

**Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado de Engenharia da Computação**



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto

**Projeto e implementação de um jogo
sério sobre a dengue**

Breno Gonçalves Barbosa

**TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO**

ORIENTAÇÃO:
Tiago França Melo de Lima

**Março, 2017
João Monlevade/MG**

Breno Gonçalves Barbosa

Projeto e implementação de um jogo sério sobre a dengue

Orientador: Tiago França Melo de Lima

Monografia apresentada ao curso de Engenharia da Computação do Departamento de Computação e Sistemas de Informação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia da Computação

Universidade Federal de Ouro Preto

João Monlevade

Março de 2017

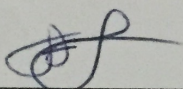
Curso Engenharia de Computação

FOLHA DE APROVAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

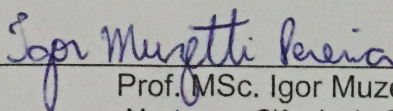
Projeto e implementação de um jogo sério sobre a dengue

Breno Gonçalves Barbosa

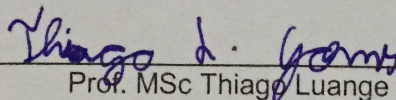
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas de Informação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial da disciplina CEA496 – Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Bacharelado em Engenharia de Computação, e aprovada pela Banca Examinadora abaixo assinada:



Prof. MSc. Tiago França Melo de Lima
Mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais
Orientador
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas de Informação - UFOP



Prof. MSc. Igor Muzetti Pereira
Mestre em Ciência da Computação
Examinador
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas de Informação



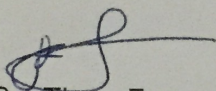
Prof. MSc. Thiago Luange Gomes
Mestre em Ciência da Computação
Examinador
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas de Informação

João Monlevade, 23 de março de 2017.

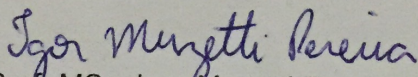
ATA DE DEFESA

Aos 23 dias do mês de março de 2017, às 19 horas e 20 minutos, no Laboratório de expressão gráfica do campus ICEA-UFOP em João Monlevade, foi realizada a defesa de Monografia pelo aluno **Breno Gonçalves Barbosa**, sendo a Comissão Examinadora constituída pelos professores: Prof. MSc. Tiago França Melo de Lima, Prof. MSc. Igor Muzetti Pereira e Prof. MSc. Thiago Luange Gomes. O candidato apresentou a monografia intitulada: *"Projeto e implementação de um jogo sério sobre a dengue"*. A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação do candidato, concedendo-lhe o prazo de 15 dias para incorporação no texto final das alterações sugeridas. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo formando.

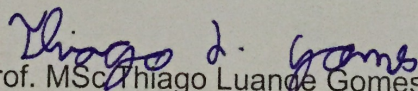
João Monlevade, 23 de março de 2017.



Prof. MSc. Tiago França Melo de Lima
Professor Orientador/Presidente



Prof. MSc. Igor Muzetti Pereira
Professor Convidado



Prof. MSc. Thiago Luange Gomes
Professor Convidado

Breno Gonçalves Barbosa
Breno Gonçalves Barbosa

Formando



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

ANEXO II – TERMO DE RESPONSABILIDADE

Curso Engenharia de Computação

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, Breno Gonçalves Barbosa , CPF: 107.835.916-40, declaro que o texto do trabalho de conclusão de curso intitulado “*Projeto e implementação de um jogo sério sobre a dengue*” é de minha inteira responsabilidade e que não há utilização de texto, material fotográfico, código fonte de programa ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem as devidas referências ou consentimento dos respectivos autores.

João Monlevade, 10 de maio de 2017


Assinatura do aluno

*Este trabalho é dedicado à minha família, por sempre
acreditar e me dar a coragem necessária
para enfrentar os desafios e ir além.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, **Marta e Ademilson**, aos meus avós, **Ana e Léo**, à minha tia, **Vaninha**, e à toda a minha família por serem a melhor base de caráter que eu poderia ter durante a minha trajetória, por terem me ajudado a me tornar quem sou, pelo carinho que têm por mim e por toda a força que me deram para chegar até aqui.

Agradeço à minha irmã, **Rafaela**, por ser uma companheira de todas as horas, por sempre aturar os assuntos mais aleatórios quando surge a saudade de casa, pelo incentivo de cada dia e por ser a melhor irmã do mundo.

Agradeço à **Deus**, por estar comigo em todos os momentos da minha vida e por me ajudar a alcançar meus objetivos, dando força e me protegendo de todo o mal.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Msc. Tiago França Melo de Lima, por me motivar a concluir este trabalho, por não estabelecer uma barreira entre orientador e orientando, agindo sempre como um membro da equipe, e por sempre acreditar no potencial dos projetos.

Agradeço aos meus amigos da Colméia por terem sido uma segunda família por quase seis anos, pelos filmes, jogatinas e RPGs nas madrugadas que fizeram minha graduação muito mais divertida. Também agradeço à Dona Maria e à Celinha por terem sido duas mães quando eu estava longe de casa.

Agradeço aos meus amigos do LEDS por terem sido amizades instantâneas que me acolheram e me trataram como um membro no momento em que pisei os pés no laboratório, obrigado por todo o apoio e companheirismo durante esses últimos semestres.

Agradeço à todos e a cada um dos que conviveram comigo durante todos esses anos de graduação, meus colegas de turma que passaram por tudo isso junto comigo, aos amigos que fiz ao acaso, pelas madrugadas de estudo e pelo companheirismo.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Ouro Preto e aos professores que fizeram parte dessa jornada, pelo ensino de qualidade.

*“Uma lição indolor não tem significado.
Aquele que não sacrifica nada, não alcança nada.”
(Hiromu Arakawa)*

Resumo

A dengue é uma arbovirose que representa um grande desafio para a saúde pública no Brasil. Tendo como principal vetor o mosquito *Aedes aegypti*, a dinâmica de transmissão é complexa. Aspectos sociais e do comportamento humano podem favorecer o espalhamento da doença, como a urbanização não planejada e o estoque de água de forma inadequada, que contribuem para aumentar a quantidade de criadouros do vetor. Os jogos sérios podem ser usados nesse contexto, como ferramenta de educação e conscientização, ajudando a promover a mudança de hábitos na população. Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma versão de demonstração do jogo X-Dengue, que visa conscientizar as pessoas sobre a dinâmica de transmissão da dengue e como ajudar em sua prevenção, atuando contra o vetor transmissor da doença. A realização do trabalho envolveu atividades de estudo e pesquisa, concepção, prototipação e desenvolvimento de versões do jogo. Dentre os resultados obtidos pelo projeto pode-se destacar: desenvolvimento e publicação de uma versão de demonstração do jogo X-Dengue, desenvolvimento de protótipos em Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Os trabalhos futuros incluem adicionar novas funcionalidades e avaliar, em um estudo de caso, se o jogo contribui para apoiar a aquisição de conhecimentos sobre a dengue e o seu vetor.

Palavras-chaves: jogos sérios, dengue, *Aedes aegypti*, realidade virtual, realidade aumentada, X-Dengue.

Abstract

Dengue is an arbovirose that represents a great challenge for public health in Brazil. The transmission dynamics of the disease is complex. Its main vector is the mosquito *Aedes aegypti*. Several social and human behavior aspects can favor the spreading of the disease, such as unplanned urbanization and inadequate water supply, which may contribute to increase the number of vector breeding sites. Serious games can be used in this context as a tool for education and awareness, helping to promote behavior changes in population. This work aims to develop a demo version of the X-Dengue game, which aims to make people aware of the dengue transmission dynamics and how to help in their prevention, acting against the vector. The development of the work involved activities of study and research, conception, prototyping and development of versions of the game. Among the obtained results, some can be highlighted: development and release of a demo version of the game X-Dengue, development of prototypes in Augmented Reality and Virtual Reality. Future work includes adding new features and the evaluation whether the game contributes to support awareness about dengue and its vector.

Key-words: serious games, dengue, *Aedes aegypti*, virtual reality, augmented reality, X-Dengue.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Interface gráfica do Unity	25
Figura 2 – Google Cardboard. Fonte: Google Store.	26
Figura 3 – X-Dengue - visão geral dos módulos. Fonte: (BARBOSA et al., 2016)	31
Figura 4 – X-Dengue - vídeo introdutório com apresentação da estória do jogo. Arte: Camila Cristina de Araújo. Música de abertura: Breno Gonçalves Barbosa.	32
Figura 5 – X-Dengue - tela inicial do jogo. Arte: Camila Cristina de Araújo. Música de fundo: Breno Gonçalves Barbosa.	33
Figura 6 – X-Dengue - interface da primeira fase. Arte: Camila Cristina de Araújo.	34
Figura 7 – X-Dengue - desafio de perguntas e respostas sobre a dengue e outras doenças transmitidas pelo <i>A. aegypti</i> . Arte: Camila Cristina de Araújo.	34
Figura 8 – X-Dengue - Quarto do bebê, na primeira fase, cujos objetivo é: Matar 25 mosquitos. Arte: Camila Cristina de Araújo.	35
Figura 9 – X-Dengue - Descrição das armas (ex. raquete elétrica) e inimigos (ex. <i>Aedes aegypti</i>). Arte: Camila Cristina de Araújo	35
Figura 10 – X-Dengue - Mensagem informativa sobre a dengue e hábitos positivos para prevenção. Arte: Camila Cristina de Araújo	36
Figura 11 – X-Dengue - Protótipo do módulo especial em realidade aumentada. Modelo 3D e música de fundo: Breno Gonçalves Barbosa.	37
Figura 12 – X-Dengue - Protótipo do módulo especial em realidade virtual. Arte, Modelo 3D (mosquito) e Música de fundo: Breno Gonçalves Barbosa. Demais modelos 3D (sofá e planta): Archive 3D (https://archive3d.net/).	38
Figura 13 – X-Dengue - Avaliação do jogo na <i>Play Store</i>	39
Figura 14 – X-Dengue - Apresentação do jogo durante o I Simpósio Latino-Americano de Jogos, que aconteceu em Araranguá-SC, em outubro de 2016.	40

Lista de abreviaturas e siglas

LEDS	Laboratório de Engenharia e Desenvolvimento de Sistemas
ICEA	Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
VR	Virtual Reality (Realidade Virtual)
AR	Augmented Reality (Realidade Aumentada)
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.2	Organização do trabalho	15
2	CONCEITOS BÁSICOS E TRABALHOS RELACIONADOS	16
2.1	Dengue	16
2.2	Jogos Sérios	17
2.3	Gamificação	18
2.4	Realidade Virtual e Aumentada	19
2.5	Jogos e Aplicativos com a temática da Dengue	20
3	METODOLOGIA	22
3.1	Métodos	22
3.2	Ferramentas e tecnologias	24
3.2.1	Unity 3D	24
3.2.2	Vuforia	25
3.2.3	Google Cardboard	25
3.2.4	Trello	26
3.2.5	GitHub	27
3.2.6	Google Play	28
3.2.6.1	Google Play Games Services	28
3.2.7	Game Sparks	29
4	RESULTADOS	30
4.1	X-Dengue: <i>Game Design</i>	30
4.2	X-Dengue: versão demo	32
4.2.1	X-Dengue: módulo especial em realidade aumentada	36
4.2.2	X-Dengue: módulo especial em realidade virtual	37
4.3	X-Dengue: avaliação e discussão dos resultados	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS	42

1 Introdução

Os jogos eletrônicos vem ganhando espaço em diversos segmentos, inclusive na educação, com o objetivo de tornar o aprendizado interativo, dando ao indivíduo a oportunidade de reagir aos conteúdos apresentados e interpretá-los à sua maneira, criando uma experiência capaz de garantir uma aprendizagem efetiva e duradoura (ARANHA, 2006). Uma categoria de jogos que vem ganhando espaço no contexto educacional é a dos jogos sérios.

