UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

ESPIM: um modelo para guiar o desenvolvimento de sistemas de intervenção a distância

Bruna Carolina Rodrigues da Cunha

Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional (PPG-CCMC)

ICMC USP
SÃO CARLOS

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Bruna Carolina Rodrigues da Cunha

ESPIM: um modelo para guiar o desenvolvimento de sistemas de intervenção a distância

Tese apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional. *VERSÃO REVISADA*

Área de Concentração: Ciências de Computação e Matemática Computacional

Orientadora: Profa. Dra. Maria da Graça Campos Pimentel

USP – São Carlos
Maio de 2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)

R972e

Rodrigues da Cunha, Bruna Carolina
ESPIM: um modelo para guiar o desenvolvimento de sistemas de intervenção a distância / Bruna Carolina Rodrigues da Cunha; orientadora Maria da Graça Campos Pimentel. -- São Carlos, 2019.
146 p.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional) -- Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2019.

1. Intervenções. 2. Modelo Conceitual. 3. m-Health. 4. m-Learning. 5. Experience Sampling Method. I. Campos Pimentel, Maria da Graça, orient. II. Título.

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de catalogação da publicação de acordo com a AACR2:
Gláucia Maria Saia Cristianini - CRB - 8/4938
Juliana de Souza Moraes - CRB - 8/6176

Bruna Carolina Rodrigues da Cunha

ESPIM: a model for guiding the development of remote intervention systems

Thesis submitted to the Institute of Mathematics and Computer Sciences – ICMC-USP – in accordance with the requirements of the Computer and Mathematical Sciences Graduate Program, for the degree of Doctor in Science. *FINAL VERSION*

Concentration Area: Computer Science and Computational Mathematics

Advisor: Profa. Dra. Maria da Graça Campos Pimentel

USP – São Carlos
May 2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta tese às seguintes pessoas:

À minha família, principalmente aos meus pais, Lucélia e Luzmar, e aos meus avós, Dulce, Benedito, Luzia e Ademar, alguns que não estão mais presentes em vida, mas que sei que me acompanham.

À minha namorada Natalia Cerrao, minha melhor companhia e meu porto seguro.

À minha orientadora Graça Pimentel por me orientar neste projeto, mas ainda mais por ser uma grande amiga todos esses anos.

Aos meus sogros, Leila e Ailton Cerrao, por cuidarem de mim quando meus pais estão longe.

À Lívia Sousa, por ser minha melhor amiga sempre, apesar da distância e "correria" da vida.

Aos colegas e colaboradores que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho: Kamila Rodrigues, Caio Viel, Isabela Zaine, Alex Orlando, Yuri Magagnatto, Leonardo Scalco e Elias Adriano.

Aos especialistas que cederam parte de seu tempo para a realização de entrevistas, contribuindo para a avaliação deste trabalho.

Aos meus amigos felinos, Mochi, Tommy e Tora, que acalmam minha alma.

Ao Instituto Federal de São Paulo (IFSP) ao permitir a possibilidade de afastamento para dedicação à pesquisa e finalização do meu doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Aos professores e demais funcionários do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), que realizam seu trabalho com dedicação.

À banca examinadora, por dedicaram seu tempo e compartilharem sua experiência comigo.

RESUMO

CUNHA, B. C. R. **ESPIM: um modelo para guiar o desenvolvimento de sistemas de intervenção a distância**. 2019. 146 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2019.

Smartphones são dispositivos móveis ricos em recursos de interação que permitem a usuários realizar inúmeras tarefas. À medida que são adotados por grande parte da população, eles se tornam ferramentas para que profissionais ou pesquisadores realizem intervenções junto a seus usuários-alvo, inclusive remotamente, por exemplo por meio de coleta de dados em ambiente natural. No entanto, para conduzir pesquisas com aplicativos móveis, profissionais de áreas como Saúde e Educação usualmente dependem de ferramentas que demandam adaptação severa de seus planejamentos, ou dependem de desenvolvedores de *software* para criar aplicativos de acordo com suas necessidades. Trabalhos relacionados contribuem com soluções fundamentadas em métodos como o Método de Amostragem de Experiências (*Experience Sampling Method*, ESM), o qual foi proposto para coleta de dados no ambiente natural dos usuários-alvo. Entretanto, intervenções demandam, além da coleta de dados, a programação individualizada de tarefas a serem realizadas pelos usuários e acompanhadas pelos especialistas. Uma solução para esse problema demanda mecanismos explícitos para o planejamento e a aplicação de intervenções individualizadas, como proposto na literatura, por exemplo, por meio da Instrução Programada (*Programmed Instruction*, PI). Considerando a ausência de modelos que integrem métodos para coleta de dados e para programação de intervenções, este trabalho tem por objetivo definir um método que permita a programação de intervenções aplicadas em ambiente natural, método esse denominado *Experience Sampling and Programmed Intervention Method* (ESPIM). O *ESPIM* é formalizado por um modelo computacional descrito por meio de diagramas recomendados para a sua representação. O modelo propõe um padrão para o desenvolvimento de sistemas e para o intercâmbio de informações de programas de intervenção. A partir do modelo, foram desenvolvidas provas de conceito para autoria e reprodução de intervenções e para visualização de seus resultados, as quais compõem o *sistema ESPIM*. O sistema foi utilizado empiricamente por oito especialistas que acompanharam cerca de 340 usuários-alvo em nove estudos de caso reais nas áreas da Saúde e da Educação. Essas experiências foram analisadas a fim de avaliar qualitativamente o modelo em sua capacidade de representação dos estudos de caso. Foi possível concluir que, para os especialistas entrevistados, o modelo e o sistema correspondente capacitaram o planejamento dos estudos sem limitar seus delineamentos originais.

Palavras-chave: ESM, *mHealth*, *m-Learning*, Modelo Conceitual, intervenções.

ABSTRACT

CUNHA, B. C. R. **ESPIM: a model for guiding the development of remote intervention systems**. 2019. 146 p. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, 2019.

Smartphones are mobile devices with rich interaction features that allow users to accomplish myriad tasks. As these devices are adopted by a large part of population, they become tools for professionals or researchers to carry out interventions with their target users, including remotely, through data collection in natural settings for instance. This being said, to conduct research making use of mobile apps, professionals in areas such as Health and Education usually rely on available apps that require severe adaptations of their design or depend on software developers to build apps according to their needs. Related works provide solutions based on methods such as the Experience Sampling Method (ESM), which was proposed for data collection in the natural settings of the subjects. However, in addition to data collection, interventions require the individualized programming of tasks to be carried out by the users and tracked by the specialists. A solution to this problem demands employing explicit mechanisms for planning and applying individualized interventions, as proposed in the literature, for example, through Programmed Instruction (PI). Given the absence of models that integrate methods for data collection and for programming interventions, this work aims to define a method that allows the programming of interventions implemented in natural settings, entitled Experience Sampling and Programmed Intervention Method (ESPIM). The ESPIM *method* is formalized by a computational model described by means of diagrams recommended for its representation. The model proposes a standard for the development of systems and for the exchange of data of intervention programs. From the model, we developed tools as a proof of concept for authoring and reproducing intervention programs and for visualizing its results, which compose the ESPIM *system*. The system was empirically used by eight specialists who accompanied about 340 target users in nine case studies in the areas of Health and Education. These experiments were analyzed in order to qualitatively evaluate the model in its capacity to represent the case studies. It was possible to conclude that, for these interviewed specialists, the model and its corresponding system enabled the planning of the studies without limiting their original designs.

Keywords: ESM, mHealth, m-Learning, Conceptual Model, interventions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Autoria de um disparo do MyExperience. 35
Figura 2 – Interface de Autoria do PACO. 37
Figura 3 – Interface de Autoria do mEMA. 37
Figura 4 – Autoria de uma tentativa no sistema GEIC. 43
Figura 5 – *Storyboard* de um sistema baseado no ESM em uso. 52
Figura 6 – Modelo conceitual estrutural em UML do ESM. 53
Figura 7 – Exemplo de questões no aplicativo SmartESM: aberta e escolha múltipla. . . 54
Figura 8 – Primeira versão do modelo estrutural ESPIM em UML. 58
Figura 9 – Versão do modelo estrutural ESPIM com Condições Complexas. 63
Figura 10 – Versão do modelo estrutural ESPIM com Fases. 75
Figura 11 – Modelo comportamental do ESPIM durante a autoria. 77
Figura 12 – Modelo comportamental do ESPIM durante a reprodução. 78
Figura 13 – Arquitetura do sistema ESPIM. 82
Figura 14 – Visão geral da interface Web ESPIM na tela de criação de Programa. 85
Figura 15 – Telas da interface Web para adição de usuários ao programa 85
Figura 16 – Interface para adição de eventos interventivos e sensores 86
Figura 17 – Exemplo da configuração de disparos em um evento interventivo. 86
Figura 18 – Interface Web para autoria de intervenções. 87
Figura 19 – Tela de cadastro da aplicação externa (interface do desenvolvedor). 88
Figura 20 – Seleção de aplicativo cadastrado na intervenção de aplicação externa. 89
Figura 21 – Uso de repetições e múltiplos fluxos na autoria de intervenções 90
Figura 22 – Telas de apresentação do aplicativo SENSEM. 91
Figura 23 – Eventos do programa ESPIM listados pelo *player* SENSEM. 92
Figura 24 – Exemplos de intervenções do tipo questão na interface do SENSEM. 93
Figura 25 – Visualização de uma questão de múltipla escolha obrigatória com vídeo. . . 94
Figura 26 – Exemplos de intervenções para captura de vídeo e áudio. 94
Figura 27 – Exemplo de questões na primeira versão do *mobile player* 96
Figura 28 – Telas da segunda versão do *mobile player*. 97
Figura 29 – Adaptação do sistema ESPIM aos cenários realizados. 124
Figura 30 – Avaliação dos termos utilizados pelo modelo/sistema ESPIM. 125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sistemas para autoria de programas baseados no ESM 39
Quadro 2 – Lista inicial de requisitos funcionais do ESPIM 57
Quadro 3 – Requisitos Não Funcionais para o sistema ESPIM 62
Quadro 4 – Requisitos Funcionais de situações específicas modelados via OCC. 64
Quadro 5 – Condições de OCC para Eventos. 66
Quadro 6 – Condições de OCC para Intervenções. 66
Quadro 7 – Ações de OCC específicas para Intervenções. 66
Quadro 8 – Ações de OCC para Eventos e Intervenções. 67
Quadro 9 – Resumo das limitações encontradas pela avaliação com especialistas. . . . 123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	*Applied Behavior Analysis*
EACH	Escola de Artes, Ciências e Humanidades
EaD	Educação a Distância
EMA	*Ecological Momentary Assessment*
EMIs	Ecological Momentary Interventions
ESM	*Experience Sampling Method*
ESPIM	*Experience Sampling and Programmed Intervention Method*
EUP	*End-User Programming*
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
FOB	Faculdade de Odontologia de Bauru
GO	Ginecologia-Obstetrícia
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
IHC	Interação-Humano Computador
m-Learning	Mobile Learning
MDE	*Model-Driven Engineering*
mHealth	Mobile Health
MOR	Mapeamento Objeto-Relacional
OCC	Operadores de Condições Complexas
PI	*Programmed Instruction*
PSI	*Personalized System of Instruction*
SAM	*Self-Assessment Manikin*
SDK	*System Development System*
SENSEM	*Smart ESPIM aNd Sensor Mobile*
SUS	Sistema Único de Saúde
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UATI	Universidade Aberta à Terceira Idade
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UML	*Unified Modeling Language*
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19
1.1 Objetivo e Questão de Pesquisa 24
1.2 Metodologia 24
1.3 Contribuições 27
1.4 Estrutura do Documento 30

2 TRABALHOS RELACIONADOS 31
2.1 Amostragem de Experiências e Intervenções Ecológicas 31
2.1.1 ESM, EMA e EMI em Dispositivos Móveis 33
2.1.2 Sistemas para Autoria para o ESM 34
2.2 Métodos de Ensino Individualizado 39
2.2.1 Sistemas para Programas de Ensino Individualizado 41
2.2.2 Análise do Estado-da-Arte em m-Learning 43
2.3 Métodos de Desenvolvimento Dirigidos a Modelos 44
2.4 Considerações Finais 47

3 MODELO ESPIM 49
3.1 Modelo do ESM 51
3.2 Modelo ESPIM 55
3.3 Modelo ESPIM com Condições Complexas 62
3.3.1 Operadores de Condições Complexas 65
3.4 Modelo ESPIM com Fases 73
3.5 Modelo Comportamental 76
3.6 Considerações Finais 79

4 SISTEMA ESPIM 81
4.1 Arquitetura 81
4.2 Interface Web para Autoria e Visualização ESPIM 83
4.3 SENSEM: *Mobile Player* para programas do modelo ESPIM 90
4.4 Evolução da Interface do *Mobile Player* 95
4.5 Considerações Finais 99

5 AVALIAÇÃO 101
5.1 Métodos 101

5.2 Entrevistas 103
5.2.1 Especialistas 103
5.2.2 Cenários de Uso 105
5.3 Resultados 114
5.4 Análise 123
5.5 Considerações Finais 126

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS 129
6.1 ESPIM 129
6.2 Trabalhos Futuros 131
6.2.1 Personalização de Apresentação do ESPIM 131
6.2.2 Objetos de Aprendizagem 132
6.2.3 Validação da Integração com Sensores Vestíveis e de Ambiente . . 132
6.2.4 Disparos Contextuais 133
6.2.5 Análise de dados coletados e ações automatizadas via OCC 133
6.2.6 Ampliação de Abordagens de Ensino 134
6.2.7 Autoria com foco em End-User Programming 135
6.2.8 Considerações Finais 135

REFERÊNCIAS 137

CAPÍTULO

1

INTRODUÇÃO

Nas áreas da Saúde e da Educação é comum a realização de intervenções a distância. A coleta de dados em ambiente natural permite obter informações valiosas sobre a realidade das pessoas. Já intervenções podem agir diretamente na rotina e no comportamento de cada indivíduo, possuindo um papel transformador quando aplicadas de forma contínua e personalizada. Por afetar a rotina de indivíduos, a própria atividade de coleta de dados trata-se de um evento interventivo. Pesquisadores e profissionais planejam intervenções para seus pacientes ou estudantes utilizando métodos e instrumentos formalizados. Na maioria dos casos, situações de intervenção *in situ* são realizadas por meio de uma tecnologia antiga, porém ainda popular: o papel. O papel é um recurso simples e de baixo custo, no entanto, é um meio que possui limitações na aplicação de intervenções, como falta de acompanhamento em tempo real, baixa adesão devido a esquecimentos, dificuldade no gerenciamento e na análise da informação, falta de acessibilidade para usuários idosos e deficientes, ausência de integração com mídias digitais, entre outras. Essas limitações geram frustrações no atual cenário da era digital, motivando a utilização de tecnologias computacionais para a aplicação de intervenções nos contextos da saúde e da educação.

No contexto de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), a crescente democratização de dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*, assim como sua portabilidade e abrangência de funcionalidades, fazem com que seu uso seja bastante oportuno no cenário de intervenções a distância, como destacado por Torous, Friedman e Keshavan (2014). Muitos especialistas da Saúde e da Educação introduziram essas tecnologias como facilitadoras na condução de estudos acadêmicos ou na prática profissional.

A utilização de dispositivos móveis para ofertar serviços e cuidados na área da Saúde é denominada *Mobile Health (mHealth)*, uma área de pesquisa que busca promover a diminuição da distância entre os profissionais e seus pacientes. Intervenções são um dos recursos utilizados para aprimorar o tratamento de pacientes e, nesse sentido, como observado por Peek (2017), o uso de dispositivos móveis para promover intervenções a distância é uma alternativa para

diminuir disparidades de saúde entre grupos mais vulneráveis.

São vários os estudos que exemplificam o uso de dispositivos móveis e aplicativos de comunicação genéricos em estudos acadêmicos na área de *mHealth*. Por exemplo, Whitford *et al.* (2012) utilizaram mensagens em SMS para coletar dados sobre a alimentação de bebês. Pai *et al.* (2013) avaliaram o uso de mensagens de voz automáticas para aumentar a aderência do uso de suplementos durante a gravidez. Napolitano *et al.* (2013) utilizaram o Facebook para propor intervenções para perda de peso. O WhatsApp foi utilizado por Muntaner-Mas *et al.* (2017) para entregar atividades físicas para a terceira idade e por Cheung *et al.* (2015) para prevenção de recaída por pessoas que abandonaram o tabagismo.

A maioria dos estudos demonstraram resultados benéficos na introdução de TICs para seus públicos alvo, como constatado por Elavsky *et al.* (2018), cujo trabalho apresenta uma revisão sistemática sobre o tema de intervenções de saúde em dispositivos móveis para pessoas com mais de 50 anos. Foram analisados 52 artigos que, segundos os autores, evidenciam a eficiência do uso de *mHealth* para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Com relação ao uso de TICs na prática profissional de saúde, Ganasegeran *et al.* (2017) aplicaram questionários com 307 profissionais sobre o uso do WhatsApp na prática clínica e concluíram que a maioria considera o seu uso benéfico. Watkins *et al.* (2018) entrevistaram 113 pacientes, formados por pessoas com doenças crônicas e gestantes, e 43 profissionais de saúde, e concluíram que o aumento do uso de dispositivos móveis e da Internet estão ajudando a preencher lacunas para aprimorar os serviços de atenção primária à saúde na África do Sul. Já Rajan, Tezcan e Seidmann (2018) provaram por meio de um modelo matemático que o uso de TICs torna os especialistas mais produtivos e aumentam o bem-estar social geral dos pacientes com doenças crônicas.

