retardo dos sintomas provocados pela doença de Alzheimer.

O trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica, onde foram identificados 17 elementos de gamificação que podem ser aplicados no auxílio ao tratamento de reminiscência do portador da doença de Alzheimer. A arquitetura proposta apresenta elementos que buscam a mudança de comportamento dos portadores da doença de Alzheimer, para que, a partir da realização de algumas tarefas, a doença possa ser retardada ou estagnada.

Dois protótipos de aplicativos foram desenvolvidos para exemplificar e validar a proposta de arquitetura de gamificação. A primeira aplicação foi desenvolvida tomando como base uma paciente portadora da doença de Alzheimer, com 73 anos de idade, aposentada, viúva e ex-professora de piano, diagnosticada na fase inicial da doença. A paciente é assistida por uma profissional de enfermagem que está presente durante 6 dias da semana. O foco da aplicação está na terapia de reminiscência, que consiste em uma técnica baseada na apresentação para o portador da doença de lembranças vividas e registradas em textos, áudios, fotos e vídeos. A aplicação é dividida em área do paciente e área do cuidador. À medida que o paciente vai realizando as atividades da aplicação é gerado um relatório de desempenho tanto para o paciente quanto para o cuidador. A segunda aplicação desenvolvida consiste na construção de uma lista de compras a serem realizadas no supermercado, onde o paciente necessita lembrar-se da localização dos produtos nas prateleiras e preencher um carrinho de compras com todos os produtos listados.

O presente trabalho tem semelhanças com a publicação de Berndt [54], começando pela definição do mesmo princípio para a definição dos requisitos das aplicações e das arquiteturas a serem projetadas. Onde as duas pesquisas são iniciadas a partir de uma busca por trabalhos relacionados à aplicação da gamificação no tratamento das doenças apresentadas, ou seja, no tratamento da DRC e da doença de Alzheimer. A pesquisa com a doença de Alzheimer também realiza o projeto da arquitetura proposta, descrevendo cada módulo da sua arquitetura e um mecanismo para geração de aplicações.

### **4.3 *iAware - Um Modelo para Cuidado Ubíquo de Pacientes com Transtornos de Ansiedade, Depressão e Estresse Utilizando Gamificação e Biodata***

O *iAware* [55] é uma arquitetura de software proposta para cuidado ubíquo de pacientes com transtornos de ansiedade, depressão e estresse. A ferramenta utiliza mecânicas de gamificação para incentivar os usuários a realizarem os tratamentos de saúde propostos. Para desenvolver a arquitetura, o autor realizou uma pesquisa sobre os Transtornos de Ansiedade, Depressão e Estresse (TADE), seus tratamentos e a aplicação da gamificação como objeto de motivação.

A dissertação aborda duas perspectivas. A primeira sobre a verificação da efetividade da aplicação da gamificação, quando esta é apresentada para os usuários nos softwares específicos para os tratamentos para os TADE. A segunda aponta a questão da utilização de biodata. Ou seja, dados biológicos para o acompanhamento do paciente. Segundo o autor, a pesquisa foi realizada por meio de uma busca por trabalhos anteriores que abordassem a aplicação da gamificação como recurso terapêutico para os TADE. O *iAware* captura os dados do paciente e determina ações aplicáveis no momento mais adequado baseado no histórico de contexto, como, por exemplo, a localização, batimento cardíaco, tempo de uso de uma aplicação, qualidade de sono e quantidade de passos de um determinado paciente.

Os módulos apresentados pela arquitetura proposta são denominados de perfil, ação, gamificação, intervenção e contexto. O módulo perfil registra dados médicos do paciente, como horas de sono, hiperatividade, dentre outros. O módulo Ação gerencia as ações de gamificação e as intervenções utilizadas. O módulo de intervenção visa garantir a aplicação das intervenções médicas. Esta pode ser a aplicação de uma técnica pelo paciente buscando diminuir os indícios do seu transtorno, ou ainda, uma informação educativa sobre novas técnicas (cognitivas e comportamentais) ou sobre a natureza e terapia aplicável a sua perturbação. O módulo contexto armazena contextos como, por exemplo, a localização, informações de batimentos cardíacos, atividades físicas realizadas e intervenção por meio de aplicativos.

Para a validação da arquitetura foram realizados testes A/B. Este teste mede o grau de efetividade no engajamento do paciente ao tratamento proporcionado por intervenções gamificadas. O teste A/B (ou *split testing*) tem por objetivo comparar duas ou mais versões da

interface de usuário de uma aplicação para verificar qual possui a melhor adesão dos usuários [56]. Através do teste com uma população clínica, foi avaliado o grau de efetividade no engajamento do paciente ao tratamento proporcionado pela gamificação. Os resultados obtidos através da avaliação da interação dos pacientes indicam que dos pacientes avaliados no grupo que utilizou o iAware gamificado obteve um maior engajamento do que o grupo que utilizou a versão sem gamificação. Os pacientes que utilizaram o iAware obtiveram mais ocorrências de ansiedade em casa e nos turnos da tarde e noite. Tanto pacientes quanto psicólogos consideraram útil à utilização do iAware à rotina de tratamento de ansiedade.

#### **4.4 Um *Framework* para Desenvolvimento de Aplicações Gamificadas em Saúde**

Em [35], o autor propõe um *framework* com elementos de gamificação, buscando atuar na motivação e engajamento dos pacientes para facilitar o desenvolvimento de aplicações focadas no tratamento de doenças crônicas. Trata-se de um *framework* voltado para o auxílio no tratamento de várias doenças, apresentando um caráter genérico. O autor buscou identificar componentes de software que fossem aplicáveis a qualquer doença crônica não transmissível.

O trabalho foi iniciado a partir da busca na literatura por componentes relacionados a jogos que estimulam o comprometimento e o encorajamento na realização de atividades voltadas aos cuidados pessoais com a saúde. Abordando o escopo do tratamento de várias doenças, o trabalho apresenta uma estrutura que facilita o desenvolvimento de aplicações de saúde. Estas aplicações são compostas por um conjunto de componentes de software que se aplicam a diversas DCNTs.

O autor destaca que são implementados artefatos de software como lembretes de medicamentos, envio de alertas, automonitoramento por meio de listagens de dados médicos e o suporte a sensores de uma forma ampla. O *framework* possui características não relacionadas a um tipo específico de tratamento de saúde, mas a atividades gerais.

Para avaliar a qualidade do trabalho desenvolvido, foram desenvolvidos cenários a partir do *framework*. Uma aplicação protótipo foi implementada para capturar dados perante a realização de testes com portadores de DCNTs. O autor destaca que a avaliação por cenários demonstra o perfil global do *framework*, ao possibilitar a abordagem de várias DCNTs e

públicos-alvo diferentes. É destacado o quão simples se torna a geração de uma aplicação a partir do núcleo de artefatos disponibilizados.

Três DCNTs são abordadas nos cenários desenvolvidos: hipertensão, obesidade e diabetes. Foram discutidos três grupos distintos de pacientes: adultos (incluindo idosos) e crianças. A abrangência de doenças e públicos-alvo tornou-se viável diante do desenvolvimento de artefatos não relacionados à terapia característica de uma única doença, por meio de abordagens como lembretes de medicamentos, envio de alertas, automonitoramento por meio de listagens de dados médicos e ainda suporte a sensores.

## 4.5 Comparativo

Os trabalhos relacionados levantados apresentam características em comum e outras divergentes.

O foco é um parâmetro de destaque, indicando qual o tipo de doença considerada no trabalho, o que remete a linha de pesquisa correspondente e problemas abordados. O item elementos de jogos aponta a aplicação ou não de componentes e mecânicas como forma de buscar engajamento e motivação por parte dos usuários. O tipo de artefato, por exemplo, pode ser apontado como arquitetura ou *framework*, dentre os quatro trabalhos pesquisados. É indicado se o trabalho apresenta uma arquitetura com seus componentes voltados para a saúde ou uma estrutura de *framework*. A comparação entre os principais trabalhos relacionados é apresentada na Tabela 2. Os trabalhos relacionados levantados podem ser comparados por meio de alguns critérios: artefato, foco e elementos de jogos.

Tabela 2: Comparação dos trabalhos relacionados.

<b>Trabalho</b>	<b>Artefato</b>	<b>Foco</b>	<b>Elementos de Jogos</b>	<b>Validação</b>
<i>Octopus: A gamification model to aid in ubiquitous care of chronic diseases</i> [53]	Arquitetura	Doenças crônicas	Pontuação, níveis e premiações	Validação por cenários
Uma Arquitetura para Desenvolvimento de Aplicações Gamificadas para Suporte ao Paciente com Alzheimer [54]	Arquitetura	Doença de Alzheimer	Avatar, pontuação, ranking, metas e acompanhamento de progresso	Validação por cenários
iAware - um modelo para cuidado ubíquo de pacientes com transtornos de ansiedade, depressão e estresse utilizando gamificação e biodata [55]	Arquitetura	Transtorno de ansiedade, depressão e estresse	Pontuação, progresso e medalhas	Teste A/B (ou split testing)
Um <i>framework</i> para desenvolvimento de aplicações gamificadas em saúde [35]	Framework	Doenças Crônicas	Atividades de cuidado com animal de estimação virtual	Validação por cenários

Fonte: (Autoria própria)

## 5 Arquitetura Proposta

Neste capítulo é apresentada a arquitetura de software projetada neste trabalho para a construção de aplicações gamificadas para pacientes com Doença Renal Crônica (DRC). Foram utilizados os conceitos definidos pelo método *Attribute Driven Design* (ADD) para especificar a arquitetura [57]. Este se baseia na definição de atributos de qualidades que desejam ser obtidos, realizando, posteriormente, a decomposição da arquitetura até um nível de implementação. Os atributos de qualidade desejados neste trabalho são o atributo de modificabilidade e o atributo de escalabilidade [58]. Deseja-se projetar uma arquitetura considerando a possibilidade de adição de novos módulos ou a alteração de algum módulo existente, de tal forma que impactos negativos nos artefatos já existentes sejam os menores possíveis. A escolha por esses atributos de qualidade se dá pelo fato da DRC ser dividida em diferentes estágios (1, 2, 3A, 3B, 4 e 5), além da necessidade de um tratamento personalizado para cada estágio apresentado.

Segundo Bass *et. al.* [58], o atributo de modificabilidade é atingido quando suas funcionalidades são distribuídas em módulos, e em uma situação de alteração de algum módulo, o sistema continua a funcionar com a necessidade mínima de modificação adicional. Ainda, a modificabilidade é a habilidade do software de ser modificado. As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente e nos seus requisitos. Os requisitos definidos na arquitetura foram elicitados a partir de buscas por publicações com foco em gamificação no auxílio ao tratamento da DRC, considerando uma abordagem extrativa de requisitos. Portanto, para contemplar o atributo de qualidade de modificabilidade, a arquitetura foi definida baseada em módulos.

Escalabilidade é um termo aplicável a várias perspectivas de desenvolvimento de software, podendo referir-se a escalabilidade aplicável ao desempenho, ao aumento ou diminuição da capacidade de armazenamento, a estrutura, a extensibilidade do software, a restauração de dados, etc [59]. A escalabilidade pretendida neste trabalho é voltada para a extensibilidade do software, ou seja, o sistema deve ser facilmente extensível para inclusão de novas funcionalidades.

Este capítulo está dividido de acordo com as seguintes seções. Na Seção 5.1 é apresentado o processo de desenvolvimento considerado para o projeto da arquitetura. Na Seção 5.2

são apresentados os atores envolvidos no projeto da arquitetura. Posteriormente, nas Seções 5.3 e 5.4 são descritos os requisitos funcionais e não funcionais elicitados, respectivamente. Na Seção 5.5 é apresentada a estrutura geral do projeto da arquitetura e atores relacionados. Na Seção 5.5.1 é apresentada a visão de decomposição de módulos. Já na Seção 5.5.2 é apresentado o esquema de geração de aplicações, descrevendo como que os atores conseguem definir os módulos que deverão compor uma aplicação gerada. Na Seção 5.5.3 são apresentadas as informações do arquivo XML gerado. Por fim, nas Seções 5.5.4, 5.5.5 e 5.5.6 são apresentadas a visão de uso entre submódulos, a visão em camadas e a visão de estrutura em classes, respectivamente.

## 5.1 Visão Geral do Processo de Desenvolvimento Utilizado

Para o desenvolvimento do projeto da arquitetura de software foi necessário fazer o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais com base na necessidade de todos os *stakeholders* envolvidos no projeto. Esta necessidade de envolver *stakeholders* é independente do processo de desenvolvimento escolhido [60].

A fase de levantamento de requisitos foi realizada a partir da busca de material bibliográfico, considerando requisitos funcionais e não funcionais para o projeto da arquitetura. Foram realizadas buscas nos seguintes serviços de indexação de citações científicas: ACM, Springer, ScienceDirect, SciELO, base de periódico da IEEE, PubMed e Google Scholar. O objetivo foi encontrar pesquisas relacionadas às soluções de software gamificadas aplicadas ao tratamento ou monitoramento da DRC.

As pesquisas foram aplicadas em busca de trabalhos escritos na língua inglesa. Inicialmente foi utilizada a seguinte *string* de busca: *Gamification AND (health OR healthcare)*. Foram identificadas pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de aplicações com foco no suporte ao tratamento de doenças crônicas (*e.g.*, diabetes mellitus, doenças do coração e obesidades), monitoramento da saúde (*e.g.*, pedômetro e monitoramento de batimentos cardíacos), aplicações com premiações no mundo real (*e.g.*, premiação com milhas e remuneração em dinheiro) e manutenção da forma física (*e.g.*, *fitness*). Após a primeira busca, foi realizada uma segunda busca considerando a seguinte *string* de busca para as mesmas bases de periódicos: *(Serious game OR Gamification) AND (Chronic Kidney Disease)*. O objetivo foi realizar uma pesquisa mais detalhada para identificar trabalhos mais específicos, voltados

para o suporte ao tratamento da DRC através de mecanismos de gamificação.

Com base em funcionalidades existentes em trabalhos identificados na literatura, um ou mais requisitos elicitados são atendidos por módulos definidos na arquitetura. Após o projeto arquitetural, uma aplicação foi desenvolvida, instanciando a arquitetura de referência para o caso específico de auxílio à aprendizagem de medidas terapêuticas necessárias durante o tratamento da DRC. Na Figura 6 é apresentada uma visão geral do processo de desenvolvimento utilizado durante a definição da arquitetura.

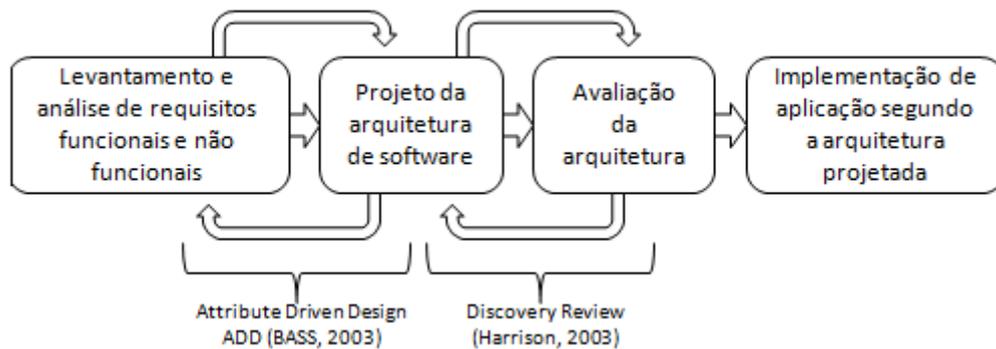


Figura 6: **Esquema do processo de desenvolvimento usado para o projeto da arquitetura**

Fonte: (Autoria própria)

A análise e elicitação de requisitos e o projeto arquitetural foram realizados baseados no método ADD, conforme abordado por BASS *et. al.* [58]. O ADD é um método para criar arquiteturas de software com foco principal em atributos de qualidade, mapeando os requisitos funcionais e não funcionais em elementos arquiteturais. Cada elemento arquitetural passa a ter um papel na arquitetura, composto por interfaces de comunicação com outros elementos da arquitetura. Como parte da documentação da arquitetura, são definidas visões arquiteturais, que constituem em artefatos de projeto de software.

Na etapa de avaliação da arquitetura foi utilizado o padrão de revisão de arquitetura *Discovery Review* [61]. Dentre as características da avaliação pode-se citar a exigência de pouca documentação, a declaração oral para os *stackholders* do projeto e o recolhimento de *feedbacks* e indicações de aperfeiçoamentos. Pela descrição do padrão *Discovery Review*, após a coleta de *feedbacks*, a etapa de projeto pode ser retomada para que aprimoramentos sejam implantados na arquitetura.

## 5.2 Envolvidos no Projeto

Como um dos atores principais envolvidos no projeto está o desenvolvedor, pessoa responsável por identificar os módulos da arquitetura usados no desenvolvimento da aplicação. Além disso, o ator cuidador (profissional de saúde) é a pessoa responsável por fornecer informações relativas ao objetivo terapêutico da aplicação a ser desenvolvida.

No projeto da arquitetura apresentada neste trabalho, existiu a colaboração direta e indireta dos seguintes *stakeholders*:

1. Um profissional de saúde formado em medicina.
2. Dois profissionais de saúde com habilitação em enfermagem.
3. Um profissional desenvolvedor de software.

O envolvido 1 realizou a avaliação do ponto de vista médico, indicando possíveis falhas da aplicação em relação ao auxílio no monitoramento e tratamento da DRC. Os envolvidos 2 avaliaram a arquitetura do ponto de vista de um cuidador, como a pessoa que passa mais tempo ao lado do portador da DRC, auxiliando na manipulação da aplicação. O envolvido 3 é a pessoa responsável por gerar a aplicação através da arquitetura proposta, identificando os módulos que atendem ao perfil do estágio da DRC apresentado. Entretanto, em um cenário de uso real, os componentes da arquitetura proposta estão previamente desenvolvidos. Neste contexto, o usuário da aplicação define na arquitetura instanciada seu perfil a partir de um plano de cuidado para obter uma aplicação gamificada personalizada.

## 5.3 Requisitos Elicitados

Nesta seção são apresentados os requisitos funcionais elicitados por meio de casos de uso para representar a interação entre o desenvolvedor, o usuário e a arquitetura proposta. Na Figura 7 é apresentado o diagrama de casos de uso, representado utilizando a linguagem de modelagem unificada (*Unified Modeling Language - UML*) [62]. A partir deste diagrama é possível visualizar todas as interações que o ator desenvolvedor realiza no momento de gerar a aplicação desejada de acordo com o estágio da DRC apresentado pelo usuário final, além das interações do ator usuário.

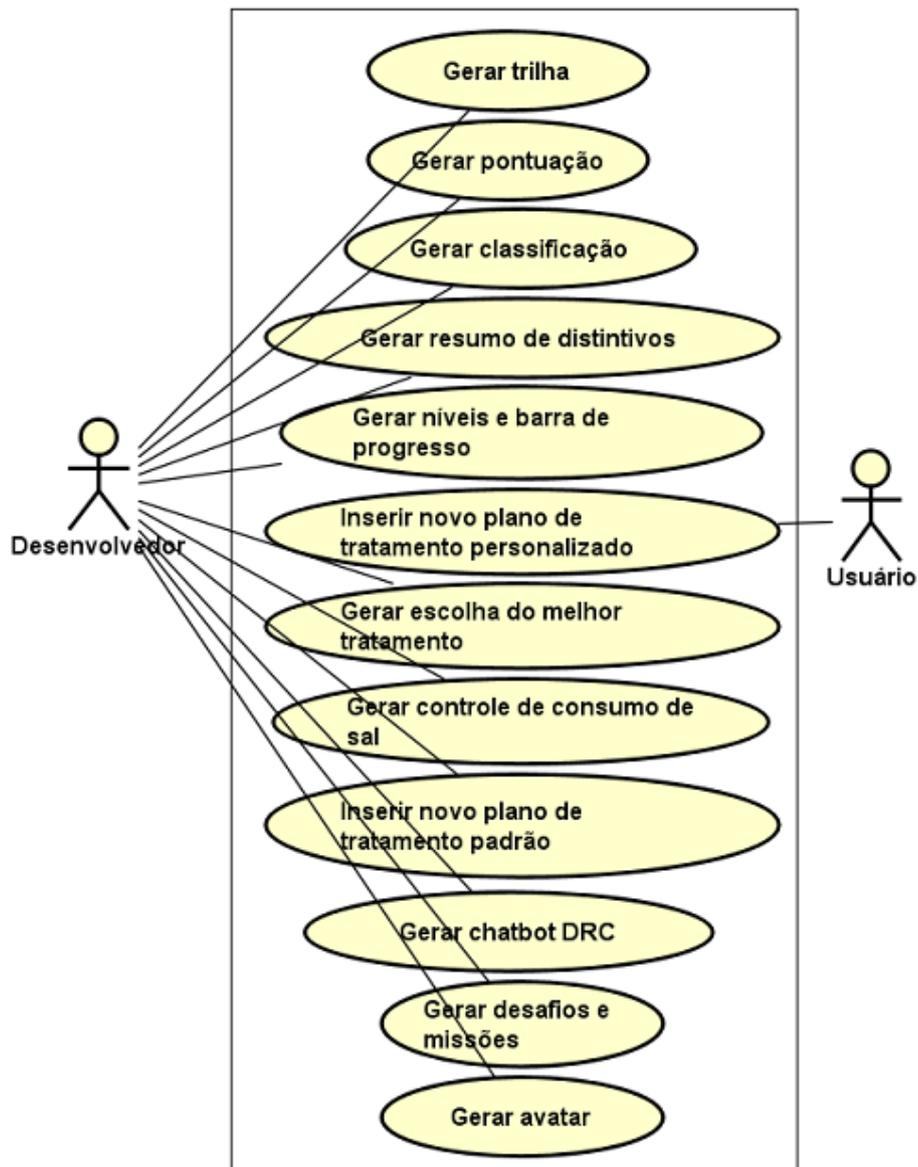


Figura 7: Diagrama de caso de uso

Fonte: (Autoria própria)

### 5.3.1 Caso de Uso 01: Gerar Trilha

No caso de uso *Gerar trilha*, é permitido ao desenvolvedor gerar uma trilha de atividades para a aplicação desejada através da instanciação de uma classe denominada de *Trilha*. Quando a ferramenta é executada, é gerada uma estrutura de dados que representa as atividades apresentadas na trilha de maneira ordenada. São geradas atividades na trilha, onde todos os nós criados na representação, ou seja, cada item da trilha que pode ser clicado

deve ser percorrido pelo menos uma vez, gerando as pontuações e mudança de nível da aplicação. A trilha é um conjunto de desafios apresentados para o usuário da aplicação, que devem gerar engajamento e instigar a conclusão das tarefas, com o objetivo de obter as premiações associadas.