Os jogos sérios (ou *serious games*) são aqueles que não possuem como objetivo primário a diversão e o entretenimento (MICHAEL; CHEN, 2005). Por exemplo, eles podem ser projetados para promover a aprendizagem, o engajamento e mudanças comportamentais, e tem sido empregados em diferentes áreas e contextos (CONNOLLY et al., 2012; DONDLINGER, 2007; MICHAEL; CHEN, 2005; PRENSKY, 2006). Quando aplicados na educação, eles podem contemplar diversas áreas do conhecimento, tais como física, biologia, matemática, saúde pública. Além disso, o nível de profundidade e complexidade pode ser projetado para abordar diferentes públicos-alvo (ex. crianças, jovens, adultos).

Embora o objetivo primário não seja a diversão e o entretenimento, os jogos sérios voltados para educação (ou jogos educativos) precisam ser bem projetados para que alcancem os resultados esperados. Por exemplo, eles não podem ser apenas reproduções interativas do conteúdo de outras mídias, como livros ou websites. Para que tenham o efeito esperado, de apoiar o aprendizado de determinado conteúdo, é fundamental que o jogo seja capaz de engajar os indivíduos e de alguma forma motivá-los, mantendo seu interesse para que aceitem receber aquele conteúdo e possam assimilá-lo. Uma das estratégias que tem sido utilizadas para isso é a "gamificação", que consiste em utilizar elementos característicos de jogos em um contextos não relacionados a jogos (DONDLINGER, 2007). Exemplos de aplicação da gamificação também podem ser encontrados em diferentes áreas e com variados propósitos (DOMÍNGUEZ et al., 2013; DETERDING et al., 2011; HAMARI, 2013; HAMARI; KOIVISTO, 2013; HAMARI; KOIVISTO; SARSA, 2014; ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011). Assim, os jogos sérios e a gamificação tem sido cada vez mais empregados para ajudar na solução de problemas e desafios do mundo real.

Nesse contexto, um dos temas abordados é a dengue (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2011; PORCINO; STRAUSS; CLUA, 2014; LENNON; COOMBS, 2007; BUCHINGER; HOUNSELL, 2015). Algumas estimativas sugerem que cerca de metade da população mundial esteja sob risco, com a ocorrência de mais de 300 milhões de infecções por ano, principalmente em áreas urbanas e semi-urbanas (WHO, 2016a). No Brasil, ela é transmitida principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti*, com registros de epidemias desde

os anos 80 (SIQUEIRA-JR et al., 2005). A dinâmica de transmissão da doença é afetada por fatores ambientais e humanos (antrópicos). O *A. aegypti* é também vetor da febre amarela urbana, chikungunya e zika.

Diversos fatores afetam a dinâmica de transmissão do vírus dengue, desde aspectos climáticos e ambientais àqueles sociais e relacionados ao comportamento humano. Por exemplo, a crise hídrica leva parte da população a estocar água, muitas vezes de forma inadequada. E isso pode contribuir para aumentar a quantidade de criadouros do vetor, e consequentemente, o número de casos de dengue. Embora exista uma vacina contra a dengue licenciada, ela tem sido questionada devido às limitações em sua eficácia, abrangência de aplicação e restrições de acesso (WHO, 2016b; VANNICE; DURBIN; HOMBACH, 2016). Além disso, a vacina não protege contra as outras doenças transmitidas pelo *A. aegypti*. Portanto, o controle vetorial ainda é o principal meio de combate a essas doenças. E para que ele seja feito de forma efetiva, é essencial educar a população, inserindo-a nas estratégias de controle populacional do vetor.

O uso de jogos sérios e estratégias de gamificação podem ser empregados para lidar com esse desafio - conscientizar a população e promover hábitos favoráveis em relação ao controle do *Aedes aegypti*. Além de serem usados para educar e promover mudanças comportamentais, eles também podem ser usados como ferramenta de monitoramento e vigilância epidemiológica.

1.1 Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo projetar e desenvolver uma versão de demonstração do X-Dengue - um jogo sério baseado em educação sócio-ambiental para o controle do mosquito *Aedes aegypti* e prevenção das doenças a ele associadas. O jogo é baseado em 2D, com um sistema de fases sequencial, mas também propõe o uso de realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista, com o intuito de enriquecer a experiência dos usuários e alcançar o engajamento.

Espera-se incentivar os jogadores a avançar pelo jogo para que possam adquirir maior conhecimento sobre a dengue e promover a mudança de hábitos, levando-os a aplicar no mundo real o que aprenderam, através de atitudes e hábitos positivos em relação ao controle do vetor. Nesse sentido, fazem parte dos objetivos específicos do trabalho:

- Concepção, projeto e desenvolvimento de uma versão de demonstração do X-Dengue, versão 2D, módulos cliente (*frontend*) e servidor (*backend*);
- Concepção, projeto e desenvolvimento de um protótipo do módulo de realidade aumentada;

- Concepção, projeto e desenvolvimento de um protótipo do módulo de realidade virtual;

1.2 Organização do trabalho

O texto está organizado em quatro capítulos adicionais, além desse capítulo de introdução. No segundo capítulo são introduzidos os conceitos essenciais necessários para o entendimento do trabalho, e também alguns trabalhos relacionados. No segundo capítulo, são descritas as etapas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho. O quarto capítulo apresenta e discute os principais resultados alcançados. Por fim, as considerações finais e indicações de trabalhos futuros são apresentadas no último capítulo.

2 Conceitos básicos e trabalhos relacionados

Nesse capítulo são apresentados alguns conceitos básicos sobre assuntos relacionados ao projeto, tais como dengue, jogos sérios, realidade virtual e realidade aumentada, e também são identificados alguns trabalhos relacionados.

2.1 Dengue

Ao colocar em risco cerca de metade da população mundial, a dengue é um desafio para a saúde pública não apenas no Brasil, mas também em vários outros países do mundo (WHO, 2016a). Além de sintomas que podem deixar uma pessoa incapacitada de realizar suas atividades normais por vários dias, em casos mais graves (dengue severa/hemorrágica), ela pode levar ao óbito (XAVIER et al., 2014; WHO, 2016a).

A dengue é uma infecção viral transmitida entre humanos e mosquitos (SIMMONS et al., 2012), cujo vetor primário é o mosquito *Aedes aegypti* e o vetor secundário é o mosquito *Aedes albopictus*. Com o espalhamento geográfico dos vetores pelo mundo (LAMBRECHTS; THOMAS; GUBLER, 2010; KRAEMER et al., 2015), o risco epidêmico de dengue, que antes se limitava à regiões tropicais e subtropicais, está se expandindo para outras regiões do mundo, como América do Norte e Europa (BHATT et al., 2013; SCHAFFNER; MATHIS, 2014).

O *A. aegypti*, principal vetor da dengue no Brasil, possui hábitos diurnos. Ele leva entre 7 e 10 dias para se tornar um mosquito adulto, e seu ciclo de vida possui quatro fases: ovo, larva, pupa, adulto. Os ovos são depositados pela fêmea em locais propícios, geralmente com água parada, e assim permanecessem até que sejam incubados - o que pode levar dias ou meses, até que haja condições ambientais favoráveis para que se desenvolvam. São cerca de cinco dias entre as fases larval e pupal, até que, em 2 ou 3 dias, ele se desenvolve e se torna um mosquito adulto e capaz de voar. A ecologia do vetor é afetada por diversos fatores ambientais (ex. temperatura, umidade). Mas ela também por ser influenciada por aspectos sociais/antrópicos, como por exemplo a urbanização não planejada e hábitos humanos que favorecem a proliferação de criadouros. Maiores detalhes sobre o ciclo de vida do *A. aegypti* podem ser encontrados em (CHRISTOPHERS, 1960).

Existem quatro sorotipos distintos do vírus dengue: DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4. A transmissão do vírus para o mosquito ocorre quando a fêmea se alimenta do sangue de um humano infectado com o vírus em sua fase de viremia. Ao adquirir o vírus, o mosquito se torna infectante até o fim de sua vida. Além disso, há a transmissão vertical, ou seja, do mosquito fêmea para sua prole. Por sua vez, o ser humano ao se recuperar da doença

adquire imunidade por toda a vida, mas somente para aquele sorotipo específico com o qual foi infectado. Mas há também uma proteção parcial e temporária contra os outros sorotipos. Embora pareça simples, a dinâmica de transmissão é bastante complexa, e afetada por aspectos tais como a heterogeneidade intrínseca de variáveis (ex. diferentes níveis de susceptibilidade de humanos/vetores) e alguns processos (ex. mobilidade humana/vetorial) que afetam o ciclo de vida do vetor e a dinâmica de transmissão do vírus. Outros detalhes sobre o processo de transmissão podem ser encontrados em (GUBLER, 1997; GUZMÁN; KOURI, 2002; GUBLER, 2011; SIMMONS et al., 2012; GUZMAN; HARRIS, 2015; WHO, 2016a).

Apesar da existência de uma vacina contra a dengue, ela tem sido questionada devido aos seus níveis de eficácia comprovada e restrições em sua aplicação (WHO, 2016b; VANNICE; DURBIN; HOMBACH, 2016). Além disso, ela ainda não está amplamente disponível para a população, de forma gratuita. Portanto, o controle vetorial ainda é o principal meio de combater a dengue e outras doenças associadas ao *A. aegypti*. E para isso, é essencial educar a população de forma efetiva, fazendo com que ela seja parte integrante de estratégias de controle populacional do vetor.

Assim, é essencial informar os indivíduos sobre hábitos positivos para a prevenção e controle do vetor, como por exemplo não deixar água parada em vasos de plantas, calhas ou outros recipientes, manter caixas d'água sempre tampadas, destinar pneus velhos a locais adequados. O projeto X-Dengue está inserido nesse contexto, pois acreditamos que a conscientização das pessoas é fator importante que deveria fazer parte de estratégias para prevenção e controle da dengue e demais doenças transmitidas pelo *Aedes*.

2.2 Jogos Sérios

Os jogos sérios (ou *serious games*), são aqueles que, por definição, têm o propósito de ir além do entretenimento (MICHAEL; CHEN, 2005; DJAOUTI et al., 2011). Para ilustrar a importância dos jogos, pode-se fazer referência à palestra no TED apresentada por MCGONIGAL (2010). Nessa palestra, ela sugere que a solução dos problemas do mundo depende de um aumento no número de horas que as pessoas passam jogando, pois acredita que, em um cenário de jogo, as pessoas se tornam as melhores versões de si mesmas, sendo capazes de fazer grandes coisas que não seriam capazes de fazer no mundo real. Ela acredita que através dos jogos, as pessoas terão a coragem necessária para agir e fazer grandes coisas no mundo real.

Os jogos sérios voltados para a educação têm sido amplamente empregados, envolvendo temas de diferentes áreas do conhecimento (alfabetização, conceitos físicos, saúde pública) e direcionados para diversos públicos-alvo (crianças, jovens, adultos). Um dos desafios de um jogo sério consiste em engajar os jogadores para que se mantenham inte-

ressados pela proposta do jogo ([PROTOPSALTIS et al., 2011](#)). Em relação a jogos que visem apoiar a aprendizagem, [GIESSEN \(2015\)](#) destaca que a passagem do conhecimento deve ser preparada com o objetivo de ativar o hipocampo, ou seja, ela deve ocorrer de maneira prazerosa e positiva, provocando o interesse pelo assunto. E para que isso seja alcançado, é necessário utilizar abordagens lúdicas e interativas, que serão capazes de fixar o conhecimento adquirido.

De acordo com [ARANHA \(2006\)](#), a elaboração de jogos no contexto educativo não deve funcionar apenas como um paradigma de emissão e recepção direta, por ser ineficaz. Ainda segundo o autor, o problema tem suas origens nas salas de aula, onde o ensino engessado em uma metodologia arcaica está tão enraizado na sociedade que influencia novas abordagens. É necessário observar as falhas e apostar em melhorias que considerem novos métodos para construção do conhecimento, e nesse contexto, cabe aos envolvidos (professores, pesquisadores, desenvolvedores) fazer com que o jogo funcione como um facilitador de aprendizagem ([ARANHA, 2006](#)).