Já no contexto da educação, a área de *Mobile Learning (m-Learning)* investiga métodos de aprendizado a distância por meio de tecnologias móveis. Segundo Tarouco *et al.* (2004), a utilização de dispositivos móveis no ensino a distância, assim como a criação de conteúdo sob demanda para diferentes perfis de alunos, tem se mostrado eficiente no aprendizado, promovendo maior motivação e engajamento. Nesse contexto, dispositivos móveis são vistos como aliados para motivar o estudo e para entregar conteúdo personalizado a distância e, por consequência, melhorar o aprendizado de alunos.

Mensagens do tipo SMS já foram muito utilizadas como uma ferramenta interventiva de *m-Learning* para entregar conteúdo educacional, como apresentado nos trabalhos de Klein, Freitas e Barbosa (2015), Nizamani *et al.* (2018) e Sichani, Mobarakeh e Omid (2018). Mi e Meerasa (2016) e Boyinbode, Agbonifo e Ogundare (2017) utilizaram o WhatsApp como uma ferramenta para entrega de conteúdo educacional e afirmaram que o aplicativo é uma boa alternativa para entregar conteúdo devido a facilidade de compartilhamento de multimídia.

Vários trabalhos demostraram que o uso de TICs como tecnologias de *m-Learning* para entregar intervenções pode aumentar o engajamento e o aprendizado, além de melhorar as atitudes e o desempenho de estudantes, como reportado, respectivamente, nos trabalhos de Kljun

et al. (2018), Sichani, Mobarakeh e Omid (2018), Barhoumi (2015) e Amalladinna, Pujari e Kulsum (2018).

No entanto, é evidente que a utilização de aplicativos genéricos não abrange todas as necessidades dos especialistas nos contextos da saúde e da educação. Os instrumentos interventivos utilizados na pesquisa acadêmica e na prática profissional apresentam diferentes formatos e, por consequência, não são bem representados em ferramentas não especializadas. A entrega de intervenções também é uma tarefa custosa por depender de envios manuais ou do desenvolvimento de *scripts* de automação de envios. A aplicação de metodologias de ensino mais complexas, como as que monitoram a progressão individual do estudante, é laboriosa sem funcionalidades adequadas para esse fim. Ou seja, aplicativos que possuem finalidades genéricas não promovem as vantagens de aplicativos dedicados. O uso desses aplicativos muitas vezes implica adaptações severas no planejamento das intervenções ou em complicações no procedimento de análise dos dados. Ainda, como observado por Gon e Rawekar (2017), mensageiros instantâneos e redes sociais também apresentam a desvantagem de não apresentarem um ambiente controlado e podem conter uma grande quantidade de mensagens de terceiros, implicando desvios no objetivo da intervenção.

As limitações do uso de aplicativos genéricos tangenciam a eficiência do uso das tecnologias computacionais nesses cenários, o que é constatado por pesquisas como a de Yu e Caramelli (2018) que concluíram que, mesmo com as tecnologias existentes, a comunicação entre paciente e profissionais é deficitária.

Considerando essas limitações, pesquisadores desenvolveram trabalhos multidisciplinares criando soluções específicas para problemas encontrados por profissionais e pesquisadores da Saúde e da Educação. Com a colaboração de pesquisadores e desenvolvedores da área de Computação, os mais diversos aplicativos para dispositivos móveis foram desenvolvidos para facilitar a aplicação de intervenções. Na literatura é comum encontrar trabalhos que reportam aplicativos para intervenções no contexto da saúde e da educação. Por exemplo, foram desenvolvidos aplicativos para: (a) coletar dados com questionários específicos, como reportado nos trabalhos de Medhanyie *et al.* (2015), Pereira *et al.* (2017), Boer *et al.* (2018) e Quercia *et al.* (2018), (b) prover informações pertinentes sobre saúde, como apresentado por Dimitriou *et al.* (2017) e Dijk *et al.* (2017), (c) agendar lembretes ou alertas, como descrito por Ngabo *et al.* (2012) e Stockwell *et al.* (2012), (d) monitorar pacientes, como proposto por Semple *et al.* (2015) e Seo *et al.* (2015), (e) promover a entrega dinâmica de conteúdos educacionais, como nos trabalhos de ALFarsi e ALSinani (2017), Dingler *et al.* (2017) e Jeno *et al.* (2018), e (f) explorar metodologias de ensino, como exemplificado por Deshpande *et al.* (2017) e Abeer *et al.* (2018). Para conduzir esses estudos, os especialistas dependeram de desenvolvedores de *software* para criar aplicativos que são, em grande parte, simples, como construir um questionário ou programar alarmes personalizados, gerando uma relação de dependência e limitando as pesquisas e a prática desses especialistas. Ainda, quando a colaboração de pesquisadores da área da Computação não

é possível, é necessária a contratação de desenvolvedores de *software* no projeto e, considerando que é financeiramente caro, isso pode inviabilizar a pesquisa. Ao mesmo tempo, por tratarem de situações muito específicas, a maior parte dos aplicativos desenvolvidos não possui potencial de reúso e não apresenta contribuições relevantes para a área da Computação, sendo muitas vezes abandonada após a condução dos estudos.

A dificuldade de condução de estudos em Saúde e Educação utilizando dispositivos móveis é considerada um balizador nos temas de pesquisa em *mHealth* e *m-Learning*. Marcolino *et al.* (2018) realizaram uma revisão sistemática sobre revisões sistemáticas em *mHealth* com o objetivo de avaliar de forma abrangente o progresso da área no âmbito de intervenções na saúde da população. Os autores concluíram que a qualidade metodológica dos trabalhos ainda é baixa e que a maioria dos estudos foi realizada em países de alta renda, o que implica que o *mHealth* ainda está em um estágio inicial de desenvolvimento em países em desenvolvimento. Crompton, Burke e Gregory (2017), como resultado de sua revisão sistemática na educação primária e secundária, listaram as principais lacunas da aplicação de *m-Learning*, como a falta de estudos quantitativos, a limitação das disciplinas exploradas, o foco em aplicações que entregam conteúdo e a utilização restrita à sala de aula. Os resultados indicam que os educadores não utilizam o potencial dos dispositivos móveis para desenvolver conhecimento em diferentes ambientes e situações, o que deveria ser o objetivo primário do uso de dispositivos móveis na educação. Trabalhos como os de Mugwanya e Marsden (2010) e Nguyen *et al.* (2015) analisaram as limitações de sistemas para a autoria de conteúdos de *m-Learning* e, de forma geral, as conclusões apontaram que os principais desafios estão relacionados à facilitação de criação de conteúdo por especialistas do domínio, à capacidade de acompanhar o progresso dos alunos a distância e à personalização de mecanismos de *feedback* para melhorar a interatividade com o conteúdo criado.

Ao facilitar a criação de programas de intervenção por especialistas, esses podem voltar uma maior atenção aos processos metodológicos de seus trabalhos. Além disso, ao disponibilizar estruturas computacionais abertas à comunidade e que considerem tecnologias acessíveis, os custos para condução de intervenções são reduzidos, o que pode estimular estudos em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Entretanto, as áreas da Saúde e da Educação possuem necessidades muito distintas de acordo com suas subáreas, de modo que a representação de suas intervenções deve ser baseada em um conjunto de métodos que reflitam os seus requisitos.

No âmbito da saúde mental, o *Experience Sampling Method* (ESM), Método de Amostragem de Experiências em português, apresentado por Csikszentmihalyi e Larson (1987), e a *Ecological Momentary Assessment* (EMA), Avaliação Momentânea Ecológica, proposta por Stone e Shiffman (1994), foram métodos propostos para coletar dados de pacientes em seu ambiente natural ao requisitar que respondam questões específicas sobre seus sentimentos e comportamentos em determinados momentos do dia. O ESM, assim como o EMA, é um método verificado e bem-sucedido para a coleta dados e, apesar de inicialmente ser proposto para

aplicação em papel, seu uso em dispositivos computacionais tornou-se uma alternativa viável e popular, como já observado por Ben-Zeev, Young e Depp (2012) e Stamate *et al.* (2017). Sua aplicação por meio de dispositivos móveis permite que especialistas de domínio tenham maior controle sobre os dados coletados e acompanhem a adesão dos participantes aos tratamentos terapêuticos em tempo real.

Apesar de existirem alguns sistemas que suportam a autoria de programas ESM desenvolvidos por pesquisadores, como o PACO de Baxter, Avrekh e Evans (2015) e o ExperienceSampler de Thai e Page-Gould (2017), seus artigos correspondentes não discutem padrões para a representação de métodos de coleta e nem como as necessidades específicas dos especialistas se adéquam a esses sistemas.

O ESM é voltado apenas para coleta de dados e, mesmo podendo ser utilizado em estudos interventivos mais abrangentes com algumas adaptações, seu modelo não comporta todos os requisitos necessários, como o tratamento de fluxos de interação alternativos, a coleta de dados por sensores, a reprodução de estímulos multimídia e o agendamento de tarefas mais complexas. Ou seja, o ESM não é adequado para a programação de intervenções.

Com base nas lacunas discutidas no contexto da autoria e da condução de estudos interventivos por especialistas das áreas da Saúde e Educação, e com base em uma coleta de requisitos realizada com 12 profissionais e pesquisadores dessas áreas, Zaine *et al.* (2016) identificaram a necessidade de extensão do ESM para tratar as limitações e os problemas identificados. O método em questão precisaria não apenas coletar dados, mas habilitar especialistas a criarem intervenções programadas constituídas por múltiplos estímulos. Assim foi definido o *Experience Sampling and Programmed Intervention Method* (ESPIM). O ESPIM propõe a combinação de técnicas para a coleta de dados, como o ESM, e de procedimentos selecionados de programação de instruções, como a *Programmed Instruction* (PI), ou Instrução Programada em português, de Skinner (1958) e o *Personalized System of Instruction* (PSI), ou Sistema Personalizado de Instrução, de Keller (1968), com o objetivo de permitir a programação de intervenções a distância por especialistas.

O ESPIM foi formalizado por um modelo computacional para guiar o desenvolvimento de sistemas que habilitam a programação de intervenções, por especialistas da Saúde e da Educação, aplicadas por meio de dispositivos computacionais capazes de prover múltiplas formas de interação entre usuários-alvo e dispositivos móveis, dispositivos vestíveis e sensores de ambiente, e de disponibilizar diversos estímulos multimídia a distância. Esse modelo computacional é referenciado como *modelo ESPIM*. Sua estrutura computacional correspondente deve permitir a autoria de programas interventivos que possam ser adaptados a indivíduos específicos com necessidades particulares.

Considera-se que o modelo ESPIM é importante tanto para formalização do método, como para o desenvolvimento de sistemas a partir da metodologia de Engenharia Orientada a Modelos, ou *Model-Driven Engineering* (MDE) em inglês. Assim, este trabalho propõe o modelo

ESPIM para direcionar o desenvolvimento de sistemas baseados em intervenções a distância.

1.1 Objetivo e Questão de Pesquisa

O objetivo deste trabalho é definir o *Experience Sampling and Programmed Intervention Method* por meio de um modelo que seja capaz de representar situações de intervenção a distância por parte de profissionais das áreas da Saúde e Educação. O modelo representa eventos interventivos sem limitar consideravelmente o delineamento de especialistas que venham a utilizar um sistema baseado no modelo para conduzir seus trabalhos. Para isto, o modelo deve representar o método de uma forma genérica e flexível. A formalização provê uma referência para o desenvolvimento de sistemas de intervenções a distância, de forma que o modelo possa ser utilizado completamente ou parcialmente no processo de desenvolvimento de estruturas computacionais para esses fins.

A principal questão de pesquisa deste trabalho refere-se à capacidade do modelo proposto:

> *Considerando um conjunto de cenários de uso nas áreas da Saúde e Educação, o modelo ESPIM é capaz de representar intervenções sem perdas significativas nos delineamentos planejados pelos especialistas?*

O conjunto de cenários de uso investigado é caracterizado pelo uso de intervenções, em diferentes formatos, entregues por meio de disparos programáveis e/ou por inicialização manual, por parte dos usuários-alvo, que exploram estímulos multimídia. Esses cenários de uso são definidos por aplicações reais do ESPIM por pesquisadores e profissionais com seus usuário-alvo no contexto de seus estudos ou trabalhos interventivos.

A questão será respondida por meio da avaliação da experiência empírica de especialistas ao utilizar uma estrutura computacional que representa o modelo do ESPIM para programar intervenções a distância. A avaliação foi realizada no sentido de avaliar a completude do modelo em termos de representação dos requisitos e limitações identificados.

Assim, a pesquisa deve avaliar o quão bem o modelo ESPIM atende aos requisitos dos especialistas na condução de seus trabalhos e estudos interventivos.

1.2 Metodologia

O modelo do *Experience Sampling and Programmed Intervention Method*, chamado *modelo ESPIM*, visa representar os requisitos dos especialistas de Saúde e Educação no contexto intervenções a distância. O modelo foi desenvolvido iterativamente considerando requisitos obtidos a partir dos processos de:

- revisão contínua do estado-da-arte da literatura em (a) sistemas de autoria baseados em ESM e em (b) aplicações desenvolvidas com funcionalidades interventivas;

- coleta de requisitos realizada por meio de entrevistas com 12 especialistas das áreas da Saúde e Educação;
- desenvolvimento iterativo de provas de conceito do modelo, as quais compõem uma estrutura computacional correspondente ao modelo;
- acompanhamento da utilização empírica das provas de conceito por especialistas em cenários de uso reais;
- avaliações de usabilidade realizadas nas interfaces pertencentes a estrutura computacional correspondente.

Inicialmente foi proposto um modelo baseado no ESM, criado a partir de requisitos identificados na literatura. O modelo baseado no ESM foi utilizado para criar um protótipo que foi utilizado como prova de conceito na realização das entrevistas com os 12 especialistas das áreas da Saúde e Educação. Essa primeira fase de coleta permitiu iniciar a construção do modelo ESPIM e de sua estrutura computacional correspondente. O modelo ESPIM foi então aprimorado iterativamente por meio do acompanhamento de cenários de uso reais conduzidos por especialistas que utilizaram as provas de conceito. Além disso, foram realizadas avaliações de usabilidade nas interfaces geradas. O processo de desenvolvimento das provas de conceito e as avaliações de usabilidade de suas interfaces correspondentes contaram com a colaboração de outros pesquisadores que são citados neste trabalho.

Em termos de desenvolvimento do modelo e de suas provas de conceito foram considerados os métodos de Design Centrado no Usuário e de Design Participativo. O processo de Design Centrado no Usuário considera um desenvolvimento interativo e inclui avaliações em várias etapas, considerando as necessidades e as limitações dos usuários, como observado por Vredenburg *et al.* (2002). Spinuzzi (2005) por sua vez destaca que o uso do Design Participativo envolve a participação ativa de todos os interessados para garantir que suas interpretações e opiniões sejam consideradas na pesquisa, garantindo uma abordagem multidisciplinar ao envolver partes interessadas de diferentes áreas e considerar diferentes perspectivas e opiniões.

O modelo ESPIM foi definido por meio de:

- Um **modelo conceitual estrutural** para (1) formalizar a modelagem de programas interventivos em um padrão para o desenvolvimento e para o intercâmbio de informações permitindo seu reúso em sistemas de intervenção a distância; (2) definir uma nomenclatura padronizada que abrange trabalhos de pesquisadores e profissionais da Saúde e da Educação;
- Um **modelo conceitual comportamental** para descrever as ações do ESPIM como um sistema computacional e formalizar suas funcionalidades;
- Um **conjunto de operadores** para realização de ações de requisitos particulares de cenários de uso.

Os modelos conceituais foram representados por meio de diagramas da notação de modelagem *Unified Modeling Language* (UML). Para complementar os modelos conceituais, foram desenvolvidos operadores condicionais que adicionam funcionalidades ao modelo sem alterar sua estrutura. As provas de conceito foram construídas de acordo com o modelo, sendo que este foi responsável por guiar todo o processo de desenvolvimento. Foram construídas três provas de conceito a partir do modelo ESPIM: um serviço Web para armazenamento e intercâmbio de documentos do modelo ESPIM, uma interface Web para autoria de programas interventivos e visualização de resultados, e um *mobile player* de programas do modelo ESPIM. As provas de conceito contêm implementações do modelo conceitual estrutural em cada uma de suas instâncias, fazem uso do conjunto de operadores e obedecem aos comportamentos definidos pelo modelo comportamental.

Enquanto o *mobile player* foi desenvolvido no contexto deste trabalho, as outras provas de conceito envolveram vários pesquisadores em seu desenvolvimento, contando com a colaboração da autora para auxiliar em sua implementação com base no modelo. Por representarem o processo de autoria personalizada de programas do modelo ESPIM, as provas de conceito permitiram validar diferentes cenários de uso conduzidos por especialistas. Essa característica foi importante para a avaliação do modelo. Neste trabalho as provas de conceito serão referenciadas como o *sistema ESPIM*.

Especialistas da área da Computação, Saúde e Educação iniciaram a condução de cenários de uso assim que as primeiras versões do sistema ESPIM foram disponibilizadas. Foi realizado então um acompanhamento dos usos por meio de comunicação frequente com os especialistas envolvidos e pela colaboração na condução em alguns cenários de uso. O conhecimento gerado por meio desse acompanhamento promoveu a melhoria iterativa e constante do modelo.