### **5.3.2 Caso de Uso 02: Gerar Avatar**

No caso de uso `Gerar avatar`, o desenvolvedor pode instanciar a classe `Avatar` para inserir na aplicação a possibilidade do usuário paciente interagir com um personagem virtual. O personagem simula um portador da DRC como forma de comunicação, passando informações úteis relacionadas ao tratamento da DRC.

### **5.3.3 Caso de Uso 03: Gerar *Chatbot* DRC**

No caso de uso `Gerar Chatbot DRC`, o desenvolvedor pode gerar *chatbots*, que são mecanismos para a realização da comunicação com o usuário da aplicação, sem a necessidade de um ser humano para responder a certas perguntas efetuadas. É a apresentação de um *chat* por meio de mensagens de texto, no qual o usuário paciente pode interagir e tirar dúvidas. Instanciando a classe `ChatbotDRC`, o desenvolvedor adiciona o *chatbot* à aplicação.

### **5.3.4 Caso de Uso 04: Inserir Novo Plano de Tratamento Personalizado**

O caso de uso `Inserir novo plano de tratamento personalizado` está relacionado com um conjunto de informações médicas referentes ao estágio da DRC para o qual a aplicação se destina. O plano de tratamento é o ponto de partida para identificar quais módulos devem estar presentes na aplicação para proporcionar o suporte ao tratamento terapêutico. Ou seja, quando necessita do monitoramento e tratamento da DRC, o usuário (cuidador ou paciente) insere seu plano de cuidado em uma instância da arquitetura proposta para obter uma aplicação gamificada personalizada de acordo com seu perfil.

### **5.3.5 Caso de Uso 05: Gerar Pontuação**

No caso de uso `Gerar pontuação`, o desenvolvedor pode instanciar a classe `Pontuação` para inserir na aplicação os mecanismos de cálculo e contagem dos pontos atribuídos ao usuário de acordo com as atividades da trilha desenvolvidas. A pontuação está associada ao avanço de nível do usuário e ao recebimento de premiações como os distintivos.

### **5.3.6 Caso de Uso 06: Inserir Novo Plano de Tratamento Padrão**

Este caso de uso também está relacionado com um conjunto de informações médicas referentes ao estágio da DRC para o qual a aplicação se destina. Entretanto, neste caso, o desenvolvedor, como ator principal, define um plano de tratamento padrão para pacientes em um estágio específico da DRC.

### **5.3.7 Caso de Uso 07: Gerar Controle de Consumo de Sal**

No caso de uso `Gerar controle de consumo de sal`, o desenvolvedor pode inserir na aplicação o módulo de controle de consumo de sal. Ao implementar os métodos padrões da classe abstrata `ControleConsumoSal` presente no módulo `ControlConsumoSal`, são adicionados na aplicação lembretes e dicas de consumo de sal de acordo com as recomendações médicas, normalmente buscando atribuir ao usuário paciente uma dieta com reduzida ingestão de sal.

### **5.3.8 Caso de Uso 08: Gerar Classificação**

No caso de uso `Gerar classificação`, o desenvolvedor pode inserir na aplicação a função de gerar a classificação do usuário da aplicação, um *rank* que apresenta as informações do desempenho de uso da aplicação de acordo com o histórico de execução de atividades apresentadas durante a navegação pela trilha. A classificação pode ser gerada a partir da implementação da classe abstrata `Classificacao` presente no módulo `Classificacao`.

### **5.3.9 Caso de Uso 09: Gerar Resumo de Distintivos**

No caso de uso `Gerar resumo de distintivos`, o desenvolvedor pode inserir na aplicação a visualização dos distintivos recebidos pelo usuário da aplicação. A cada tarefa

realizada dentro da aplicação é atribuído um distintivo.

### **5.3.10 Caso de Uso 10: Gerar Níveis e Barra de Progresso**

No caso de uso `Gerar níveis e barra de progresso`, o desenvolvedor pode inserir na aplicação a barra de progresso e o cálculo do nível do usuário na aplicação de acordo com a realização das atividades apresentadas. O usuário da aplicação também pode acompanhar o seu progresso através do avanço da barra de progresso. Quando o progresso atingir 100%, o nível é modificado para um mais avançado. A implementação de classes abstratas presentes no módulo `NiveisBarraDeProgresso` permite ao desenvolvedor gerar esse componente da aplicação.

### **5.3.11 Caso de Uso 11: Gerar Escolha do Melhor Tratamento**

No caso de uso `Gerar escolha do melhor tratamento`, o desenvolvedor pode inserir uma parte da aplicação responsável por instruir o usuário em relação aos tipos de tratamentos para o portador da DRC que necessita realizar alguma terapia renal substitutiva, como a hemodiálise ou a diálise peritoneal. O objetivo é proporcionar uma complementação de informações ao que já foi passado pelo médico nefrologista no momento da consulta. Para gerar a escolha do melhor tratamento, o desenvolvedor precisa instanciar uma das seguintes classes: `EscolhaMelhorTratamento.Hemodialise` ou `EscolhaMelhorTratamento.DialisePeritoneal`, permitindo que seja gerado na aplicação um conjunto de mecanismos de auxílio a escolha do melhor tratamento entre a Hemodiálise e a Diálise Peritoneal.

### **5.3.12 Caso de Uso 12: Gerar Desafios e Missões**

No caso de uso `Gerar desafios e missões`, o desenvolvedor pode inserir na aplicação os desafios e missões que devem ser apresentados para o usuário no decorrer do uso da aplicação. As missões devem estar associadas ao plano de cuidado definido pelo médico nefrologista e precisam apresentar situações desafiadoras que estejam atreladas ao tratamento do estágio da DRC apresentado pelo usuário.

## 5.4 Requisitos Não Funcionais

Com base nas partes envolvidas no projeto, foram elicitados requisitos não funcionais como critério para a arquitetura com o objetivo de contemplar funcionalidades relacionadas com diferentes estágios da DRC. Os requisitos não funcionais estão relacionados com os atributos de qualidade modificabilidade e escalabilidade funcional, e são utilizados para contemplar estes requisitos, seguindo o método ADD [58]. Os aspectos fonte, estímulo, artefato, ambiente, resposta e medida de resposta são determinantes na geração de cenários de atributos de qualidade para representar requisitos não funcionais. Estes aspectos são definidos da seguinte maneira:

- Fonte: um ator que interage com o sistema;
- Estímulo: uma entrada que deve ser processada;
- Artefato: todo ou parte do sistema;
- Ambiente: estado inicial do sistema antes da ocorrência do estímulo;
- Resposta: resultado do processamento realizado;
- Medida de resposta: define quando a resposta ocorre.

Nas próximas seções são descritos os requisitos não funcionais definidos com o objetivo de contemplar os atributos de modificabilidade e escalabilidade funcional na arquitetura.

### 5.4.1 Inserir um Novo Plano de Tratamento Voltado para Pacientes no Estágio 1 da DRC

O cenário na Figura 8 é utilizado para definir que um desenvolvedor pode inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 1 da DRC em até uma hora. A fonte de estímulo desse requisito é o desenvolvedor. A representação do cenário aborda o processo necessário para inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 1 da DRC. Para que a operação ocorra, o desenvolvedor precisa implementar alguns trechos de código para determinar quais módulos da arquitetura serão selecionados para a aplicação. A resposta da aplicação é efetuar as alterações desejadas sem que isso altere o funcionamento normal da aplicação.

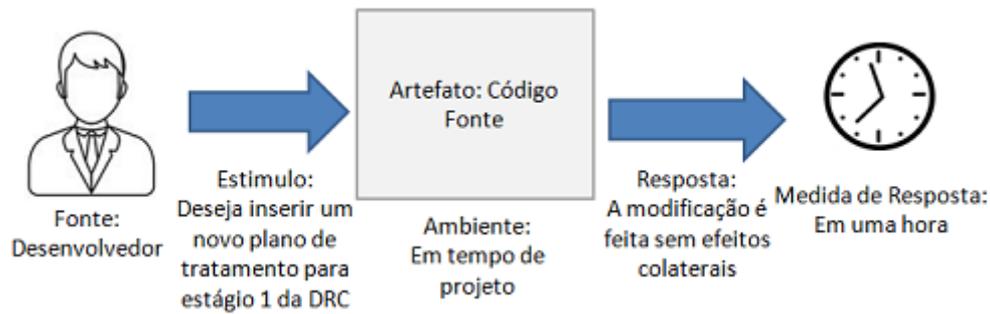


Figura 8: **Inserção de um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 1 da DRC.**

Fonte: (Autoria própria)

#### 5.4.2 Inserir Novo Plano de Tratamento Voltado para Paciente no Estágio 2, 3A e 3B da DRC

O cenário apresentado na Figura 9 é utilizado para definir que um desenvolvedor pode inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes nos estágios 2, 3A ou 3B da DRC em até um dia. A fonte de estímulo desse requisito é o desenvolvedor. A representação do cenário aborda o processo necessário para inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes nos estágios 2, 3A ou 3B da DRC. Para que a operação ocorra, o desenvolvedor precisa implementar alguns trechos de código para determinar quais módulos da arquitetura serão selecionados para a aplicação. A resposta da aplicação é efetuar as alterações desejadas sem que isso altere o funcionamento normal da aplicação. Como as recomendações médicas para os estágios 2, 3A e 3B da DRC são similares, foram anexadas em um único plano de tratamento os planos de tratamento dos estágios 2, 3A e 3B.

#### 5.4.3 Inserir Plano de Tratamento Voltada para Paciente no Estágio 4 da DRC

O cenário apresentado na Figura 10 é utilizado para definir que um desenvolvedor pode inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 4 da DRC em até uma hora. A fonte de estímulo desse requisito é o desenvolvedor. A representação do cenário aborda o processo necessário para inserir um novo tipo de tratamento voltado para pacientes no estágio 4 da DRC. Para que a operação ocorra, o desenvolvedor precisa implementar alguns trechos de código para determinar quais módulos da arquitetura serão selecionados

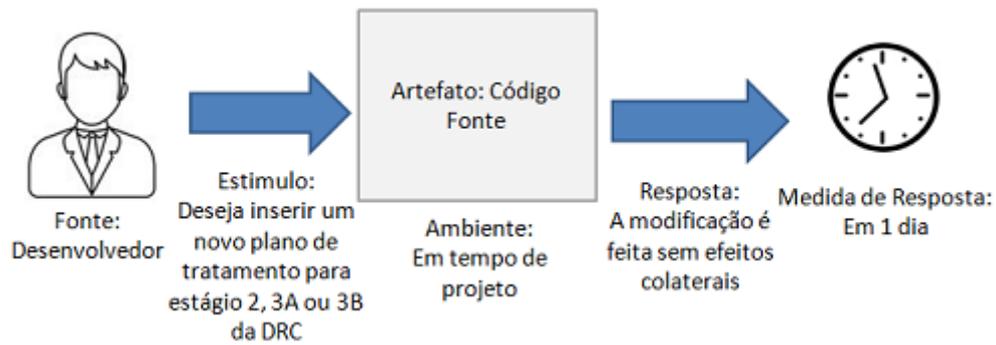


Figura 9: **Inserção de um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 2, 3A ou 3B da DRC.**

Fonte: (Autoria própria)

para a aplicação. A resposta da aplicação é efetuar as alterações desejadas sem que isso altere o funcionamento normal da aplicação.

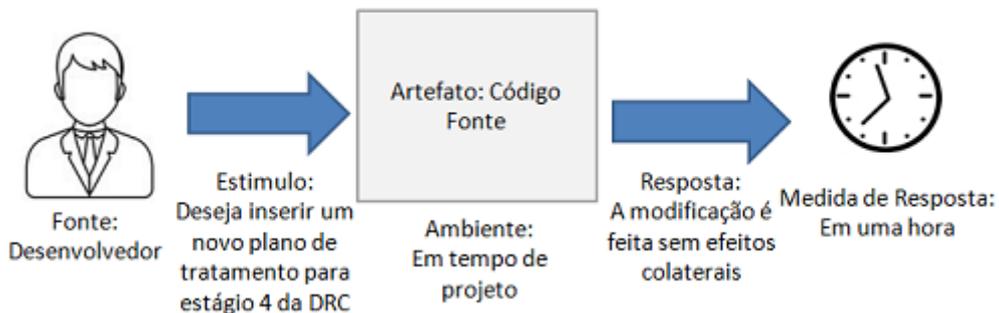


Figura 10: **Inserção de Um Novo Plano de Tratamento Voltado para Pacientes no Estágio 4 da DRC.**

Fonte: (Autoria própria)

#### 5.4.4 Inserir Novo Plano de Tratamento Voltada para Paciente no Estágio 5 da DRC

O cenário apresentado na Figura 11 é utilizado para definir que um desenvolvedor pode inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 5 da DRC em até uma hora. A fonte de estímulo desse requisito é o desenvolvedor. A representação do cenário aborda o processo necessário para inserir um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 5 da DRC. Para que a operação ocorra, o desenvolvedor precisa implementar

alguns trechos de código para determinar quais módulos da arquitetura serão selecionados para a aplicação. A resposta da aplicação é efetuar as alterações desejadas sem que isso altere o funcionamento normal da aplicação.

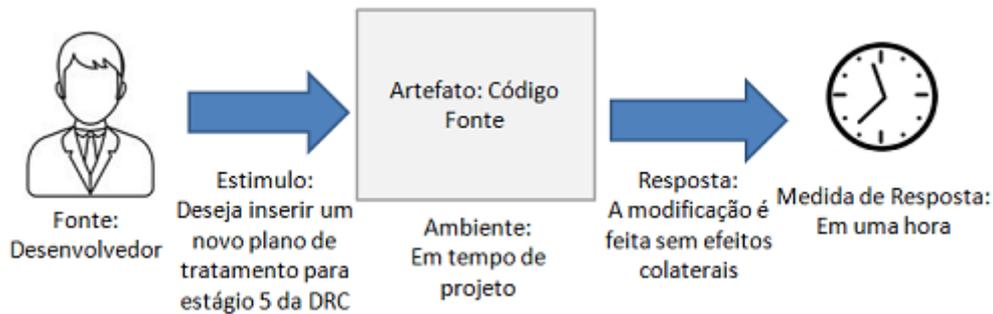


Figura 11: **Inserção de um novo plano de tratamento voltado para pacientes no estágio 5 da DRC**

Fonte: (Autoria própria)

## 5.5 Projeto da Arquitetura

O projeto da arquitetura é constituído por sua documentação. Nesta seção são apresentadas as visões arquiteturais e os elementos que as compõem, documentados utilizando UML. Cada elemento arquitetural é constituído por um nome, a definição das suas atribuições, a interação com outros elementos e suas interfaces públicas.

De acordo com o método ADD, os atributos de qualidade são conceituados como guias arquitetônicos. Uma vez determinado que a arquitetura deve contemplar os atributos de modificabilidade e escalabilidade, o foco é buscar uma arquitetura composta por módulos. Cada módulo tem uma função e a arquitetura deve ser estruturada de tal maneira que a alteração ou remoção de algum módulo não interfira no funcionamento geral do sistema, e ainda que a adição de um novo módulo seja facilitada. Neste trabalho foram adotadas as técnicas de coerência semântica e encapsulamento de informação com a finalidade de construir uma arquitetura baseada em módulos e no padrão arquitetural *Model-View-Controller* (MVC).

### 5.5.1 Visão de Decomposição de Módulos

O objetivo com a visão de decomposição em módulos é identificar os módulos do sistema e decompor os seus submódulos. Nesta etapa o arquiteto de software deve decidir sobre o tipo de módulo e suas interconexões. Objetivando contemplar o atributo de modificabilidade e escalabilidade, com base nas táticas de coerência semântica e encapsulamento de informações, a arquitetura é descrita nos próximos parágrafos focando na estrutura arquitetural de decomposição em módulos. Dentre as vantagens da decomposição em módulos está à facilidade em entender quais submódulos tem a responsabilidade pela formação de um módulo geral.

A arquitetura proposta foi dividida em três módulos principais, cada um destes sendo formado por submódulos que realizam atividades fundamentais do sistema. A decomposição em módulos foi realizada baseada no método ADD, seguindo um processo de decomposição onde, em cada estágio, táticas e padrões arquiteturais são selecionados para atender a um grupo de cenários de atributos de qualidade. Portanto, a decomposição teve início com o sistema completo, guiando o projeto da arquitetura para satisfazer tanto requisitos funcionais, quanto de qualidade e restrições do domínio. Na Figura 12 são apresentados os módulos de mais alto nível de abstração. Depois de realizar a descrição dos módulos mais externos, é realizada a definição das responsabilidades associadas a cada um desses módulos.

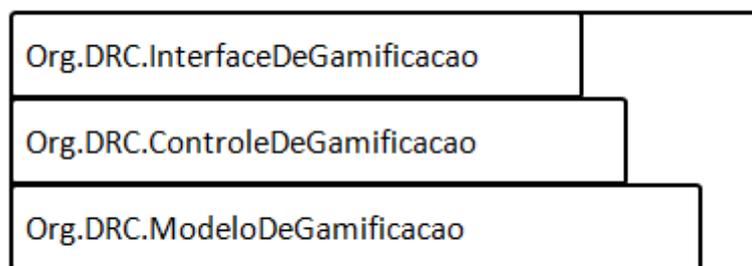


Figura 12: **Módulos mais externos.**

Fonte: (Autoria própria)

O módulo Modelo de gamificação está relacionado com a determinação da assistência que o portador de DRC deve receber diante do diagnóstico estabelecido pelo médico nefrologista. Neste módulo devem ser estabelecidas as prioridades e objetivos de atenção à

saúde frente às características da DRC apresentadas pelo paciente. Acrescenta-se que neste módulo estão presentes todos os mecanismos necessários para definição do plano de tratamento para o portador da DRC, cálculo das pontuações das missões executadas dentro da aplicação, controle do consumo de sal como uma tarefa primordial na prevenção e no controle do avanço da doença e a geração dos desafios e missões que serão apresentados para os usuários da aplicação. Ou seja, todas as informações necessárias para que sejam gerados planos de cuidado estão encapsuladas em submódulos que compõem esse módulo mais externo.

O módulo `Controle de gamificação`, baseado no padrão arquitetural MVC, é a camada da arquitetura onde devem estar presentes os controladores da aplicação. É o módulo intermediário entre a *view* e o *model*, ou seja, entre o modelo de gamificação e a interface de gamificação. Neste módulo estão presentes os controladores de acordo com a aplicação que será gerada a partir do estágio da DRC diagnosticado. Existe um submódulo controlador para ser aplicado para cada um dos estágios possíveis da DRC.