O desenvolvimento de jogos sérios, e em geral, deveria envolver uma equipe multidisciplinar. Quando se trata de jogos voltados para a educação, por exemplo, a presença de agentes pedagógicos letrados no tema em questão se faz extremamente necessária. O aprendizado é uma troca, na qual o indivíduo interage com o conhecimento, e reage ao mesmo, aumentando a eficácia da aquisição do conhecimento ([ARANHA, 2006](#)):

“Não há como tratar de educação através do uso de jogos eletrônicos sem se focalizar o fundamental papel das trocas argumentativas, reflexivas e interativas” ([ARANHA, 2006](#)).

O X-Dengue é um jogo sério que tem como objetivo primário a conscientização socioambiental sobre a dengue e a promoção de hábitos favoráveis em relação ao controle do vetorial. Desse modo, ele deve ir além do entretenimento. É necessário transmitir informações, favorecer a aquisição de conhecimento e promover a mudança de hábitos. E isso deve ser feito de forma sutil, utilizando-se de elementos lúdicos que contribuam para manter o interesse dos jogadores. Para isso, projeto do jogo exige do jogador conhecimentos que serão aplicados no mundo virtual e também prevê, através da *gamificação*, a aplicação desses no mundo real.

2.3 Gamificação

A "gamificação"(ou *gamification*), consiste no uso de elementos característicos dos jogos em contextos não relacionados a jogos ([DETERDING et al., 2011](#)). Ela tem sido empregada em diversas aplicações no mundo real, por exemplo, com o objetivo de promover a motivação e o engajamento de um público-alvo.

Um dos principais elementos utilizados em projeto de gamificação é o conceito de recompensas. Quando se fala de motivação, é fácil perceber a conexão entre motivar e recompensar, e em geral, é assim que o conceito é aplicado na prática. As recompensas podem ser reais ou virtuais, e envolver elementos como pontos, conquistas, avanço de nível e rankings (DETERDING et al., 2011), com o intuito de obter o engajamento do usuário para alcançar algum objetivo específico. A competição entre os participantes também pode ser aplicada como um fator de motivação e estímulo.

Para ZICHERMANN; CUNNINGHAM (2011), há quatro motivos que levam as pessoas a jogarem: obter domínio sobre um assunto, aliviar o stress, entretenimento e socialização. O projeto de um jogo sério, voltado para a educação, conscientização e promoção de mudança de hábitos, deveria englobar esses quatro elementos. A transmissão de informações durante o jogo, relacionadas ao domínio que se pretende explorar, não pode ser algo massante e entediante, sob risco de desmotivar o usuário e provocar seu desinteresse pelo jogo.

No contexto desse trabalho, a gamificação faz parte do projeto do jogo. Ela usada como estratégia para motivar os jogadores e estimular ações no mundo real. Por exemplo, completar tarefas e desafios que envolvem ações no mundo real, tais como participar de uma palestra sobre a dengue ou denunciar potenciais focos de criadouro do vetor, terão impacto no mundo virtual (ex. recompensas).

2.4 Realidade Virtual e Aumentada

A realidade virtual tipicamente envolve o uso de tecnologias de computação, como hardware e software, que utilizam dispositivos (ex. óculos, fones de ouvido) para gerar ambientes realísticos ou imaginários, através de imagens, sons e outros elementos. A realidade aumentada envolve a inserção de elementos virtuais "no mundo real" com o auxílio de interfaces para visualização e interação, como por exemplo, câmeras de celular. Por sua vez, pode-se dizer que a realidade mista é a combinação da realidade virtual com a realidade aumentada, produzindo ambientes e visualizações nas quais os objetos virtuais e físicos co-existem. As ideias, conceitos e as primeiras propostas e resultados relacionados à realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista são antigos (BIOCCA; KIM; LEVY, 1995; AZUMA, 1997; BURDEA; COIFFET, 2003; MILGRAM et al., 1995; GIGANTE, 1993; OHTA; TAMURA, 2014; MILGRAM; KISHINO, 1994).

A redução nos custos de equipamentos de hardware contribui para a relativa e recente popularização da realidade virtual. Diversos dispositivos de alto desempenho têm sido lançados no mercado, como por exemplo o *Gear VR*, da Samsung, e o *PlayStation VR*, da Sony. Alternativas de baixo custo também podem ser encontradas, como o *Google CardBoard*, que pode ser montado com uma estrutura simples feita com papelão, lentes

bifocais e ímãs, e funciona com boa parte dos celulares atuais. Pesquisas de mercado sugerem um aumento de 84,5% nas vendas de aparelhos de realidade virtual, alcançando a marca dos 50 milhões de unidades até 2020 (ABIRESEARCH, 2016). A realidade virtual é capaz de proporcionar interação, imersão e envolvimento, o que possibilita tanto aplicar conhecimentos reais em um ambiente virtual quanto adquirir conhecimento a partir do mundo virtual para aplicá-lo no mundo real (CORSANI et al., 2009).

Na realidade aumentada, objetos virtuais podem ser inseridos (projetados) no mundo real por exemplo através do uso de rastreadores, como um *QR Code* (*Quick Response Code*), que possuem referências sobre os objetos a serem exibidos no visualizador (ex. tela de um celular). Outra possibilidade é inserir elementos virtuais com base na geolocalização do visualizador, de forma semelhante ao que é feito no jogo *Pokémon Go*. Dessa forma, a realidade aumentada permite acrescentar ao mundo real informações e objetos virtuais, com os quais o usuário pode interagir. Um estudo para avaliar o uso da realidade virtual e da realidade aumentada como ferramenta de apoio ao ensino foi conduzido por CORSANI et al. (2009).

2.5 Jogos e Aplicativos com a temática da Dengue

Um levantamento preliminar sobre jogos com o tema dengue foi realizado. Há diferentes estilos de jogos. Alguns não apresentam nenhum tipo de informação educativa ou de conscientização, enquanto outros são demasiadamente "teóricos" (quase uma aula expositiva). Alguns aplicativos também foram identificados, que de forma geral são usados para transmitir de informações gerais sobre a dengue e hábitos de prevenção e/ou mapear potenciais focos do vetor.

Dentre os exemplos encontrados, alguns foram selecionados para análise das funcionalidades e jogabilidade:

- Mutuca¹: é um jogo que possui câmera em terceira pessoa, e o personagem deve matar os mosquitos em seu bairro, além de acabar com focos da dengue espalhados pela vizinhança;
- Acabe com o mosquito²: possui um conjunto de "mini-jogos" sobre a dengue, como o toque rápido na tela para eliminar um chefão, a movimentação do celular para tampar uma caixa d'água, dentre outros;
- Xô dengue³: um jogo onde os mosquitos saltam na tela e devem ser eliminados com o toque, abelhas também surgem na tela e devem ser evitadas pelo jogador;

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.projetoMutuca.mutuca&hl=pt_BR>

² <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Rox7Games.AcabeComOMosquito&hl=pt_BR>

³ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.netfilter.dengue>>

- Dengue Terminator⁴: um jogo estilo *side-scrolling*, no qual o jogador caminha apenas para o lado direito e precisa evitar os mosquitos que aparecem saltando sobre eles;
- Extermina Dengue⁵: semelhante ao Xô dengue, o jogo consiste em matar os mosquitos e evitar abelhas;
- SP x Dengue⁶: um jogo mais completo, que contempla fases onde é possível matar os mosquitos com o toque na tela, cujo nível de dificuldade aumenta gradativamente, e também apresenta elementos explícitos voltados para conscientização;
- Dengue SC⁷: um aplicativo feito para o estado de Santa Catarina, que serve para informar os agentes de saúde sobre a existência de possíveis focos do mosquito nos municípios do estado;
- Anti Mosquito Jogo⁸: um exemplo de jogo sobre a dengue que utiliza realidade aumentada, no qual o jogador deve atirar nos mosquitos que aparecem mirando com o celular;
- Aedes na Mira⁹: exemplo que utiliza realidade virtual e consiste em explorar o ambiente de um quintal, onde estão presentes elementos que envolvem a dinâmica da dengue e o combate ao mosquito.

⁴ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dengueterminator.jogo>>

⁵ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.PlayOStudio.ExterminaDengue>>

⁶ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.sp.saude.spxdengue>>

⁷ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.sc.ciasc.denguesc>>

⁸ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.zanzaragames.antimosquito>>

⁹ <<http://just.pro.br/blog/2016/07/28/aedes-na-mira-e-o-novo-jogo-contra-o-mosquito-da-dengue/>>

3 Metodologia

Nesse capítulo são apresentadas as etapas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do trabalho, que contemplam atividades contemplando desde atividades de concepção, projeto, construção, testes e avaliação e publicação do (demo) jogo na loja de aplicativos *Google Play Store*.

3.1 Métodos

Para desenvolver o trabalho, não foi utilizado nenhum processo formal de desenvolvimento de software, como RUP ou Praxis. Optou-se por utilizar princípios e práticas adotados em métodos ágeis, como o Scrum. Desse modo, o desenvolvimento ocorreu de forma iterativa e incremental, com ciclos curtos (1 mês) envolvendo atividades de pesquisa, concepção, projeto, construção, testes e avaliação.

Para aquisição dos conhecimentos técnicos necessários, a primeira etapa do trabalho envolveu reproduzir um protótipo preliminar do jogo X-Dengue, disponível antes do início desse projeto. Ele continha elementos básicos que seriam importantes para as versões futuras a serem desenvolvidas, como por exemplo menu de opções, transições entre telas, e uma fase cujo objetivo consistia em matar mosquitos e interação era baseada em toques na tela. Durante essa etapa foram avaliadas algumas ferramentas (*engines*) para desenvolvimento de jogos, como o *GameMaker*, *Unreal* e *unity 3D*. Optou-se por utilizar o *Unity 3D*, por atender os requisitos, possuir baixa curva de aprendizagem, boa documentação e comunidade de usuários, facilidade em portar o jogo para vários sistemas operacionais, e por oferecer uma licença de uso gratuita.

Em seguida, com base na estratégia de se usar ciclos curtos e incrementais de desenvolvimento que envolvem desde a concepção até os testes e avaliação, as seguintes atividades foram realizadas:

- construção de protótipos de baixa fidelidade do X-Dengue 2D, como prova de conceito do *game design*, para ilustrar e testar as funcionalidades básicas do jogo, sua usabilidade e jogabilidade;
- construção de uma versão preliminar do jogo, na forma de um protótipo funcional, com uma única fase e recursos adicionais como menu, som, transições de telas, e a possibilidade de usar duas diferentes armas para matar os mosquitos;
- construção de uma segunda versão do protótipo funcional, com a adição de novos recursos e elementos ao jogo, como fases, armas e funcionalidades (ex. armazenar

localmente o status atual do jogador);

- construção de uma terceira versão do protótipo funcional, com a adição de novos recursos e elementos ao jogo, como novas fases e armas, um desafio (*quiz*), sistema de pontuação, *login* e *ranking*;
- construção de uma terceira quarta versão do protótipo, cujas melhorias foram relacionadas à organização do código-fonte e arquitetura do software, visando facilitar a inserção de novas fases, armas e inimigos;
- construção e integração do protótipo do módulo de realidade aumentada, que permite visualizar um modelo (lúdico) do mosquito em 3D, utilizando-se um *QR code*; Módulo Extra *AR*: O módulo de realidade aumentada está presente no jogo principal como um extra e possibilita a visualização de um modelo 3D de baixa fidelidade do mosquito e proporcionar um contato inicial com a tecnologia.
- desenvolvimento das funcionalidades do lado servidor (*backend*), que permite armazenar informações sobre os jogadores, como pontuação, status e localização geográfica;
- construção da versão de demonstração do X-Dengue 2D, que inclui quatro fases, sendo cada fase constituída por um conjunto de tarefas (ou missões) que o jogador precisa completar para avançar no jogo. Além disso, também foram incluídas melhorias de usabilidade e aspectos relacionados à apresentação do jogo (ex. vídeo introdutório);
- publicação da versão demo do jogo X-Dengue na loja de aplicativos *Google Play Store*;
- construção de um protótipo do módulo de realidade virtual, como prova de conceito, que permite visualizar e interagir com um cenário e objetos 3D através do óculos *Google CardBoard*. Nesse protótipo, o jogador deve matar os mosquitos e eliminar os focos do vetor.
- publicação do protótipo do módulo de realidade virtual, X-Dengue VR, na na loja de aplicativos *Google Play Store*;

O desenvolvimento dos protótipos e da versão de demonstração tiveram como base o documento de *design* do jogo (ou *game design document*) X-Dengue, desenvolvido no trabalho de [QUINTÃO \(2016\)](#). A partir do *feedback* recebido, algumas modificações e melhorias foram feitas no projeto do jogo. Diversas melhorias e modificações foram feitas no projeto a partir dos comentários recebidos durante a fase de testes/avaliação dos protótipos. Diferentes ferramentas foram utilizadas ao longo da realização do trabalho, de acordo com as necessidades de cada etapa/atividade.