Considerando que o objetivo deste projeto é definir um modelo para representar eventos interventivos sem limitar consideravelmente o delineamento de especialistas, a avaliação conduzida visou analisar e avaliar a completude e qualidade do modelo ESPIM com relação a completude dos requisitos dos especialistas das áreas da Saúde e Educação. Assim, foi avaliada a experiência empírica de especialistas que utilizaram o sistema ESPIM em cenários de uso reais de forma a analisar limitações na cobertura de requisitos pelo modelo. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com oito especialistas que utilizaram o do sistema ESPIM empiricamente para identificar as limitações encontradas durante a condução de nove cenários de uso diferentes. As limitações foram classificadas em limitações do modelo, limitações de implementação e limitações extraordinárias e utilizadas para realizar uma análise qualitativa por meio de um modelo, proposto por Mehmood e Cherfi (2009), para avaliação de aspectos funcionais de modelos conceituais e para cálculo de grau de cobertura dos requisitos. De acordo com a proposta dos autores, os atributos de qualidade são avaliados da seguinte forma:

- **Completude**: avalia a cobertura dos requisitos ao comparar a conformidade entre os conceitos descritos no modelo conceitual e os expressos pelos usuários através dos requisitos.

- **Relevância para os requisitos**: avalia a relevância entre os conceitos presentes no modelo e os requeridos pelos usuários e identifica conceitos irrelevantes que aumentam a complexidade da modelagem.
- **Praticidade**: avalia a viabilidade do modelo para definir se sua implementação é praticável.
- **Expressividade**: avalia se os conceitos de modelagem empregados são expressivos o suficiente para representar os requisitos dos usuários de maneira compreensível e natural.
- **Reusabilidade**: avalia se o modelo pode ser reutilizado por outros projetos considerando o quão genérica ou específica é sua modelagem.
- **Confiabilidade**: avalia se o modelo conceitual prevê falhas e auxilia na construção de um sistema confiável.

A avaliação realizada permitiu responder à questão de pesquisa proposta neste trabalho.

Esta pesquisa envolveu especialistas das áreas de Interação-Humano Computador (IHC), Psicologia, Educação, Gerontologia, Terapia Ocupacional, Fisioterapia, Enfermagem e Medicina em pelo menos uma das etapas de seu desenvolvimento. Já em termos de público alvo das intervenções e coleta, foram envolvidas pessoas da terceira idade, adultos mais velhos, pais de crianças com transtorno do espectro autista, cuidadores e gestantes. Predominantemente, os usuários alvo envolvidos nos cenários de uso foram pessoas idosas com idade acima de 60 anos. Considerando os cenários de uso citados neste trabalho, cerca de 380 participantes utilizaram o *mobile player* do ESPIM.

Ressalta-se que as avaliações que foram conduzidas com a participação de pessoas, incluindo as entrevistas com os especialistas para a validação do modelo, foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com número de processo 57875016.3.0000.5390.

1.3 Contribuições

As principais contribuições deste trabalho são:

1. a formalização do modelo do ESPIM por meio da definição de (a) um modelo conceitual estrutural, que representa as entidades e os relacionamentos do domínio de coleta e intervenção, assim como uma nomenclatura adequada, formalizado por um Diagrama de Classes; de (b) um modelo conceitual comportamental formalizado por um Diagrama de Casos de Uso; e de (c) um conjunto de operadores formalizado por palavras-chave e regras de uso. O modelo é proposto como um guia para o desenvolvimento de sistemas computacionais para realização de intervenções a distância;
2. a formalização de requisitos computacionais do ESPIM, resultantes da análise de dados coletados por entrevistas e aplicações empíricos;
3. um *mobile player* de programas do modelo ESPIM, desenvolvido como prova de conceito do modelo;

4. a colaboração na condução de cenários de uso reais realizados por meio do sistema ESPIM.

Como proposto, o modelo ESPIM é flexível para permitir a representação de sistemas de autoria e reprodução de programas interventivos e as provas de conceito refletem estes conceitos. Entretanto é possível implementar um aplicativo com objetivos e instrumentos específicos não personalizáveis por uma interface de autoria. O sistema de autoria é a representação mais abrangente do modelo por considerar a possibilidade de autoria dos programas a distância.

A avaliação do processo de autoria, em termos de usabilidade e experiência do usuário, não foi tratada diretamente neste trabalho. A autora contribuiu no processo de desenvolvimento da interface Web de autoria participando de sessões de *brainstorming*, reuniões com as *designers*, avaliações com usuários e, mais diretamente, auxiliando na implementação da interface. No entanto, o trabalho de avaliação da interface de autoria foi realizado por Rodrigues *et al.* (2018).

Em relação à contribuição associada ao *mobile player*, seu desenvolvimento permitiu extrair lições de usabilidade de interfaces móveis, com um maior enfoque à terceira idade por ter sido o usuário-alvo de cenários de uso.

As contribuições observadas durante o desenvolvimento do trabalho foram reportadas em publicações em congressos e revistas, em colaboração com os pesquisadores que atuaram no projeto:

1. CUNHA, B. C. R.; PIMENTEL, M. G. C. Monitoring techniques via mobile devices: a case study for supporting aging in place. In: **XXII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web – Anais: XVI Workshop de Teses e Dissertações**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. v. 2, p. 47–52.

2. ZAINE, I.; RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C. R.; MAGAGNATTO, Y. N. Z.; ORLANDO, A. F.; VIEL, C. C.; NETO, M.; OLIBÁRIO, J.; ROCHA, A. C.; PIMENTEL, M. G. C. ESPIM: um sistema para coleta de dados de usuários e intervenção programada a distância usando o método ESM e dispositivos móveis. In: **XXII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web – Anais: Minicursos**, Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. v. 3, p. 119–154.

3. PIMENTEL, M. G. C.; ROCHA, A. C.; CUNHA, B. C. R.; ORLANDO, A. F.; MACHADO NETO, O. J.; VIEL, C. C.; ANTUNES, E.; ZAINE, I. Apoio ao envelhecimento no lugar por meio de amostragem de experiências e de intervenção programada. In: **I Congresso Brasileiro de Gerontecnologia**. Ribeirão Preto, SP: Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da FMRP-USP - Suplemento 2, 2016. v. 49, p. 11–12.

4. RODRIGUES, K. R.; VIEL, C. C.; ZAINE, I.; CUNHA, B. C.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. Data collection and intervention personalized as interactive multimedia

documents. In: **Proceedings of the 23rd Brazillian Symposium on Multimedia and the Web**. New York, NY, USA: ACM, 2017. (WebMedia '17), p. 57–60.

5. VIEL, C. C.; RODRIGUES, K. R.; ZAINE, I.; CUNHA, B. C.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. Personalized ubiquitous data collection and intervention as interactive multimedia documents. In: **Proceedings of the 2017 ACM Symposium on Document Engineering**. New York, NY, USA: ACM, 2017. (DocEng '17), p. 223–226.

6. RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C. R.; ZAINE, I.; VIEL, C. C.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. ESPIM system: Interface evolution to enable authoring and interaction with multimedia intervention programs. In: **Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. New York, NY, USA: ACM, 2018. (WebMedia '18), p. 125–132.

7. CUNHA, B. C. R.; RODRIGUES, K. R.; SCALCO, L. F.; ZAINE, I.; VIEL, C. C.; PIMENTEL, M. G. C. Authoring of interventions with on-demand generation of screen for mobile devices. In: **Anais Estendidos do XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. (WebMedia '18), p. 145–149. (Premiado como melhor artigo do Workshop de Ferramentas e Aplicações do WebMedia '18)

8. CUNHA, B. C.; RODRIGUES, K. R. H.; ZAINE, I.; SCALCO, L. F.; VIEL, C. C.; PIMENTEL, M. G. C. Web-based authoring of personalized interventions for mobile devices: A case study on elderly digital literacy. In: **Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing**. New York, NY, USA: ACM, 2019.

9. ZAINE, I.; FROHLICH, D.; RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C.; ORLANDO, A. F.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. Promoting Social Connection and Deepen Relations in Older People: Design of Media Parcels towards facilitating Time-based Media Sharing. **JMIR mHealth and uHealth**. Submetido.

10. CUNHA, B. C. R.; RODRIGUES, K. R. H.; PIMENTEL, M. G. C. Synthesizing guidelines for facilitating elderly-smartphone interaction. In: **Proceedings of the 25th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. Submetido.

11. VIEL, C. C.; RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C. R.; PIMENTEL, M. G. C. Elderly vloggers: authoring support with mobile media and the GhostWriter service. In: **Proceedings of the 25th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. Submetido.

1.4 Estrutura do Documento

Este documento está organizado da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta conceitos teóricos pertinentes ao trabalho e discute trabalhos relacionados no âmbito da Ciência da Computação. O Capítulo 3 descreve o modelo proposto em diferentes etapas, expondo os requisitos representados de acordo com sua evolução ao ser aplicado em cenários de uso reais. As provas de conceito, que tratam da estrutura computacional correspondente ao modelo, são descritas no Capítulo 4. O Capítulo 5 consiste na descrição do processo de avaliação por meio das entrevistas com os especialistas que conduziram cenários de uso e a análise dos resultados com uma abordagem qualitativa. Por fim, no Capítulo 6 as limitações são discutidas no contexto dos trabalhos futuros que podem utilizar e estender o modelo proposto em novos desafios de pesquisa.

CAPÍTULO

2

TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados conceitos fundamentais envolvidos neste trabalho assim como pesquisas relacionadas.

A Seção 2.1 discute métodos de coleta e intervenção, e trabalhos de aplicação dos métodos por meio dispositivos móveis e trabalhos que apresentam sistemas para autoria de programas baseados no ESM. A Seção 2.2 discute metodologias de ensino individualizado, sistemas computacionais que auxiliam na condução de programas de Ensino Individualizado e trabalhos da área de *m-Learning*. A Seção 2.3 trata de Metodologias de Desenvolvimento Dirigido a Modelos e discute como modelos representados em diferentes padrões podem apoiar o desenvolvimento de sistemas computacionais.

2.1 Amostragem de Experiências e Intervenções Ecológicas

O Método de Amostragem de Experiências (ESM) proposto por Csikszentmihalyi e Larson (1987), assim com a Avaliação Momentânea Ecológica (EMA) advogado a Stone e Shiffman (1994), trata-se de um procedimento de pesquisa para estudar o que as pessoas fazem, sentem e pensam durante o seu dia-a-dia em seu ambiente natural. Shiffman, Stone e Hufford (2008) sumarizam que objetivo do método é "minimizar o viés de memória enquanto maximiza a validade ecológica, permitindo o estudo dos microprocessos que influenciam o comportamento em contextos do mundo real".

O ESM consiste em pedir para que indivíduos respondam relatórios em várias ocasiões aleatórias do dia. Como descrito por Csikszentmihalyi e Larson (1987), esses relatórios são usualmente compostos por questões situacionais em formato de questões abertas (e.g., com quem você está, o que está fazendo, onde está) e escalas psicométricas, para registrar seus sentimentos e pensamentos, frequentemente no formato de questões Likert ou Diferencial

Semântico. Segundo Csikszentmihalyi e Larson (1987), técnicas de diários são instrumentos confiáveis para investigar a vida das pessoas, sendo capazes de coletar informações valiosas sobre seu ambiente e atividades. Métodos reportados antes do ESM focam apenas no comportamento dos indivíduos, sem considerar seus pensamentos e emoções em contextos naturais.

Desde sua publicação, o ESM vem sido utilizado amplamente e com sucesso na coleta de informações sobre as experiências de indivíduos, como constatado por Hektner, Schmidt e Csikszentmihalyi (2006). Os autores ainda observaram que, apesar de ter sido concebido no âmbito de saúde mental, o ESM tem sido amplamente utilizado na área da saúde de forma geral. Além disso, outras áreas têm se beneficiado com o método, havendo exemplos bastante distintos de uso do ESM, como nos trabalhos de Consolvo e Walker (2003), que o utilizaram na avaliação de aplicações ubíquas, de Bishay (1996), que realizaram avaliações da motivação e da satisfação de trabalho de professores, e de Sloboda, O'Neill e Ivaldi (2001), que avaliaram a influência da música no dia-a-dia das pessoas.

Sendo um método eficiente para coleta de dados em ambiente natural, o ESM pode ser utilizado para acompanhamento de pacientes, coletando diariamente dados necessários para avaliar, por exemplo, a adesão a medicamentos, como exemplificado na revisão sistemática de Bos, Schoevers e Rot (2015).

Segundo a definição de Heron e Smyth (2010), Ecological Momentary Interventions (EMIs), Intervenções Ecológicas Momentâneas em português, são intervenções planejadas para ocorrerem no ambiente natural em diversos momentos do dia-a-dia das pessoas. Apesar de não ser um método validado pela psicologia, o nome EMI origina da EMA pois esses métodos possuem as mesmas características. No entanto, seus objetivos são diferentes. Enquanto o ESM e a EMA buscam apenas coletar informações, a ideia das EMIs é intervir na rotina dos indivíduos para causar uma mudança significativa, seja em sua saúde ou em seu aprendizado.

EMIs é um tema recente por ter sido viabilizado pelas tecnologias móveis. Um programa baseado no ESM pode ser visto como uma EMI, pois o simples fato de coletar informações torna o indivíduo mais consciente de sua rotina, o que pode modificar o seu comportamento. No entanto, uma aplicação de EMI não é necessariamente uma aplicação do ESM, dado que uma intervenção pode ser composta por uma simples mensagem de texto ou por uma instrução mais complexa.

Segundo Heron e Smyth (2010), a fusão de métodos de coleta e intervenções ecológicas é uma área importante de pesquisas futuras pois os avanços na tecnologia móvel tornam possível que resultados capturados sejam utilizados para adequar o conteúdo e a entrega da intervenções.

As próximas seções descrevem trabalhos que aplicam o ESM e intervenções por meio de dispositivos móveis. Estas seções são divididas entre trabalhos que desenvolveram aplicativos específicos com seus instrumentos e em trabalhos que propõem ferramentas de autoria personalizada de programas baseados no ESM por parte dos especialistas.

2.1.1 ESM, EMA e EMI em Dispositivos Móveis

Avanços tecnológicos permitiram novas perspectivas para experimentos que aplicam o ESM. Segundo Berkel, Ferreira e Kostakos (2017), os quais realizaram uma revisão sistemática sobre o uso de ESM em dispositivos móveis, as principais vantagens do uso de dispositivos na condução das coletas são (1) a melhoria da qualidade dos dados coletados (e.g., questionários podem expirar automaticamente se o indivíduo não interage no momento correto, respostas podem ser validadas em relação ao tempo utilizado), (2) o acompanhamento do estudo em tempo real, (3) a possibilidade de captura multimídia, (4) a criação de lógicas avançadas para o fluxo de questões (i.e., é possível pular questões desnecessárias) e (5) a possibilidade de combinar respostas de questionários com dados de sensores.

Considerando estas vantagens, grande parte dos trabalhos atuais que utilizam ESM o fazem por meio de dispositivos móveis. Dada a grande quantidade de trabalhos, são exemplificados alguns com um considerável número de citações, o que evidencia seu impacto em sua área.

Kramer *et al.* (2014) investigaram se a aplicação do ESM e o uso das respostas coletadas é viável, útil e se resulta em uma redução dos sintomas de depressão. Os pesquisadores utilizaram o aplicativo PsyMate, desenvolvido em trabalhos anteriores. O aplicativo emite notificações com questões sobre emoções, contexto e atividades dos pacientes. Os seus resultados indicaram que o uso do ESM e seu acompanhamento em tempo real pode aprimorar o tratamento da depressão.

Bryson e MacKerron (2016) conduziram um trabalho para avaliar o bem estar de pessoas em seu ambiente de trabalho. Utilizando um aplicativo baseado no ESM – e desenvolvido pelos próprios autores – chamado Mappiness, foi possível coletar dados momentâneos sobre o quão feliz, relaxadas e despertas as pessoas se encontravam. Os autores puderam constatar que atividades em ambiente de trabalho tiveram a pior colocação de felicidade entre outras 39 atividades, sendo superior apenas do que estar doente.

Kleiman *et al.* (2017) utilizaram a EMA para monitorar flutuações em tempo real na ideação suicida e seus fatores de risco. Os pesquisadores utilizaram uma ferramenta para autoria do seu programa de coleta, a Mobile EMA (mEMA)[1], a qual será discutida na próxima seção. Seus resultados indicaram que os fatores de risco para ideação variaram consideravelmente em poucas horas e correlacionaram-se com a ideação suicida.

Runyan *et al.* (2013) realizaram um estudo com estudantes de graduação coletando dados sobre o uso do tempo no dia-a-dia. Os pesquisadores avaliaram se as questões interferiram na percepção e comportamento dos estudantes em relação ao tempo. Os autores utilizaram o aplicativo iHabit com questões sobre suas atividades diárias, i.e., estudos, esportes, cuidados com a casa, uso de eletrônicos, etc. A intervenção em si ocorre exclusivamente por conta das questões, que buscam tornar o indivíduo mais consciente de sua rotina. Os resultados indicaram

[1] https://ilumivu.com/solutions/ecological-momentary-assessment-app/

que as perguntas tornaram os participantes mais conscientes sobre o uso de seu tempo.

Assim como questões, o simples envio de mensagens de texto com conteúdo pertinente pode alterar o comportamento, as emoções e os sentimentos das pessoas. Riordan *et al.* (2015) conduziram um estudo sobre conscientização do uso de álcool entre universitários. Os estudantes foram divididos em dois grupos, sendo que um recebeu apenas questões de EMA, enquanto o outro recebeu questões e textos planejados para a diminuição de consumo de álcool. Os resultados apontaram que, entre as mulheres, a combinação de questões e textos obteve impacto na diminuição do consumo de álcool.