O módulo `Interface de gamificação` é uma visão mais externa de todos os submódulos responsáveis pela interação com o usuário através da exibição de interface gráfica. A partir deste módulo, são renderizados os componentes visuais da aplicação, como a emissão de mensagens textuais, sonoras e visuais. Isto inclui a geração de avatar, a interação a partir de *feedbacks* (que são retornados para o usuário da aplicação), a construção de trilhas (onde serão geradas as atividades que devem ser realizadas) e a criação de *chatbots* (que conversam com o usuário, tirando dúvidas e apresentando informações relevantes em relação à doença). Portanto, este módulo é composto por todas as informações necessárias para que sejam gerados itens de comunicação e interação visual a partir do estágio da DRC apresentado pelo usuário, encapsuladas em submódulos que compõem esse módulo mais externo.

Após a definição dos módulos mais externos, seguindo as definições da técnica ADD, um padrão arquitetural foi gerado para descrever as dependências existentes entre os módulos principais. Na Figura 13 é apresentado o padrão arquitetural para a arquitetura proposta.

Ainda, na Figura 13 também é representada uma visão das dependências entre os módulos da arquitetura. Estes módulos mais externos demonstram uma percepção geral do sistema. O módulo `ModeloDeGamificacao` possui dependência com o módulo `ControleDeGamificacao`, devido ao fato

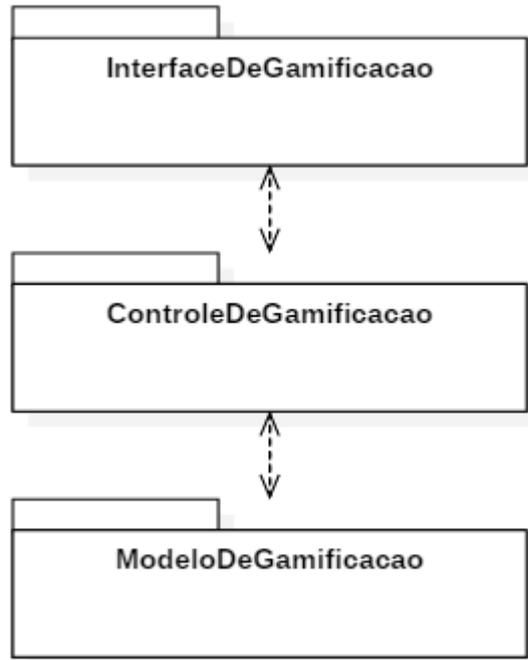


Figura 13: Padrão arquitetural

Fonte: (Autoria própria)

do módulo `ModeloDeGamificacao` precisar de artefatos presentes no módulo `ControleDeGamificacao`. O `ControleDeGamificacao` identifica os comandos de entrada da aplicação, ou seja, interações com a `InterfaceDeGamificacao` e mapeia essas ações em mensagens que são transmitidas para o `ModeloDeGamificacao` ou para a `InterfaceDeGamificacao` para executar a operação relacionada.

O `ModeloDeGamificacao` gerencia os elementos de dados da aplicação, atende a chamadas sobre esses dados e envia informações sobre mudanças de estado da aplicação. O modelo sabe o que a aplicação tem que executar e é o componente de maior relevância em termos de modelar o problema que a aplicação quer solucionar. Já a `InterfaceDeGamificacao` vai gerenciar toda interação com a parte gráfica da aplicação. A `InterfaceDeGamificacao` recebe instruções do `ControleDeGamificacao` e informações do `ModeloDeGamificacao` e então as exibe. A `InterfaceDeGamificacao` também se comunica de volta com o `ModeloDeGamificacao` e com o `ControleDeGamificacao` para reportar o seu estado.

Construir o sistema por meio de módulos permite a separação de responsabilidades, onde

cada módulo proporciona alguns serviços para outro módulo, mas um módulo sozinho não pode formar uma aplicação. Na Figura 13 pode-se visualizar que cada módulo possui funções distintas. Portanto, a alteração ou substituição de um dos seus submódulos não interfere na execução normal do restante do sistema.

Com a próxima etapa de decomposição, baseado nos princípios do ADD, tem-se que definir submódulos até obter um ponto de implementação. O primeiro módulo a ser decomposto é o módulo `ModeloDeGamificacao`. Na Figura 14 são apresentados todos os submódulos definidos para este módulo principal.

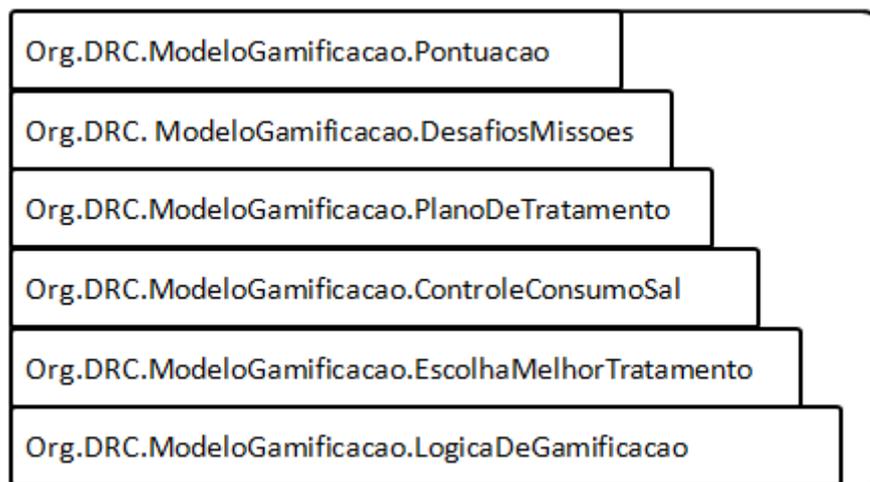


Figura 14: **Lista de submódulos do módulo modelo de gamificação**

Fonte: (Autoria Própria)

O submódulo `Pontuacao` armazena as classes e métodos referentes aos cálculos das pontuações. A pontuação está diretamente associada à exibição da classificação e a realização dos desafios e missões do submódulo `DesafiosMissoes`. À medida que o usuário vai realizando as atividades que são propostas, ele vai acumulando uma pontuação que pode resultar no ganho de algumas premiações.

O submódulo `DesafiosMissoes` é o responsável pelo armazenamento das missões que devem ser executadas de acordo com o estágio da DRC para o qual a aplicação se destina. As missões devem conter mecanismos de gamificação e gerar engajamento e motivação nos usuários, instigando o uso da aplicação e a continuidade do tratamento da doença. A realização dos desafios e missões leva ao ganho de pontuações e mudanças de níveis na aplicação.

Por outro lado, o submódulo `PlanoDeTratamento` é responsável por permitir que seja determinado um plano de tratamento de acordo com o estágio da DRC para o qual a aplicação será destinada. Neste componente devem ser inseridas as informações referentes ao plano de cuidado indicado pelo médico, de acordo com o diagnóstico realizado, exames realizados e consulta médica com nefrologista. Os planos de tratamento são concretizados na aplicação através da aplicação de desafios e missões gamificados. O objetivo com isso é engajar e motivar o usuário da aplicação na mudança de comportamento que traga benefícios a saúde do paciente e a adesão ao tratamento.

O submódulo `EscolhaMelhorTratamento` está relacionado com a seleção do melhor tipo de tratamento de substituição renal para a DRC. Esse submódulo encapsula todos os membros responsáveis por auxiliar o usuário na seleção do melhor tipo de tratamento a ser utilizado. Este submódulo é baseado no trabalho de Vis [63] e busca um mecanismo para a escolha da melhor forma de tratamento da doença. Em certo ponto da DRC, o tratamento de substituição renal é necessário para a sobrevivência. Isso pode ser alguma forma de diálise ou um transplante renal. As pessoas são frequentemente elegíveis para vários métodos de tratamento e podem ser esperados resultados médicos comparáveis das diferentes técnicas [64].

O artigo de Vis [63] apresenta um jogo de tabuleiro, onde um jogador coleta peças de armadura, visitando os cinco locais do tabuleiro através dos valores apresentados por dados que são lançados. Em cada local, o jogador recebe um conjunto de quatro dilemas que foram formulados de acordo com as possibilidades e restrições que acompanham cada tratamento. Um exemplo desse dilema é: "Minha agenda de tratamento está fixa, mas posso planejar outras atividades para contorná-la". Ao escolher uma das opções, o jogador recebe uma carta de armadura de uma cor específica. A cor representa um método de tratamento específico. Depois que um jogador coleciona cinco peças diferentes de armadura da mesma cor, ele vai para uma área denominada "Campo de Batalha" no meio do tabuleiro. Mediante essa circunstância, o jogador precisa responder à pergunta final: "Qual o método de tratamento representa a cor da sua armadura: transplante de rim, hemodiálise no hospital, diálise peritoneal ou hemodiálise em casa?". O jogo é ganho ao responder esta pergunta corretamente.

O objetivo do jogo é dar a essas pessoas percepção dos efeitos de um tratamento em sua vida cotidiana e ajudá-los a ponderar as vantagens e desvantagens de cada método de trata-

mento. O enredo da aplicação é que cada usuário precisa coletar armaduras para defender seu rim contra a doença. O objetivo é coletar uma armadura completa de uma cor para o rim, a fim de poder ser mais forte no combate a doença.

Na Figura 15 são exibidos os diferentes métodos de tratamento que são comumente usados para o tratamento de pacientes portadores da DRC estágio 5. Para muitos pacientes, o transplante renal é o método de tratamento mais preferido, pois está associado a melhor qualidade de vida e menor custo [20]. No entanto, nem todos são elegíveis para um transplante renal. Essas pessoas precisarão passar por uma forma de diálise para sobreviver ou podem optar por cuidados paliativos. As pessoas na lista de espera para a realização do transplante renal são frequentemente dependentes de diálise. A hemodiálise no hospital é a forma de diálise mais usada globalmente [20].

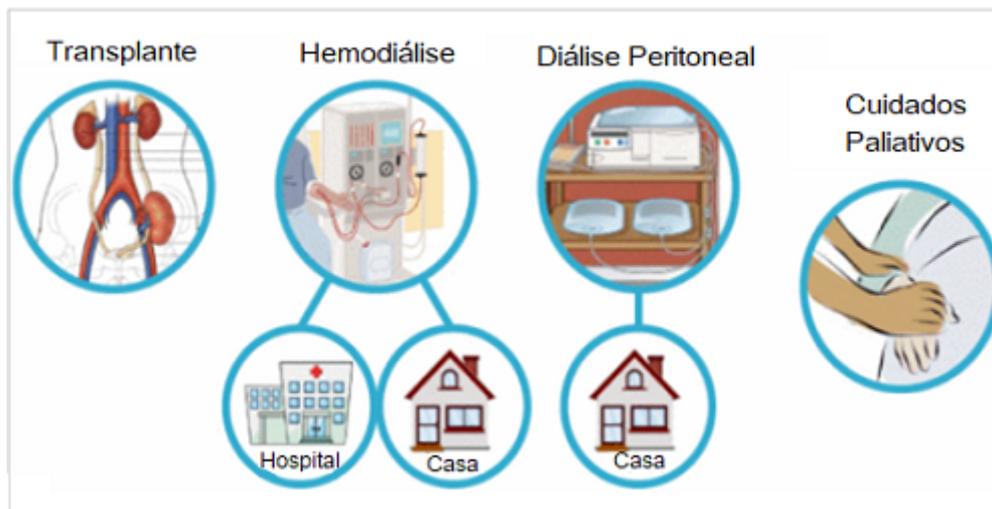


Figura 15: Tipos de Tratamentos da DRC.

Fonte: Little *et. al.* [64]

O submódulo `ControleConsumoSal` está relacionado com o armazenamento de informações relacionadas a mecanismos de controle do consumo de sal. Conforme indicado na Seção 3.2, é recomendada para o portador da DRC nos estágios 1, 3B e 3A, a diminuição da ingestão de sódio. Uma aplicação voltada para a prevenção da DRC deve definir metas de consumo diário de sal e aumento da atividade física e, com base em dados inseridos, o usuário pode definir tarefas diárias de alimentação saudável e exercícios para atingir metas de perda de peso e condicionamento físico de longo tempo.

Por fim, o submódulo `LogicaDeGamificacao` tem dependência com todos os submódulos do módulo `ModeloDeGamificacao`, sendo o responsável por coordenar os processos da camada de modelo do MVC. Este módulo irá realizar a integração entre a `Pontuacao`, os `DesafiosMissoes`, a `EscolhaMelhorTratamento`, o `PlanoDeTratamento` e o `ControleConsumoSal`.

O segundo módulo principal decomposto é o módulo `Controle de Gamificação`. Na Figura 16 são descritos todos os submódulos que constituem este módulo principal. O submódulo `Motor` é o controlador responsável pela interpretação das entradas geradas pelo usuário na interface gráfica da aplicação e pelo mapeamento dessas ações em comandos que são enviados para o `ModeloDeGamificacao` e/ou para a `InterfaceDeGamificacao` para efetuar a alteração apropriada. O submódulo `Motor` tem dependência com todos os submódulos do módulo mais externo `ControleDeGamificacao`.

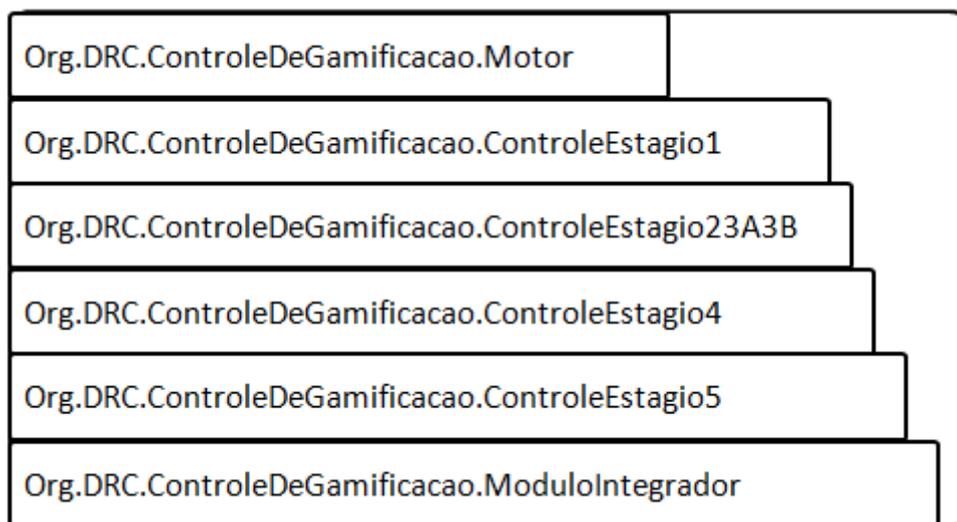


Figura 16: Lista de submódulos do módulo controle de gamificação

Fonte: (Autoria Própria)

O submódulo `ControleEstagio1` é o um controlador específico para interagir com os submódulos de `ModeloDeGamificacao` e `InterfaceDeGamificacao` que são responsáveis por gerar aplicações para portadores da DRC no estágio 1. Ele tem uma relação de dependência com o submódulo `ControleConsumoSal`.

O `ControleEstagio23A3B` é controlador específico para as aplicações que se des-

tinam ao tratamento do portador da DRC estágio 2, 3A ou 3B. Ele tem uma relação de dependência com o submódulo `ControleConsumoSal`. Como as recomendações médicas para os três estágios da DRC (estágios 2, 3A e 3B) são bem próximas, na arquitetura proposta os mecanismos de tratamento são agrupados em um único submódulo para os três estágios citados.

O submódulo `ControleEstagio4` é o um controlador específico para interagir com os submódulos de `ModeloDeGamificacao` e `InterfaceDeGamificacao` que são responsáveis por gerar aplicações para portadores da DRC no estágio 4. Ele tem uma relação de dependência com o submódulo `EscolhaMelhorTratamento`, uma vez que o portador da DRC no estágio 4 pode vir a necessitar do uso de algum tipo de tratamento de diálise.

O `ControleEstagio5` é controlador específico para as aplicações que se destinam ao tratamento do portador da DRC estágio 5. Ele tem uma relação de dependência com o submódulo `EscolhaMelhorTratamento`, uma vez que o portador da DRC no estágio 5 normalmente vai precisar fazer uso de algum tipo de tratamento de diálise.

O submódulo `ModuloIntegrador` é o responsável por receber as informações geradas pelo desenvolvedor de quais módulos deverão compor o módulo `ControleDeGamificacao`. De acordo com o estágio da DRC para o qual se destina a aplicação, o desenvolvedor irá selecionar alguns módulos, implementando assim formas diferentes de suporte ao portador da DRC. O submódulo `ModuloIntegrador` deverá conter os dados que permitam que seja inserido na aplicação o submódulo `ControleEstagio1` para aplicações voltadas para a DRC no estágio 1, o submódulo `ControleEstagio23A3B` para aplicações voltadas para a DRC nos estágios 2, 3A ou 3B, o submódulo `ControleEstagio4` para DRC estágio 4 e o submódulo `ControleEstagio5` para o tratamento da DRC estágio 5.

Por fim, o terceiro módulo decomposto é o módulo `InterfaceDeGamificacao`. Na Figura 14 são apresentados todos os submódulos definidos: `Trilha`, `Avatar` e `ChatbotDRC`, `Classificacao`, `ResumoDistintivos`, `NiveisBarraDeProgresso` e `Configuracoes`.

O submódulo `ResumoDistintivos` é responsável por permitir a criação de um painel com o resumo dos distintivos conquistados pelo usuário. Este submódulo está associado



Figura 17: Lista de submódulos do módulo interface de gamificação

Fonte: (Autoria Própria)

às conquistas realizadas pelo usuário, de acordo com o progresso do usuário dentro da aplicação ele vai conquistando um número maior de distintivos, o que também serve como mecanismo de engajamento e motivação, possibilitando que aquele usuário que segue o plano de cuidado estabelecido de maneira correta conquiste um número maior de distintivos e consequentemente traga maiores benefícios para sua saúde.

O submódulo `NiveisBarraDeProgresso` é responsável por armazenar todos os submódulos necessários para que o nível e a barra de progresso sejam gerados. Este submódulo está associado ao cálculo da pontuação conquistada pelo usuário no submódulo `Pontuacao`. Os níveis e barra de progresso é uma forma de apresentar de maneira gráfica o avanço do usuário em cada atividade realizada dentro da `Trilha`. Isto permite que o painel com o nível e a barra de progresso seja gerado e apresentado na aplicação. É interessante o uso de uma barra de progresso para que o usuário possa perceber o seu avanço a cada item da trilha realizado e que à medida que ele concluir uma determinada quantidade de atividades, isto o levará à mudanças de níveis na aplicação.

No submódulo `Classificacao` estão presentes os elementos necessários para geração de um quadro de classificação, onde a aplicação gera um painel de desempenho pela pontuação alcançada na realização das atividades apresentadas para o usuário. Este submó-

dulo está associado as conquistas realizadas pelo usuário durante o uso da aplicação.

O submódulo `Trilha` é responsável por permitir que sejam apresentados na tela os desafios e missões distribuídos em uma trilha, onde o usuário pode seguir uma ordem cronológica de tarefas para obter progresso na utilização da aplicação. Para que a execução seja permitida, esse submódulo possui uma dependência com o elemento `Motor`, que é um dos controladores dentro da camada de `ControleDeGamificacao`. Uma trilha representa parte ou o todo de um roteiro sendo divulgado, servindo como um guia para que o usuário possa realizar as atividades seguindo uma ordem. O usuário vai desbloqueando as atividades mais avançadas à medida que realiza as atividades mais iniciais. O objetivo é que este mecanismo gere engajamento, curiosidade e expectativa pela realização das atividades que ainda não estão disponíveis.

Uma aplicação precisa seguir um roteiro, ou seja, um procedimento que garanta que todas as etapas necessárias para que a execução do objetivo seja alcançada. Sendo assim, pode-se dizer que a trilha dará as coordenadas para que o usuário da aplicação saiba exatamente o que fazer, como fazer e quando fazer. A trilha deve estar voltada para o resgate das atividades de interesse do paciente, utilizando elementos relacionados à sua vida, sempre com o objetivo de proporcionar aprendizado, ou suporte ao uso de alguma medicação, ou ainda facilitar o seguimento de um plano de cuidado receitado por um médico nefrologista. Portanto, a trilha deve ser percorrida e são geradas atividades de acordo com o perfil do portador de DRC para quem a aplicação se destina. A trilha deve ser percorrida pelo menos uma vez, devendo-se respeitar a ordem que é apresentada, onde a atividade seguinte só é disponibilizada após a realização da anterior. Deve ser composta por vários desafios e estar ligada a atribuição de pontuação para o usuário. Consequentemente, o fato de seguir uma trilha e perceber o avanço no aprendizado, ou no seguimento de suas atividades voltadas para o tratamento terapêutico, faz com que o usuário sintase motivado a realizar as atividades programadas, respeitando o tempo para executá-las.