3.2 Ferramentas e tecnologias

A realização das atividades do projeto envolveu diversas ferramentas e serviços, cada uma voltada para um propósito específico e necessária em algum momento do projeto. Elas englobam tanto atividades específicas relacionadas ao desenvolvimento do jogo propriamente dito, quando para ajudar no planejamento e acompanhamento das atividades de implementação do software.

3.2.1 Unity 3D

O Unity 3D ([UNITY, 2017](#)) é uma poderosa *engine* para o desenvolvimento de jogos, que permite portar a aplicação para diversas plataformas, tais como dispositivos móveis (*Android*, *IOS*, *Windows Phone*), *desktops*, consoles, web e *smart TVs*. Ela possui uma extensa documentação, tanto oficial quando produzida por usuários, disponível de forma textual e em vídeos. Além disso, possui uma comunidade de usuários ampla e ativa, o que torna mais fácil solucionar eventuais problemas e dúvidas encontrados durante o processo de desenvolvimento.

A *engine* pode ser utilizada para desenvolver jogos baseados em 2D ou 3D. A sua interface gráfica é bastante versátil e de fácil aprendizagem, e pode ser customizada conforme o tipo de projeto em que se está trabalhando. Por exemplo, para projetos 2D, a interface do editor limita a visão da cena para uma única perspectiva, bidimensional. Mas ela também permite alternar entre as duas perspectivas de modo a obter uma visualização mais abrangente dos objetos da cena e seu posicionamento.

A interface gráfica da ferramenta (Figura 1) é rica e intuitiva. Ela oferece uma visão geral dos elementos do projeto, exibindo por exemplo o conteúdo dos arquivos/objetos do projeto e um editor para a cena na qual se está trabalhando atualmente. Nesse editor, é possível de forma fácil e rápida alterar o tamanho dos objetos e movimentá-los/posicioná-los dentro da cena, e uma janela de visualização (*preview*) permite em tempo real observar os resultados das modificações. Além disso, é possível visualizar e editar rapidamente as propriedades dos objetos, e definir comportamentos associados como gravidade e tratamento de colisões. É possível customizar tais comportamentos através de *scripts*.

A codificação dos *scripts* pode ser feita utilizando-se uma ferramenta externa, de livre escolha do programador/desenvolvedor. Algumas opções são o *Mono Develop* e o *Visual Studio*. Nesse trabalho, optou-se pela *Mono Develop*, que possui uma interface mais leve e intuitiva. Os *scripts* podem ser implementados em duas linguagens de programação, C# e/ou JavaScript. É possível inclusive utilizar diferentes linguagens em um mesmo projeto. A linguagem C# foi utilizada, e um dos fatores que motivou tal escolha foi por ela ser uma linguagem orientada à objetos.

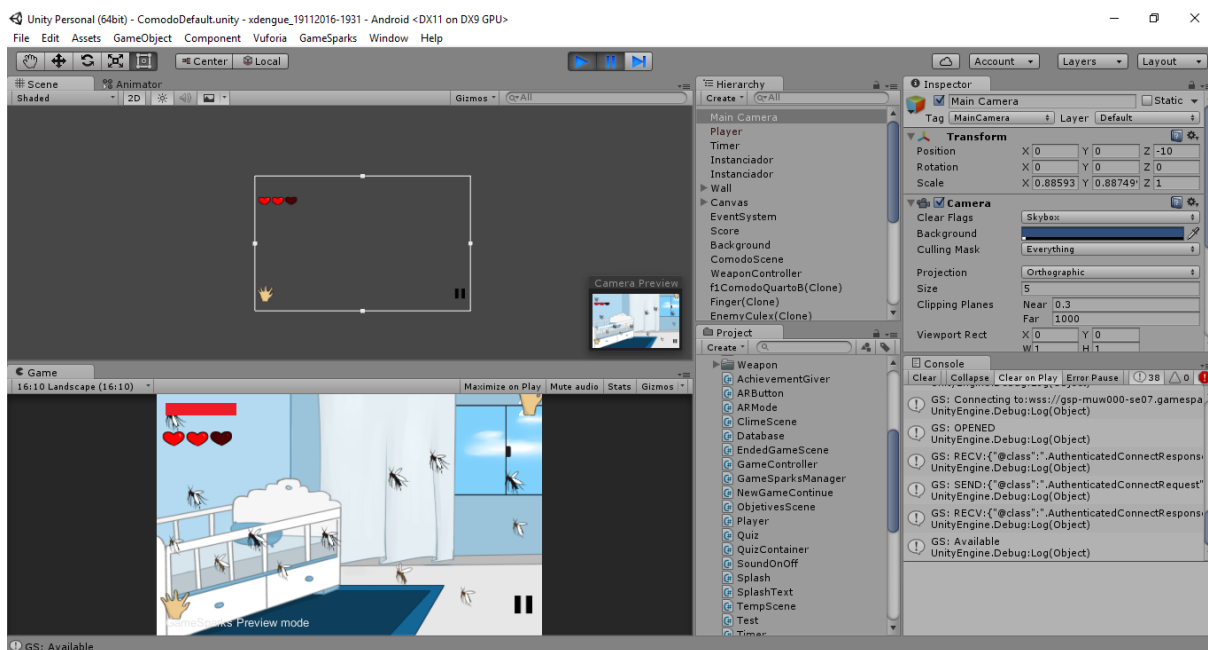


Figura 1 – Interface gráfica do Unity

3.2.2 Vuforia

O *Vuforia* (PTC, 2016) é um SDK (*Software Development Kit*) voltado para o desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada. Ele pode ser utilizado e integrado a projetos desenvolvidos no *Unity*. Ele permite associar um rastreador (uma imagem única e rica em detalhes como um *QR code*) a um objeto virtual (ex. modelo 3D).

A definição do rastreador que será utilizado no jogo é realizada no site do *plugin* e posteriormente os arquivos necessários para o desenvolvimento devem ser baixados e instalados no projeto do *Unity*. Com o *Vuforia*, a cena do Editor do *Unity* exibe o rastreador, no qual deverão ser colocados os objetos que se deseja exibir em realidade aumentada. Com o aplicativo criado, é possível visualizar os objetos 'no mundo real' através da câmera, que irá identificar a imagem do rastreador, alocando os objetos sobre a mesma assim como no editor. A ferramenta proporciona uma experiência de realidade aumentada na qual os objetos virtuais parecem estar presentes no mundo real.

A tecnologia possibilita que ao mudar a câmera de posição, os objetos continuam presentes no rastreador (na visão da câmera), como se realmente fizessem parte daquele espaço no mundo real.

3.2.3 Google Cardboard

O *Google Cardboard* (GOOGLE, 2016) (2) é um óculos de realidade virtual de baixo custo (cerca de US\$15,00), desenvolvido pelo Google, com o intuito de popularizar o acesso

a essa tecnologia. Ele é feito de papelão, duas lentes biconvexas e um ímã, capaz de ser usado como controle enviando instruções para o celular através de campo eletromagnético. É possível encontrar também outros modelos desenvolvidos por fabricantes diversos, com material mais resistente, design mais sofisticado, mas ainda de baixo custo ¹.



Figura 2 – Google Cardboard. Fonte: Google Store.

O projeto *Google Cardboard* também oferece um SDK para desenvolvedores, com suporte para as *engines* *Unity*, *Unreal* e para os sistemas operacionais *Android* e *iOS*. Vários tutoriais e demonstrações também estão disponíveis no site voltado para desenvolvedores². O SDK fornece para o Unity um rastreador para o movimento da cabeça do usuário, interação com o cenário entre outras funcionalidades necessárias para proporcionar a Realidade Virtual, como a divisão da câmera principal da cena em duas partes, que seriam a visão direita e esquerda do óculos.

Entretanto, ainda é uma limitação do *CardBoard* a necessidade de um *smartphone* intermediário, que permite rastrear movimentos e torna possível a imersão em cenários 3D. Esse rastreamento é feito através de dois sensores internos, o acelerômetro e o giroscópio, que em geral, não estão presentes em *smartphones* de custo mais baixo.

3.2.4 Trello

O Trello ([TRELLO](https://trello.com/), 2017) é um serviço web que auxilia na organização de tarefas, e pode ser usado individualmente ou por equipes. As tarefas são definidas e organizadas através de cartões, as quais podem ser atribuídas a membros da equipe. Elas são representadas visualmente em um quadro *Kanban*, que é dividido em colunas. Cada coluna indica um estágio ou etapa pela qual a atividade deve passar, como se fosse uma linha de produção.

¹ <<http://vr.google.com/cardboard/get-cardboard/>>

² <<https://developers.google.com/vr/>>

Por exemplo, em uma organização mais simples e comum, é possível classificar as tarefas conforme o seguinte *status*: "a fazer" (*To Do*), "fazendo" (*Doing*) e "feito" ou "pronto" (*Done*). Essa visualização contribui para melhorar a transparência e comunicação, e auxilia a equipe a ter melhor conhecimento sobre o andamento do projeto. Diversas configurações podem ser criadas para essas colunas, e elas podem mapear o fluxo de trabalho utilizado por uma equipe. Um dos principais recursos do Trello é a flexibilidade na organização desse quadro *Kanban*, dando liberdade à equipe para utilizar qualquer fluxo de trabalho sequencial.

O Trello, em sua versão gratuita, foi utilizado para organizar as tarefas conforme o fluxo de trabalho definido pela equipe do projeto. Esse fluxo envolve as seguintes etapas, adaptadas a partir do *framework* Scrum: ideia, product backlog, sprint backlog, desenvolvimento, teste, pronto. Outra funcionalidade interessante oferecida pelo Trello é a possibilidade de definir *checklists* dentro dos cartões, o que permite dividir uma tarefa em subtarefas e contribui para documentar os passos realizados para sua realização.

3.2.5 GitHub

O GitHub ([GITHUB, 2017](#)) é serviço web que oferece funcionalidades voltadas para o controle de versões e o controle de mudanças em projetos de software. Ele é um sistema de controle de versão distribuído, e permite criar gratuitamente repositórios públicos, que podem ser utilizados por equipes de desenvolvimento de software. Os sistemas de controle de versões e de controle de mudanças são ferramentas de engenharia de software, essenciais em qualquer projeto, pois (i) ajudam a controlar o histórico do desenvolvimento, incluindo recursos para comparar versões e desfazer mudanças, (ii) contribuem para o trabalho em paralelo da equipe, ao permitir a utilização/alteração simultânea de documentos e auxiliar na resolução de conflitos entre as alterações, (iii) possibilitam criar diferentes linhas de desenvolvimento, ou ramificações, do projeto, sem nenhum tipo de interferência entre elas.

Nesse projeto, a organização do repositório e fluxo de trabalho foi baseada no *Branch Workflow* ([ATLASSIAN, 2017](#)). Para cada atividade que envolvia mudanças no código-fonte do software ou em artefatos, um *branch* (ou ramificação) diferente era criado. As modificações eram feitas nesse *branch*, e após a verificação e testes, o *branch* que foi criado era combinado de volta com o original (operação *merge*). Desse modo, para cada nova funcionalidade a ser implementada no jogo, um novo *branch* era criado. O mesmo se aplica para correção de problemas (*bugs*) no software e também para mudanças em artefatos do software (ex. imagens, modelos 3D).