Pramana *et al.* (2014) desenvolveram um aplicativo, chamado SmartCAT, e investigaram o seu uso no contexto de tratamento de ansiedade em crianças. O aplicativo permitiu o acompanhamento em tempo real para verificar se as crianças estavam utilizando-o e também para enviar dicas de terapia cognitiva comportamental. O uso do aplicativo foi bem avaliado pelos terapeutas e pelas crianças, mostrando benefícios no controle da ansiedade.

Em sua revisão sistemática, Berkel, Ferreira e Kostakos (2017) apontaram a falta de disponibilidade de ferramentas para a autoria de aplicativos baseados em ESM acessíveis para pesquisadores e profissionais sem habilidades de programação, sendo que essa carência é vista como um impedimento para a realização de seus estudos apoiados pelo ESM com dispositivos móveis. Na próxima seção são discutidas ferramentas de autoria disponíveis, considerando suas vantagens e limitações.

2.1.2 Sistemas para Autoria para o ESM

Sistemas para autoria de programas suportados pelo ESM permitem que especialistas criem aplicativos que correspondem às suas necessidades de coleta. Isso é realizado por meio da simplificação do processo de autoria, seja por meio de linguagens simplificadas ou por interfaces gráficas. A criação de aplicativos baseados em ESM permite "programar" os usuários para que interajam com seus dispositivos em momentos oportunos, definidos por especialistas.

Por meio de uma revisão da literatura acadêmica e também pela busca de páginas Web que ofertam serviços, foram identificados e selecionados os sistemas de maior impacto na literatura e os sistemas mais completos academicamente e comercialmente. Após a seleção os trabalhos foram analisados e organizados em um quadro de acordo com as funcionalidades que propõem. Foram aplicados cinco critérios para inclusão dos sistemas encontrados na análise: (1) a tecnologia de execução dos programas do ESM utilizada é um dispositivo móvel, não importando o seu modelo; (2) o sistema permite algum tipo de simplificação na autoria dos programas baseados no ESM; (3) o sistema permite minimamente a criação de questões abertas e de múltipla escolha; (4) o sistema permite a definição de disparos automáticos; e (5) o sistema permite a configuração e o acompanhamento à distância.

Todos os sistemas selecionados permitem que o participante interaja com as questões sem

estar conectado à Internet. Com exceção das ferramentas mais antigas, como o MyExperience (FROEHLICH *et al.*, 2007) e o Psychlog (GAGGIOLI *et al.*, 2013), todos os aplicativos enviam os resultados coletados para um serviço dedicado. As soluções que armazenam dados localmente são compostas apenas por um aplicativo, não apresentando um servidor que permite o monitoramento a distância. A maior parte dos sistemas registra o tempo e a data de resposta das questões, o que auxilia na avaliação de interação do usuário.

Os sistemas/aplicativos selecionados são descritos em detalhes. Após a descrição é apresentado o Quadro 1, que resume as funcionalidades disponibilizadas por cada um deles.

O aplicativo MyExperience, proposto por Froehlich *et al.* (2007), foi o primeiro trabalho identificado na literatura com o objetivo de formalizar o ESM em uma aplicação móvel personalizável. O aplicativo, desenvolvido para celulares com o sistema Windows Mobile 5, permitia a captura contínua de dados de sensores, a configuração de disparos contextuais e o disparo de questionários com questões abertas e fechadas. Os autores previram várias situações do ESM, servindo de inspiração para trabalhos posteriores, porém as limitações são muitas. A configuração de cada programa deve ser adicionada individualmente em cada dispositivo, assim como os dados coletados, que também ficam armazenados localmente. Dessa forma o acompanhamento em tempo real, que é uma das principais vantagens do uso de tecnologias computacionais, não é possível. Os dados de sensores são coletados continuamente e não em pequenos intervalos definidos pelos disparos, o que é um problema para a manutenção da bateria. Por fim, não há uma interface de autoria. Os programas são configurados por arquivos XML e sua programação é complexa, como mostra a Figura 1, desse modo o MyExperience pode ser visto como um *framework* para construção de aplicativos.

Figura 1 – Autoria de um disparo do MyExperience.

```
<trigger name="SmsSentTrigger" type="Trigger">
  <script>
    smsSensor = GetSensor("SmsSentSensor");
    if(smsSensor.PreviousState lt smsSensor.State)
      Execute("SmsSurveyNotification", "SmsSurvey");
  </script>
</trigger>
```

Fonte: Froehlich *et al.* (2007).

O movisensXS[2] é um sistema comercial criado a partir do MyExperience. O sistema, disponível para dispositivos com sistema Android, permite a autoria gráfica de experimentos baseados no ESM para a captura de questões e a captura de imagem e áudio utilizando disparos temporais e contextuais. Um dos diferenciais do aplicativo é a possibilidade de ramificação, ou seja, o tratamento de múltiplos fluxos de execução de acordo com as respostas obtidas. As questões são acompanhadas da localização GPS, mas não há captura por sensores. Apesar de

[2] https://xs.movisens.com/

ser considerado um sistema que representa bem o estado-da-arte de aplicações para o ESM, o sistema é pago e não possui código aberto, de forma que é pouco customizável.

O aplicativo Psychlog foi desenvolvido por Gaggioli *et al.* (2013) para coletar informações psicológicas, fisiológicas e atividades para avaliação da saúde mental. O aplicativo, desenvolvido para *smartphones* com o sistema Windows, coleta dados por meio de questionários e sensores do dispositivo disparados automaticamente. Todo armazenamento é local e a autoria é realizada em um arquivo de texto. Suas limitações são as mesmas do MyExperience.

O iHabit apresentado por Runyan *et al.* (2013) e citado na seção anterior evoluiu para tornar-se um sistema comercial, o LifeData[3]. O sistema possui 12 tipos de questões, porém só captura mídias do tipo foto. Ramificações também são possíveis, assim como a localização GPS nas respostas das questões. Seu aplicativo possui versões para iOS e Android. Um diferencial do sistema é a possibilidade de criar dois tipos de disparos condicionais: a resposta de uma questão pode disparar outo questionário ou disparar uma notificação para um participante relacionado. Estas funcionalidades são classificadas como ações contextuais.

O AWARE[4] foi desenvolvido por Ferreira, Kostakos e Dey (2015) e trata-se de um *framework* para Android que auxilia o desenvolvimento de aplicações baseadas no ESM para aplicar questionários e coletar dados de sensores. Sua programação é complexa, sendo que seus usuários alvo são desenvolvedores de *software*.

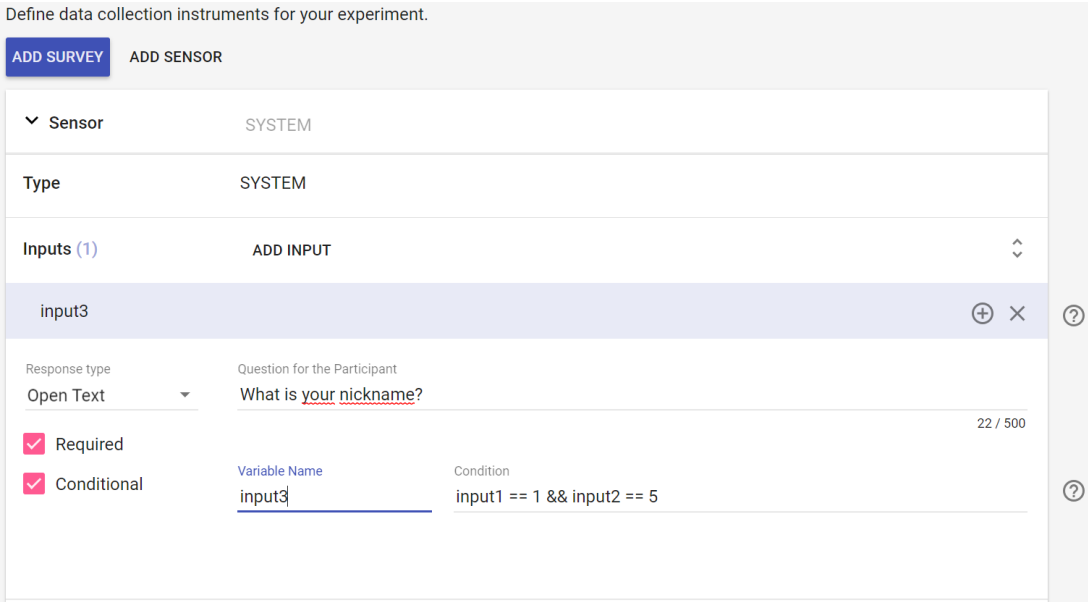
Assim como o AWARE, o PHIT é um *framework*. Proposto por Eckhoff *et al.* (2015), o PHIT procura facilitar o desenvolvimento de aplicações de intervenção. O PHIT é 90% programável por arquivos XML e apresenta alguns instrumentos prontos, como questionários para identificar estresse pós-traumático e abuso de álcool. Também é possível configurar o uso de alguns sensores. Contudo, apesar dos pesquisadores apontarem um caráter interventivo, o *framework* não apresenta opções para configurar notificações.

O sistema PACO[5], desenvolvido por Baxter, Avrekh e Evans (2015), possui código aberto e apresenta uma interface Web para programação de experimentos e um aplicativo móvel para usuários alvo. O PACO permite, basicamente, a captura de respostas de questões e mídias. O uso de sensores é restrito ao GPS, informações do dispositivo e uso de aplicativos do sistema. A ramificação de questões é possível, mas depende da programação de operadores lógicos. Sua interface de autoria é limitada, como pode ser visto na Figura 2. No PACO, usuários alvos têm de se inscrever nos experimentos publicados. Segundo seus desenvolvedores, isso traz preocupações sobre a privacidade dos usuários. O PACO possui aplicativos para iOS e Android.

O ExperienceSampler[6], proposto por Thai e Page-Gould (2017), permite a programação de questões e disparos previstos pelo ESM. Apesar de afirmar que possui uma interface de autoria

[3] https://www.lifedatacorp.com/
[4] https://awareframework.com/
[5] https://www.pacoapp.com/
[6] http://www.experiencesampler.com/

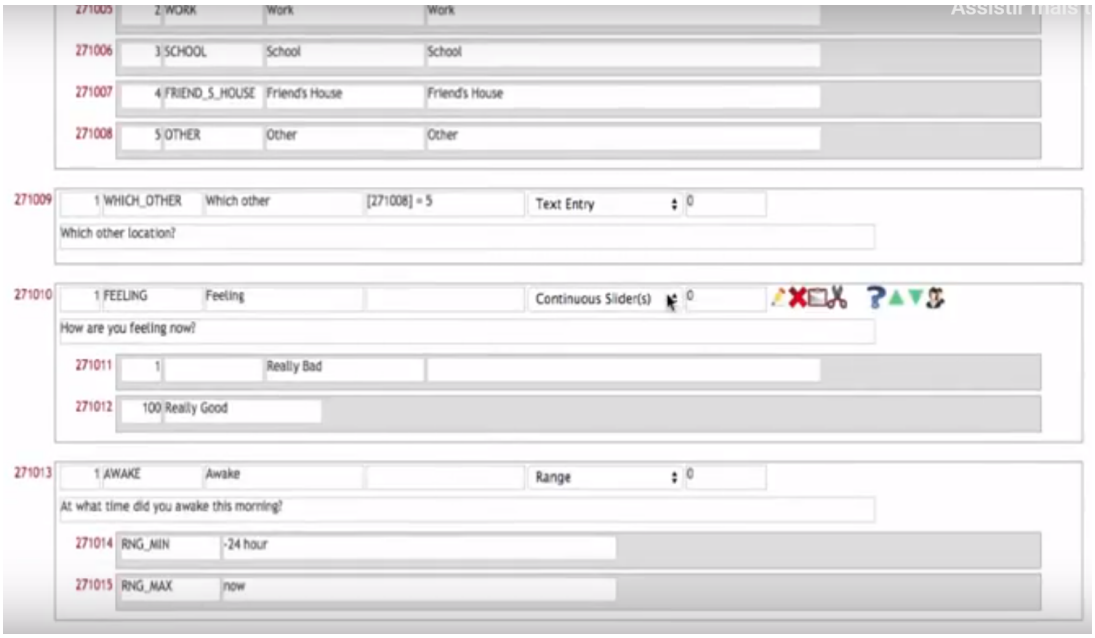
Figura 2 – Interface de Autoria do PACO.



Fonte: Elaborada pela autora.

simplificada, seu processo de autoria exige habilidades de programação lógica e declarativa. Segundo as autoras o aplicativo é independente de plataforma.

Figura 3 – Interface de Autoria do mEMA.



Fonte: Elaborada pela autora.

O mEMA[7] é um sistema comercial que, apesar de apresentar aplicativos móveis, em iOS e Android, com interfaces convidativas, possui uma interface de autoria complexa, como

[7] https://ilumivu.com/solutions/ecological-momentary-assessment-app/

mostra a Figura 3. As funcionalidades de ramificação, por exemplo, devem ser codificadas utilizando um identificador de questão gerado pelo banco de dados. No entanto, o sistema é o que apresenta mais funcionalidades, sendo o único que permite o carregamento de imagens nas questões (estímulos visuais) e a integração de sensores de *smartwatches*. Segundo a empresa responsável pelo sistema, seus produtos de *software* são resultados de suas próprias necessidades como pesquisadores.

O InstantSurvey[8] apresenta uma interface simples para autoria de questões e disparos. Não é possível capturar mídias ou sensores, mas se trata de uma boa solução para coletas mais simples.

Nem todos os sistemas permitem a definição de disparos automáticos, o que inviabiliza experimentos interventivos. Nesse caso, os trabalhos foram classificados como "questionários". Os sistemas Ohmage de Tangmunarunkit *et al.* (2015) e o HarvestYourData[9] são exemplos destes sistemas. O HarvestYourData trata-se de uma aplicação interessante pela diversidade de entrada de dados e possibilidade de ramificações, além de possuir uma interface de autoria bastante intuitiva. Já o Ohmage é gratuito e permite a captura de questões e fotos. Esses sistemas não foram incluídos na análise por não estarem de acordo com o critério de disparos automáticos (critério 4).

Os sistemas que exigem a configuração local de programas foram excluídos no quadro comparativo pois suas soluções não permitem a configuração e/ou o acompanhamento a distância (critério 5). Ou seja, os sistemas MyExperince, AWARE, Psychlog, ExperienceSampler e PHIT foram excluídos. A principal desvantagem da configuração exclusivamente local é o fato de não permitir personalizar os programas de acordo com a evolução de cada participante. Se a personalização depende da instância configurada no dispositivo também não é possível o gerenciamento personalizado de múltiplos usuários. Além disso, nesses casos o trabalho de configuração envolve a programação em uma linguagem de programação ou de marcação, o que mantém a dependência de conhecimentos em programação.

O Quadro 1 apresenta um compilado de ferramentas com uma análise de suas funcionalidades. Os sistemas estão ordenados por complexidade em termos de suporte a diferentes funcionalidades, da menor para a maior.

Observa-se que todos os sistemas citados têm origem acadêmica e são resultantes das necessidades dos próprios pesquisadores. O alto custo dos sistemas de melhor qualidade também evidencia sua utilização restrita pela academia. Dado que os planos apresentados são pagos mensalmente, uma utilização de longo prazo seria inviável para grande parte dos profissionais, em especial em países em desenvolvimento.

Nenhum dos trabalhos acadêmicos discute a formalização de um modelo de domínio

[8] https://instantsurveyapp.com/
[9] https://www.harvestyourdata.com/

Quadro 1 – Sistemas para autoria de programas baseados no ESM

Nome	Captura de mídias	Envio de mídias	Sensores	Disparos de Contexto	Ações de Contexto	Fluxos	Preço
Instant Survey	Não	Não	Não	Não	Não	Nenhum	Gratuito
PACO	Sim	Não	GPS	Não	Não	Ramificação	Livre
LifeData	Imagem	Não	GPS	Não	Duas	Ramificação	$290/$650 a.m.
movisensXS	Sim	Não	GPS	Não	Não	Ramificação	500€/10.000€
mEMA	Sim	Imagem	Sim	Localização	Não	Ramificação	$3.375/$12.000 a.a.

Fonte: Elaborada pela autora.

ou de um formato para intercâmbio de informações. Dada a necessidade da comunidade por sistemas para a autoria de intervenções, a disponibilização de um modelo pode guiar o processo de desenvolvimento de sistemas desse tipo, além de expandir suas funcionalidades aos investigar requisitos extraordinários de especialistas.

2.2 Métodos de Ensino Individualizado

Segundo Brighenti, Biavatti e Souza (2015), o objetivo de métodos de ensino individualizado é adaptar-se a cada educando, procurando atendê-lo em suas condições pessoais de preparo, motivação e possibilidades. Ou seja, a principal característica desses métodos é o respeito ao ritmo individual de cada indivíduo.

Azoubel e Gianfaldoni (2014) afirmam que os métodos de ensino aprendizado são procedimentos de ensino derivados da Análise do Comportamento e, dessa forma, partem de propostas para utilização de conhecimentos sobre princípios básicos do comportamento nos procedimentos de ensino. Skinner (1950) foi um dos pioneiros e principais pesquisadores a estudar como se dá o processo de ensino-aprendizagem na educação segundo os preceitos da teoria comportamental.

Procedimentos para a programação de instruções são visionados por pesquisadores há um longo tempo. A primeira referência registrada do conceito foi uma famosa citação:

> Se, por um milagre de engenhosidade mecânica, um livro pudesse ser organizado de tal forma que a página dois se tornaria visível apenas para aquele que fizesse o que está escrito na página um, e assim por diante, muito do que agora requer instrução pessoal poderia ser gerenciado pela impressão (THORNDIKE, 1912).