O submódulo `Avatar` é responsável por permitir a execução do personagem virtual que será apresentado na aplicação. Esse submódulo encapsula todos os membros responsáveis por selecionar o avatar a ser gerado instanciando a classe abstrata `Avatar`. A função do avatar é proporcionar comunicação com o usuário da aplicação, permitindo um maior envolvimento através da possibilidade da personalização e da realização de cuidados com a saúde

do personagem virtual. A comunicação da aplicação com o usuário pode ocorrer por meio de mensagens de texto ou mensagem de voz. O avatar pode ser apresentado na forma de um instrutor, professor ou guia; instruindo a realização das trilhas e cumprimento das etapas da aplicação, exibindo as premiações e o progresso realizado.

O submódulo `ChatbotDRC` é responsável pela apresentação na interface gráfica da aplicação de um *chat* controlado por um robô, através de implementação de mecanismos de inteligência artificial. São ferramentas utilizadas para gerar um canal de comunicação via *chat*, adotando um cenário particular e individualizado, interativo e rico em conteúdo, para retirada de dúvidas e esclarecimento de alguns procedimentos. Portanto, o usuário da aplicação passa a ter acesso a informações que antes só poderiam ser encontradas de maneira individualizada em uma consulta médica. O `ChatbotDRC` se aplica na instrução sobre horários de medicamentos, responder a dúvidas e dicas sobre a melhor forma de alimentação. Uma pesquisa realizada por Deloitte [65] aponta que globalmente as pessoas estão se interessando mais por pesquisar condições de saúde particular e buscar informações sobre o tratamento terapêutico.

O submódulo `Configuracoes` deve conter as informações referentes aos submódulos do módulo `InterfaceDeGamificacao` que deverão ser gerados para constituir a aplicação de acordo com estágio da DRC que se destina. Este submódulo deve ser responsável por receber as informações provenientes do `Parser XML`, que contém as escolhas feitas pelo desenvolvedor de acordo com informações passadas da análise médica realizada.

Pelos conceitos da técnica ADD, é necessário continuar a decomposição dos submódulos até o nível de implementação. Desta forma, nos próximos parágrafos são apresentados os elementos que compõem cada submódulo. Portanto, o passo seguinte tem como objetivo descrever todos os elementos que estão encapsulados nos submódulos do módulo `ModeloDeGamificacao`, os quais são listados na Figura 18.

No módulo `ModeloDeGamificacao`, o primeiro membro listado é o submódulo `Pontuacao`. O submódulo encapsulado é o seguinte: `CalculoDePontuacao`.

O elemento `CalculoDePontuacao` é responsável pelo cálculo da pontuação atribuída com base nos resultados do usuário em cada atividade realizada, aquelas concluídas com êxito valem 3 (três) pontos, as realizadas de maneira incompleta valem 1 (um) ponto e já aquelas perdidas por abandono valem 0 (zero) ponto. A pontuação é acumulativa, isto é, cada

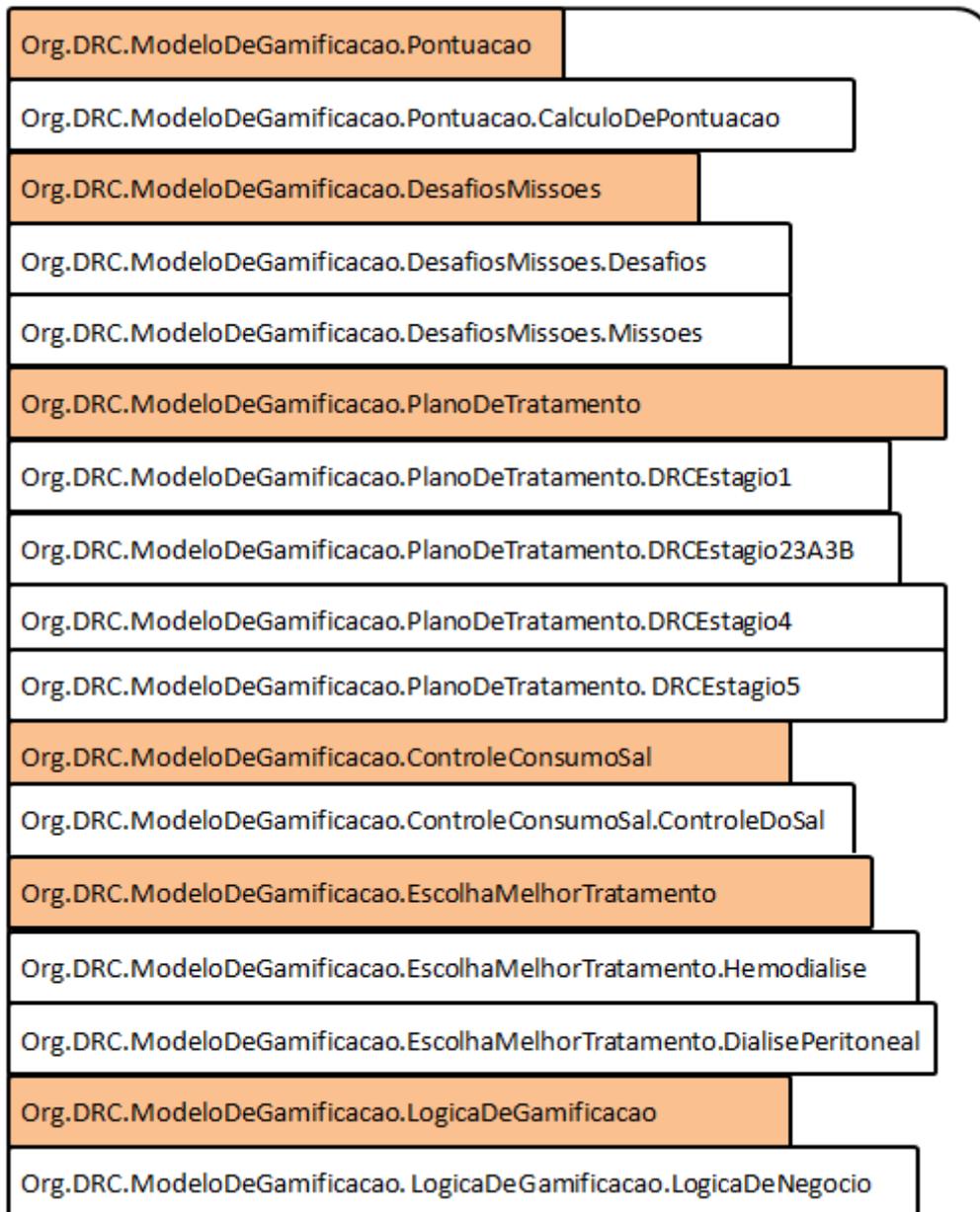


Figura 18: Lista de Composição Geral do Módulo Modelo de Gamificação

Fonte: (Autoria Própria)

vez que o usuário ganhar pontos numa determinada tarefa, estes são somados a pontuação atual dele.

O segundo submódulo do módulo ModeloDeGamificacao é o DesafioMissoes, que é composto pelos submódulo Desafios e Missoes. Os Desafios e Missoes são elementos que compõem as mecânicas de gamificação. Assim estratégias como a Pontuacao trabalha em conjunto com os Desafios e Missões buscando engajar o

usuário e fazer com que ele siga a risca as instruções médicas. A ideia central é que o usuário possa receber distintivos como recompensa ao completar as Missões e Desafios apresentados.

As Missões são as ações, práticas diárias ou semanais e tarefas que devem ser desenvolvidas para atingir a pontuação necessária para ganhar os distintivos. Os Desafios são elementos surpresas apresentados fora da Trilha, que devem ser personalizados de acordo com o desempenho do usuário e podendo servir como mecanismos para realinhar as ações do plano de tratamento, no caso de o usuário não estar seguindo as recomendações médicas.

No módulo `ModeloDeGamificacao`, o terceiro membro listado é o submódulo `PlanoDeTratamento`. Os submódulos encapsulados são os seguintes: `DRCEstagio1`, `DRCEstagio23A3B`, `DRCEstagio4` e `DRCEstagio5`.

Os elementos `DRCEstagio1`, `DRCEstagio23A3B`, `DRCEstagio4` e `DRCEstagio5` são responsáveis por armazenar todas as classes que são necessárias para a definição das ferramentas que serão aplicadas de acordo com o que é indicado pelo médico nefrologista para o tratamento da DRC estágio 1, 2, 3A, 3B, 4 e 5. Para isso o desenvolvedor irá instanciar a classe concreta referente ao estágio da doença apresentado pelo portador. Cada módulo contém um conjunto de operações que se destinam ao tratamento ou monitoramento de um estágio da DRC. E ainda, cada módulo irá gerar um conjunto de dados que servirão de entrada para o submódulo `LogicaDeGamificacao`.

Ao instanciar a classe concreta `DRCEstagio1` devem, obrigatoriamente, constituir a aplicação os módulos `ControleConsumoSal` para controle da ingestão de sódio, e o submódulo `ChatbotDRC` para possibilitar um canal de retirada de dúvidas e esclarecimento sobre procedimentos a serem adotados pelo portador da doença.

Caso a classe concreta `DRCEstagio23A3B` seja instanciada, deve ser inserido na aplicação o submódulo `ControleConsumoSal`, uma vez que diagnosticada a doença nos estágios 2 ou 3A ou 3B é recomendado o controle da hipertensão arterial, obesidade, doenças cardiovasculares e educar/reeducar o paciente a um novo estilo de vida.

Caso a escolha do desenvolvedor seja para uma aplicação voltada para o tratamento e monitoramento do estágio 4 ou 5 da DRC, a aplicação deverá conter os seguintes módulos `ControleConsumoSal` e `EscolhaMelhorTratamento`.

O quarto submódulo listado entre os que compõem o módulo mais externo

`ModeloDeGamificacao` é o submódulo `ControleConsumoSal`. Esse elemento é composto pelo submódulo `ControleDoSal`. O utilitário é responsável por encapsular todas as classes que gerenciam informações comuns aos mecanismos aplicados para gerenciamento nutricional e controle de consumo de sal. É recomendado para o portador da DRC a diminuição da ingestão de sódio. Uma aplicação voltada para a prevenção da DRC deve definir metas de consumo diário de sal e aumento da atividade física e, com base em dados inseridos, o usuário pode definir tarefas diárias de alimentação saudável e exercícios para atingir metas de perda de peso e condicionamento físico de longo prazo. A ideia é que o módulo `ControleConsumoSal` permita que sejam adicionadas as informações referentes a alimentação diária do usuário da aplicação, retornando os dados relativos a quantidade aproximada de sódio presente em cada refeição.

O quinto submódulo presente no módulo `ModeloDeGamificacao` é o elemento `EscolhaMelhorTratamento`. Esse submódulo é composto pelos itens `Hemodialise` e `DialisePeritoneal`. O submódulo `Hemodialise` e `DialisePeritoneal` tem como propósito armazenar todas as classes necessárias para que sejam geradas as informações e mecanismos de suporte ao tratamento da DRC por meio de hemodiálise e diálise peritoneal, respectivamente.

O sexto submódulo do módulo mais externo `ModeloDeGamificacao` é o `LogicaDeGamificacao` composto pelo submódulo `LogicaDeNegocio`. Este deve concentrar as funções principais relativas a camada modelo do MVC. É onde se concentram as regras de negócio da aplicação e quem realiza a comunicação com o submódulo `Motor` do módulo mais externo `ControleDeGamificacao`.

Portanto, o próximo passo é descrever a hierarquia referente ao Módulo `ControleDeGamificacao`. Na Figura 19 é exibida a lista de submódulos definidos. O módulo `ControleDeGamificacao` é composto pelos submódulos `Motor`, `ControleEstagio1`, `ControleEstagio23A3B`, `ControleEstagio4`, `ControleEstagio5` e `ModuloIntegrador`.

O submódulo `Motor` é composto pelo elemento `ControladorM`. O submódulo `ControladorM` tem a responsabilidade de armazenar as classes necessárias para a interpretação das informações enviadas pelo módulo `InterfaceDeGamificacao`, através das entradas do usuário mediante a interação com a interface gráfica da aplicação, e o ma-

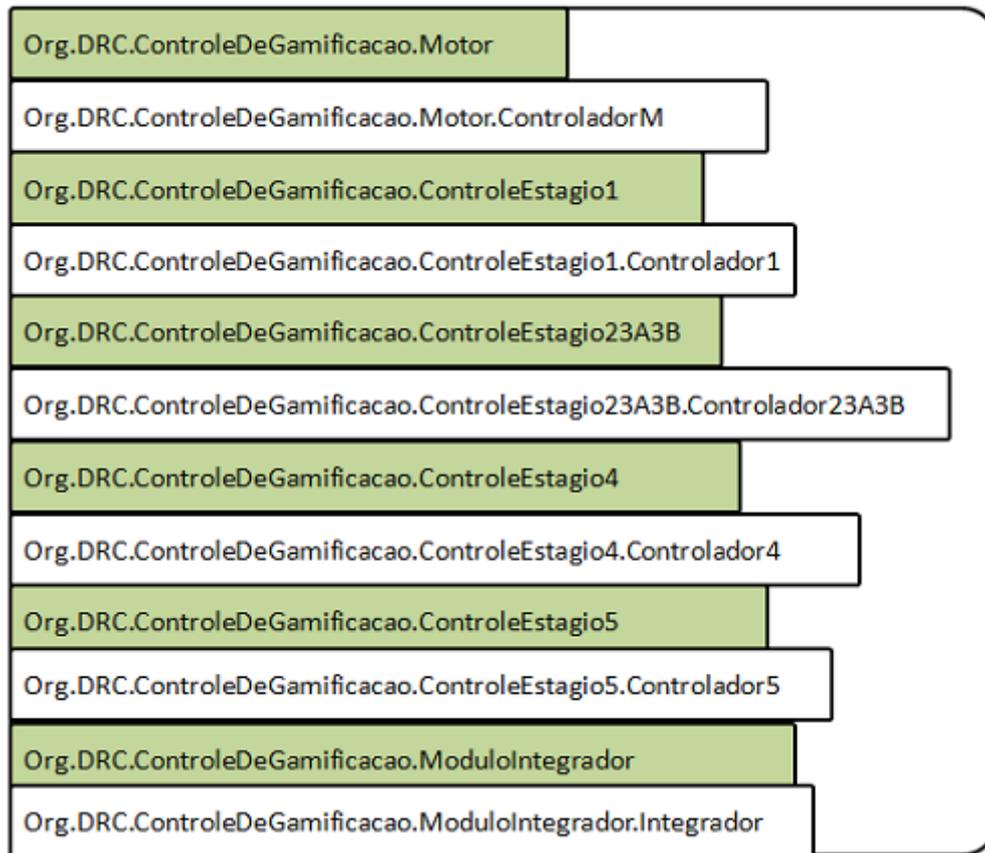


Figura 19: Lista de Composição Geral do Módulo Controle de Gamificação.

Fonte: (Autoria Própria)

peamento dessas ações em comandos que são enviados para o ModeloDeGamificação para efetuar a alteração apropriada. O `ControladorM` é um controlador geral que armazena as operações que estarão presentes em qualquer aplicação gerada, enquanto que os submódulos `ControleEstagio1`, `ControleEstagio23A3B`, `ControleEstagio4` e `ControleEstagio5`, armazenam operações específicas para cada estágio da DRC, de acordo com o usuário para o qual se destina a aplicação.

O submódulo `ControleEstagio1` é composto pelo elemento `Controlador1`. O submódulo `Controlador1` tem a responsabilidade de armazenar as classes necessárias para realizar o papel do controlador, atuando entre o *model* e a *view*. O `Controlador1` contém um conjunto de operações específicas para a aplicação voltada para o tratamento da DRC no estágio 1.

O submódulo `ControleEstagio23A3B` é composto pelo elemento `Controlador23A3B`. O submódulo `Controlador23A3B` tem a responsabilidade

de armazenar as classes necessárias para realizar o papel do controlador, atuando entre o model e a view. O `Controlador23A3B` contém um conjunto de operações específicas para a aplicação voltada para o tratamento da DRC no estágio 2, 3A ou 3B.

O submódulo `ControleEstagio4` é composto pelo elemento `Controlador4`. O submódulo `Controlador4` tem a responsabilidade de armazenar as classes necessárias para realizar o papel do controlador, atuando entre o model e a view. O `Controlador4` contém um conjunto de operações específicas para a aplicação voltada para o tratamento da DRC no estágio 4.

O submódulo `ControleEstagio5` é composto pelo elemento `Controlador5`. O submódulo `Controlador5` tem a responsabilidade de armazenar as classes necessárias para realizar o papel do controlador, atuando entre o model e a view. O `Controlador5` contém um conjunto de operações específicas para a aplicação voltada para o tratamento da DRC no estágio 5.

O submódulo `ModuloIntegrador` é composto pelo elemento `Integrador`. O submódulo `Integrador` tem a responsabilidade de armazenar as classes necessárias para receber as informações referentes ao estágio da DRC para o qual a aplicação será desenvolvida. Assim o `Integrador` tem a responsabilidade de identificar qual o controlador que será utilizado dentre os 4 disponíveis (`Controlador1`, `Controlador23A3B`, `Controlador4` ou `Controlador5`).

Por fim, os próximos submódulos decompostos estão presentes no módulo `InterfaceDeGamificacao`. Com isso, na Figura 20 é apresentada a lista de submódulos. No módulo `InterfaceDeGamificacao`, existe um submódulo identificado por `ResumoDistintivos`. Esse elemento é composto pelo membro `PeinelDistintivos`. O módulo `PeinelDistintivos` armazena classes necessárias para que o painel de distintivos seja criado a partir da definição do estágio da DRC para o qual a aplicação se destina. Ou seja, nesse módulo existem todas as classes que monitoram os distintivos conquistados e como eles foram gerados.

O segundo submódulo presente no módulo `InterfaceDeGamificacao` é o `NiveisBarraDeProgresso`. Esse submódulo é composto pelos seguintes elementos: `Niveis` e `BarraDeProgresso`. O submódulo `Niveis` armazena classes responsáveis pela aplicação de painéis verticais com a visualização do nível atual do usuário na aplicação.

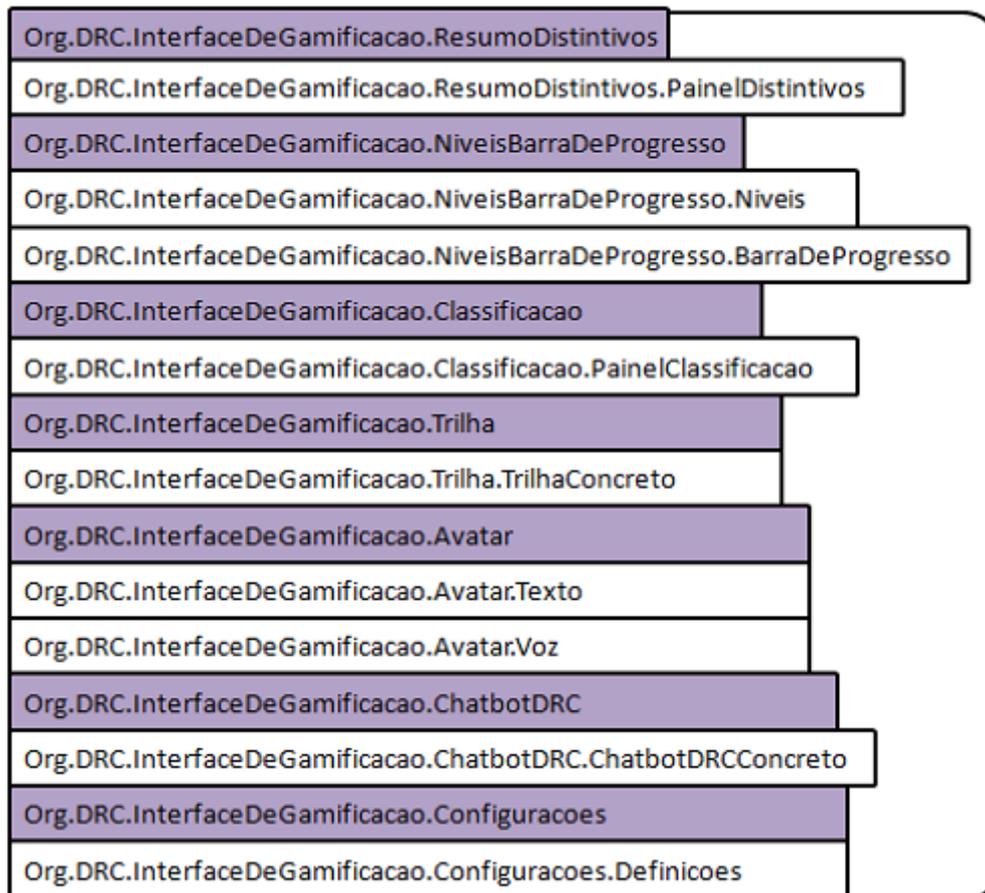


Figura 20: Lista de Composição Geral do Módulo Interface de Gamificação.