3.2.6 Google Play

A *Google Play* (ou *Play Store*)³ é uma loja virtual onde são publicados (ou disponibilizados) os aplicativos do sistema operacional *Android*. Além de aplicativos e jogos, ela também disponibiliza outros produtos, tais como livros, músicas e filmes. Na seção de jogos, a loja é dividida em categorias, que incluem jogos de ação, *arcade*, aventura, educativo, estratégia, esportes, simulação, dentre outros. Dessa forma, os usuários podem explorar o acervo disponível em busca de jogos que lhes sejam mais atrativos. Os aplicativos e jogos podem ser disponibilizados de forma gratuita ou paga. É também possível oferecer compras dentro do aplicativo/jogo.

A loja virtual foi utilizada para disponibilizar a versão de demonstração que foi desenvolvida como resultado final desse trabalho. Um dos motivos da escolha foi o baixo custo para publicação (é necessário adquirir uma licença de desenvolvedor). A versão de demonstração do X-Dengue 2D e o protótipo do módulo de realidade virtual (X-Dengue VR) estão disponíveis gratuitamente no link <<https://play.google.com/store/apps/developer?id=LEDS>>.

3.2.6.1 Google Play Games Services

O *Google Play Games Services* é um serviço oferecido para desenvolvedores, e utilizado por diversos aplicativos/jogos, que possui recursos para autenticação de usuários, *ranking* e conquistas. Outra funcionalidade extremamente útil oferecida pela plataforma é a possibilidade de acompanhar o desempenho dos jogadores e como os mesmos estão progredindo no jogo. É possível desenvolver tais funcionalidades utilizando servidores de aplicação e de banco de dados, linguagens de programação e bibliotecas/*frameworks*. Entretanto, essa é uma tarefa complexa e que possui elevada curva de aprendizagem, além de exigir muitos recursos. Portanto, serviços dessa natureza são extremamente úteis, pois agilizam o desenvolvimento e a obtenção de resultados concretos, principalmente para projetos em estágio inicial. Mas é importante ressaltar que os serviços oferecidos pela *Google Play* são limitados, e outras plataformas/serviços serão necessários na medida em que o jogo se tornar mais complexo e maduro.

Os serviços podem ser ativados no próprio *console* em que é feita a publicação do aplicativo/jogo, e então é feita a instalação do *Google Play Games plugin*⁴ no Unity, possibilitando a associação dos serviços com o jogo. Tanto para utilizar os serviços quanto para publicar jogos na *Play Store*, é necessário possuir uma licença de desenvolvedor.

³ <<https://play.google.com/store>>

⁴ <<https://github.com/playgameservices/play-games-plugin-for-unity>>

3.2.7 Game Sparks

O *Game Sparks* ([GAMESPARKS, 2017](#)) é uma plataforma para desenvolvimento de *backend* para jogos, disponibilizada como um serviço web. Ela permite aos desenvolvedores de jogos construir toda a aplicação do lado servidor de um jogo. Ela oferece uma grande quantidade de recursos, de forma bastante flexível. Por exemplo, há funcionalidades voltadas para apoiar o desenvolvimento do jogo propriamente dito - aspectos sociais e de *multi-player* (ex. chat, amigos, equipes, *ranking*), econômicos (moeda, bens virtuais, transações, conquistas). Além disso, há recursos para gerenciamento de jogadores, customização, segmentação e análise, campanhas de marketing. O *Game Sparks* se caracteriza como uma plataforma como um serviço (*Platform as a Service*, ou PaaS), que é extremamente flexível e capaz de atender diferentes tipos de requisitos, específicos para diversos tipos de jogos.

A plataforma está sendo utilizada atualmente para coletar e armazenar dados de localização dos jogadores para possibilitar análises posteriores a respeito da influência do jogo em determinadas regiões, considerando o aumento ou diminuição de casos de dengue nas mesmas. O dado de localização também será útil para verificar a necessidade de se traduzir o jogo para outras línguas, considerando a possível instalação do jogo por usuários de outros países e visando a expansão do alcance do jogo. Outra função do gamesparks no jogo atual é a de gravar o status do *quiz* dos usuários, acompanhando o desempenho e engajamento dos jogadores em responder as perguntas.

A associação do jogo à uma plataforma de *backend* se deu principalmente devido à funcionalidades que serão implementadas futuramente, como por exemplo, a atualização dinâmica de fases, cômodos, armas sem que haja a necessidade de se baixar outra versão do jogo. O GameSparks foi a plataforma escolhida visto que possui ampla documentação, comunidade ativa e um plano gratuito para utilização de pequeno porte (pequeno número de usuários), que é o caso do X-Dengue no momento.

A troca de informações cliente-servidor ocorre em formato *json*, que é um padrão leve e fácil de entender e escrever tanto pelo desenvolvedor quanto pela máquina. A troca de dados ocorre através de requisições realizadas por ambos, e as mesmas devem ser tratadas para retornarem o resultado adequado. O *Game Sparks* permite a criação de bancos de dados para armazenar informações específicas que se fizerem necessárias, assim como é feito atualmente com os dados de localização e do *quiz*.

4 Resultados

Nesse capítulo são apresentados os resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho, que incluem o desenvolvimento e publicação de uma versão de demonstração do jogo X-Dengue 2D - que inclui cliente (jogo propriamente dito) e servidor, avaliação informal da versão demo, e protótipos dos módulos de realidade aumentada e de realidade virtual.

4.1 X-Dengue: *Game Design*

O X-Dengue é um jogo sério projetado para servir como ferramenta de apoio em estratégias de prevenção e controle do vetor da dengue por meio da conscientização sócio-ambiental e promoção de mudanças de hábito na população. Nesse sentido, o seu *game design* busca informar os jogadores e promover o engajamento em relação à temática da dengue. O projeto é extremamente ambicioso, pois pretende conscientizar e influenciar no hábito das pessoas, com o intuito de estimular atitudes favoráveis em relação ao controle do vetor.

O jogo tem sua história centrada no personagem Pedrinho e no seu amigo Rafael, que foi picado pelo mosquito *Aedes aegypti* e contraiu o vírus dengue, ficando doente. Assim, Pedrinho não poderia brincar com Rafael, que estava de repouso por causa dos sintomas da dengue. Então, ele decidiu mudar os seus hábitos e tentar acabar com a dengue no mundo. Mas primeiro, ele precisava começar em sua casa.

O X-Dengue tem seu *game design* organizado em quatro módulos (Figura 3), que possuem diferentes níveis de abrangência e estilos de interação. O jogador irá controlar um personagem com o intuito de combater a dengue, e o nível de abrangência e impacto das ações do jogador aumentará com a conclusão de cada módulo. Inicialmente, no primeiro módulo, sua atuação será no interior de sua casa, diretamente contra o vetor, em sua fase adulta principalmente, utilizando recursos como as próprias mãos, raquetes e inseticidas. E no segundo módulo, ele terá que atuar de forma mais consistente sobre os focos do vetor. O projeto do jogo irá induzir o usuário para que ele perceba que suas ações de forma isolada, limitadas à sua casa, não são eficazes para lidar com o problema. Assim, no terceiro módulo, o jogador irá ampliar a sua forma e abrangência de atuação no combate ao vetor, incluindo também a sua vizinhança. Por fim, no quarto módulo, mais experiente, o jogador irá ampliar ainda mais sua atuação, através da realização de intervenções e ações de políticas públicas que irão impactar em toda a sua cidade.

Um aspecto interessante e inovador do *game design* é a proposta de interação entre

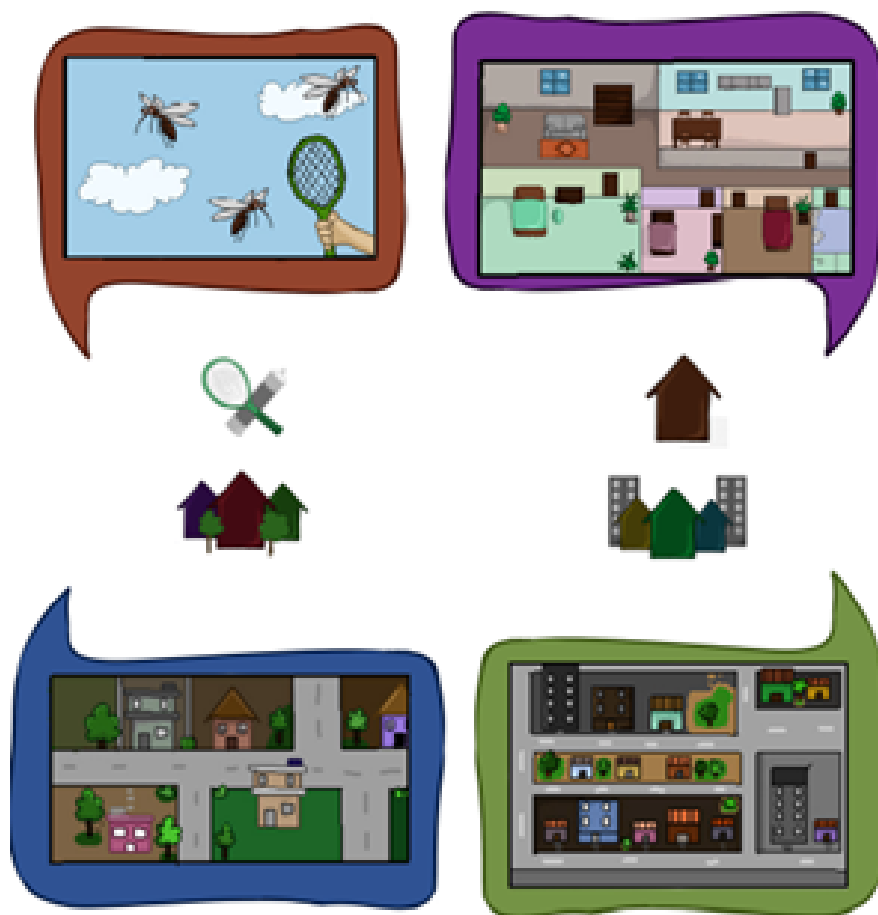


Figura 3 – X-Dengue - visão geral dos módulos. Fonte: (BARBOSA et al., 2016)

o mundo virtual (o jogo propriamente dito) e o mundo real para promover a conscientização e mudança comportamental, bem como a realização de ações concretas no mundo real.

“Em cada um dos módulos, informações do mundo real serão utilizadas para definir o comportamento do jogo. Por exemplo, as condições climáticas da região em que o jogador se encontra fisicamente poderão levar ao aumento do número de mosquitos no jogo. A mecânica do jogo e a forma como o usuário irá interagir também irão variar de acordo com o módulo e as ações disponíveis para combate ao vetor e controle da transmissão da doença. Outros recursos também estão previstos em módulos especiais, como o uso de realidade virtual e aumentada.” (BARBOSA et al., 2016).

O projeto tem por objetivo o uso de jogos sérios e gamificação como ferramenta de apoio a ser usada em estratégias de controle vetorial e prevenção da dengue, através da promoção da conscientização, a mudança de hábitos e realização de ações no mundo real. Outras informações sobre o *game design* do jogo podem ser encontradas em (BARBOSA et al., 2016; QUINTÃO, 2016; LIMA et al., 2017).

4.2 X-Dengue: versão demo

Um dos resultados alcançados pelo projeto foi o desenvolvimento e publicação de uma versão de demonstração do jogo X-Dengue. Essa versão, baseada em 2D, ilustra o primeiro módulo do jogo, no qual o usuário deve atuar diretamente contra o *A. aegypti* em sua casa, matando os mosquitos em sua fase adulta e também eliminando possíveis focos do vetor.