O que Thorndike (1912) pretendia caracterizar foi primeiramente formalizado por Pressey (1927), que descreveu um mecanismo de instrução que omitiria a próxima pergunta enquanto o aluno não obtivesse a resposta correta duas vezes seguidas, informando de imediato os erros e acertos cometidos. Essa é conhecida como a primeira descrição de uma máquina de ensinar.

Posteriormente, pesquisadores interessados na eficácia do ensino sob a perspectiva da análise do comportamento propuseram procedimentos de ensino que formam a tecnologia analítico-comportamental do ensino, como observado por Azoubel e Gianfaldoni (2014). Skinner (1958) apresentou a Instrução Programada (PI), que motivou diversos métodos de programação de ensino, como o Sistema Personalizado de Instrução (PSI) de Keller (1968). Esses métodos possuem validade empírica comprovada e grande popularidade na pesquisa acadêmica.

O método de Instrução Programada (PI), também conhecido por Máquinas de Ensinar de Skinner (1958), é uma forma de sistematização da programação de ensino que busca fornecer uma perspectiva personalizada e independente da intervenção do professor. Segundo Monica (1977), a Instrução Programada é definida pelas seguintes características: (1) a informação é modelada com objetivos comportamentais e ordenada em sequência lógica; (2) o conteúdo é apresentado em pequenas partes que evoluem gradualmente em profundidade e extensão; (3) após cada informação exibida exige-se uma resposta imediata por parte do educando; (4) o acerto ou erro deve ser imediatamente verificado; (5) segue-se uma recompensa imediata ao esforço realizado em dar uma resposta certa ou um reforço imediato da informação em caso de resposta errada; e (6) o programa de ensino deve permitir ao aluno desenvolver-se em seu próprio ritmo. Para planejar tais instruções o educador deve considerar ainda os conhecimentos anteriores do educando.

O Sistema Personalizado de Instrução de Keller (1968) utiliza e estende os conceitos de PI de seu colega Skinner (1958). O PSI possui as seguintes características: (1) a condução do estudo respeita o ritmo individual do educando; (2) o conteúdo é dividido em pequenas unidades sequenciais; (3) o educando progride para a próxima unidade apenas após demonstrar domínio completo de uma unidade anterior; (4) o conteúdo deve ser apresentado em formato textual (ênfase na palavra escrita); (5) aulas expositivas, demonstrações e palestras possuem caráter motivacional; e (6) é necessária a participação de tutores que auxiliam na repetição de testes, dão um retorno imediato ao educando e acompanham o processo de aprendizado (TODOROV; MOREIRA; MARTONE, 2009; ZAINE *et al.*, 2016). Uma das principais diferenças entre a Instrução Programada e o método PSI de Keller (1968) é a questão do acompanhamento por tutores, o que pode ser realizado presencialmente ou a distância.

A abordagem proposta por Keller (1968) é um contraposto ao modelo tradicional expositivo. Em seu trabalho Alves *et al.* (2011) observam que estudos apontam que o ensino individualizado provoca uma maior motivação e melhora o desempenho de alunos quando comparado com o método tradicional. Ainda, o estudante não é apenas uma personagem passiva, dado que é necessária a interação contínua com o conteúdo entregue e domínio do conhecimento trabalhado.

A programação de ensino permite que o professor não se preocupe com questões factuais e seja um mediador de outras atividades que estimulam o pensamento e a construção do conhecimento por parte do educando. Ou seja, os métodos individualizados não devem ser vistos como

inimigos de métodos sociais e construtivistas, mas como um complemento que pode ser utilizado para trabalhar as dificuldades individuais de cada indivíduo a distância (ALVES *et al.*, 2011).

Como discutido por Zaine *et al.* (2016), apesar do foco no aprendizado, "a Programação de Ensino Individualizado apresenta diretrizes importantes que podem ser aplicadas a diferentes cenários interventivos, uma vez que quase sempre intervenções envolvem a aprendizagem de algum tipo de repertório novo". Assim, variações do método podem ser aplicadas em diversos contextos, como em tratamentos interventivos de problemas de saúde ou comportamentais.

No entanto, observa-se que a prática de métodos derivados da Análise de Comportamento é subutilizada. De acordo com Azoubel e Gianfaldoni (2014), resultados de entrevistas e a análise da literatura indicam que um dos principais empecilhos para utilização desses procedimentos é o aumento da carga de trabalho do especialista. Isto ocorre principalmente devido a dificuldade de correção das atividades para o reforço imediato. Todavia, Alves *et al.* (2011) citam que tecnologias computacionais têm criado mais espaço para o PSI enquanto o EaD tem incentivado a aplicação de abordagens individualizadas.

Nas próximas seções são discutidos trabalhos que utilizam dispositivos móveis para aplicar metodologia de ensino individualizado e sistemas de autoria para que educadores possam desenvolver seus próprios programas de ensino.

2.2.1 Sistemas para Programas de Ensino Individualizado

Esta seção apresenta sistemas computacionais de Ensino Individualizado baseados, principalmente, no método PSI. O foco da busca por esses trabalhos foi a autoria, no entanto, trabalhos que permitem a autoria de programas de ensino se mostraram escassos. Dada a dificuldade de encontrar sistemas de autoria, esta seção trata tanto sistemas que foram construídos para permitir a condução de disciplinas pelo método PSI quanto sistemas de autoria com base em metodologias de Análise do Comportamento.

Em sua tese, Giolo (2016) realizou uma revisão sistemática para identificar publicações que utilizam métodos de Análise do Comportamento em Educação a Distância (EaD). Foram selecionados 40 trabalhos e sua análise revelou que o computador de mesa foi a tecnologia mais utilizada pelos estudos a partir da década de 1990. Um resultado interessante é que, apesar da maioria dos estudos ser dedicado a aplicação dos procedimentos em atividades acadêmicas de ensino, os procedimentos de Análise do Comportamento e a EaD também foram utilizados em outros contextos, como conscientizar pessoas sobre a AIDS, treinar pais para realizar intervenções com seus filhos autistas e controlar o tabagismo.

Ainda segundo Giolo (2016), a maioria dos estudos que fizeram uso de sistemas computacionais utilizaram o sistema CAPSI (*Computer Aided Personalized System of Instruction*. O sistema CAPSI foi desenvolvido por Pear *et al.* (2011) e tem sido utilizado em diversas pesquisas que investigam o uso de PSI como metodologia de ensino, inclusive no Brasil, em

trabalhos de Araújo (2008) e Couto *et al.* (2009). O desenvolvimento do CAPIS começou em 1988, como um programa para um computador do tipo mainframe, e passou por diversas versões até ser desenvolvida a sua versão Web. O WebCAPSI permite a autoria de programas de ensino PSI ao facilitar a criação de questões, exercícios e problemas. Os resultados não são avaliados automaticamente, o papel do tutor ainda é presente, sendo que o sistema é apoiado pelo trabalho colaborativo de tutores que avaliam os resultados e determinam se o aluno está pronto para a próxima unidade.

Rae e Samuels (2011) relataram suas experiências ao desenvolver e aplicar um sistema Web para ensinar Matemática Discreta para uma turma de Ciência da Computação via a metodologias PSI. Os pesquisadores fizeram adaptações em um sistema PSI já existente e com o mesmo intuito. Os resultados mostraram que a aplicação da técnica e do sistema pode ser muito eficiente no aprendizado, porém o esforço para criar esse ambiente e seu conteúdo é alto.

Paiva, Ferreira e Frade (2017) descreveram o design, o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de um sistema baseado em PSI para ensinar conceitos matemáticos para cursos de graduação. Os autores criaram o conteúdo organizado por unidades compostas por vídeos, notas de aula e avaliações, e implementaram um sistema de análise automatizada das respostas. Foram realizadas adaptações no código do Moodle[10] para exibir as unidades e impor restrições de avanço pelo nível de domínio individual.

Em sua tese, Orlando (2009) apresenta o GEIC (Gerenciador de Ensino Individualizado por Computador), uma plataforma de *software* baseada no PSI que permite a autoria e reprodução de programas de ensino individualizados. O GEIC permite que tutores criem programas de ensino compostos por tentativas consecutivas, compostas por estímulos e opções de resposta. Dependendo da resposta a tentativa pode gerar diferentes fluxos de execução e *feedback*. A Figura 4 exibe um exemplo da interface de autoria durante a criação de uma tentativa. Ao final de uma sessão o tutor pode gerar relatórios da interação do aluno.

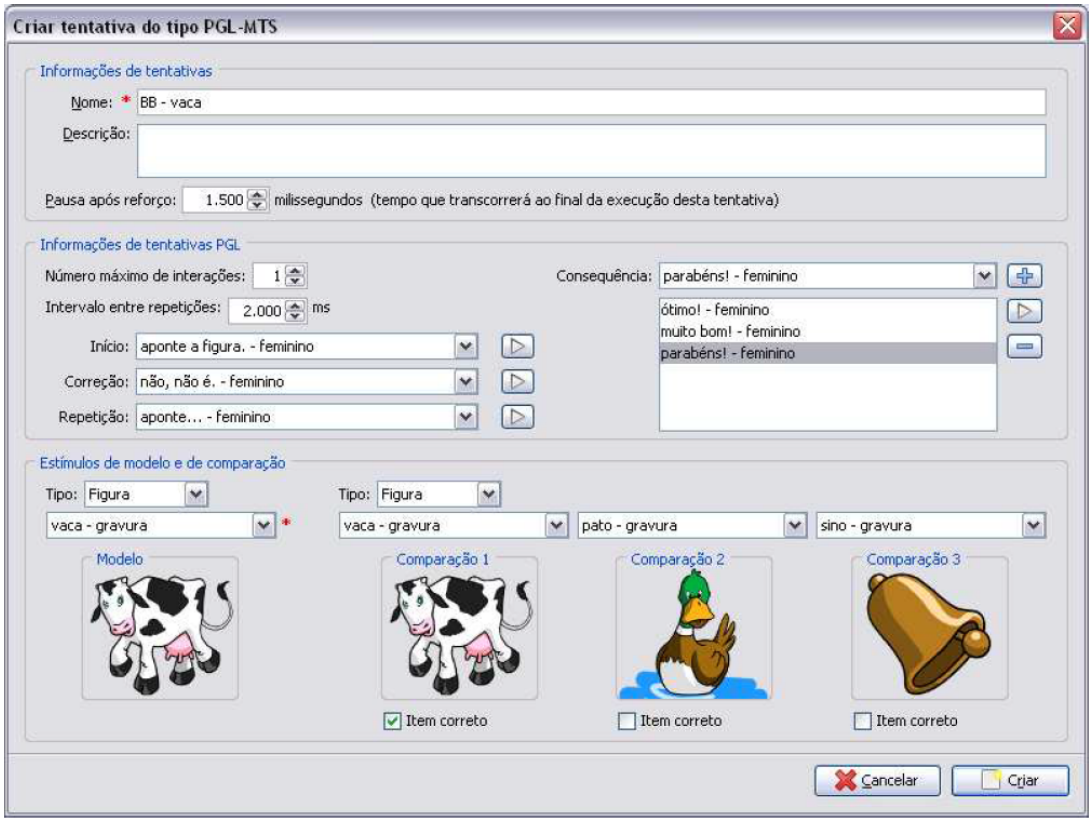
Segundo Orlando (2009), apesar de pesquisas evidenciarem que métodos de ensino individualizado baseados no paradigma de equivalência de estímulos são capazes de melhorar a aprendizagem de leitura e compreensão, a autoria de programas de ensino baseados nesse método é complexa, pois não há sistemas computacionais que permitem a criação destes programas por especialistas.

A revisão da literatura não apontou outro sistema com capacidades similares às do GEIC. Também não foram encontrados trabalhos que propusessem a autoria de programas baseados em PI ou PSI para dispositivos móveis.

Rae e Samuels (2011) argumentam que os principais problemas na condução de cursos baseados no metodologias de ensino individualizado são o alto custo na geração do conteúdo e avaliações, o custo de manutenção de um número adequado de tutores e a procrastinação de

[10] https://moodle.com/

Figura 4 – Autoria de uma tentativa no sistema GEIC.



Fonte: Orlando (2009).

alunos em disciplinas à distância. A dificuldade na autoria desses cursos eleva ainda mais esse custo. A facilitação da autoria, o monitoramento em tempo real e o uso de métodos de avaliação automatizados podem reduzir esses problemas.

2.2.2 Análise do Estado-da-Arte em m-Learning

Segundo Domingo e Garganté (2016), a utilização de tecnologias computacionais no ensino não é recente e tem mostrado resultados positivos ao longo dos anos. Pesquisas apontam que tecnologias móveis têm auxiliado o aprendizado autônomo e o auto-gerenciamento do aprendizado individual. Dispositivos móveis trazem novos desafios à área com respeito a facilitação da autoria de conteúdo e ao desenvolvimento de procedimentos de ensino para esses dispositivos, assim como sua integração no ensino *in loco* e a distância.

Algumas pesquisas e revisões sistemáticas foram conduzidas para analisar o uso de *m-Learning* no cenário atual. Esses trabalhos apresentam uma análise do uso efetivo das tecnologias móveis.

Domingo e Garganté (2016) aplicaram questionários com 102 professores de 12 escolas primárias na Espanha para avaliar a percepção destes professores sobre o impacto da utilização de tecnologias móveis na sala de aula. Os aplicativos mais utilizados pelos professores são

aqueles que ensinam algum conteúdo, incluindo aplicativos que ensinam novas habilidades por meio de conteúdo. Segundo os professores, esses aplicativos são bastante utilizados por proverem independência no aprendizado, apresentarem avaliação e *feedback* instantâneos e complementarem o desenvolvimento de temas específicos.

Crompton, Burke e Gregory (2017) e Crompton e Burke (2018) realizaram duas revisões sistemáticas sobre o uso empírico de *m-Learning*, sendo uma na educação primária e secundária e outra no ensino superior, analisando 113 e 72 trabalhos respectivamente. As análises apontaram que a maioria estudos focou no aprendizado dos estudantes e apresentou resultados positivos, sendo que apenas 1% dos trabalhos em educação básica e 4% dos trabalhos em educação superior apresentaram resultados negativos no aprendizado. Em ambas as revisões os resultados mostram que a maior parte dos trabalhos utilizou tecnologias móveis em ambientes formais de ensino (i.e., na sala de aula). A análise dos trabalhos revelou que ainda há muito para se desenvolver em termos de educação a distância e de aplicação de aprendizagem situada. Enquanto na educação superior o foco dos estudos foi uma segunda língua (21%), na educação básica existe uma grande concentração de estudos em *m-Learning* na disciplina de ciências. Também foi observada uma baixa integração entre diferentes disciplinas.

Em relação a autoria e a visualização de recursos educacionais, muitos sistemas foram desenvolvidos para criação de conteúdo educacional para dispositivos móveis, como revelado na revisão sistemática de Mugwanya e Marsden (2010). Por exemplo, sistemas para a autoria e a reprodução de apresentações multimídia, como o de Kim *et al.* (2012), e sistemas para a criação de questionários, como apresentado por Giemza, Verheyen e Hoppe (2012). Outro exemplo de grande relevância é o Moodle, popular *software* livre construído colaborativamente a nível mundial que também possui um aplicativo móvel capaz de reproduzir o mesmo conteúdo desenvolvido para a sua interface Web. Nesse sentido pode-se dizer que a produção de conteúdo para *m-Learning* é uma área bem desenvolvida. Infelizmente o Moodle precisa de adaptações em seu código para suportar a aplicação de métodos de ensino personalizados, pois não há controle do fluxo de interação do aluno para liberação de conteúdo apenas após o domínio do conteúdo.

Todavia, no contexto de tecnologias móveis, não foram encontrados sistemas que permitem a autoria e reprodução de programas baseados no PSI com funcionalidades para acompanhamento interventivo a distância, autoria sistematizada e promoção de *feedback* imediato.

2.3 Métodos de Desenvolvimento Dirigidos a Modelos

A Engenharia Orientada a Modelos (MDE)[11] é uma metodologia de desenvolvimento de *software* que foi criada com "a visão de fornecer independência de plataforma aos elementos que

[11] o termo *Model Driven Development* também é utilizado para se referir ao mesmo processo, sendo que não há um consenso sobre a diferença entre as nomenclaturas. Essa discussão é apresentada por Mohagheghi e Dehlen (2008).

constituem a solução de *software* a ser gerada a partir do reúso do modelo", segundo a definição de Marzullo (2014). Ou seja, é uma metodologia que busca a criação e exploração de modelos conceituais para sua reutilização, independentemente das tecnologias utilizadas. De acordo com Wang *et al.* (2004), seus principais objetivos são o compartilhamento de conhecimento e o reúso, simplificando o processo de desenvolvimento de sistemas computacionais.

Domínios de negócio podem ser descritos formalmente pela descrição de seus objetos e operações. A formalização objetiva refletir as regras de negócio necessárias ao desenvolvimento da solução. Assim, é possível obter efeitos significativos na produtividade de projetos de *software* com a reutilização completa ou parcial dos artefatos modelados, como observado por Marzullo (2014). Ao tratar do desenvolvimento de sistemas mais complexos, a abstração por meio de modelagem é importante para compreender o problema e sua solução. Em outras áreas da engenharia, profissionais não tentam construir seus produtos sem essa abstração (SELIC, 2003).