Fonte: (Autoria Própria)

O nível sobe a medida que o usuário vai realizando missões. Essa configuração de apresentação vertical é caracterizada por uma visualização da progressão do nível de acordo com as atividades realizadas dentro da aplicação. O submódulo *BarraDeProgresso* armazena classes responsáveis pela aplicação de painéis horizontais, responsáveis pela renderização da barra de progresso, um recurso de engajamento que permite que o usuário busque a realização das atividades da aplicação dentro de um prazo estabelecido para que assim ele avance dentro da plataforma. Essa forma de apresentar o conteúdo na horizontal deve ser apresentada no momento da realização de alguma tarefa da aplicação e começando em 100%, decrescendo a medida que a quantidade de tempo usada aumenta para finalizar a tarefa.

O terceiro submódulo presente no módulo *InterfaceDeGamificacao* é o *Classificacao*. Esse submódulo é composto pelo submódulo *PainelClassificacao* podendo exigir um resumo das conquistas alcançadas pelo

usuário em relação ao tempo utilizado na realização das atividades ou pela quantidade de distintivos conquistados até o momento. A classificação por tempo vai medir o desempenho do usuário na aplicação por tempo, sendo considerado como o melhor resultado aquele onde uma determinada tarefa foi realizada no menor tempo possível. A classificação por distintivos permite a apresentação da classificação do usuário de acordo com os distintivos que ele conseguiu conquistar em cada tarefa.

O submódulo `Trilha` é composto somente pelo o item `TrilhaConcreto`. O submódulo `TrilhaConcreto` tem como propósito armazenar todas as classes necessárias para que as trilhas sejam geradas a partir da definição do estágio da DRC. Essas classes devem realizar uma seleção a fim de decidir quais atividades serão apresentadas e em qual ordem será colocada dentro da trilha.

O quarto membro listado é o submódulo `Avatar`, onde garante que o personagem virtual avatar seja gerado e apresentado pela aplicação. Os seus submódulos encapsulados são os seguintes: `Texto` e `Voz`. O elemento `Texto` é responsável por armazenar todas as classes que são necessárias para apresentar uma comunicação em forma de texto, permitindo que as instruções e comandos possam ser apresentadas de forma gráfica. O elemento `Voz` tem como objetivo encapsular todas as classes que permitem que os *feedbacks* e resultados das atividades realizadas na aplicação possam ser apresentados em forma de voz.

O penúltimo submódulo presente no módulo `InterfaceDeGamificacao` é o elemento `ChatbotDRC`. Esse submódulo é composto pelo item `ChatbotConcreto`. O submódulo `ChatbotConcreto` tem como propósito armazenar todas as classes necessárias para que a geração de *chats* virtuais que permitiram a explicação sobre procedimentos, remédios a serem tomadas e modificações na alimentação.

Por fim, o último submódulo presente no módulo `InterfaceDeGamificacao` é o elemento `Configuracoes`. Esse submódulo é composto pelo item `Definicoes`. O submódulo `Definicoes` tem como proposito armazenar todas as classes que irão armazenar as informações referentes aos submódulos do módulo `InterfaceDeGamificacao` que determinarão quais os submódulos que devem estar presentes na aplicação gerada de acordo com estágio da DRC para o qual se destina..

### 5.5.2 Esquema de Geração de Aplicações

Agora que já foram descritos os módulos da arquitetura na seção anterior, nesta seção será descrito o procedimento para a geração de novas aplicações para o monitoramento e tratamento da DRC, conforme a Figura 21.

O desenvolvimento de aplicações terapêuticas é realizado pelo ator desenvolvedor, por meio da colaboração do ator cuidador (profissional de saúde). A colaboração do cuidador consiste no fornecimento de dados relativos as consultas médicas e ao estágio atual da DRC do portador e o objetivo terapêutico da aplicação a ser desenvolvida.

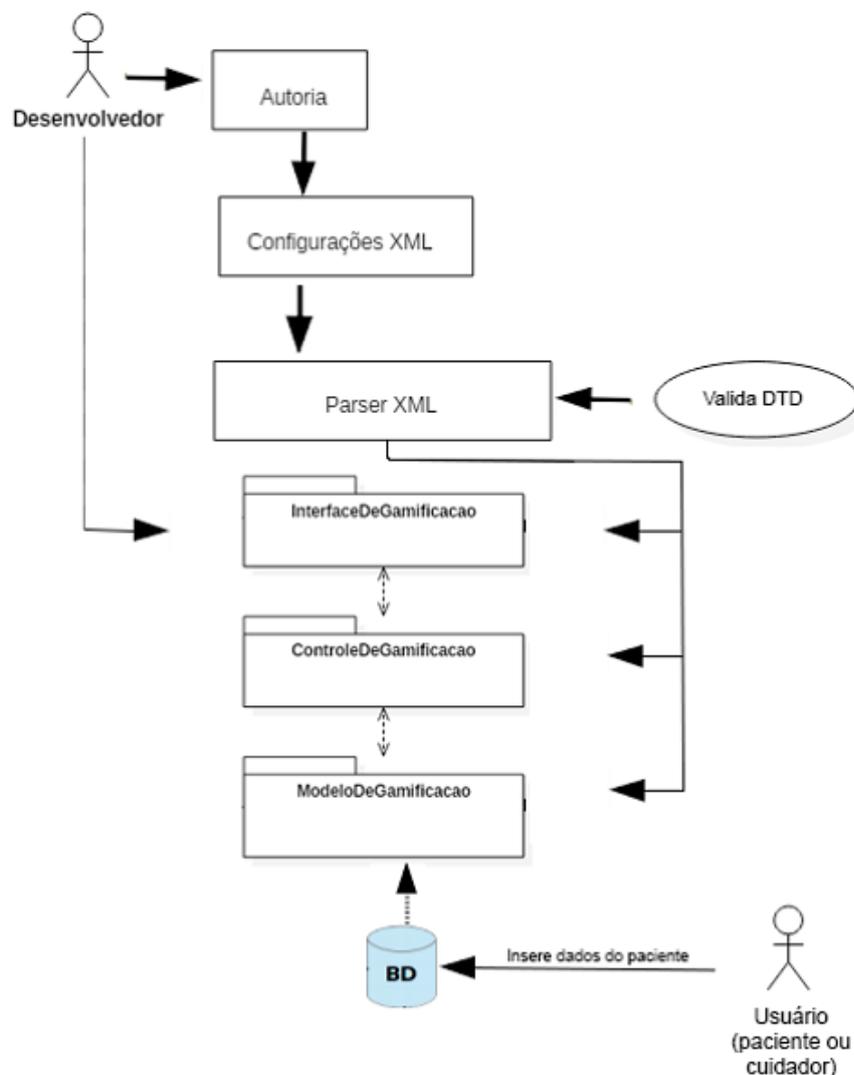


Figura 21: Esquema de geração de aplicações

Fonte: (Autoria própria)

As informações repassadas ao desenvolvedor pelo cuidador são inseridas na arquitetura por meio de uma ferramenta de autoria, produzindo um arquivo XML (*Extensible Markup Language*) chamado de *configuracoes.xml* e que carrega as informações relativas aos módulos da arquitetura que devem ser instanciados.

O arquivo *configuracoes.xml* é composto pela lista dos componentes das camadas `InterfaceDeGamificacao`, `ControleDeGamificacao` e `ModeloDeGamificacao` que irão compor a aplicação e farão parte da aplicação terapêutica gerada. Após ter sido criado o arquivo *configuracoes.xml*, ele é aplicado como entrada no artefato de software `Parse XML`.

O artefato `Parse XML` é responsável por validar os dados que vem do arquivo *configuracoes.xml* e apresentar como saída uma lista para cada um dos módulos `InterfaceDeGamificacao`, `ControleDeGamificacao` e `ModeloDeGamificacao`, com a descrição dos módulos que deverão ser instanciados.

A validação ocorre, por exemplo, ao saber que o módulo `EscolhaDoMelhorTratamento` está associado ao módulo `ControleDRCEstagio5`. E que ao tentar gerar uma aplicação voltada para o portador da DRC nos estágios 1, ou 2, ou 3A, ou 3B, ou 4, a aplicação não poderá conter o módulo de escolha do melhor tratamento.

Para que o desenvolvedor consiga gerar uma aplicação, voltado para o tratamento de um determinado estágio da DRC, ele deverá seguir os seguintes passos:

1. Construir um arquivo XML, selecionando os módulos que irão compor a aplicação;
2. Parser xml verifica a compatibilidade entre os módulos selecionados e se algum módulo essencial para a aplicação deixou de ser selecionado pelo desenvolvedor; e
3. Os módulos `ModuloIntegrador`, `Configuracoes` e `PlanoDeTratamento` são responsáveis por gerar os módulos das camadas `Controle`, `Interface (View)` e `Modelo`, respectivamente, a partir dos itens selecionados na etapa 1.

### 5.5.3 Descrição do Arquivo XML Gerado

As informações repassadas ao desenvolvedor pelo cuidador são inseridas na arquitetura, por meio do módulo `Configuracoes` e por meio de uma ferramenta de autoria, gerando

como saída um arquivo XML correspondente aos módulos que devem ser instanciados. O arquivo *configuracoes.xml* será produzido a partir de uma ferramenta de autoria de uso do desenvolvedor. Dentro do objetivo deste trabalho não se enquadra o desenvolvimento desta ferramenta, sendo proposto para trabalhos futuros.

Após ter sido gerado o arquivo *configuracoes.xml*, este será utilizado como entrada no artefato *Parser XML*. O processamento aplicado no *Parser XML* irá analisar a compatibilidade entre os módulos selecionados e se esses estão de acordo com o estágio da doença apresentado, além de analisar se o próprio arquivo XML apresenta corretude na sua sintaxe. O arquivo *valida.dtd* também serve de entrada no *Parser XML* e carrega configurações que auxiliam o *Parser XML* no processo de validação do XML. A busca e seleção dos componentes da aplicação são realizadas nos módulos *InterfaceDeGamificacao*, *ControleDeGamificacao* e *ModeloDeGamificacao*.

O processo de geração do arquivo XML, que carrega as informações dos módulos que devem ser instanciados, é gerado por uma ferramenta gráfica que corresponde uma instância do módulo *Configuracoes* e que deve ser disponibilizado ao desenvolvedor. A saída do *Parser XML* corresponde a uma lista com os módulos obrigatórios e opcionais que deverão ser utilizados na geração da aplicação.

#### 5.5.4 Visão de Uso entre Submódulos

Concluída a etapa de definição dos artefatos que constituem os módulos mais externos do sistema, pode-se obter uma visualização das dependências entre os módulos da arquitetura, apresentadas na Figura 22.

Analisando a Figura 22, pode-se perceber que o submódulo *Trilha* possui dependência com os submódulos *Avatar*, *ResumoDistintivos*, *NiveisBarraDeProgresso*, *Classificacao*, *ChatbotDRC* e *Configuracoes*, além do submódulo *Trilha* possuir dependência com o submódulo *Motor* do módulo mais externo *ControleDeGamificacao*.

No módulo mais externo *ControleDeGamificacao*, o submódulo *Motor* possui dependência com os membros *ControleEstagio1*, *ControleEstagio23A3B*, *ControleEstagio4*, *ControleEstagio5* e *ModuloIntegrador*.

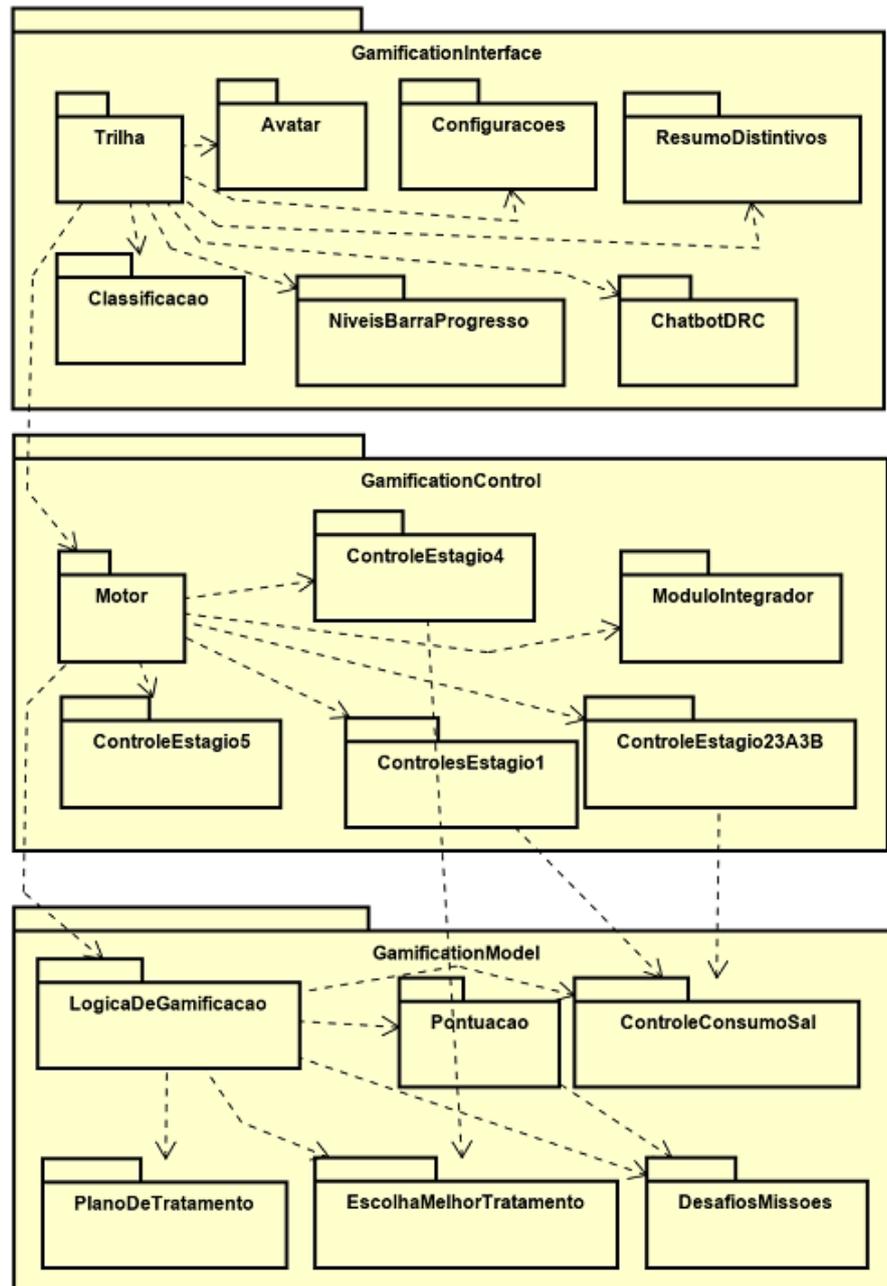


Figura 22: Visão de uso entre submódulos

Fonte: (Autoria Própria)

Assim como o submódulo `Motor` possui dependência com o submódulo `LogicaDeGamificacao` do módulo mais externo `ModeloDeGamificacao`. O submódulo `LogicaDeGamificacao` possui dependência com todos os submódulos do módulo `ModeloDeGamificacao`.

### 5.5.5 Visão em Camadas

Tomando como base os requisitos não funcionais de modificabilidade e escalabilidade, foi construída uma visão em camadas com base na visão de uso. Assim, a ideia é deixar visível a possibilidade de alteração, remoção ou adição de um novo módulo na arquitetura sem que isto interfira no funcionamento geral do sistema, além de dar ciência dos níveis de dependência entre cada camada [58].

Com base na Figura 23, pode-se analisar que a camada `InterfaceDeGamificacao` possui dependências com a camada `ControleDeGamificacao`, assim como a camada `ControleDeGamificacao` tem dependências com a camada `ModeloDeGamificacao`. Essas dependências ocorrem porque para que as aplicações sejam geradas as três camadas devem atuar conforme o *Model*, *View* e *Controller* do padrão MVC.

### 5.5.6 Visão de Estrutura em Classes

Uma vez estruturados os módulos dos sistema, a visão de estrutura em classes apresenta uma composição das classes concretas que compõem o sistema, sendo utilizado o diagrama de classes para descrever como ocorre a relação de dependências entre esses elementos [66]. O diagrama de classes derivado da arquitetura proposta é apresentado na Figura 24. No diagrama da Figura 24 são exibidas todas as interfaces de cada submódulo definidas, permitindo uma melhor visão de quais métodos públicos irão compor cada classe. Podendo ser classificado como um diagrama de mais baixo nível que descreve os artefatos do sistema.

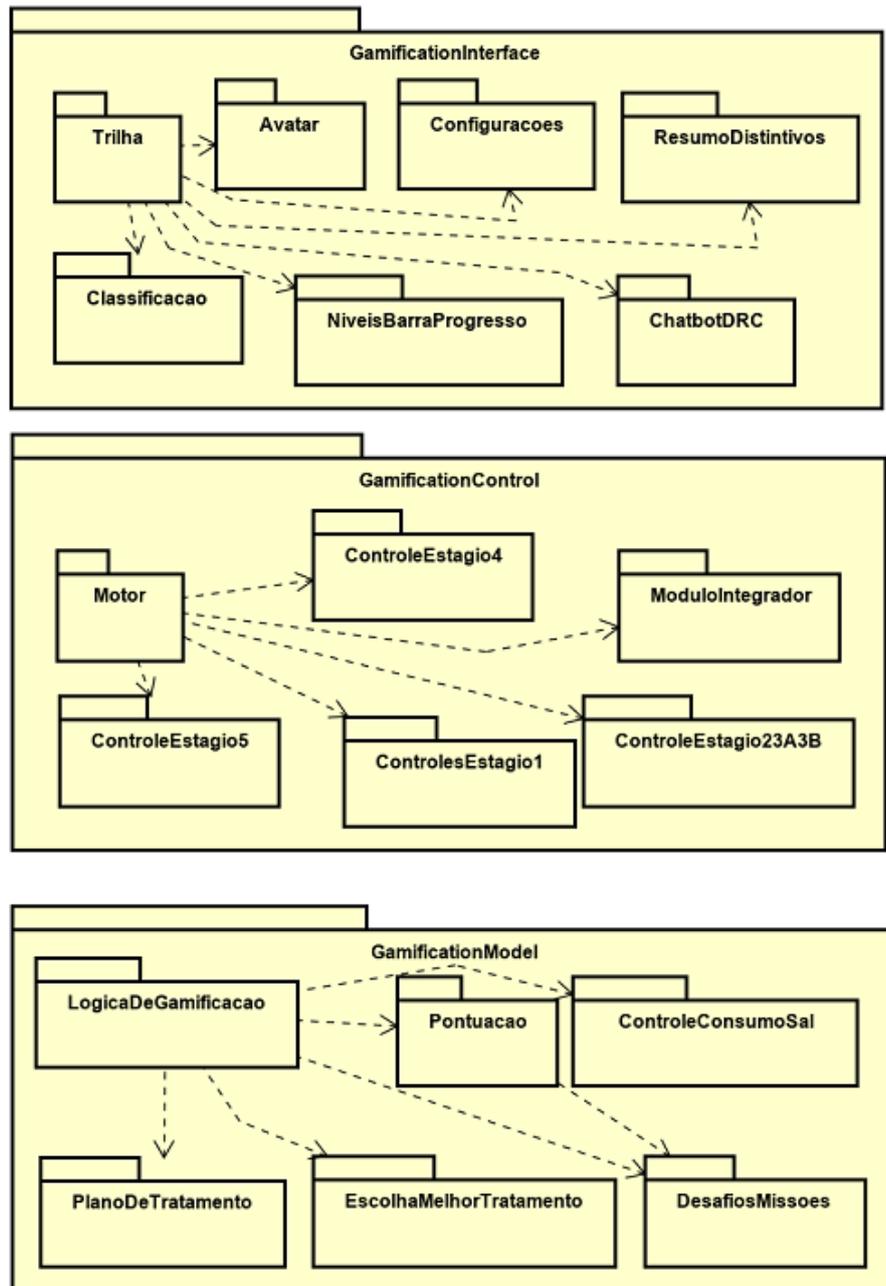


Figura 23: Visão em camadas

Fonte: (Autoria Própria)

## 6 Avaliação da Arquitetura

A avaliação de uma arquitetura se faz necessário principalmente por ela ser a base de todo o sistema. Uma avaliação representa uma investigação da organização do sistema quanto a sua qualidade. A avaliação de uma arquitetura é o processo que deve ocorrer previamente a