O *design* artístico do jogo foi elaborado para ser original, simples e lúdico, visando atingir o público infanto-juvenil, mas sem ficar restrito a esse público. A arte se assemelha a um caderno escolar que contém desenhos e anotações feitas por uma criança, com informações gerais sobre a dengue e sobre o jogo (ex. objetivos, armas e inimigos). O jogo é iniciado com a apresentação de um vídeo que narra a história do jogo: ao descobrir que seu amigo Rafael ficou doente por causa da dengue e não poderá brincar com ele, Pedrinho decide que irá combater a dengue e começa a agir, em sua casa, depois em seu bairro, até atingir o mundo todo (Figura 4).

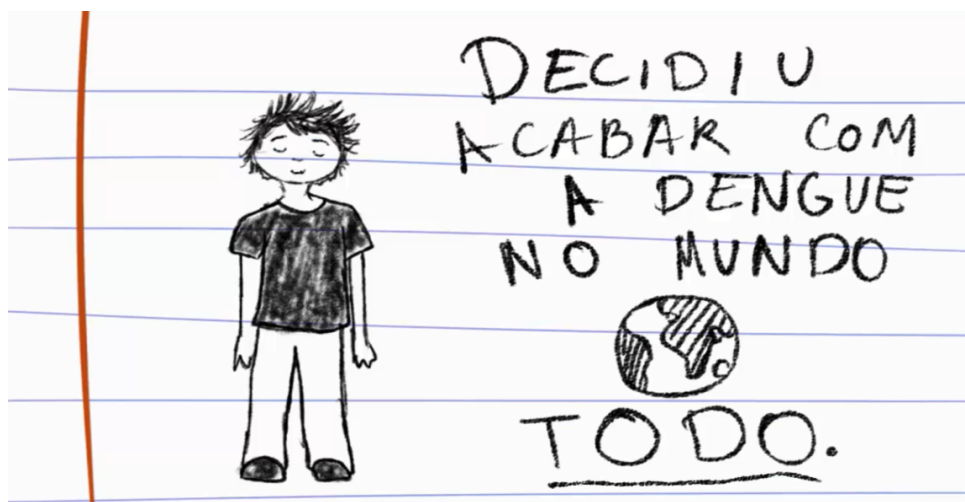


Figura 4 – X-Dengue - vídeo introdutório com apresentação da história do jogo. Arte: Camila Cristina de Araújo. Música de abertura: Breno Gonçalves Barbosa.

Na versão demo do primeiro módulo do X-Dengue, desenvolvida nesse trabalho, o jogador irá ajudar Pedrinho a combater a dengue em sua casa, agindo diretamente contra o mosquito em sua fase adulta e também eliminando focos do vetor. Para isso, ele terá disponível vários recursos como por exemplo as próprias mãos, raquetes elétricas, spray de inseticida e areia. A versão demo contém quatro fases, cujo grau de dificuldade aumenta gradativamente (ex. os mosquitos ficarão mais numerosos, rápidos e resistentes) na medida em que o jogador avança no jogo.

Cada fase possui um conjunto de cômodos (ex. sala, cozinha, quarto do bebê, área de serviço), nos quais o jogador deve cumprir objetivos pré-definidos (ou "missões"). São alguns exemplos: matar uma determinada quantidade de mosquitos, resistir ao ataque dos

mosquitos por um tempo determinado, eliminar possíveis criadouros do mosquito. Para tornar o jogo mais desafiador e lúdico, ao final de cada fase, o jogador deverá enfrentar um 'chefão'. Outros elementos também foram incorporados visando manter a motivação e interesse do jogador em superar e conhecer os próximos desafios.

A figura 5 apresenta a tela inicial do jogo. Nela, o jogador pode escolher entre iniciar um novo jogo ou dar continuidade ao jogo salvo. As informações sobre o status do último jogo são armazenadas localmente, no dispositivo do usuário. Além disso, outras opções envolvem controlar o volume do som, visualizar informações sobre o projeto, e sair do aplicativo. O jogador também pode se conectar à sua conta *Google* e após isso, visualizar seu desempenho em um *ranking* e acompanhar seu histórico de conquistas (através dos serviços disponibilizados pela *Google Play*).



Figura 5 – X-Dengue - tela inicial do jogo. Arte: Camila Cristina de Araújo. Música de fundo: Breno Gonçalves Barbosa.

Cada uma das quatro fases é composta por um conjunto de cômodos, e em cada um deles, o jogador deverá cumprir um conjunto de objetivos ("missão"). Um *feedback* visual indica ao jogador as missões que foram concluídas, e aquelas que estão pendentes ou bloqueadas (Figura 6). Ainda na tela das fases é possível ao jogador acessar as seguintes opções: arsenal (mochila), com informações sobre as armas que o jogador possui; *feedback* (estrela), um formulário através do qual o jogador poderá nos enviar sugestões e comentários sua experiência de uso; e desafios (diamante), contém diversos desafios nos quais o jogador pode conquistar pontos, como por exemplo em um jogo de perguntas e respostas sobre a dengue.

O *game design* prevê vários desafios que permitirão ao jogador aprender e avaliar seus conhecimentos sobre a dengue. Na versão demo, apenas o *quiz* foi implementado e



Figura 6 – X-Dengue - interface da primeira fase. Arte: Camila Cristina de Araújo.

está disponível (Figura 7).

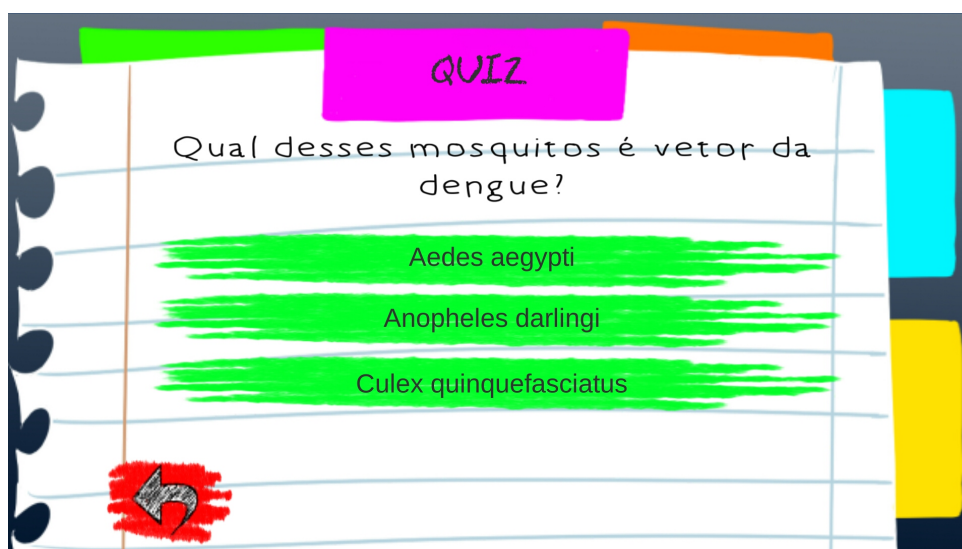


Figura 7 – X-Dengue - desafio de perguntas e respostas sobre a dengue e outras doenças transmitidas pelo *A. aegypti*. Arte: Camila Cristina de Araújo.

As missões ocorrem no interior dos cômodos (Figura 8), e em cada uma delas o usuário terá que cumprir diferentes tipos de objetivos (ex. matar mosquitos, eliminar focos do vetor, fechar janelas, colocar tela de proteção sobre o berço do bebê).

Em cada cômodo, para ajudá-lo a cumprir os objetivos da missão, o jogador terá acesso à informações sobre as "armas" e os "inimigos" que irá enfrentar (Figura 9). Cada arma possui vantagens e desvantagens, além de exigir formas diferentes de interação para sua utilização (ex. tocar na tela, tocar na tela e arrastar). Em relação aos inimigos, é



Figura 8 – X-Dengue - Quarto do bebê, na primeira fase, cujos objetivo é: Matar 25 mosquitos. Arte: Camila Cristina de Araújo.

fornece uma descrição sobre eles que inclui informações reais (ex. nomes científico e popular do *A. aegypti*) e inerentes ao jogo (ex. pontos de vida, nível hierárquico do inimigo). Desse modo, o *game design* prevê o uso de dados corretos (realísticos) sobre a dengue e seu vetor, mas também fictícias, para tornar o jogo informativo e lúdico ao mesmo tempo.

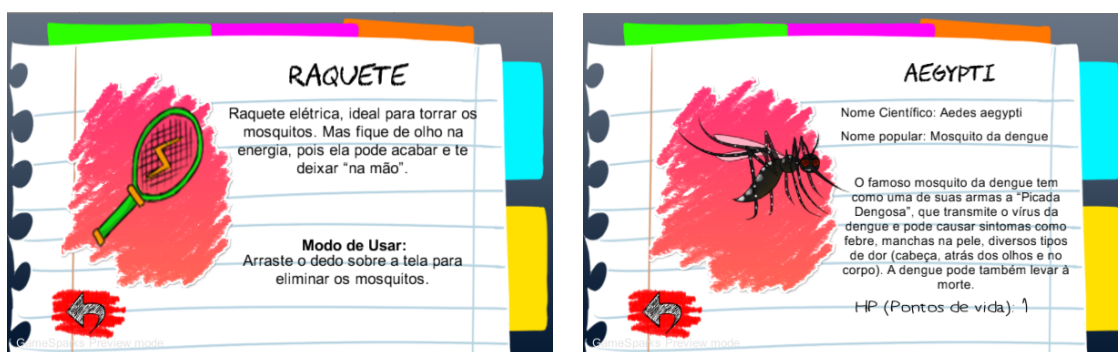


Figura 9 – X-Dengue - Descrição das armas (ex. raquete elétrica) e inimigos (ex. *Aedes aegypti*). Arte: Camila Cristina de Araújo

Outra estratégia utilizada para transmitir informações sobre a dengue e os hábitos positivos para prevenção e controle do vetor foi a inclusão de mensagens informativas. Elas são exibidas em vários momentos durante o jogo, como por exemplo em algumas transições entre telas ou quando o jogador avança de fase (Figura 10). E para avaliar os conhecimentos sobre essas informações, o desafio *quiz* inclui perguntas/respostas relacionadas à essas mensagens. Além disso, algumas das mensagens estão diretamente relacionadas a ações que usuário precisa realizar durante o jogo, como por exemplo usar areia em vasos de planta para evitar o acúmulo de água.

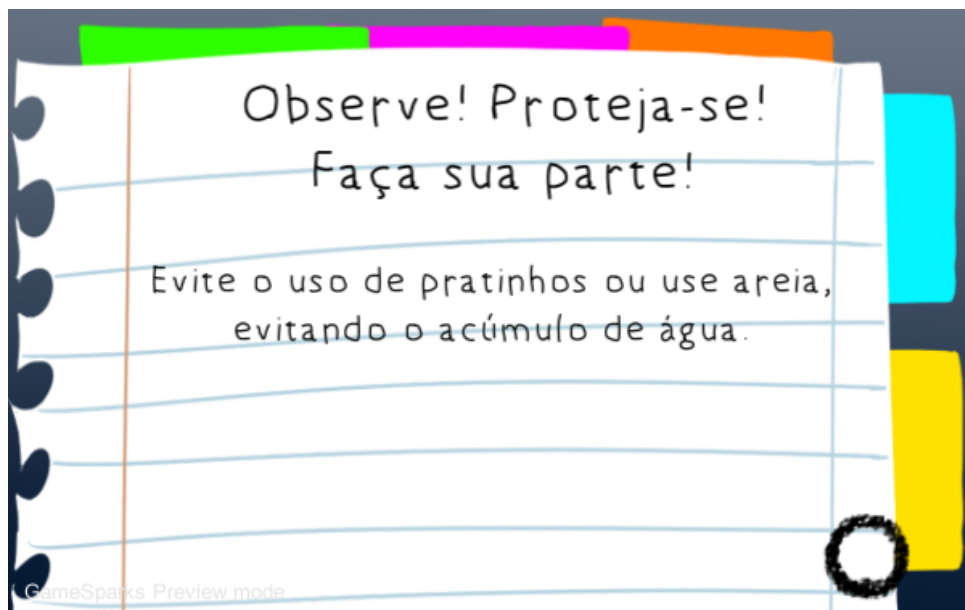


Figura 10 – X-Dengue - Mensagem informativa sobre a dengue e hábitos positivos para prevenção. Arte: Camila Cristina de Araújo

4.2.1 X-Dengue: módulo especial em realidade aumentada

O *game design* do X-Dengue prevê a utilização da realidade aumentada como mais uma estratégia para despertar o interesse e a motivação dos jogadores. Ela está inserida no *game design* de diversas formas, como por exemplo, no sistema de recompensas. Na medida em que o jogador avançar no jogo e realizar as missões, ele receberá diversos tipos de recompensa. Uma delas consiste em cartões contendo *QR code* que referenciam modelos tri-dimensionais (3D) do mosquito *Aedes aegypti*, em diferentes estágios do seu ciclo de vida. Esses modelos podem ser tanto realísticos (quando a representação no modelo se assemelha à realidade) quanto fictícios/lúdicos (quando o modelo possui aspectos que o distanciam da realidade).