Segundo Selic (2003), a principal característica da MDE é que o principal produto do desenvolvimento são os modelos, e não seus respectivos programas de computador. Com a rápida evolução das tecnologias e linguagens de programação, as soluções tecnológicas utilizadas podem se tornar obsoletas rapidamente. No entanto, a modelagem se mantém e pode ser utilizada na reconstrução de um novo sistema.

Inicialmente, como mostra o trabalho de Lucrédio (2009), a premissa do desenvolvimento orientado a modelos era a geração automática de código fonte por meio da modelagem. Seguindo esse princípio, os objetivos das pesquisas na área envolviam a transcrição de modelos, idealizados por engenheiros de *software*, em código fonte. Porém, a produção de códigos suficientemente complexos que representam todo o comportamento de um sistema é uma tarefa bastante complexa e, por vezes, específica do contexto de aplicação. Assim, outras abordagens foram definidas para a MDE. Apesar da MDE ainda ser vista por muitos como um sinônimo de geração de código, atualmente esse não é o processo que orienta a MDE (WHITTLE; HUTCHINSON; ROUNCEFIELD, 2014).

Whittle, Hutchinson e Rouncefield (2014) realizaram uma pesquisa da aplicação da MDE em empresas analisando dados de 450 questionários aplicados e 22 entrevistas. Segundo os autores, a MDE é mais popular do que o apontado pelo senso comum, sendo aplicada em diferentes nichos e em empresas de diferentes dimensões. No entanto, é extremamente rara a geração completa de código a partir de modelos. Os engenheiros de *software* veem benefícios holísticos na aplicação da MDE, utilizando a metodologia para garantir uma boa documentação e arquitetura e para garantir um maior domínio da implementação aos arquitetos de *software*. Segunda a pesquisa, na maioria dos casos apenas parte do código é gerada automaticamente com o objetivo de que desenvolvedores mantenham sua estrutura e regras de negócio.

Ainda segundo Whittle, Hutchinson e Rouncefield (2014), autores defendiam que, para que a MDE fosse bem-sucedida, deveria ser possível gerar o código completo do sistema com base nos modelos correspondentes. No entanto, mesmo com a evolução das ferramentas de

modelagem para geração completa e automática de código fonte, na prática essa estratégia é pouco utilizada. Muitos desenvolvedores preferem ter um maior controle sobre o código gerado, controlando sua qualidade, eficiência e inteligibilidade. Outra limitação da geração completa e automática de código fonte é decorrente da necessidade de depuração do código para identificação de problemas no sistema. O processo de depuração é bastante complexo quando realizado em código gerado, tornando a identificação de problemas e a sua correção uma tarefa árdua.

Ao analisar o cenário atual das tecnologias para implementação de *software*, fica claro que a estratégia da MDE não precisa se apoiar em ferramentas que geram código a partir da construção de modelos em interfaces gráficas. As linguagens de programação mais modernas orientadas a objetos possuem *frameworks* que realizam o Mapeamento Objeto-Relacional (MOR) (do inglês, *Object Relational Mapping*) automaticamente de forma que classes modeladas podem ter suas representações criadas e gerenciadas automaticamente no banco de dados, a exemplo do *framework* Hibernate[12] para a Java e do MOR presente no *framework* Django[13] para Python. O mapeamento pode inclusive ser realizado em banco de dados não relacionais. Além disso, a atual necessidade de integração de páginas Web e aplicativos para dispositivos móveis define a dominância de Serviços Web como a solução para comunicação entre diferentes sistemas e plataformas por meio da Internet. A criação dos Serviços Web pode ser simplificada por *frameworks*. O Spring Boot[14] por exemplo, permite criar serviços REST (FIELDING, 2000) automaticamente a partir de simples anotações em classes Java. Ou seja, a simples codificação de objetos representados pelo modelo conceitual em uma linguagem de programação moderna pode gerar, automaticamente, a estrutura do banco de dados e código fonte dos serviços Web por meio do uso adequado de *frameworks* de programação. Dessa maneira, programadores ficam responsáveis apenas por algoritmos mais complexos que definem comportamentos específicos do sistema.

Considerando estas implicações, várias pesquisas têm apresentado modelos conceituais para facilitar o processo de desenvolvimento de *software*. Citam-se alguns exemplos relevantes da literatura. Ceri *et al.* (2007) apresentam um *framework* conceitual, composto por recursos contextuais reusáveis para modelagem de aplicações Web de múltiplos canais cientes de contexto. Os autores também discutem como a modelagem de alto nível pode conduzir o processo de desenvolvimento de aplicações por meio da geração automática de código. O *Functional Requirements for Bibliographic Records* (FRBR), proposto por Carlyle (2011), é um modelo conceitual para a representação de registros bibliográficos com uma proposta de padronização da representação da informação em sistema de recursos bibliográficos. Wang *et al.* (2004) propuseram a *CONtext ONtology* (CONON), uma ontologia para modelar contexto em ambientes de computação pervasiva. Segundo os autores, outros modelos haviam sido propostos em UML e

[12] http://hibernate.org/
[13] https://www.djangoproject.com/
[14] https://spring.io/projects/spring-boot

no modelo ER, mas a ontologia auxilia no compartilhamento de conhecimento.

Com o objetivo de facilitar a criação de sistemas computacionais de intervenções a distância por parte de desenvolvedores de *software*, o modelo computacional do ESPIM é representado por diagramas computacionais que permitem sua replicação tanto graficamente, em interfaces gráficas de programação por blocos, quanto pela programação de suas classes e atributos em linguagens de programação apoiadas por *frameworks* de geração semiautomática de código-fonte.

2.4 Considerações Finais

A análise da literatura permitiu compreender como os procedimentos selecionados da psicologia para modelagem do ESPIM podem ser utilizados para conduções de intervenções a distância (EMI), como coletas de dados baseada no ESM ou na EMA e da aplicação de metodologias de ensino baseadas na Análise do Comportamento. Em especial, no caso do PSI, o ESPIM deve vislumbrar duas abordagens: a possibilidade de análise automática de respostas e/ou o acompanhamento por tutores/monitores. Estas características são importantes tanto para o acompanhamento de aprendizado quanto para intervenções relacionadas à saúde. O acompanhamento e a personalização dos programas em tempo real é de grande importância para permitir diferentes abordagens dos especialistas da saúde e da educação.

Este trabalho propõe um modelo que pode facilitar a criação de sistemas de autoria de programas de intervenção. Apesar de não tratar de questões da Experiência do Usuário durante a autoria, acredita-se que o modelo auxilia a criação de sistemas que permitam a criação de aplicações pelo usuário final. O modelo proposto apresenta as seguintes restrições: (1) trata da representação de métodos específicos para o domínio interventivo; (2) o produto da autoria não se trata de um artefato de *software* e sim de um documento que descreve os instâncias do domínio; e (3) os documentos resultantes demandam um *player* que é responsável por gerar a interface com usuário. Por essa razão o modelo ESPIM e sua respectiva estrutura computacional para autoria não são vistos como uma técnica de *End-User Programming* (EUP), pois tratam de uma solução para um contexto específico (i.e., intervenções). Este trabalho discute a representação de ações interventivas como forma de coletar dados ou agir diretamente no comportamento do usuário.

O modelo proposto neste trabalho considera as funcionalidades descritas pelos sistemas de autoria de programas baseados no ESM apresentados na Seção 2.1.2 e elencados no Quadro 1. Portanto, esses sistemas poderiam utilizar o modelo ESPIM como uma padrão para o desenvolvimento e/ou intercâmbio de documentos interventivos. Além disso, o modelo representa requisitos relacionados a cenários interventivos não suportados pelo ESM. O Capítulo 3 apresenta essa formalização.

CAPÍTULO

3

MODELO ESPIM

Este capítulo apresenta o modelo ESPIM e suas diferentes versões propostas neste trabalho. O modelo é descrito em suas diferentes versões juntamente com os requisitos que busca representar. O modelo ESPIM é composto por um modelo conceitual estrutural, um modelo conceitual comportamental e um conjunto de operadores, sendo cada um deles representado por uma formalização distinta.

Neste trabalho, a distinção entre modelos conceituais do tipo estrutural e comportamental segue a definição de Mylopoulos (1992). Segundo o autor, há dois tipos de modelos conceituais: (1) o estrutural, o qual define as entidades, tipos, relacionamentos, restrições e taxinomias; e o comportamental, que define os eventos no domínio que o sistema pode realizar. Essa descrição está de acordo com a definição dos diagramas da UML, como já referenciado no manual produzido por Rumbaugh, Jacobson e Booch (2005). Tanto o modelo estrutural quanto o comportamental podem ser representados por diferentes diagramas da notação UML.

A representação formal escolhida para descrever o modelo conceitual do ESPIM foi o Modelo Entidade Relacionamento (MER), o qual é adequado para representar os dados de um domínio. Proposto por Chen (1976) como uma abordagem para representação de banco de dados de um sistema, o MER permite representar um domínio por meio da definição de suas entidades, atributos e relacionamentos. O modelo estrutural do ESPIM trata exclusivamente da representação de dados do domínio, de forma que o MER é o modelo mais adequado para sua representação.

Usualmente, um MER é representado por meio de um Diagrama Entidade Relacionamento (DER), o qual foi apresentado no trabalho de Chen (1976), no entanto outros diagramas podem ser utilizados para sua representação. Neste trabalho, optou-se por utilizar o Diagrama de Classes da notação Unified Modeling Language (UML). Um Diagrama de Classes é um diagrama estrutural da UML capaz representar a estrutura de um sistema ao descrever suas entidades, atributos, relacionamentos e operações.

A escolha por utilizar o Diagrama de Classes em oposição ao DER e diagramas aplicados a banco de dados está intrinsecamente ligada a questões de reúso e a popularização da técnica de Mapeamento de Objeto-Relacional (MOR), como observado por O'Neil (2008). O Mapeamento de Objeto-Relacional busca diminuir a lacuna entre o banco de dados e um sistema orientado a objetos ao realizar um mapeamento automático entre eles, de forma que apenas um dos lados precisa ser programado. Com exceção de sistemas que já possuem um banco de dados, o mapeamento é realizado a partir do código fonte das classes por meio de um *framework* de MOR. Essa técnica permite diminuir possíveis inconsistências entre um sistema e seu banco, além de agilizar o processo de produção de *software*.

O modelo conceitual apresenta uma nomenclatura definida para representar os domínios da saúde e educação no contexto de coleta e intervenções. Além de domínios diferentes, a nomenclatura busca compreender os cenários de investigação de profissionais e de pesquisadores, os quais têm objetivos e compreensões diferentes. Essa nomenclatura permite especificar de forma padronizada os elementos que compõem o domínio do modelo ESPIM independentemente do domínio de aplicação.

Requisitos dependentes de situações específicas, ou seja, situações de divergência entre os especialistas ou funcionalidades particulares de cenários de uso, foram modelados na forma de operadores condicionais e ações associadas chamados de Operadores de Condições Complexas (OCC). Os OCC analisam condições e realizam ações particulares, o que estende as possibilidades de personalização e as funcionalidades previstas pelo ESPIM.

Por fim, é apresentado um modelo conceitual comportamental para sistemas de autoria de programas do modelo ESPIM. O objetivo desse modelo é auxiliar o entendimento do comportamento esperado por um sistema de autoria que utiliza o modelo ESPIM. A representação escolhida nesse caso foi o Diagrama de Caso de Uso, também parte da notação UML. O Diagrama de Caso de Uso foi escolhido por sua simplicidade e facilidade de entendimento, de forma que pode também facilitar o entendimento do método, independente da concepção do sistema. Observa-se que o modelo comportamental trata-se de uma sugestão para uma utilização completa do modelo conceitual em casos de autoria. O modelo estrutural do ESPIM pode ser reusado em partes ou até mesmo em sistemas com intervenções fixas que não visam a autoria, de modo que não existe um padrão único para a sua aplicação comportamental. Ou seja, o modelo estrutural e os OCC são essenciais na descrição do ESPIM, no entanto seu modelo comportamental propõe uma possível implementação não obrigatória.

A avaliação do modelo proposto é apresentada no Capítulo 5. A avaliação foi realizada por meio de entrevistas com os especialistas que conduziram aplicações de intervenções com as provas de conceito do modelo (o sistema ESPIM, descrito no Capítulo 4). Esses especialistas planejaram e conduziram cenários de uso reais e criaram programas interventivos para suas populações de interesse utilizando o sistema ESPIM, de forma que a avaliação é baseada na aplicação empírica do modelo. Nessa oportunidade, são descritos os casos de uso realizados por

meio do ESPIM.

As próximas seções descrevem o processo de modelagem do ESPIM considerando todas as suas etapas desde sua concepção como um modelo do ESM. São detalhados os requisitos do domínio que cada modelo estrutural busca representar e o significado de cada entidade definida pelas suas representações.

3.1 Modelo do ESM

A primeira versão do modelo foi baseada no *Experience Sampling Method* (ESM) proposto por Csikszentmihalyi e Larson (1987), conceito já discutido na Seção 2.1. Para extrair os requisitos iniciais foram considerados sistemas baseados no ESM representativos desenvolvidos para dispositivos móveis, como o MyExperience proposto por Froehlich *et al.* (2007) e o PsychLog da equipe de Gaggioli *et al.* (2013). O primeiro modelo foi voltado para pesquisadores da academia que buscam realizar experimentos com o ESM, portanto a terminologia empregada refletiu essa situação. É importante destacar que este trabalho começou a ser desenvolvido em 2014, portanto grande parte dos trabalhos discutidos na Seção 2.1.1 não haviam sido reportados naquele momento.

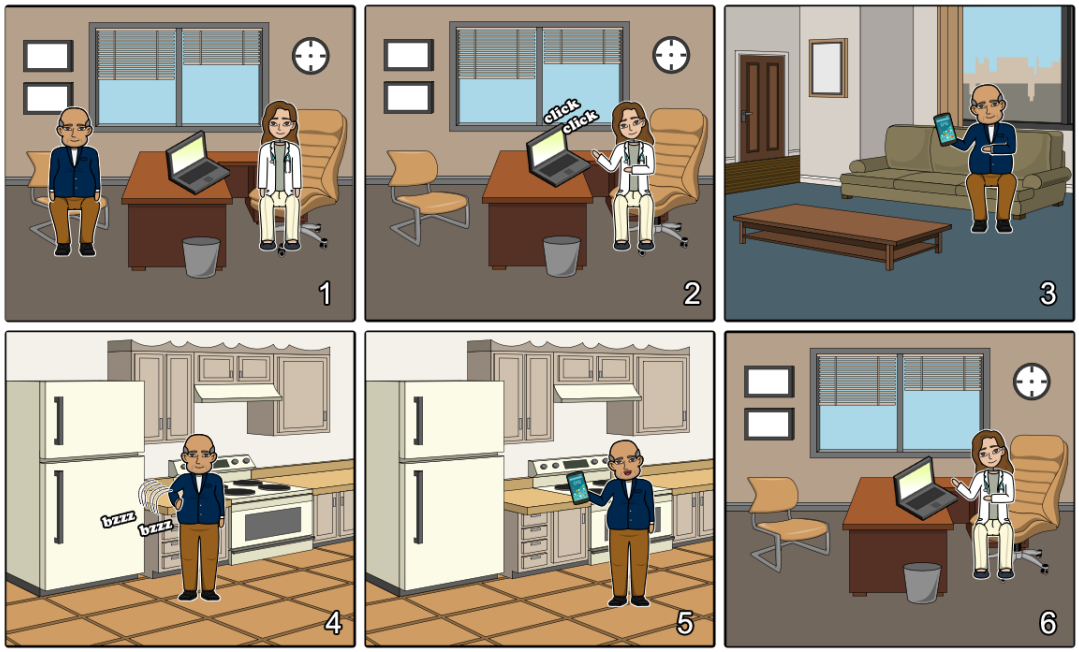
Considerando que o objetivo do ESM é coletar dados *in situ* de participantes, o objetivo da modelagem foi determinar os componentes necessários para a autoria de um programa do ESM para a captura de respostas de questões, antes realizadas por papel, por meio de dispositivos móveis.

Para representar o objetivo geral de um sistema baseado no ESM foram definidos cenários de uso. A Figura 5 ilustra um exemplo de um cenário em que um pesquisador cria um experimento para acompanhar seu participante:

1. A pesquisadora Jane explica sobre o experimento de coleta ao senhor Octavio que aceita participar.
2. Jane cria seu experimento do ESM no sistema de autoria e adiciona a pessoa como participante.
3. a distância, Octavio é capaz de baixar o aplicativo (*player*) e receber automaticamente o experimento criado pela pesquisadora.
4. Octavio recebe uma notificação em seu *smartphone* para responder um questionário.
5. Octavio responde às questões.
6. Jane consegue acessar as respostas a distância, acompanhando o estado da coleta, sempre que os resultados forem sincronizados.

A pesquisadora Jane pode ser atuante nas áreas da Saúde ou da Educação, no entanto, considerando as limitações do ESM, sua aplicação na Saúde no contexto de coleta de informações é a mais comum.

Figura 5 – *Storyboard* de um sistema baseado no ESM em uso por um pesquisador e um participante.