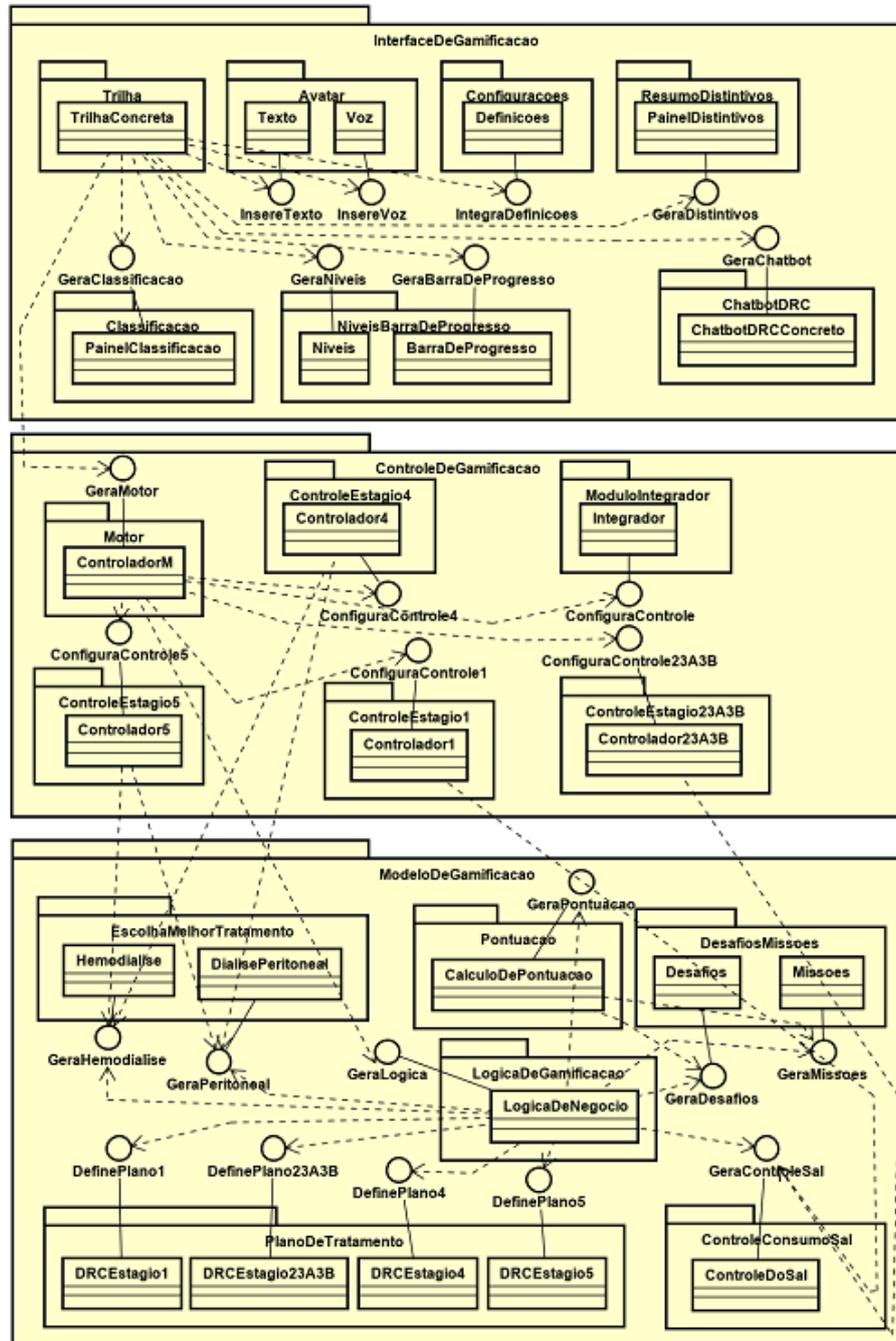


Figura 24: Diagrama de classes e suas interfaces

Fonte: (Autoria Própria)

etapa de desenvolvimento e testes. A arquitetura é uma etapa inicial do processo de desenvolvimento de um software. Ela compõe um mecanismo de comunicação entre os envolvidos no projeto; uma forma dos projetistas de software definir as estruturas que constituirão o sistema e ainda pode ser reutilizada em cenários com requisitos semelhantes [58].

A avaliação arquitetural permite a definição de propriedades, características esperadas e não esperadas e estilo arquitetural. E ainda, apresenta táticas para apoiar o desenvolvedor no processo de implementação visando atender os requisitos funcionais e não-funcionais levantados [67].

Uma avaliação de arquitetura vai retornar um *feedback* em relação a obtenção dos requisitos elicitados previamente, retornando um relatório cujo conteúdo está associado ao método de avaliação aplicado [68]. Este deve gerar respostas para o questionamento se a arquitetura é adequada para o sistema para o qual foi projetada. Com a avaliação da arquitetura é investigado se esta é adequada ao propósito das aplicações que serão desenvolvidas futuramente e se atende aos critérios de modificabilidade e escalabilidade, ou seja, se este será modificável e escalável de maneira planejada e fornecerá a função comportamental necessária.

Algumas abordagens podem ser utilizadas no processo de avaliação de uma arquitetura. Neste trabalho, será abordada uma avaliação baseada em cenários, onde o processo de avaliação da arquitetura ocorre com a presença das pessoas interessadas no projeto, e são estabelecidos cenários de uso e verificação dos requisitos levantados. A avaliação baseada em cenários utiliza o *feedback* das pessoas envolvidas no projeto, através da definição de cenários de uso e reuniões para apresentação da arquitetura.

Este capítulo está dividido da seguinte forma: na Seção 6.1 apresentamos o método de avaliação utilizado; na Seção 6.2 são apresentados os passos aplicados na avaliação com os envolvidos no projeto; na Seção 6.3 é apresentado como ocorreu a demonstração da arquitetura para os envolvidos; na Seção 6.4 estão presentes os cenários de uso da arquitetura que foram discutidos com os envolvidos no projeto e a avaliação dos requisitos levantados; nas Seções 6.5 e 6.5.1 são apresentados os detalhes de implementação do protótipo produzido; e, por fim, nas Seções 6.5.2 e 6.5.3 são demonstrados os detalhes da avaliação com a metodologia *System Usability Scale* (SUS) [69].

## 6.1 Método de Avaliação

Dentre as possibilidades de avaliação de arquiteturas, existem as avaliação através de cenários, que são técnicas que abordam a apresentação da documentação da arquitetura para os envolvidos no projeto com a utilização de cenários de uso e coleta do *feedback* da avaliação.

Algumas técnicas como os *Active Design Reviews* (ADRs) [70], o *Architecture Traoff*

*Analysis* (ATAM) [71] e o *Software Architecture Analysis Method* (SAAM) [72] aplicam o uso de cenário para avaliações de arquitetura. Os ADRs buscam formatar os *feedback* dos envolvidos no projeto através da aplicação de questionários e são indicados para avaliação de módulos individuais da arquitetura antes da conclusão do projeto da arquitetura. Já as técnicas SAAM e ATAM verificam se o projeto da arquitetura aplica os requisitos de qualidade levantados pelos envolvidos na proposta. O objetivo desses métodos de avaliação é construir visões que permitam aos envolvidos entender e avaliar a arquitetura e gerar os *feedbacks* das modificações que devem ser aplicadas [73]. Todos os métodos de avaliação citados apresentam uma metodologia baseada em cenários, que necessitam que os envolvidos avaliem o projeto da arquitetura e criem um relatório de parecer.

Ainda segundo Harrison [61] existe um grupo de padrões para a avaliação de arquiteturas:

- *Full Review* – Um tipo de revisão completa, sendo recomendada para arquiteturas grandes e complexas. É um tipo de avaliação minuciosa, que busca analisar os mínimos detalhes do projeto. É recomendada quando a arquitetura é projetada para o desenvolvimento de uma família de produtos durante um longo período de tempo.
- *Blitz Review* – É uma avaliação menor se considerada com a *Full Review*, demandando menos e sendo menos complexa. É recomendada para arquiteturas pequenas e normalmente para aquelas baseadas em projetos já desenvolvidos. Os revisores tem um prazo curto para entregar o relatório final de avaliação, não passando de uma semana após a revisão.
- *Active Review* – É uma forma de avaliação de partes de uma arquitetura já projetada. Aplica questionários com questões com respostas pré-definidas e que podem ser escolhidas dentro de uma escala, ou de um conjunto de alternativas.
- *Desk Review* – Uma metodologia voltada para arquiteturas que já vem sendo aplicadas a algum tempo, buscando analisar uma parte específica da documentação.
- *Discovery Review* – Indicado para levantamento inicial da arquitetura. Exige pouca documentação e o arquiteto é levado a apresentar verbalmente a arquitetura e colher *feedback* dos revisores, incorporando as sugestões na arquitetura.

Em todas as metodologias de avaliação, é necessário a presença dos envolvidos acompanhando o processo de projeto e documentação da arquitetura. Na etapa de validação e coleta de *feedbacks* da arquitetura, apresentações precisam ser feitas e os envolvidos precisam dedicar algum tempo para estudo e escrita do relatório de avaliação.

Analisando o trabalho de Harrison e Avgeriou [74], que propõem uma forma de revisar arquiteturas de software que acomodem projetos com ciclos de desenvolvimento muito curtos, documentação mínima ou requisitos que mudam frequentemente para identificar questões importantes na obtenção de atributos de qualidade. Assim, os seguintes passos foram aplicados na avaliação da arquitetura, seguindo os passos básicos comuns aos métodos de avaliações de arquiteturas:

1. Organizar a avaliação, determinar seus objetivos, aprontar a documentação que será exibida e definir os revisores;
2. Estabelecer e entrar em contato com os revisores;
3. Gerar a documentação para os revisores;
4. Recolher o *feedback* dos revisores;
5. Integrar o *feedback* dos revisores à arquitetura.

Os envolvidos no projeto estiveram presentes nas etapas de levantamento de requisitos e na avaliação da arquitetura. Foram realizadas visitas e apresentações individuais da documentação. O processo de avaliação da arquitetura levou aproximadamente 2 meses, com visitas aos envolvidos. O método escolhido para avaliação da arquitetura deste trabalho é o *Discovery Review*, um método baseado em cenários e que busca organizar os *feedbacks* dos envolvidos no projeto, possibilitando a evolução da arquitetura durante a execução da etapa de projeto. Essa técnica de avaliação apresenta um grupo de instruções para construção das apresentações da arquitetura, como expor as apresentações para os envolvidos no projeto e como proceder com as coletas dos *feedbacks* que ocasionará na evolução da arquitetura [61].

Em [61] são descritas as etapas elementares que são comuns nas técnicas de avaliação de arquiteturas. Tomando como base essas etapas, para a análise da arquitetura proposta, foi realizado o seguinte roteiro:

#### Passo 1: Preparativos para a avaliação

- Estabelecer o que se pretende com a avaliação;
- Construir os cenários que servirão de base para a avaliação;
- Preparar documentação, montar slide e visões arquiteturais para as apresentações.

#### Passo 2: Estabelecer quem serão os envolvidos na avaliação

- Definir os revisores que avaliarão a arquitetura;
- Agendar encontros e apresentações com os revisores.

#### Passo 3: Expor a documentação da arquitetura e os cenários de uso

- Demonstrar as visões arquiteturais que melhor se adequam ao perfil do revisor;
- Apresentar os cenários e os módulos da arquitetura que implementam as funcionalidades;
- Preencher formulários com as avaliação dos revisores.

#### Passo 4: Aplicar os *feedbacks* na evolução da arquitetura

- Inserir na arquitetura as alterações pontuadas nas reuniões com os revisores;

## **6.2 Aplicação da Avaliação**

A descrição do cronograma de avaliação seguido na avaliação da arquitetura é descrita nos próximos passos:

#### Passo 1: Preparação para a avaliação

Objetivo da avaliação: realizar a análise da arquitetura proposta; avaliar se os requisitos funcionais e não funcionais levantados são atingidos através do projeto da arquitetura e dos cenários de uso formulados; levantar informações dos revisores em busca de possíveis aperfeiçoamentos ou de novos cenários ainda não identificados.

As apresentações da documentação foram realizadas através da exposição do conteúdo via slide e apresentação verbal dos módulos da arquitetura e dos cenários de uso. O método de avaliação utilizado também foi exposto nas apresentações realizadas.

#### Passo 2: Definição dos revisores da arquitetura

Os envolvidos na etapa de levantamento de requisitos são os mesmos integrantes responsáveis pela revisão da arquitetura através dos cenários de uso, baseado nos princípios do *Discovery Review* [61], que aponta que os feedbacks dados durante a etapa de avaliação podem resultar em alterações no projeto da arquitetura. Foram eles:

1. Um profissional de saúde formado em medicina.
2. Dois profissionais de saúde com habilitação em enfermagem.
3. Um profissional desenvolvedor de software.

#### Passo 3: Demonstração da arquitetura e cenários de uso

A demonstração da arquitetura aconteceu com uso de recurso visual de slide, apresentado os cenários de uso e os módulos da arquitetura proposta, assim como suas interações e as visões arquiteturais construídas. Para cada perfil técnico do avaliador existe uma visão arquitetural mais adequada para a realização da revisão. O relatório da revisão foi aplicado na forma verbal e os revisores interrompem a apresentação sempre que achavam necessário.

#### Passo 4: Aplicando as alterações de acordo com os feedbacks coletados nas reuniões

Os cenários criados com base nos requisitos levantados foram apresentados em 25. Estes cenários foram expostos e validados pelos revisores durante as reuniões.

Na representação dos cenários, tem-se o ator que executa a primeira interação com o sistema; uma descrição do que acontece em cada cenário; os requisitos abordados; e finalmente a realização da arquitetura, ou seja, um demonstrativo dos módulos da arquitetura que devem ser instanciados para a efetiva execução do cenário.

### **6.3 Demonstração da Arquitetura para os Envolvidos**

A arquitetura proposta é voltada para interação com desenvolvedores, visando facilitar a tarefa de geração de aplicações e tornar a alteração do sistema e a personalização das aplicações facilitada, através da geração de diferentes aplicações de acordo com os módulos selecionados.

Como exemplo deste procedimento, no caso do cenário 5.4.1 (Inserir um novo plano de tratamento para estágio 1 da DRC), foram apresentadas as recomendações médicas para

o portador da DRC diagnosticado no estágio 1 da doença, como restrições em relação a nutrição, realização de atividades físicas e ao abandono do tabagismo (Seção 3.2), além dos elementos de gamificação que poderiam colaborar com o tratamento da DRC estágio 1 (Seção 2.2) e da visão de uso entre submódulos (Seção 5.5.4) e discutimos sobre fatores que podem levar a doença a evoluir para o estágio 2.

Por ser um estágio inicial da doença, foram discutidas questões como o impacto da descoberta da doença na vida do paciente e a apresentação da aplicação como uma ferramenta de suporte ao tratamento. Foi apresentado o cenário de geração de novas aplicações a partir da avaliação e recomendação médica e o roteiro que o desenvolvedor deve seguir para gerar uma nova aplicação. Foram levantadas algumas questões, como a possibilidade de o usuário modificar o plano de tratamento, o que levou ao projeto do módulo `PlanoDeTratamento`, visando que o usuário da aplicação consiga realizar esta modificação.

Na apresentação do cenário 5.4.2, ou estágios 2, 3A e 3B da DRC, por haver semelhanças entre os tratamentos indicados para os portadores da DRC estágio 2, 3A e 3B um único cenário foi utilizado. Neste o desenvolvedor irá gerar uma aplicação que assim como no estágio 1 da DRC deverá apresentar mecanismos que estimulem o usuário a controlar a ingestão de sal, além da realização dos desafios e missões personalizados para o estágio apresentado. Neste cenário, foi apontado pelos envolvidos que as aplicações geradas pela arquitetura deveriam focar em evitar o progresso do estágio da doença, uma vez que o portador já apresentaria um estágio mais avançado que o estágio 1. Foram levantados apontamentos como a necessidade de itens educativos, para explicar sobre as consequências da doença, como evitar o progresso e as mudanças de hábito que poderiam trazer benefícios para o paciente.

O cenário 5.4.3, ou estágio 4 da DRC, foi pontuado que o módulo `ControleConsumoDeSal` já não estaria mais presente, por ser considerado um estágio avançado da doença. Neste estágio a maioria dos pacientes já apresenta sinais e sintomas de uremia, com necessidade de iniciar alguma terapia renal substitutiva, o portador precisa ser acompanhado por um médico nefrologista com avaliações trimestrais, o que pode levar a mudanças no plano de tratamento. Após o esclarecimento do quadro clínico do paciente, este pode ou não optar pela hemodiálise. A outra opção de tratamento é a diálise peritoneal. Caso o paciente escolha como tratamento essa modalidade, seus familiares precisarão de treinamento. Diversos apontamentos em relação a instrução do portador,

voltado ao uso de equipamentos de hemodiálise e diálise peritoneal, foram propostos, levando a elaboração do módulo `EscolhaMelhorTratamento`. Este deve instruir o usuário sobre questões de uso, segurança e higiene na utilização dos equipamentos de hemodiálise ou da diálise peritoneal.

Por fim, no cenário 5.4.4, ou estágio da 5 da DRC, assim como no estágio 4 da doença, o portador deve fazer uso de alguma terapia renal substitutiva, como a hemodiálise ou a diálise peritoneal. Este cenário apresenta o estágio mais avançado da doença, onde o portador pode ser encaminhado para a realização do transplante renal como uma maneira de restaurar as funções renais do seu corpo. Foi pontuado pelos envolvidos no projeto que os desafios e missões deste cenário deveriam apresentar um contexto motivacional, buscando engajar o paciente na realização das recomendações médicas em forma de atividades e tarefas apresentadas na aplicação.

É importante também destacar alguns dos apontamentos realizados por cada um dos envolvidos no projeto durante as reuniões para apresentação da arquitetura e das visões arquiteturas. A cada reunião e *feedback* coletado, informações foram utilizadas para reformular os módulos da arquitetura, buscando apresentar o melhor cenário de acordo com os requisitos da aplicação levantados.

Segundo o profissional formado em medicina, envolvido no projeto, foram descritos os seguintes *feedbacks*:

- O submódulo `Controle do consumo do sal` deveria conter um mecanismo que permitisse que o usuário da aplicação inserisse as informações relativas a sua alimentação diária. Assim a aplicação realiza os cálculos da quantidade de nutrientes presentes em cada refeição, podendo realizar alertas diários em relação ao consumo em excesso de sal;
- Os desafios e missões poderiam ser apresentados na forma de um jogo com tempo limitado para execução;
- No início da aplicação deveria ser introduzido para o usuário o significado da sigla DRC junto com uma breve explicação da doença;
- O sistema deveria apresentar uma descrição ou vídeos sobre os tipos de exames existentes, uma vez que alguns nomes não são tão comuns para as pessoas que não são da

área médica.

Os dois envolvidos enfermeiros também participaram da avaliação da arquitetura e levantaram alguns *feedbacks*:

- Como os procedimentos de hemodiálise e diálise peritoneal são considerados procedimentos invasivos e já utilizados em um estágio avançado da doença foi levantada a importância da instrução de uso e recomendações médicas. Assim, esse *feedback* só destacou a importância do submódulo `EscolhaMelhorTratamento` para munir o usuário da aplicação de informações importantes em relação ao uso destes tipos de tratamentos.
- A possibilidade de uma assistência virtual (*chatbot* DRC) disponível 24 horas por dia para o portador da doença apresenta diversos ganhos em relação ao alcance de informação ágil pelo paciente.
- Foi pontuado que as interações via chat também poderiam acontecer com um médico nefrologista respondendo as questões levantadas pelo paciente. Esta abordagem não foi considerada neste trabalho.

O desenvolvedor envolvido no projeto atribuiu *feedbacks* de acordo com a visão de estrutura em classes (Seção 5.5.6) e a visão em camadas (Seção 5.5.5).

- Foi apontado que a escolha por uma estrutura em camadas similar ao padrão MVC é positiva, visto que a aplicação deveria ser executada na *web*.
- O processo de geração de aplicação através da seleção dos módulos que devem compor a aplicação e da validação dos módulos que podem compor uma mesma aplicação também foi apontado como um ponto positivo.

## 6.4 Avaliação dos Requisitos e Cenários de Uso

Nessa seção é descrito como a arquitetura conduz cada cenário. Estes são originários nos requisitos funcionais e nos atributos de modificabilidade e escalabilidade, e são os mesmos definidos nas Seções 5.4.1, 5.4.2, 5.4.3 e 5.4.4. A Figura 25 apresenta um resumo dos cenários.