Como prova de conceito, foi criado um protótipo de alta-fidelidade do módulo especial de realidade aumentada, que permite visualizar modelos tri-dimensionais. Além disso, foi criado um modelo 3D fictício/lúdico, de um mosquito em sua fase adulta. O modelo 3D foi criado utilizando-se a ferramenta de modelagem orgânica Sculptris (PIXOLOGIC, 2017), em sua versão gratuita. A funcionalidade que permite rastrear o *QR code*, associando-o ao modelo 3D que foi criado, e assim permitir sua visualização no jogo, foi implementada utilizando-se uma extensão do *Vuforia* para a plataforma *Unity*. A figura 11 ilustra a visualização do modelo tri-dimensional através da realidade aumentada. O protótipo desenvolvido encontra-se disponível na versão de demonstração.



Figura 11 – X-Dengue - Protótipo do módulo especial em realidade aumentada. Modelo 3D e música de fundo: Breno Gonçalves Barbosa.

4.2.2 X-Dengue: módulo especial em realidade virtual

De forma semelhante, o *game design* do X-Dengue prevê o uso da realidade virtual para ajudar na motivação e engajamento dos usuários. Entretanto, alguns aspectos técnicos ainda não foram definidos no *game design*, como por exemplo se o módulo será distribuído em um único aplicativo, juntamente com o jogo principal, ou como outro aplicativo separado. Essa é uma importante decisão, pois nem todos os celulares possuem os recursos necessários para o uso da realidade virtual. Além disso, outro aspecto que precisa ser repensado no *game design* em relação ao jogo principal e o módulo especial de realidade virtual é o sistema de pontuação e recompensas (se serão integrados ou separados), para evitar injustiças como a possibilidade de privilegiar aqueles usuários que possuem celular e óculos de realidade virtual.

Na atual versão do *game design*, o módulo de realidade virtual consiste em transportar para um ambiente tri-dimensional parte do estilo de jogo oferecido no módulo um. Desse modo, o cenário do módulo de realidade virtual é a casa do Pedrinho, mas em 3D. E os objetivos do jogador giram em torno de ações como matar mosquitos e eliminar possíveis focos do vetor.

Um protótipo de alta-fidelidade foi desenvolvido para o módulo especial, em realidade virtual, com o intuito de auxiliar futuras decisões acerca do *game design*. O *Google CardBoard* e um celular compatível foram escolhidos para serem usados como óculos de realidade virtual, principalmente devido ao baixo custo quando comparado a outras alternativas. No desenvolvimento foram utilizados o SDK do *Google CardBoard* para a plataforma Unity. O cenário foi construído utilizando-se imagens (2d) para compor as faces de um cubo, que, visto por dentro, simula o cenário do primeiro cômodo do jogo 2d,

além das paredes, foram utilizados alguns objetos 3d, como um sofá e um vaso de planta, ambos retirados do repositório público *Archive 3D*¹. O modelo do mosquito utilizado no jogo é o mesmo utilizado no módulo de realidade aumentada, desenvolvido no Sculptris.

O protótipo contém um único cômodo (sala), pelo qual o jogador poderá "navegar" para matar os mosquitos que aparecem e também eliminar possíveis focos do vetor. A visualização é feita na tela do celular, com o auxílio do óculos *CardBoard*, e as ações do jogador envolvem "mirar" (olhar para o ponto desejado) e "atirar" (pressionar o botão de controle disponível no *CardBoard*). A figura 12 ilustra, na medida do possível, o que seria a visualização do jogador através do *CardBoard*.



Figura 12 – X-Dengue - Protótipo do módulo especial em realidade virtual. Arte, Modelo 3D (mosquito) e Música de fundo: Breno Gonçalves Barbosa. Demais modelos 3D (sofá e planta): Archive 3D (<https://archive3d.net/>).

Alguns testes foram realizados para avaliar a possibilidade de distribuir o protótipo do módulo VR em um único aplicativo, integrado à versão de demonstração do X-Dengue. Mas essa possibilidade foi descartada devido ao tamanho do arquivo final e a possíveis problemas de compatibilidade de celulares sem acelerômetro/giroscópio. Portanto, o protótipo foi publicado na *Play Store* como um aplicativo separado, denominado X-Dengue VR, disponível no link <<https://play.google.com/store/apps/developer?id=LEDS>>.

4.3 X-Dengue: avaliação e discussão dos resultados

Em qualquer projeto de software, é essencial avaliar a qualidade do que está sendo produzido com a participação dos usuários. Aspectos como qualidade de uso e da

¹ <<https://archive3d.net/>>

experiência de uso são extremamente importantes, principalmente ao se produzir jogos. No entanto, realizar uma avaliação formal é uma tarefa que exige um bom planejamento, e consome tempo e recursos razoáveis. Por exemplo, uma pesquisa dessa natureza precisa ser aprovada pelo comitê de ética em pesquisa. Diante disso e da inexistência prévia de uma versão de demonstração do X-Dengue, que permitisse qualquer tipo de avaliação mais detalhada (ex. usabilidade, jogabilidade), foi priorizado o seu desenvolvimento da versão demo e de protótipos como prova de conceito. Tais resultados permitirão conduzir avaliações mais formais, com a participação de usuários, além de apoiar futuras discussões e melhorias no *game design*.

Embora não tenham sido realizadas avaliações formais com usuários, durante o processo de desenvolvimento foram coletados diversos *feedback* sobre o jogo. Um exemplo é o sistema de *reviews* oferecido pela *Play Store*, através do qual os usuários podem enviar comentários e sugestões, além de classificar o jogo numa escala de 1 a 5 (estrelas). A versão de demonstração foi muito bem avaliada, como ilustrado na figura 13. Mas é importante destacar duas possíveis limitações: a amostra de usuários/avaliações é muito pequena, a amostra pode estar enviesada (ser formada principalmente por amigos e conhecidos dos envolvidos no projeto). Apesar das limitações, esse tipo de *feedback* é importante e pode ajudar em futuras melhorias - por exemplo, um dos usuários sugeriu a inclusão de trilha sonora durante o jogo/chefão.

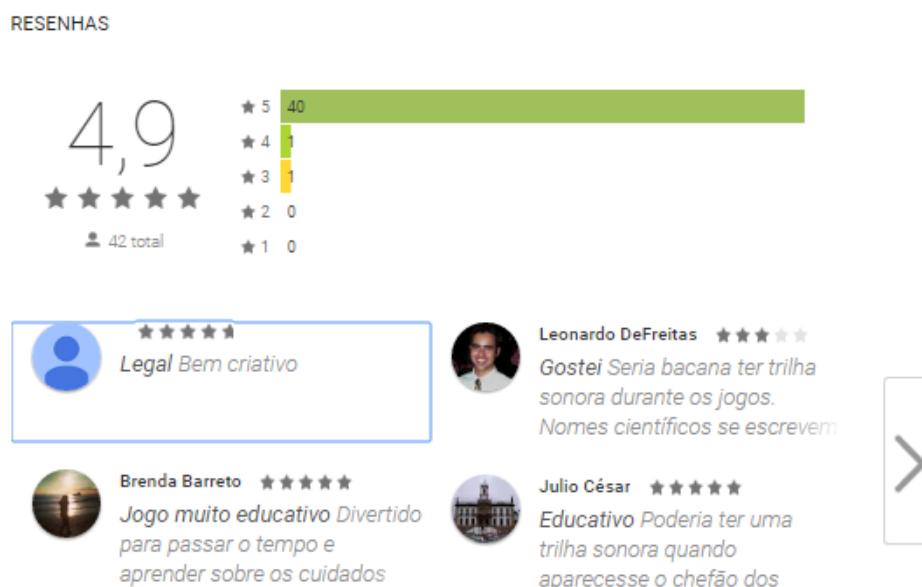


Figura 13 – X-Dengue - Avaliação do jogo na *Play Store*.

Com o intuito de levantar o perfil dos jogadores e obter um *feedback* mais direcionado, foi elaborado um questionário online de satisfação de uso na plataforma *Google Docs*. No entanto, somente seis pessoas responderam, sendo todas estudantes do ensino superior.

Isso sugere um forte viés da amostra, além da completa ausência de respostas de usuários que fazem parte do público-alvo principal (infanto-juvenil).

O projeto e a versão de demonstração do jogo foram apresentados em alguns eventos técnico-científicos: VII Congresso Brasileiro de Extensão Universitária (setembro/2016), I Simpósio Latino-Americano de Jogos (outubro/2016), Encontro dos Saberes (novembro/2016). Em todas elas, foi possível realizar uma apresentação interativa, na qual as pessoas podiam testar e interagir com o jogo. Isso permitiu coletar informalmente novos e diferentes tipos de *feedback* sobre o jogo e a experiência de uso, e mais importante, do público-alvo desejado - crianças e jovens. Tais apresentações interativas foram de grande importância, pois permitiram perceber o grande interesse (e até espanto) das pessoas pelas tecnologias de realidade aumentada e realidade virtual, e que o *design* do jogo, ao abordar um tema complexo de forma simples e lúdica, foi capaz de atrair e despertar grande interesse de crianças e jovens.

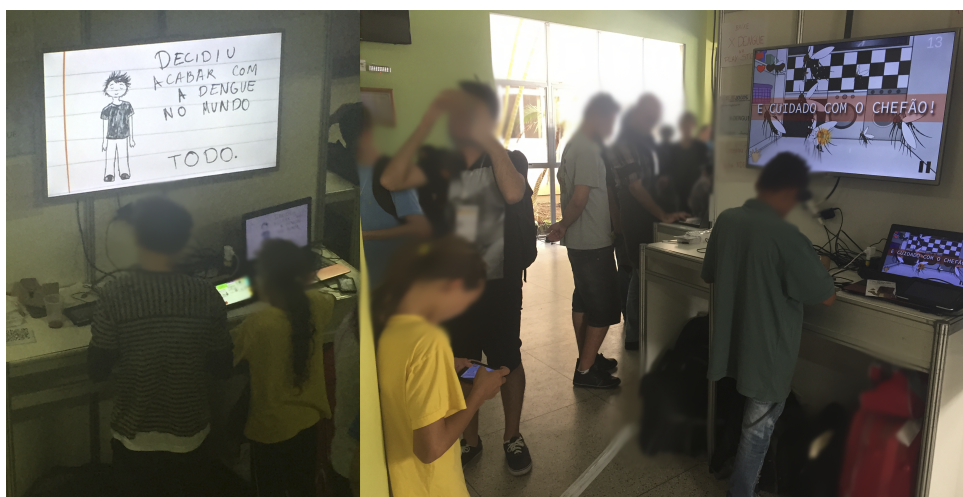


Figura 14 – X-Dengue - Apresentação do jogo durante o I Simpósio Latino-Americano de Jogos, que aconteceu em Araranguá-SC, em outubro de 2016.