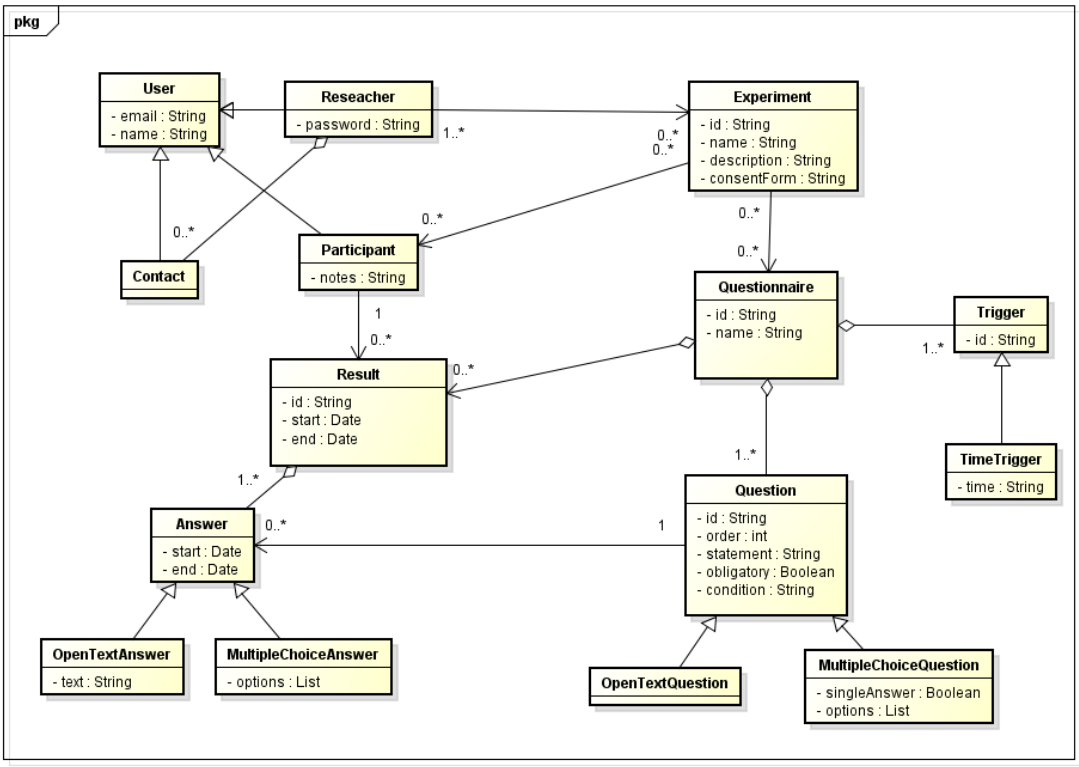


Fonte: Elaborada pela autora.

O cenário de uso que representa a utilização de um sistema ESM foi então estendido e detalhado para definir todos os seus requisitos necessários:

1. Um pesquisador se cadastra no sistema para criar um estudo com o ESM. Durante todo o processo o pesquisador fará uso de interfaces simplificadas para a autoria do seu experimento.
2. O pesquisador define as questões do seu experimento ESM, as quais são agrupadas em questionários. As questões dos questionários podem ser do tipo aberta ou de múltipla escolha, esta última permitindo a escolha de uma única opção ou a escolha de várias opções. As questões podem ser obrigatórias ou não.
3. Os questionários serão disparados em momentos oportunos para os participantes do experimento. Os disparos dos questionários são baseados em condições temporais definidas pelo pesquisador.
4. Um ou mais participantes podem ser associados ao experimento para receber seu conteúdo.
5. Participantes novos precisam ser cadastrados no sistema pelo pesquisador. Todos os participantes adicionados pelo pesquisador são adicionados em sua lista de contatos, sendo que ele só consegue visualizar participantes dessa lista por questões de privacidade.
6. Os participantes recebem os experimentos a distância em seus dispositivos por meio de um aplicativo que será responsável por emitir notificações e gerar as telas com o conteúdo definido nos questionários. Ao interagir com essas questões os participantes geram respostas e dados de interação que devem ser enviados para um servidor, permitindo

Figura 6 – Modelo conceitual estrutural em UML do ESM.



Fonte: Elaborada pela autora.

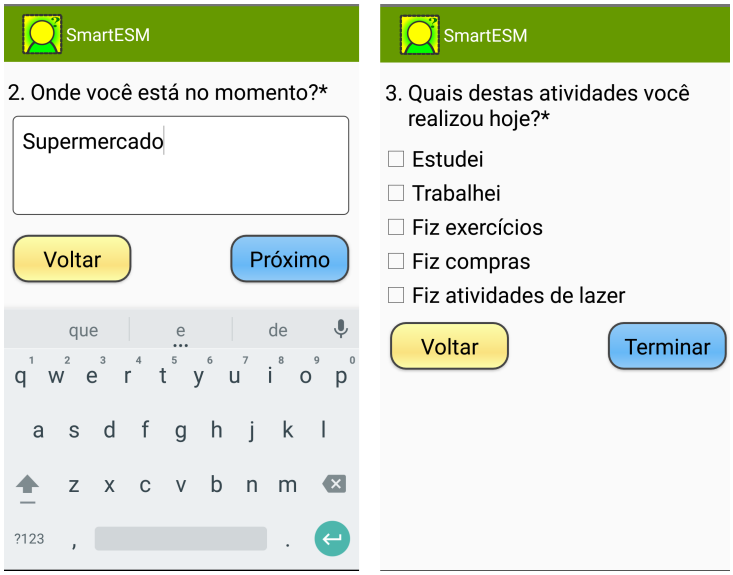
que o pesquisador consiga visualizá-los a distância.

7. O pesquisador pode criar vários experimentos.
8. O pesquisador pode adicionar outros pesquisadores para colaborarem em um experimento.
9. Os participantes podem estar cadastrados em vários experimentos ao mesmo tempo.
10. Todo o processo pode ser feito a distância, o especialista não precisa interagir com o dispositivo do participante durante o estudo.

A Figura 6 apresenta o modelo estrutural que busca representar os requisitos de um sistema baseado no ESM no âmbito da autoria por especialistas. Essa versão do modelo é bastante simples por representar apenas dois tipos de questões, além de prever apenas disparos com condições temporais.

Uma observação importante sobre o disparo temporal é que, desde sua concepção, ele foi padronizado como um valor textual. O objetivo é expressar diferentes momentos no tempo por meio de uma expressão ou linguagem. O formato utilizado pelas provas de conceito desenvolvidas no contexto deste trabalho é a Expressão CRON. A Expressão CRON é utilizada para agendar tarefas periódicas em sistemas operacionais baseados em Unix e em algumas linguagens de programação como a Java (DAVIDOVI; GULIANI, 2015). A Expressão CRON é altamente customizável, permitindo a representação de diversos eventos temporais. Exemplos dessas possibilidades são: “todos os dias às 19:00 e às 22:30”, “segunda, quarta e sexta às 10:15”,

Figura 7 – Exemplo de telas do aplicativo SmartESM: questão aberta e questão de escolha múltipla.



Fonte: Elaborada pela autora.

"todo dia 3 do mês de julho", "dia 26 de dezembro de 2018". A expressão textual pode ser personalizada de acordo com os requisitos dos especialistas, podendo representar intervalos de tempo ou momentos aleatórios em um intervalo. Alguns experimentos ESM necessitam que os disparos sejam realizados em momentos aleatórios em um período de tempo. Esse requisito pode ser representado por uma expressão.

A partir desse modelo foi construído um protótipo como prova de conceito para dispositivos móveis com sistema Android chamado SmartESM. O aplicativo SmartESM gerava as telas e notificações por meio da leitura de arquivos XML baseados no modelo. A Figura 7 mostra exemplos de telas do aplicativo: duas questões obrigatórias, sendo uma aberta e outra de escolha múltipla.

Apesar de servir como um ponto de partida para a modelagem do ESPIM, esse modelo foi descontinuado devido a sua terminologia e dificuldade de extensão. Por exemplo, considerando a Figura 6, pode-se observar que a criação de um novo tipo de questão implica a criação de duas novas classes: uma questão e sua respectiva resposta. Dessa forma, a criação de novas intervenções implica uma modificação do modelo e, por consequência, na estrutura de dados dos sistemas correspondentes. Já a terminologia utilizada está altamente relacionada ao processo de pesquisa, não considerando o uso por profissionais fora da academia. Além disso, o modelo não explora as funcionalidades de captura multimídia dos dispositivos modernos. Esses problemas foram explorados nas modelagens posteriores. Todavia, essa versão serviu como base para a implementação de protótipos que foram utilizados nas entrevistas com especialistas para auxiliar no processo de coleta de requisitos.

3.2 Modelo ESPIM

A segunda versão do modelo foi desenvolvida para formalizar o *Experience Sampling and Programmed Intervention Method* (ESPIM) (ZAINE *et al.*, 2016), de modo que tanto o seu objetivo quanto os especialistas alvo foram modificados. O ESPIM associa as teorias do ESM e de Instruções Programadas utilizando a computação ubíqua para realizar intervenções. Os especialistas alvo são pesquisadores e profissionais das áreas da saúde e da educação. Um novo modelo foi proposto considerando novos requisitos e adaptando a terminologia para abranger um público mais amplo.

Para determinar os requisitos de uma estrutura computacional para autoria e reprodução baseada no ESPIM, as pesquisadoras Isabela Zaine e Kamila Rios da Hora Rodrigues lideraram um trabalho de entrevista e coleta de requisitos com 12 profissionais e pesquisadores das áreas de Psicologia, Enfermagem, Fisioterapia, Gerontologia e Terapia Ocupacional (ZAINE *et al.*, 2016). A partir desses requisitos o modelo e suas provas de conceito foram aprimorados, o que permitiu que aplicações de intervenções fossem conduzidos por especialistas de diferentes áreas. O acompanhamento da utilização empírica com os especialistas possibilitou o refinamento dos requisitos e, por consequência, a extensão do modelo. O primeiro estudo de caso foi realizado no primeiro semestre de 2016, o que garantiu que os requisitos fossem aprimorados e validados por meio da utilização empírica das provas de conceito durante seis semestres completos.

A primeira versão do modelo ESPIM compreende os requisitos críticos identificados entre o início de 2015 até meados de 2017. Esses requisitos foram formalizados em uma lista de requisitos funcionais pela autora, apresentados no Quadro 2. Requisitos identificados como não críticos e/ou específicos de cenários de uso foram posteriormente formalizados e são apresentados nas seções seguintes.

Com relação aos termos utilizados, considera-se que tanto uma instrução como uma coleta são ações interventivas, dado que interferem na rotina da pessoa. Com base nessa observação utiliza-se termo “intervenção” para identificar todas as atividades que interferem na rotina ou comportamento de um participante. Profissionais e pesquisadores, por serem de diferentes áreas e atuações, são referenciados pelo termo “especialistas” neste trabalho, contudo, no modelo ESPIM eles são chamados “observadores”, dado o seu papel de planejar e acompanhar as intervenções.

O cenário apresentado na Seção 3.1 foi modificado para representar a autoria de um planejamento de intervenções do ESPIM. Nesse cenário já são propostos termos da nomenclatura definida para o método.

1. Um especialista se cadastra no sistema para criar um roteiro de coleta e/ou intervenção com o ESPIM, o qual é denominado “Programa”. Durante todo o processo o especialista fará uso de interfaces simplificadas para a autoria do seu Programa ESPIM.
2. Um ou mais usuários-alvo podem ser associados ao Programa para receber suas interven-

ções. Esses usuários são chamados de "Participantes".

3. Participantes novos precisam ser cadastrados no sistema pelo pesquisador. Todos os participantes adicionados pelo pesquisador são adicionados em sua lista de contatos, sendo que ele só consegue visualizar participantes dessa lista por questões de privacidade.
4. O especialista define as intervenções de interesse do seu programa ESPIM, as quais são agrupadas em um conjunto denominado “Evento Ativo”. As intervenções podem ser obrigatórias ou não, podem se apresentar em diferentes formatos (e.g., questões, tarefas, capturas) e conter estímulos multimídia variados.
5. O especialista também pode coletar dados de sensores dos dispositivos de seus participantes. Os sensores são organizados em eventos de coleta. Um evento de coleta passiva de dados, realizada por sensores, é denominado “Evento Passivo”.
6. Eventos serão disparados em momentos programados para os participantes do programa. Os disparos podem ser condições temporais, condições contextuais ou podem ser iniciados manualmente pelos participantes. Os especialistas são responsáveis por configurar os disparos.
7. Os participantes recebem os Programas em seus dispositivos por meio de um aplicativo que será responsável por emitir notificações, gerar as telas com o conteúdo definido nas intervenções e coletar dados de sensores de acordo com as regras definidas. Ao interagir com as intervenções os participantes geram dados de interação e/ou conteúdo que devem ser enviados para um servidor, permitindo que o pesquisador consiga visualizá-los a distância.
8. O especialista pode criar vários experimentos. O especialista é denominado como “Observador” de seu(s) experimento(s).
9. O especialista pode adicionar outros observadores para colaborarem em um experimento.
10. Os participantes podem estar cadastrados em vários experimentos ao mesmo tempo.

O cenário de aplicação do ESPIM considera a reprodução dos programas em dispositivos genéricos, que podem ser móveis ou não. No entanto os requisitos do sistema consideram a utilização de dispositivos móveis na maioria das situações previstas. Assim, tanto os requisitos como as provas de conceito consideram a utilização de dispositivos móveis.

A coleta passiva de dados por meio de sensores não pode ser caracterizada como uma intervenção por não afetar, por si só, a rotina e/ou o comportamento de usuários-alvo. No entanto, sua função é complementar o processo interventivo ao coletar informações relacionadas à intervenção realizada. Esses dados podem ser utilizados, inclusive, para a personalização dinâmica e individualizada das intervenções aplicadas.

O Quadro 2 apresenta os requisitos funcionais críticos formalizados pelo modelo conceitual estrutural do ESPIM.

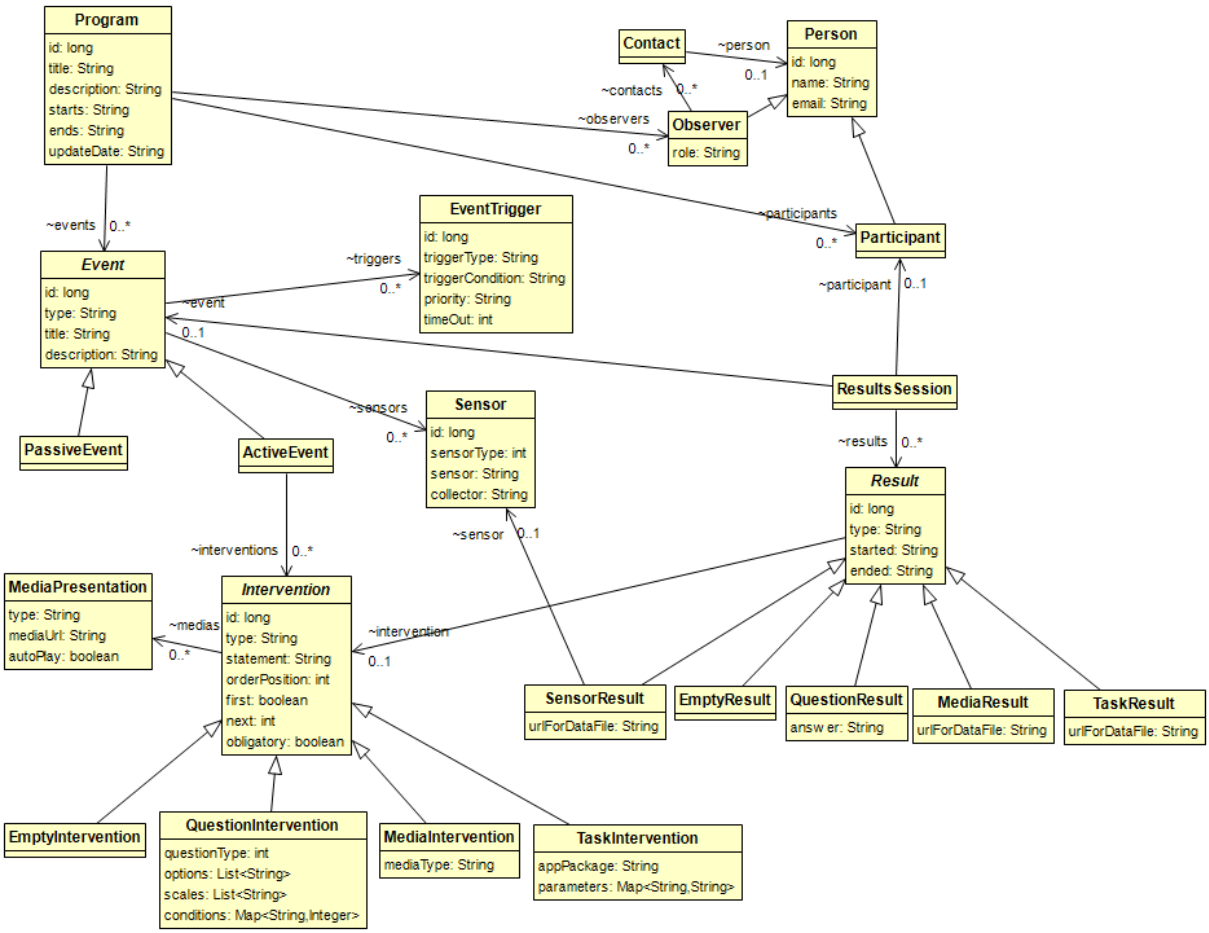
O modelo estrutural que representa os requisitos descritos é apresentado na forma de um

Quadro 2 – Lista inicial de requisitos funcionais coletados por (a) entrevistas com especialistas da saúde e educação, (b) uso empírico das provas de conceito.