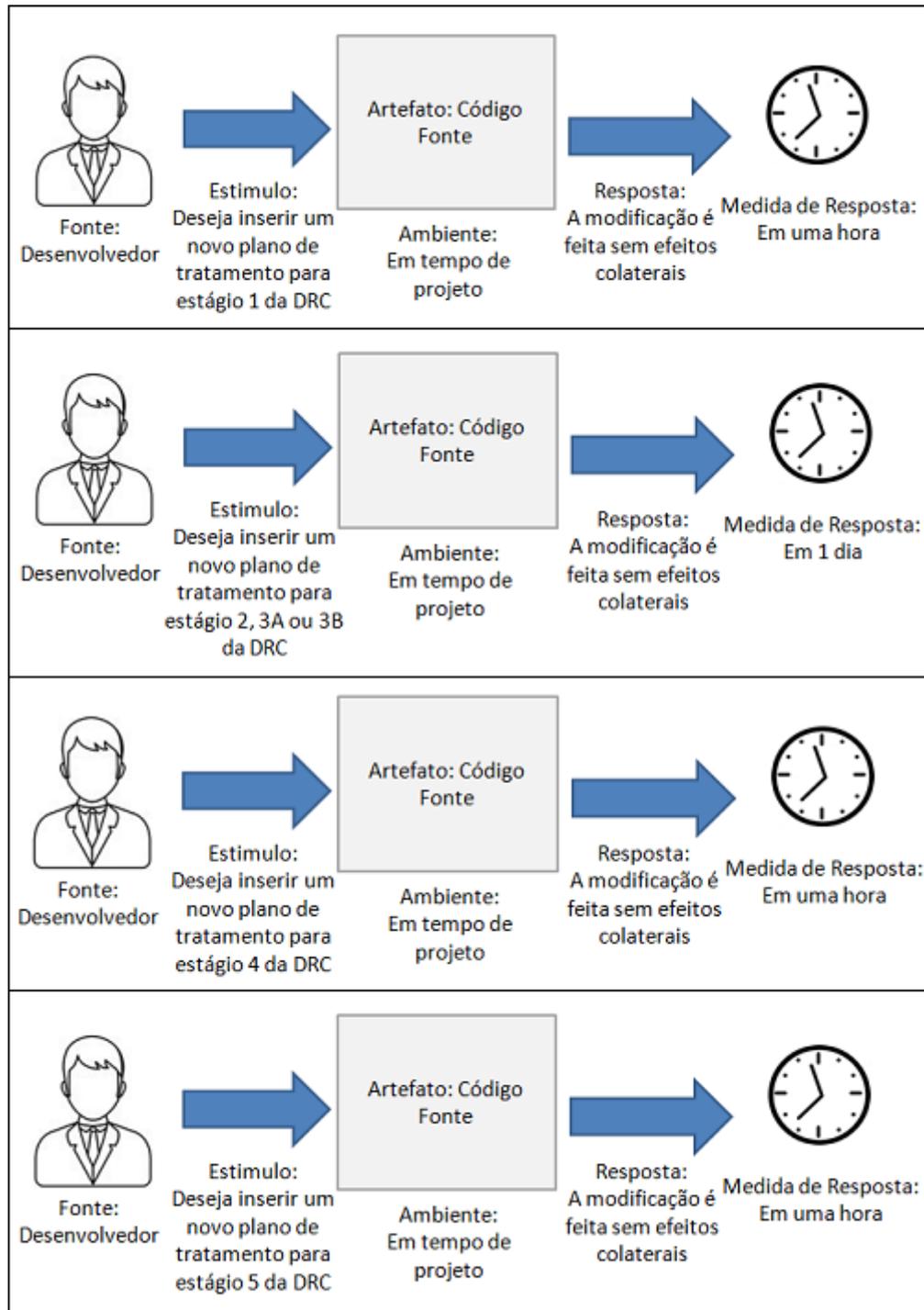


Figura 25: Cenários de modificabilidade e escalabilidade

Fonte: (Autoria Própria)

Como a arquitetura do sistema foi desenvolvida com base na estrutura de modularização e no padrão arquitetural MVC, um módulo foi definido com o objetivo de contemplar esse requisito em cada uma das três camadas do MVC. O módulo denominado `Configuracoes`

é composto por uma classe abstrata que encapsula todos os métodos obrigatórios a serem implementados para que o critério seja inserido na camada de visualização ou *view*. O módulo *Configuracoes* carrega as informações necessárias para definição dos componentes que serão inseridos na definição da aplicação.

Já no *controller* o módulo *ModuloIntegrador* é composto por uma classe abstrata que encapsula todos os métodos obrigatórios a serem implementados para que seja gerado o controlador específico para a geração de aplicações voltadas para a DRC em um determinado estágio selecionado. Este módulo vai carregar a informação de quais são os outros módulos da camada *Controle* que deverão ser instanciados para que a aplicação gerada esteja adequada às necessidades do portador da DRC.

E na camada do modelo, o módulo *LogicaDeGamificacao* é composto por uma classe abstrata que encapsula todos os métodos obrigatórios a serem implementados para que seja gerada a camada de modelo específica para que sejam configuradas todas as informações relativas ao tratamento da DRC.

Portanto, dado a existência de um módulo específico para a inserção de um novo plano de tratamento, o desenvolvedor é capaz de integrar a nova aplicação voltada para um determinado estágio da DRC de forma rápida e concisa enviando as informações dos módulos que deverão estar presentes em cada uma das camadas do modelo, controle e interface. Este procedimento é repetido sempre que uma aplicação nova for gerada, ocorrendo uma variação entre os módulos selecionados diante da necessidade do paciente.

## 6.5 Implementação do Protótipo

Neste trabalho foi implementado um protótipo de aplicação gamificada para o monitoramento e tratamento da DRC e identificados possíveis alternativas de implementação dos outros elementos da arquitetura. Vale ressaltar que a implementação deste protótipo é apenas uma das alternativas de implementação deste componente.

### 6.5.1 Implementação de um Sistema de Apoio ao Portador de DRC Estágio 1

A aplicação foi desenvolvida para *Web*, utilizando as tecnologias HTML, CSS e PHP, o que possibilita que esta seja utilizada em qualquer dispositivo com um navegador *Web*

instalado. A descrição da aplicação também pode ser encontrada no artigo *An Architecture of a Gamified Application for Monitoring and Treating the Chronic Kidney Disease* [75]. A escolha de desenvolver a aplicação para *Web* partiu da premissa que o número de dispositivos com pelo menos um navegador *Web* instalado é grande. As aplicações *Web* podem rodar em dispositivos móveis, *tablets*, *smart tvs* e muitos outros equipamentos. O código da aplicação esta disponível em <https://github.com/carlosafds/DRCApp>.

A ferramenta de autoria da Figura 21 deve ser desenvolvida para que o desenvolvedor possa realizar a seleção dos módulos que devem estar presentes na aplicação final. A ferramenta de autoria deve confirmar que todos os módulos obrigatórios estejam presentes e deixar a escolha do desenvolvedor os módulos opcionais. A aplicação exemplo, presente nesta seção, foi desenvolvida para realização da validação de um possível produto final da arquitetura proposta.



Figura 26: Tela inicial do protótipo

Fonte: (Autoria Própria)

O DRC App é uma aplicação gamificada voltada para instruir os pacientes recém-diagnosticados com a doença renal crônica no estágio 1. A aplicação buscar informar o paciente sobre os conteúdos mais relevantes e emergenciais para uma pessoa que busca ter uma qualidade de vida diante da doença e deverá apresentar uma mudança de comportamento, no que diz respeito a alimentação, prática de esporte e idas ao médico, por exemplo. O software apresentado aplica mecânicas dos jogos (gamificação) como forma de tornar a

aprendizagem mais fácil e buscar a motivação do usuário para finalizar as tarefas apresentadas, adquirindo o conhecimento que lhe será útil no auxílio ao tratamento da doença e também permitindo a conquistas de insígnias e medalhas virtuais.

A tela inicial da aplicação é apresentada na Figura 26 e mostra ao usuário um ambiente similar ao de um espaço hospitalar.

A aplicação foi projetada para apresentar um ambiente para a realização de missões, descritas através de uma trilha, conforme a Figura 27, e onde o usuário poderá subir de nível de acordo com suas conquistas (Figura 28), obter distintivos e perceber uma ordem cronológica nas atividades numeradas de 1 a 10.



Figura 27: Tela com as missões destruídas na trilha

Fonte: (Autoria Própria)

O elemento de gamificação trilha (Figura 27) é um mecanismo que permite que o usuário possa se situar na aplicação e perceber que existe um roteiro. Assim, ele deverá seguir um conjunto de etapas cronológicas e perceber que à medida que ele vai avançando na aplicação novos conhecimentos vão sendo adquiridos e ele obterá uma pontuação que acarretará em avanços de níveis.

A trilha deve estar voltada para o desenvolvimento de atividades de interesse do paciente, sendo assim, a seleção do estágio da DRC apresentado pelo usuário deve servir de entrada para a construção da trilha, personalizando as informações apresentadas pela aplicação, utilizando elementos relacionados à sua vida, sempre com o objetivo de proporcionar

aprendizado. Na trilha, o usuário poderá clicar nos botões numerados, sendo apresentado para uma atividade diferente a cada botão selecionado.

Uma barra com o nível e a pontuação atual do usuário será apresentada (Figura 28), assim o usuário conseguirá visualizar o seu avanço e quanto falta para conseguir atingir um nível almejado.

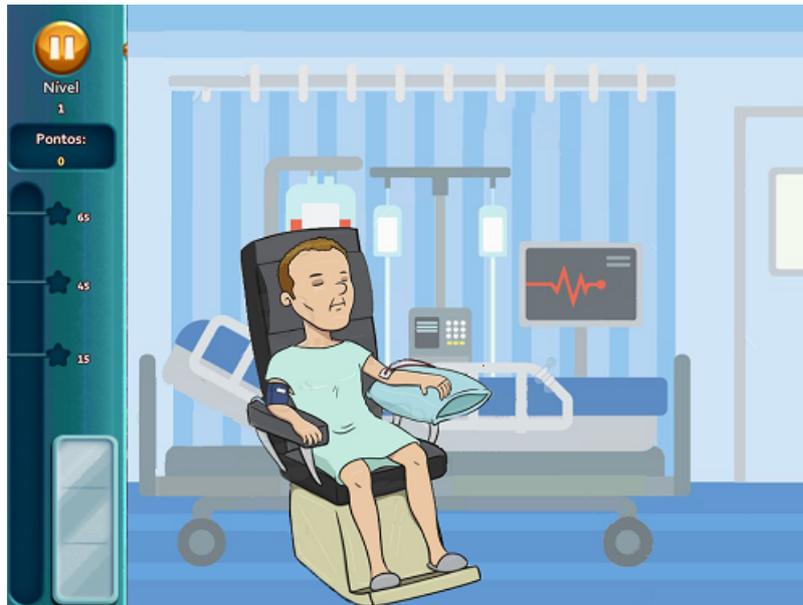


Figura 28: Tela de níveis e barra de progresso

Fonte: (Autoria Própria)

Diversas atividades são desenvolvidas dentro da aplicação, como a leitura de alguns artigos, a visualização de alguns vídeos educativos, a apresentação de quiz e textos sobre os tipos de exames relacionados à DRC, medicamentos e instruções gerais para que o paciente busque o retardo do avanço da doença e uma maior qualidade de vida. A qualquer momento será apresentado o nível atual e quantidade de pontos conquistados.

O usuário pode alimentar o sistema com informações passadas pelo médico nefrologista, como, por exemplo, informar qual o estágio atual da DRC apresentada (Figura 29). A aplicação pode utilizar essas informações para personalizar as telas apresentadas, selecionando os vídeos, imagens e textos com conteúdo específico para a necessidade atual do portador.

Uma das missões para o usuário portador da DRC estágio 1 é completar a visualização de vídeos com instruções sobre a DRC (Figura 30), dicas de médicos nefrologistas, informações sobre medicações e tratamentos. Nesta parte da aplicação os vídeos são selecionados e



Figura 29: Tela para seleção do estágio da DRC

Fonte: (Autoria Própria)

exibidos de acordo com o estágio diagnosticado da doença. Assim como as outras atividades da trilha, o usuário do DRC App vai acumulando pontos à medida que vai assistindo aos vídeos. Caso reúna uma determinada quantidade de pontos, o usuário vai avançando de nível e recebendo recompensas em forma de distintivos. O código da aplicação está disponível no Github<sup>6</sup>.

### 6.5.2 Avaliação do Protótipo

Uma vez gerado o protótipo da aplicação, uma avaliação foi conduzida com os mesmos envolvidos no projeto da arquitetura (um médico, um desenvolvedor e dois enfermeiros). O objetivo é realizar uma análise técnica do que foi inserido no protótipo de aplicação, verificando se o protótipo apresenta um nível de satisfação, podendo, em um momento futuro, auxiliar o portador da DRC.

O processo de avaliação foi conduzido utilizando o *System Usability Scale* (SUS) [76, 77]. O método SUS é um dos mais aplicados e conhecidos métodos de teste de usabilidade. Ele demonstra um contraponto interessante entre apresentar resultados cientificamente válidos e não ser demorado para usuários e pesquisadores [76]. O método foi criado por John Brooke em 1986 [69], e pode ser utilizado no teste de várias aplicações, serviços, na

<sup>6</sup><https://github.com/carlosafds/DRCApp>

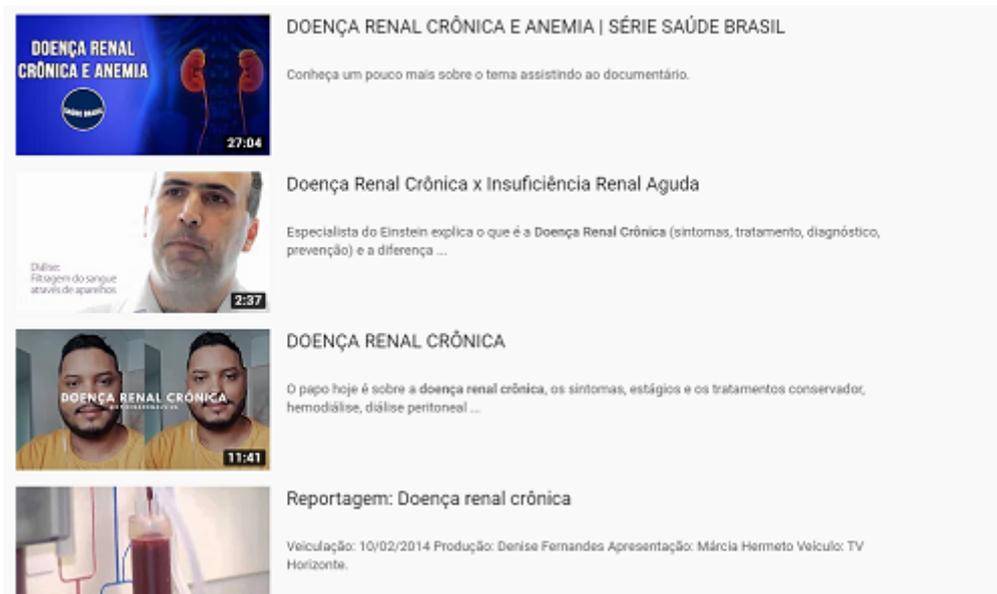


Figura 30: Tela para seleção do estágio da DRC

Fonte: (Autoria Própria)

avaliação de componentes físicos do computador, sistemas Web e mobile, e qualquer outro tipo de interface [78]. Os critérios que o SUS utiliza ajudam a avaliar:

- Efetividade (os usuários conseguem completar seus objetivos?);
- Eficiência (quanto esforço e recursos são necessários para isso?);
- Satisfação (a experiência foi satisfatória?).

Os retornos das perguntas são sinalizados com respostas que variam numa escala *Likert* [79] que pode ser o valor 1, que significa "Discordo totalmente", a 5 que significa "Concordo totalmente", observado na Figura 31. O SUS foi proposto principalmente para a avaliação de aplicações *Web* para dois aspectos: a capacidade de aprendizado e usabilidade. O SUS é um questionário bem pesquisado e amplamente utilizado para avaliar a usabilidade de aplicações *Web* [78] que apresenta um ponto de vista do usuário em relação às funcionalidades do sistema e em reconhecer os componentes de qualidade indicados por Nielsen [80], que são: facilidade de aprendizagem, eficiência, facilidade de memorização, minimização dos erros e satisfação.

Ao realizar a avaliação, os participantes não precisam fazer nenhuma instalação, além de usar seu navegador preferido para testar a interface. Eles foram convidados a conduzir o

Discordo Totalmente				Concordo Totalmente
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 31: Exemplo de questão do SUS.

Fonte: Adaptado de Brooke (1996) [69].

experimento utilizando um notebook com a aplicação aberta no navegador Google Chrome. Antes de iniciarem os testes os usuários são instruídos sobre os objetivos da aplicação. Posteriormente, a análise de dados é realizada para inferir o grau de usabilidade a partir da análise do *feedback* do usuário via SUS.

O questionário SUS foi construído com as seguintes questões apresentadas para os usuários da aplicação:

- (Q1) Este aplicativo tem uma apresentação agradável e legível?
- (Q2) De modo geral considero rápido o acesso às informações do aplicativo?
- (Q3) É fácil a navegação neste aplicativo?
- (Q4) É simples de entender o que hemodiálise e diálise peritoneal?
- (Q5) Foi fácil aprender a usar este aplicativo?
- (Q6) O aplicativo atende às minhas necessidades educativas de um paciente portador de DRC?
- (Q7) Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente?
- (Q8) A organização dos menus e botões é lógica, permitindo encontrá-los facilmente na tela?
- (Q9) Eu achei o aplicativo consistente. Por exemplo, todas as funções podem ser realizadas de uma maneira semelhante?
- (Q10) Eu recomendaria este aplicativo para um paciente que possui DRC?

Posteriormente, foi necessário iniciar a aplicação pressionando o botão denominado “start”, ou selecionado o nível de dificuldade da aplicação. Por fim, a trilha foi seguida e realizada cada uma das tarefas da aplicação.

Ao final da sessão de avaliação, foi solicitado que os usuários preencham o questionário do SUS, coletando sua opinião sobre a facilidade de uso ao realizar as diferentes tarefas na plataforma. A avaliação subjetiva da usabilidade dos questionários é baseada na escala *Likert* com valores de 1 a 5 com 10 questões relativas à satisfação, eficiência e efetividade. As pontuações da escala de usabilidade do sistema são calculadas para todos os usuários que completaram os questionários de 10 questões após a realização do experimento com o DRC App. A Figura 32 mostra as pontuações do SUS.

### 6.5.3 Análise do SUS

Na análise de resultados foi utilizada a metodologia baseado em Tenório *et. al.* [81], onde são comparados os componentes de qualidade apontados por Nielsen [80] e as perguntas do questionário SUS.

Os resultados apresentados foram os seguintes:

- Avaliar a facilidade de aprendizagem do sistema: As questões 2, 4 e 5 e 6 do SUS representam a facilidade de aprendizagem. A média do resultado destas questões é 4,4375. Deste valor pode-se afirmar que a aplicação apresenta uma interface fácil de aprender.
- Verificar a eficiência do sistema: os itens 2, 3, 5, 7 e 8 estão relacionados à eficiência do sistema. O valor apresentado neste item foi 4,8125, o que pode levar a dizer que a aplicação foi considerada eficiente pelos usuários.
- Verificar a satisfação dos usuários: a satisfação dos usuários está representada pelos itens: 1, 2, 3, 5, 8, 9 e 10. A média destas questões foi 4,8214.
- Identificar oportunidades de melhoria do sistema: Embora a usabilidade do DRC app tenha recebido uma boa avaliação parte dos usuários, foi possível identificar alguns pontos que precisam ser aprimorados: A aplicação deveria ser composta de mais recursos visuais no momento de passar as instruções relativas aos tratamentos da doença.

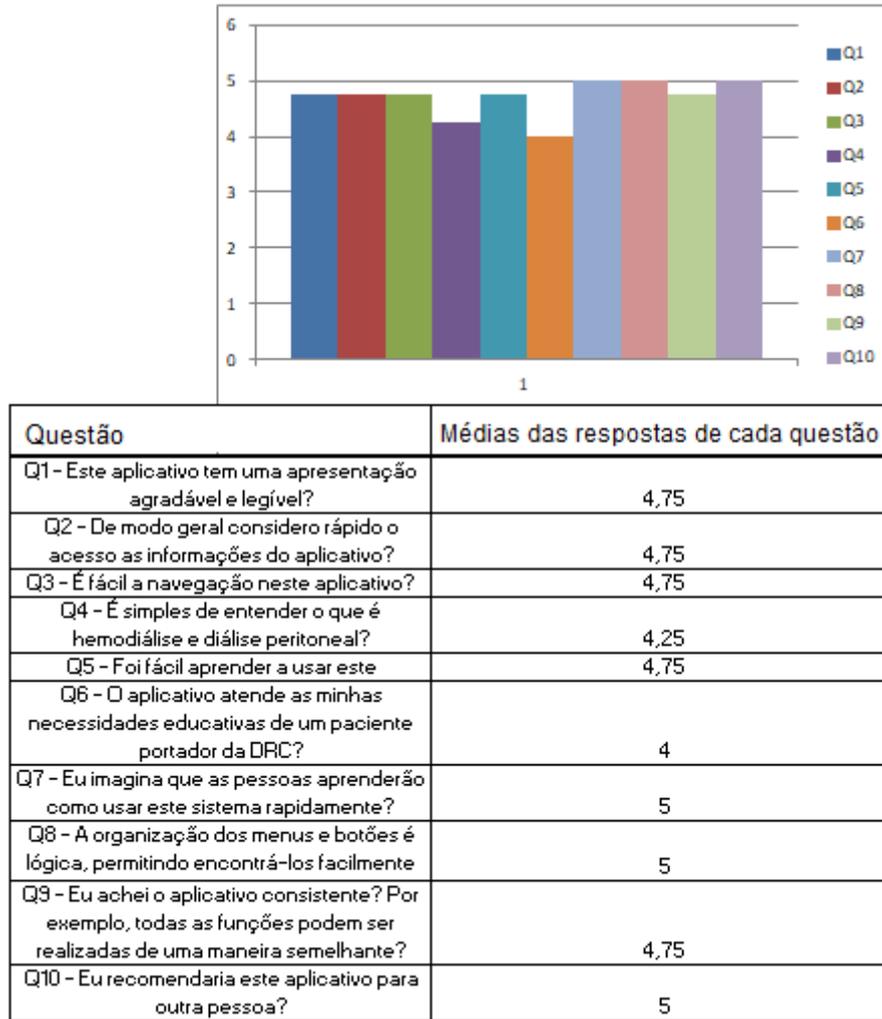


Figura 32: Médias calculadas das respostas dos participantes para cada questão.