Por fim, outro resultado extremamente relevante que foi possível alcançar com o desenvolvimento e publicação da versão de demonstração foi a premiação de primeiro lugar no Festival de Jogos do I Simpósio Latino Americano de Jogos. O processo de avaliação do festival envolveu duas etapas: a primeira, eliminatória, feita por um júri técnico, e a segunda, classificatória, feita por júri popular. Além da oportunidade de receber críticas relevantes feitas por especialistas, a vitória em votação por júri popular, formado por crianças, jovens e adultos, indica que várias decisões de *design* foram acertadas, e o jogo mostrou-se capaz de despertar o interesse de várias pessoas.

Esse tipo de avaliação informal foi útil para validar algumas ideias e decisões de *design* e também identificar problemas e possíveis melhorias. A disponibilização da versão demo permitirá realizar avaliações mais sistemáticas e formais, abordando aspectos como usabilidade, jogabilidade e experiência de uso.

5 Considerações finais

A dengue é um problema grave para a saúde pública no Brasil e no mundo. Medidas preventivas e de combate ao vetor da doença são necessárias para minimizar os diversos tipos de impacto causados por ela. Os jogos eletrônicos tem se mostrado interessantes ferramentas quando aplicados a temas como educação e saúde. Em particular, quando bem projetados, eles podem apoiar o processo de aprendizagem e também a mudança comportamental. A gamificação é também uma boa estratégia que pode ser usada para conseguir motivar e engajar os participantes.

O projeto X-Dengue tem por objetivo conceber e desenvolver um jogo sério que poderá ser utilizado como ferramenta de apoio em estratégias de vigilância e controle vetorial, atuando por meio da educação e conscientização, engajamento e mudança comportamental dos indivíduos. É extremamente ambicioso e desafiador, mas também relevante, buscar motivar e engajar os jogadores para que atuem também em contextos fora do jogo. Nesse sentido, alguns resultados foram obtidos por esse trabalho, tais como: 1) a concepção, projeto, desenvolvimento e a publicação na *Play Store* de uma versão de demonstração do X-Dengue 2D, incluindo a realização de avaliações informais do demo; 2) a concepção, projeto e desenvolvimento de um protótipo do módulo de realidade aumentada; 3) a concepção, projeto e desenvolvimento de um protótipo do módulo de realidade virtual, também publicada na *Play Store*.

Desenvolver jogos sérios, para lidar com problemas complexos, é uma tarefa complicada que exige uma equipe multidisciplinar. Há diversos fatores envolvidos, como *game design*, roteiro, arte, música, desenvolvimento de software, os quais exigem diferentes tipos de habilidades. A realização desse trabalho em particular, e do projeto X-Dengue de forma geral, tem se mostrado um desafio enriquecedor para a equipe envolvida. Os trabalhos futuros incluem: melhorias no módulo incluindo a adição de novas fases, armas, inimigos e desafios; o desenvolvimento dos demais módulos concebidos no *game design*; o projeto e desenvolvimento de versões de demonstração dos módulos de realidade virtual e realidade aumentada; a realização de uma avaliação mais formal com a participação de usuários.

Referências

- ABIRESEARCH. *ABI Research Anticipates More Than 50 Million Mobile VR Devices to Ship by 2020 as Virtual Reality Takes Step Forward at the 2016 GSMA Mobile World Congress*. 2016. Disponível em: <<https://www.abiresearch.com/press/abi-research-anticipates-more-50-million-mobile-vr/>>. Acesso em: 20 fev. 2017. Citado na página 20.
- ARANHA, G. Jogos eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado. *Ciências & Cognição*, Instituto de Ciências Cognitivas, v. 7, n. 1, p. 105–110, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 18.
- ATLASSIAN. *Branch Workflow*. 2017. <<https://www.atlassian.com/git/tutorials/comparing-workflows#feature-branch-workflow>>. Acesso em: 25 fev. 2017. Citado na página 27.
- AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, MIT Press, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997. Citado na página 19.
- BARBOSA, B. G. et al. X-dengue: Jogando contra a dengue. In: SBC. *Proceedings of the I Simpósio Latino-Americano de Jogos*. [S.l.], 2016. p. 21–27. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 31.
- BHATT, S. et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 2013. Citado na página 16.
- BIOCCA, F.; KIM, T.; LEVY, M. R. The vision of virtual reality. *Communication in the age of virtual reality*, Lawrence Erlbaum Hillsdale, NJ, p. 3–14, 1995. Citado na página 19.
- BUCHINGER, D.; HOUNSELL, M. O aprendizado através de um jogo colaborativo-competitivo contra dengue. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 439. Citado na página 13.
- BURDEA, G. C.; COIFFET, P. *Virtual reality technology*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2003. v. 1. Citado na página 19.
- CHRISTOPHERS, S. R. *Aedes aegypti (L.) The yellow fever mosquito: Its life history, bionomics, and structure*. Cambridge: Cambridge University Press, 1960. 750 p. Citado na página 16.
- CONNOLLY, T. M. et al. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, Elsevier, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012. Citado na página 13.
- CORSANI, L. et al. Qual a melhor realidade para aprender jogando: Virtual ou aumentada? *VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, p. 234–243, 2009. Citado na página 20.

- DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining gamification. In: ACM. *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. [S.l.], 2011. p. 9–15. Citado 3 vezes nas páginas 13, 18 e 19.
- DJAOUTI, D. et al. Origins of serious games. In: *Serious games and edutainment applications*. [S.l.]: Springer, 2011. p. 25–43. Citado na página 17.
- DOMÍNGUEZ, A. et al. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, Elsevier, v. 63, p. 380–392, 2013. Citado na página 13.
- DONDLINGER, M. J. Educational video game design: A review of the literature. *Journal of applied educational technology*, v. 4, n. 1, p. 21–31, 2007. Citado na página 13.
- GAMESPARKS, T. L. *Game Sparks*. 2017. Disponível em: <<https://www.gamesparks.com>>. Acesso em: 11 fev. 2017. Citado na página 29.
- GIESSEN, H. W. Serious games effects: an overview. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, v. 174, p. 2240–2244, 2015. Citado na página 18.
- GIGANTE, M. A. Virtual reality: definitions, history and applications. *Virtual Reality Systems*, Academic Press London, p. 3–14, 1993. Citado na página 19.
- GITHUB. *GitHub*. 2017. Disponível em: <<https://github.com/>>. Acesso em: 11 fev. 2017. Citado na página 27.
- GOOGLE. *Google Cardboard*. 2016. Disponível em: <<https://vr.google.com/cardboard/>>. Acesso em: 14 fev. 2017. Citado na página 25.
- GUBLER, D. J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. In: _____. [S.l.]: CAB International Press, 1997. cap. Dengue and dengue hemorrhagic fever; its history and resurgence as a global public health problem, p. 1–22. Citado na página 17.
- GUBLER, D. J. Dengue, urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21(st) century. *Tropical medicine and health*, p. S3–S11, 2011. Citado na página 17.
- GUZMAN, M. G.; HARRIS, E. Dengue. *The Lancet*, v. 385, n. 9966, p. 453–465, 2015. Citado na página 17.
- GUZMÁN, M. G.; KOURI, G. Dengue: an update. *The Lancet infectious diseases*, Elsevier, v. 2, n. 1, p. 33–42, 2002. Citado na página 17.
- HAMARI, J. Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic commerce research and applications*, Elsevier, v. 12, n. 4, p. 236–245, 2013. Citado na página 13.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J. Social motivations to use gamification: An empirical study of gamifying exercise. In: *ECIS*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 105. Citado na página 13.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. In: IEEE. *System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 3025–3034. Citado na página 13.

- KRAEMER, M. U. et al. The global distribution of the arbovirus vectors *aedes aegypti* and *ae. albopictus*. *eLife*, v. 4, p. e08347, 2015. Citado na página 16.
- LAMBRECHTS, L.; THOMAS, S. W.; GUBLER, D. J. Consequences of the expanding global distribution of *aedes albopictus* for dengue virus transmission. *PLoS Negl Trop Dis*, v. 4, n. 5, p. e646, 2010. Citado na página 16.
- LENNON, J. L.; COOMBS, D. W. The utility of a board game for dengue haemorrhagic fever health education. *Health Education*, Emerald Group Publishing Limited, v. 107, n. 3, p. 290–306, 2007. Citado na página 13.
- LIMA, T. F. M. et al. Playing against dengue - design and development of a serious game to help tackling dengue. In: IEEE. *Proceedings of the 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health*. [S.l.], 2017. Citado na página 31.
- MCGONIGAL, J. *Gaming can make a better world*. 2010. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/jane_mcgonigal_gaming_can_make_a_better_world>. Acesso em: 10 fev. 2017. Citado na página 17.
- MICHAEL, D. R.; CHEN, S. L. *Serious games: Games that educate, train, and inform*. [S.l.]: Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, v. 77, n. 12, p. 1321–1329, 1994. Citado na página 19.
- MILGRAM, P. et al. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICS AND PHOTONICS. *Photonics for industrial applications*. [S.l.], 1995. p. 282–292. Citado na página 19.
- OHTA, Y.; TAMURA, H. *Mixed reality: merging real and virtual worlds*. [S.l.]: Springer Publishing Company, Incorporated, 2014. Citado na página 19.
- PIXOLOGIC, I. *Sculptris*. 2017. Disponível em: <<http://pixologic.com/sculptris/>>. Acesso em: 13 fev. 2017. Citado na página 36.
- PORCINO, T. M.; STRAUSS, E.; CLUA, E. G. Hugo against dengue: a serious game to educate people about dengue fever prevention. In: IEEE. *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2014 IEEE 3rd International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 1–5. Citado na página 13.
- PRENSKY, M. *Don't bother me, Mom, I'm learning!: How computer and video games are preparing your kids for 21st century success and how you can help!* [S.l.]: Paragon house St. Paul, MN, 2006. Citado na página 13.
- PROTOPSALTIS, A. et al. Serious games and formal and informal learning. *ELearning Papers*, n. 25, 2011. Citado na página 18.
- PTC, I. *Vuforia*. 2016. Disponível em: <<https://developer.vuforia.com/>>. Acesso em: 11 out. 2017. Citado na página 25.
- QUINTÃO, M. S. X-dengue - game design e estratégias de gamificação de um jogo educativo sobre a dengue. 2016. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 31.

- SCHAFFNER, F.; MATHIS, A. Dengue and dengue vectors in the who european region: past, present, and scenarios for the future. *Lancet Infectious Diseases*, v. 14, p. 1271 – 1280, 2014. Citado na página 16.
- SILVA, T. D. et al. Jogos virtuais no ensino: usando a dengue como modelo. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 1, p. 58–71, 2008. Citado na página 13.
- SILVA, V. da et al. Exterminadores de dengue: Um jogo educativo dinâmico como ferramenta de educação contra a dengue. In: *Proceedings of X SBGames*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 1–4. Citado na página 13.
- SIMMONS, C. P. et al. Dengue. *New England Journal of Medicine*, v. 366, n. 15, p. 1423–32, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- SIQUEIRA-JR, J. B. et al. Dengue and dengue hemorrhagic fever, brazil, 1981-2002. *Emerg Infect Dis*, Citeseer, v. 11, n. 1, p. 48–53, 2005. Citado na página 14.
- TRELLO, I. *Trello*. 2017. Disponível em: <<https://trello.com/>>. Acesso em: 11 fev. 2017. Citado na página 26.
- UNITY. *Unity 3D*. 2017. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt>>. Acesso em: 20 jan. 2017. Citado na página 24.
- VANNICE, K.; DURBIN, A.; HOMBACH, J. Status of vaccine research and development of vaccines for dengue. *Vaccine*, Elsevier, v. 34, n. 26, p. 2934–2938, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 17.
- WHO. *Dengue and severe dengue*. 2016. <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 16 e 17.
- WHO. *Dengue vaccine research*. 2016. <http://www.who.int/immunization/research/development/dengue_vaccines/en/>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 17.
- XAVIER, A. L. R. et al. Manifestações clínicas na dengue: diagnóstico laboratorial. *J. bras. med*, v. 102, n. 2, 2014. Citado na página 16.
- ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2011. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 19.