Fonte: (Autoria própria).

Foi pontuado também que antes de colocar os usuários para acessar o sistema, seria interessante uma apresentação sobre a sigla DRC - doença renal crônica.

## 7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Com o avanço da expectativa de vida vem aumentando o índice de incidência das doenças crônicas, dentre elas da Doença Renal Crônica (DRC). A DRC é uma doença sem cura, silenciosa e que leva o paciente a necessidade do uso de hemodiálise, diálise peritoneal ou ao transplante dos rins nos seus estágios mais avançados. Um dos fatores determinantes para o não avanço do quadro da doença é a necessidade de que o paciente faça uso de todas as recomendações médicas, modificando sua alimentação, abandonando vícios, como o tabagismo, e passando a realizar atividades física.

Todas essas recomendações levam a uma mudança de hábitos, o que nem sempre é fácil de ser adaptado a vida do paciente. A gamificação tem se mostrado um agente motivacional com potencial para implementar as alterações na vida do portador da DRC, que o levem a adotar novos comportamentos buscando uma melhor qualidade de vida.

A aplicação da gamificação com o auxílio de dispositivos digitais, como celulares ou computadores, permite que uma parte do tratamento que antes só poderia ocorrer dentro do hospital possa ser realocada para um ambiente mais familiar ao paciente e que este possa ser acompanhado por alguém de seu convívio.

Neste trabalho foi proposta uma arquitetura de aplicação gamificada para apoiar a construção de aplicações terapêuticas utilizáveis por pacientes diagnosticados com DRC, nos cinco estágios da doença.

A arquitetura foi definida para apoiar o desenvolvimento de aplicações *web*, por desenvolvedores de software com a colaboração de especialistas da área da saúde, como médicos e enfermeiros, para fornecer dados sobre o estágio da DRC no momento da consulta médica e sobre um quadro clínico geral do portador da doença.

Testes foram realizados com os envolvidos no projeto, para aferir se a arquitetura atinge os requisitos funcionais e não funcionais levantados e analisar viabilidade da arquitetura.

Testes com a implementação de aplicações, construídas com base na arquitetura projetada, foram realizados para que possam ser avaliadas as consequências na mudança de hábito e comportamental do portador da DRC, que faz uso da aplicação.

Alguns itens foram apontados e identificados como melhorias futuras, como:

- A não utilização de equipamentos de *hardware*, monitores de sinais vitais do paciente.

- Ausência de testes com os portadores da DRC.
- Falta da implementação da ferramenta de autoria, geradora de aplicações.

Diante das limitações listadas existe a possibilidade de continuidade deste trabalho para ampliação e consolidação, sugeridas a seguir:

- Criar uma ferramenta de autoria capaz de gerar aplicações diferentes para DRC;
- Utilizar as aplicações com os pacientes com DCR, para a avaliação da efetividade da tecnologia proposta;
- Inserir novos módulos na arquitetura, de acordo com a evolução da tecnologia ou o surgimento de novas técnicas de tratamento.

## Referências

- [1] DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th International Academic Mind-Trek Conference: Envisioning Future Media Environments*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (MindTrek '11), p. 9–15. ISBN 978-1-4503-0816-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2181037.2181040>>.
- [2] TANAKA M VIANNA, Y. V. B. M. S. Gamification, inc.: como reinventar empresas a partir de jogos. *mjv Press*, 2013.
- [3] MARTINEZ-NICOLAS, A.; MUNTANER-MAS, A.; ORTEGA, F. B. Runkeeper: a complete app for monitoring outdoor sports. *British Journal of Sports Medicine*, British Association of Sport and Exercise Medicine, v. 51, n. 21, p. 1560–1561, 2017. ISSN 0306-3674. Disponível em: <<https://bjsm.bmj.com/content/51/21/1560>>.
- [4] DITHMER JACK ORD RASMUSSEN, E. G. H. S. J. H. G. N. S. B. S. e. B. D. M. The heart game”: Using gamification as part of a telerehabilitation program for heart patients. *Games for Health Journal*, 2016.
- [5] HEARTS Medicine: Time to Heal. <http://www.gamehouse.com/blog/2016/06/hearts-medicine-time-to-heal-walkthrough/>. Acessado: 2019-07-30.
- [6] BELTRÁN-CARRILLO, V. J. et al. Validity of the “samsung health” application to measure steps: A study with two different samsung smartphones. *Journal of Sports Sciences*, Routledge, v. 37, n. 7, p. 788–794, 2019.
- [7] MEKLER, E. D. et al. Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. *Computers in Human Behavior*, v. 71, p. 525 – 534, 2017. ISSN 0747-5632. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563215301229>>.
- [8] KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction fieldbook: Ideas into practice*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2013.

- [9] KING, D. et al. ‘gamification’: Influencing health behaviours with games. *Journal of the Royal Society of Medicine*, v. 106, n. 3, p. 76–78, 2013.
- [10] JOHNSON, D. et al. Gamification for health and wellbeing: A systematic review of the literature. *Internet Interventions*, v. 6, p. 89 – 106, 2016. ISSN 2214-7829. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214782916300380>>.
- [11] MARSTON, H.; HALL, A. Gamification: Applications for health promotion and health information technology engagement. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 2015. p. 78–104.
- [12] BRITO, D. C. S. Cuidando de quem cuida: estudo de caso sobre o cuidador principal de um portador de insuficiência renal crônica. *SciELO Brasil*, 2009.
- [13] LEVEY, A. S. et al. Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from kidney disease: Improving global outcomes (kdigo). *Kidney International*, v. 67, n. 6, p. 2089 – 2100, 2005. ISSN 0085-2538. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0085253815506984>>.
- [14] ÁLVARES, J. et al. Quality of life of patients in renal replacement therapy in brazil: comparison of treatment modalities. *Quality of Life Research*, v. 21, n. 6, p. 983–991, Aug 2012. ISSN 1573-2649. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11136-011-0013-6>>.
- [15] SOBRINHO, A. et al. Design and evaluation of a mobile application to assist the self-monitoring of the chronic kidney disease in developing countries. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 18, n. 1, p. 7, Jan 2018. ISSN 1472-6947. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12911-018-0587-9>>.
- [16] DIAMANTIDIS, C. J.; BECKER, S. Health information technology (it) to improve the care of patients with chronic kidney disease (ckd). *BMC Nephrology*, v. 15, n. 1, p. 7, 2014. ISSN 1471-2369. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/1471-2369-15-7>>.
- [17] STRONG, K. et al. Preventing chronic diseases: how many lives can we save? *The Lancet*, v. 366, n. 9496, p. 1578 – 1582, 2005. ISSN 0140-6736. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673605673412>>.

- [18] CENSO da Sociedade Brasileira de Nefrologia 2016 . Diálise no Brasil: Cenário Atual e Desafios. <https://arquivos.sbn.org.br/uploads/HDU-DRA-CARMEM-TZANNO.pdf>. Acessado: 2019-05-02.
- [19] CORESH, J. et al. Prevalence of chronic kidney disease and decreased kidney function in the adult us population: Third national health and nutrition examination survey. *American Journal of Kidney Diseases*, v. 41, n. 1, p. 1 – 12, 2003. ISSN 0272-6386. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027263860350004X>>.
- [20] SARAN, R. e. a. Us renal data system 2017 annual data report: Epidemiology of kidney disease in the united states. *American Journal of Kidney Diseases*, Elsevier, v. 71, n. 3, p. A7, Mar 2018. ISSN 0272-6386. Disponível em: <<https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2018.01.002>>.
- [21] MILLS, K. T. et al. A systematic analysis of worldwide population-based data on the global burden of chronic kidney disease in 2010. *Kidney International*, v. 88, n. 5, p. 950 – 957, 2015. ISSN 0085-2538. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0085253815609991>>.
- [22] EDWARDS, E. A. et al. Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. *BMJ Open*, British Medical Journal Publishing Group, v. 6, n. 10, 2016. ISSN 2044-6055. Disponível em: <<https://bmjopen.bmj.com/content/6/10/e012447>>.
- [23] THIEBES S., L. S.; BASTEN, D. Gamifying information systems-a synthesis of gamification mechanics and dynamics. In: *20th European Conference on Information Systems*. Tel Aviv, Israel: [s.n.], 2014.
- [24] SARDI, L.; IDRI, A.; FERNÁNDEZ-ALEMÁN, J. L. A systematic review of gamification in e-health. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 71, p. 31 – 48, 2017. ISSN 1532-0464. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046417301065>>.
- [25] DIAMANTIDIS, C. J. et al. Directed use of the internet for health information by patients with chronic kidney disease: Prospective cohort study. *J Med In-*

- ternet Res*, v. 15, n. 11, p. e251, Nov 2013. ISSN 14388871. Disponível em: <<http://www.jmir.org/2013/11/e251/>>.
- [26] MINISTÉRIO DA SAÚDE BRASÍLIA. *Diretrizes clínicas para o cuidado ao paciente com doença renal crônica–DRC no Sistema Único de Saúde*. Brasil, 2014.
- [27] GARTNER Predicts Over 70 Percent of Global 2000 Organisations Will Have at Least One Gamified Application by 2014. <http://www.gartner.com/newsroom/id/1844115>. Acessado: 2019-11-19.
- [28] SCHLAGENHAUFER, C.; AMBERG, M. Psychology theories in gamification: A review of information systems literature. *European, Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems 2014 (EMCIS)*, 2014.
- [29] HAMARI J. & KOIVISTO, J. Social motivations to use gamification: An empirical study of gamifying exercise. In *ECIS 2013 Completed Research. Utrecht, Netherlands*, p. 1–12, 2013.
- [30] BURKE, B. *Gamify How Gamification Motivates People to Do Extraordinary Things*. [S.l.]: Routledge, 2014. v. 1st Edition, 192 pages. (9781315230344, v. 1st Edition, 192 pages).
- [31] A gamificação da saúde. <http://gtthealthcare.com.br/blog/index.php/a-gamificacao-da-saude/>. Acessado: 2019-07-25.
- [32] F. DA SILVA, L. d. S. J. M. C. A. Aplicação do the huxley no ensino de programação para alunos do curso técnico em informática para internet. In: *SBGames*. [S.l.: s.n.], 2018.
- [33] HAMARI, J.; KOIVISTO, J. Measuring flow in gamification: Dispositional flow scale-2. *Computers in Human Behavior*, v. 40, p. 133 – 143, 2014. ISSN 0747-5632. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563214004221>>.
- [34] Hamari, J.; Koivisto, J.; Sarsa, H. Does gamification work? – a literature review of empirical studies on gamification. In: *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 3025–3034.

- [35] BORGES, J. P. B. *Um framework para desenvolvimento de aplicações gamificadas em saúde*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Goiás - Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática, 2018.
- [36] LEGAULT, L. Intrinsic and extrinsic motivation. In: \_\_\_\_\_. *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 1–4. ISBN 978-3-319-28099-8. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8\\_139](https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8_139) — 1>.
- [37] BEAR, G. G. et al. Rewards, praise, and punitive consequences: Relations with intrinsic and extrinsic motivation. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, Elsevier Ltd, v. 65, n. 1, p. 10–20, July 2017. ISSN 0742-051X. Disponível em: <<https://www.learntechlib.org/p/202917>>.
- [38] ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. 1st. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2011. ISBN 1449397670, 9781449397678.
- [39] Tóth, ; Tóvölgyi, S. The introduction of gamification: A review paper about the applied gamification in the smartphone applications. In: *2016 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 000213–000218.
- [40] MOTIVATE Yourself to do Anything. <https://www.habitica.com>. Acessado: 2019-07-22.
- [41] LISTER, C. et al. Just a fad? gamification in health and fitness apps. *JMIR Serious Games*, v. 2, n. 2, p. e9, Aug 2014. ISSN 2291-9279. Disponível em: <<http://games.jmir.org/2014/2/e9/>>.
- [42] HEMMELGARN, B. R.; MANNS, B. J.; TONELLI, M. A decade after the kdoqi ckd guidelines: A perspective from canada. *American Journal of Kidney Diseases*, Elsevier, v. 60, n. 5, p. 723–724, Nov 2012. ISSN 0272-6386. Disponível em: <<https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.08.026>>.
- [43] MG KIRSZTAJN, G. B. Doença renal crônica: importância do diagnóstico precoce, encaminhamento imediato e abordagem interdisciplinar estruturada para melhora do des-

- fecho em pacientes ainda não submetidos à diálise. *J Bras Nefrologia*, v. 33(1), p. 93–108, 2011.
- [44] ANDRASSY, K. M. Comments on kdigo 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney International*, Elsevier, v. 84, n. 3, p. 622–623, Sep 2013. ISSN 0085-2538. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/ki.2013.243>>.
- [45] CHAPTER 1: Definition and classification of CKD. *Kidney international supplements*, Nature Publishing Group, v. 3, n. 1, p. 19–62, Jan 2013. ISSN 2157-1724. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25018975>>.
- [46] A CHEUNG, A. G. *National Kidney Foundation. Primer on kidney diseases*. [S.l.]: San Diego: Academic Press, 2001. v. 3º edição.
- [47] SAÚDE, M. da. *Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação*. Brasília, Distrito Federal, 2014.
- [48] BASTOS, M. G.; BREGMAN, R.; KIRSZTAJN, G. M. Doença renal crônica: frequente e grave, mas também prevenível e tratável. *Revista da Associação Brasileira*, scielo, v. 56, p. 248 – 253, 00 2010. ISSN 0104-4230. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttextpid = S0104 - 42302010000200028nrm = iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttextpid = S0104 - 42302010000200028nrm = iso)>.
- [49] ZATZ, R. *Bases fisiológicas da nefrologia*. first. São Paulo: Atheneu, 2011.
- [50] FLOEGE RJ JOHNSON, J. F. J. *Comprehensive Clinical Nephrology E-Book: Expert Consult-Online and Print*. fourth. [S.l.]: Saunders Elsevier, 2010.
- [51] O que é diálise peritoneal? <https://sbn.org.br/publico/tratamentos/dialise-peritoneal/>. Acessado: 2019-07-30.
- [52] MEHROTRA, R. et al. The current state of peritoneal dialysis. *Journal of the American Society of Nephrology*, American Society of Nephrology, v. 27, n. 11, p. 3238–3252, 2016. ISSN 1046-6673. Disponível em: <<https://jasn.asnjournals.org/content/27/11/3238>>.

- [53] Paim, C. A.; Victoria Barbosa, J. L. Octopus: A gamification model to aid in ubiquitous care of chronic diseases. *IEEE Latin America Transactions*, v. 14, n. 4, p. 1948–1958, April 2016. ISSN 1548-0992.
- [54] ALEXANDRE, B. *Uma arquitetura para desenvolvimento de aplicações gamificadas para suporte ao paciente com Alzheimer*. Dissertação (Mestrado), 2017. Instituto de Informática - INF (RG). Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7288>>.
- [55] DIAS, L. P. S. *iAwre: um modelo para cuidado ubíquo de pacientes com transtornos de ansiedade, depressão e estresse utilizando gamificação e biodata*. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, 2018.
- [56] SPEICHER, M.; BOTH, A.; GAEDKE, M. Ensuring web interface quality through usability-based split testing. In: CASTELEYN, S.; ROSSI, G.; WINCKLER, M. (Ed.). *Web Engineering*. Cham: Springer International Publishing, 2014. p. 93–110. ISBN 978-3-319-08245-5.
- [57] BACHMANN, F.; BASS, L. Introduction to the attribute driven design method. In: *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2001. (ICSE '01), p. 745–746. ISBN 0-7695-1050-7. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=381473.381623>>.
- [58] BASS L.; CLEMENTS, P. K. R. *Software Architecture in Practice. 2nd ed.* [S.l.]: [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2003.
- [59] BONDI, A. B. Characteristics os scalability and their impact on performance. In *WOSP '00: Proc of the 2nd intl. workshop on Software and performance*, p. 195–203, 2000.
- [60] CERVANTES H., K. R. *Designing Software Architectures: A Practical Approach (SEI Series in Software Engineering)*. first. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2016. (SEI Series in Software Engineering).
- [61] B., H. N. Patterns of architecture reviews. *EuroPLoP*, 2003.
- [62] RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. *Unified Modeling Language Reference Manual, The (2Nd Edition)*. [S.l.]: Pearson Higher Education, 2004. ISBN 0321245628.

- [63] Vis, A. C. Kid-ney's journey: A game to support treatment selection for people with chronic kidney failure. In: *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–7.
- [64] LITTLE, J. et al. Predicting a patient's choice of dialysis modality: experience in a united kingdom renal department. *American Journal of Kidney Diseases*, v. 37, n. 5, p. 981 – 986, 2001. ISSN 0272-6386. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272638605800149>>.
- [65] 2019 Global health care outlook. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/life-sciences-health-care/global-health-care-outlook-2019.pdf>. Acessado: 2019-07-22.
- [66] PRESSMAN, B. M. R. *Engenharia de Software*. [S.l.]: AMGH, 2016. v. 8ª Edição.
- [67] SHANMUGAPRIYA P.; SURESH, R. Software architecture evaluation methods-a survey. *International Journal of Computer Applications, Foundation of Computer Science*, v. 49, n. 16, 2012.
- [68] CLEMENTS R KAZMAN, M. K. P. *Evaluating software architectures*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2003.
- [69] BROOKE, J. *Sus-a quick and dirty usability scale. Usability Evaluation in Industry*. [S.l.]: CRC Press, 1996.
- [70] PARNAS, D. L.; WEISS, D. M. Active design reviews: Principles and practices. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Software Engineering*. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press, 1985. (ICSE '85), p. 132–136. ISBN 0-8186-0620-7. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=319568.319599>>.
- [71] Kazman, R. et al. The architecture tradeoff analysis method. In: *Proceedings. Fourth IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (Cat. No.98EX193)*. [S.l.: s.n.], 1998. p. 68–78.
- [72] Kazman, R. et al. Saam: a method for analyzing the properties of software architectures. In: *Proceedings of 16th International Conference on Software Engineering*. [S.l.: s.n.], 1994. p. 81–90.

- [73] BAHSOON, R.; EMMERICH, W. Evaluating software architectures: Development stability and evolution. *Proceedings of ACS/IEEE Int. Conf. on Computer Systems and Applications*, jul 2003.
- [74] Harrison, N.; Avgeriou, P. Pattern-based architecture reviews. *IEEE Software*, v. 28, n. 6, p. 66–71, Nov 2011.
- [75] SILVA C.A.F.; SOBRINHO, A. D. S. L. D. P. A. S. L. C. D. An architecture of a gamified application for monitoring and treating the chronic kidney disease. *17th International Conference on Information Technology : New Generations*, forthcoming.
- [76] O que é o SUS (System Usability Scale) e como usá-lo em seu site. <https://brasil.uxdesign.cc/o-que-%C3%A9-o-sus-systemusability-scale-e-como-us%C3%A1-lo-em-seu-site6d63224481c8>. Acessado: 2019-07-09.
- [77] BOUCINHA, L. M. R. T. R. M. Avaliação de ambiente virtual de aprendizagem com o uso do sus - system usability scale. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2013.
- [78] HARRATI, N. et al. Exploring user satisfaction for e-learning systems via usage-based metrics and system usability scale analysis. *Computers in Human Behavior*, v. 61, p. 463 – 471, 2016. ISSN 0747-5632. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563216302229>>.
- [79] JR, H.; BOONE, D. Analyzing likert data. *Journal of Extension*, v. 50, 04 2012.
- [80] USABILITY 101: Introduction to Usability. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. Acessado: 2019-07-09.
- [81] TENÓRIO J. M; COHRS, F. M. S. V. L. P. I. T. M. H. F. Desenvolvimento e avaliação de um protocolo eletrônico para atendimento e monitoramento do paciente com doença celíaca. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 2010.