Requisito	**Descrição**
RF01	Possibilitar que um especialista realize o seu próprio cadastro e gerencie suas informações.
RF02	Possibilitar que o especialista realize o cadastro e o gerenciamento de participantes.
RF03	Possibilitar que o especialista tenha uma lista de contatos e visualize apenas pessoas que tenha relacionamentos no sistema.
RF04	Possibilitar que o especialista crie e gerencie programas do modelo ESPIM.
RF05	Possibilitar que o especialista compartilhe a visualização e o gerenciamento de programas do modelo ESPIM com outros especialistas do sistema.
RF06	Possibilitar a associação de um ou mais participantes a um programa ESPIM.
RF07	Possibilitar a determinação da duração da atividade de um programa ESPIM.
RF08	Possibilitar que o especialista adicione agrupamentos de intervenções a um programa ESPIM (coleta ativa)
RF09	Possibilitar que o especialista adicione agrupamentos de coleta por sensores a um programa ESPIM (coleta passiva).
RF10	Possibilitar a associação de disparos a um agrupamento de intervenções ou a um agrupamento de coleta por sensores.
RF11	Possibilitar a definição de disparos manuais (auto iniciados), temporais, contextuais ou aleatórios (baseados em razão).
RF12	Possibilitar a definição do tipo de exibição de um disparo: notificação ou alarme.
RF13	Possibilitar a definição do tempo de exibição de um disparo (i.e., *timeout*).
RF14	Prover intervenções nos formatos de: mensagens, questões, captura de mídias e aplicação externa (tarefa externa).
RF15	Prover os seguintes formatos de intervenção do tipo questão: aberta, múltipla escolha com seleção única, múltipla escolha com seleção múltipla (lista), Likert, Diferencial Semântico, escala de classificação numérica, múltipla escolha com seleção de imagens, verdadeiro ou falso e classificação categorial.
RF16	Prover diferentes tipos de estímulos (i.e., conteúdo multimídia) nas intervenções.
RF17	Possibilitar a definição de intervenções obrigatórias.
RF18	Possibilitar fluxos de reprodução de intervenções distintos de acordo com as respostas do usuário (operações de pular e ramificar).
RF19	Possibilitar a coleta por sensores de diferentes fontes: dispositivos móveis, dispositivos vestíveis e sensores de ambiente.
RF20	Possibilitar a coleta de dados por sensores durante um intervalo de tempo.
RF21	Possibilitar a coleta de dados por sensores no intervalo de interação de um participante com intervenções.
RF22	Possibilitar visualizar os resultados por programa ou por participante.
RF23	Possibilitar visualizar o tempo de execução, a data e o horário de execução de cada interação com uma intervenção.
RF24	Possibilitar a livre manipulação dos dados resultantes: baixar em resultados em diferentes formatos e gerar de gráficos de interação/resultados.
RF25	Prover autorização: diferentes papeis devem possuir diferentes níveis de permissão.

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 8 – Primeira versão do modelo estrutural ESPIM em UML.



Fonte: Elaborada pela autora.

Diagrama de Classes pela Figura 8. A seguir é discutida cada classe representada pelo modelo.

Person (Pessoa) representa os usuários do sistema. Suas classes descendentes representam os especialistas e usuários-alvo das intervenções (classes Observador (*Observer*) e Participante (*Participant*, respectivamente). Um Observador possui contatos, representados pelo conceito *Contact*, que são os usuários relacionados que ele possui permissão para gerenciar. O conceito Pessoa não busca representar todas as informações que as diferentes áreas da saúde e educação necessitam, de forma que a proposta seria recuperar e agregar essas informações de um modelo existente utilizando uma chave única (e.g., o e-mail).

Program (Programa) é um conjunto de eventos interventivos (Eventos Ativos) e/ou eventos de coleta por sensores (Eventos Passivos) que podem estar associados a um ou mais Participantes (*Participant*). Programas são criados e gerenciados por Observadores (*Observer*).

Event (Evento) é um agrupamento de intervenções ou coletas. Eventos podem ser ativos (*ActiveEvent*) ou passivos (*PassiveEvent*). Um Evento Ativo, ou evento interventivo, é composto por um conjunto de intervenções (*Intervention*) que necessitam de uma interação com o

dispositivo. Uma intervenção se caracteriza pela necessidade da interação explícita com o usuário, ou seja, ocorre uma interrupção que deve ser atendida pelo Participante. Um Evento Passivo é composto por um conjunto de sensores (*Sensor*) que são responsáveis por coletar informações em intervalos contínuos de tempo sem interromper o usuário. Durante um Evento Ativo também pode ser associada uma coleta de dados por sensores, que ocorrerá durante a interação do usuário com o dispositivo. Um Evento é iniciado a partir de uma ou mais condições de disparo (*EventTrigger*).

EventTrigger (Disparo de Evento) é uma condição de gatilho que determina os momentos em que um Evento será disparado. Os tipos de disparos não são restringidos pela modelagem, no entanto as variáveis condicionais consideradas são: manual (auto iniciado), temporal, contextual e aleatório (razão). Uma condição manual permite que um Evento seja disparado quando requisitado pelo Participante, ou seja, quando o usuário-alvo solicita explicitamente a inicialização daquele evento em seu dispositivo. Uma condição temporal agenda Eventos para serem disparados com base em valores temporais (i.e., horários, dias, meses e/ou anos específicos). Uma condição contextual considera informações de contexto, que podem ser obtidas por sensores e/ou pelo uso do dispositivo, para disparar Eventos. Assim é possível iniciar um Evento em contextos específicos, como após uma corrida, após uma interação social, ao acordar, ao chegar no local trabalho, entre outros. Por fim, uma condição de disparo aleatória permite que uma quantidade definida de disparos seja distribuída em um intervalo de tempo (e.g., dois disparos durante a manhã). Um Disparo de Evento também possui atributos que indicam o tempo que a notificação deve ficar disponível ao Participante (*timeout*) e a forma de exibição dessa notificação (*priority* – e.g., notificação ou alarme).

Intervention (Intervenção) representa uma situação em que o Participante deve interagir com o dispositivo, seja simplesmente visualizando seu conteúdo ou interagindo para gerar um resultado solicitado. Intervenções podem ser obrigatórias ou não (atributo *obligatory*) e possuem uma ordem dentro de um evento (controlada pelos atributos "*isFirst*", "*orderPosition*" e "*next*"). Uma Intervenção possui minimamente um texto (atributo "*statement*") e pode conter outros estímulos, como imagem, áudio e vídeo, representados pela classe *MediaPresentation*. Diferentes tipos de Intervenção podem ser combinados em um único evento. O modelo propõe a divisão em quatro os tipos de Intervenção, são elas:

EmptyIntervention (Intervenção Vazia) é uma intervenção que se caracteriza por não necessitar da entrada de dados por parte do Participante. Representa uma intervenção do tipo mensagem ou instrução, ou seja, apresenta apenas estímulos na tela e não exige um valor de resposta.

QuestionIntervention (Intervenção de Questão) é uma intervenção em forma de questão, que apresenta diferentes formatos, como aberta, múltipla escolha ou escala (e.g., Likert e Diferencial Semântico). A questão no formato de múltipla escolha com

seleção única permite configurar um mapa com múltiplos fluxos de interação, ou seja, múltiplos caminhos de execução que podem definir saltos (*skip*) ou ramificações (*branch*), que é representado pelo atributo "*conditions*". É importante destacar que a representação de diferentes tipos de questões em uma única entidade apresenta vantagens e desvantagens. As principais vantagens são: a possibilidade de acrescentar variações de questões sem a necessidade de alterar o modelo e, consequentemente, o banco de dados; a possibilidade de criar questões mistas (e.g., uma questão de múltipla escolha com um campo aberto); e a facilidade de trocar o formato de questões cadastradas (e.g., uma questão de escolha única pode ser transformada em uma questão de escolha múltipla alterando-se apenas um atributo). No entanto, a desvantagem é que as questões podem carregar atributos que não fazem sentido em seu escopo (e.g., uma questão aberta não precisa de opções ou escalas, portanto esses atributos terão valor nulo).

MediaIntervention (Intervenção de Mídia) é uma intervenção de captura de mídias que permite a adição de qualquer arquivo externo, como imagem, áudio, vídeo, documento, entre outros. As possibilidades de valores dependem da implementação. No sistema ESPIM são capturadas mídias do tipo imagem, áudio e vídeo. Uma única Intervenção de Mídia pode capturar múltiplos resultados (i.e., é possível anexar múltiplos arquivos como resposta) desde que a interação seja suportada pelas provas de conceito.

TaskIntervention (Intervenção de Tarefa) é uma intervenção capaz de inicializar tarefas externas que não estejam no escopo da implementação do *player* ESPIM. Em um instância para dispositivos móveis, por exemplo, a conceito pode ser aplicado na inicialização e integração de aplicativos externos quaisquer.

MediaPresentation (Apresentação de Mídias) representa os estímulos multimídia que podem estar presentes em qualquer tipo de Intervenção. O modelo considera que as mídias são armazenadas em um servidor de mídias (qualquer), sendo que a classe armazena apenas os endereços URL das mídias que deverão ser apresentadas (atributo "*mediaUrl*"). Todas as mídias são representadas como um endereço URL em todo o modelo por questão de eficiência na decodificação dos documentos de intercâmbio, além de permitir independência entre os servidores de serviço e de mídias. A independência entre os dados do Programa ESPIM e suas mídias garante eficiência na atualização dos dados, pois uma atualização pode ser realizada sem a necessidade de baixar as mídias novamente. Uma mídia pode ser reproduzida automaticamente ou com a interação do usuário, o que pode ser personalizado pelo atributo "*autoplay*". As provas de conceito no contexto deste trabalho apresentam apenas uma mídia por intervenção, no entanto o modelo permite associar múltiplas mídias a uma mesma intervenção.

Sensor (Sensor) define qual informação será coletada (atributo "*sensor*") e qual o dispositivo

coletor (atributo "*collector*"). Por exemplo, o sensor pode coletar informações sobre atividades físicas, qualidade do sono, interação social, tremor das mãos, etc. O dispositivo coletor pode ser o *smartphone*, um dispositivo vestível ou sensores do ambiente. No modelo ESPIM o Sensor pode coletar informações durante um intervalo de tempo ou durante a interação com um evento interventivo (nesse caso o atributo "*sensorType*" é utilizado para discriminar essa diferença). Por exemplo, pode ser configurado um sensor para capturar a atividade física de um Participante no período da manhã (sensor de um Evento Passivo) ou um sensor que captura o tremor das mãos enquanto o usuário interage com uma intervenção (sensor de Evento Ativo).

Result (Resultado) é a classe responsável pela persistência dos dados coletados por intervenções e sensores. Um resultado é sempre associado a uma Intervenção ou a um Sensor correspondente. Cada tipo de intervenção é associada a um tipo de resultado diferente (*EmptyResult, QuestionResult, MediaResult, TaskResult, SensorResult*). As interações independentes do formato da intervenção geram dados que são organizados pela classe *Result* e, mesmo uma intervenção vazia, gera valores temporais de início e fim da visualização para permitir a análise da interação do usuário. Com exceção de questões, que podem gerar respostas textuais de tamanho ilimitado, e mensagens, as quais não geram um valor de resposta, as outras modalidades de intervenção e os sensores devem gerar um resultado referenciado por um endereço URL. Ou seja, um resultado, que pode ser qualquer tipo de mídia ou um documento multimídia, deve ser processado e armazenado em um servidor e seu endereço URL deve ser mapeado no resultado do modelo ESPIM. Essa abordagem permite flexibilidade no tamanho, quantidade e formato dos resultados gerados. Além disso, a geração dos resultados pode ser realizada de forma assíncrona por sensores ou aplicativos externos que podem fornecer a URL de destino antes mesmo de finalizarem o processamento e envio de seus resultados correspondentes.

ResultsSession (Sessão de Resultados) representa os resultados relativos a uma sessão de interação ou coleta, ou seja, os resultados de todas as interações com as Intervenções de um Evento disparado ou o resultado de uma sessão de coleta por Sensores. A sessão contém as referências do Evento e do Participante relacionados.

Alguns requisitos funcionais não foram cobertos por essa versão do modelo. Esses requisitos são relacionados a demandas mais específicas dos especialistas. Eles são apresentados nas próximas seções, juntamente com as soluções propostas nas versões estendidas do modelo.

Além dos requisitos funcionais, foram extraídos requisitos não-funcionais desejados pela estrutura computacional de um sistema ESPIM. Esses são cumpridos pelas provas de conceitos, sendo indicados ao longo do Capítulo 4. O Quadro 3 apresenta esses requisitos.

Quadro 3 – Requisitos Não Funcionais coletados por (a) entrevistas com especialistas da saúde e educação, (b) uso empírico das provas de conceito.

Requisito	Descrição
RNF01	Possibilitar que o aplicativo seja utilizado sem estar conectado à Internet: baixar os programas no dispositivo e permitir a execução desconectado; guardar os resultados localmente e enviar quando estiver conectado.
RNF02	Não sobrecarregar o armazenamento local do dispositivo: realizar a limpeza de programas antigos e de dados já enviados para o servidor por meio de rotinas automatizadas.
RNF03	Prover autenticação, segurança e privacidade: apenas os responsáveis pelos participantes e seus programas podem visualizar os dados; os dados do servidor devem ser protegidos de acesso de terceiros.
RNF04	Prover boa usabilidade e padrões de acessibilidade no *player* de programas do modelo ESPIM: o aplicativo será utilizado por idosos que possuem dificuldades e necessidades especiais, devendo apresentar uma interface adequada a essa população.
RNF05	Possibilitar a autoria de programas do modelo ESPIM via interface Web: o processo de autoria não deve demandar a instalação de nenhuma aplicação.

Fonte: Elaborada pela autora.

3.3 Modelo ESPIM com Condições Complexas

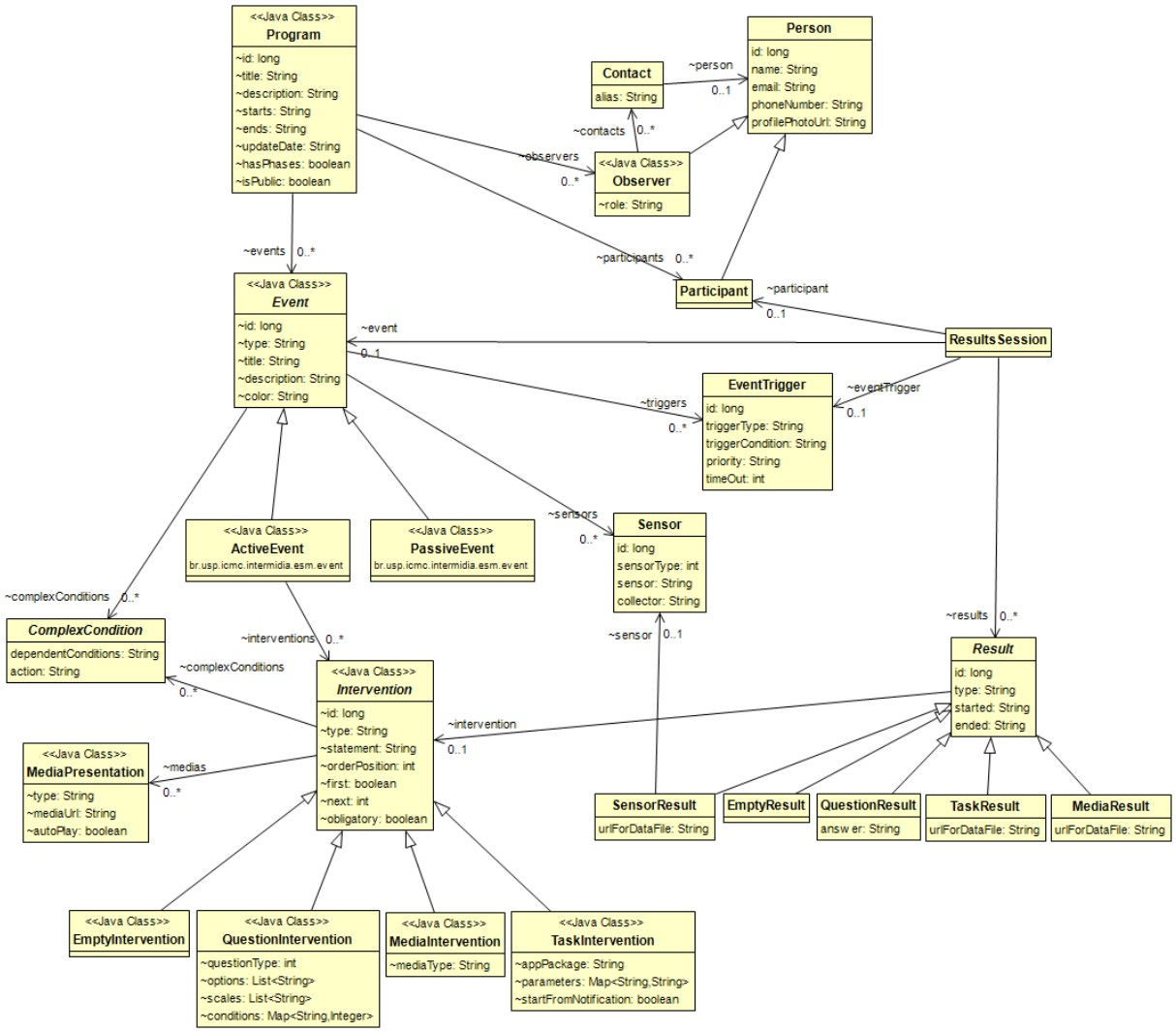
Alguns requisitos identificados não foram adicionados no primeiro modelo por representarem situações específicas, as quais variavam muito de acordo com a necessidade de cada especialista, que requerem funcionalidades customizadas. Por exemplo, um especialista necessita que um alerta seja emitido pelo sistema quando um participante não responder, enquanto outro precisa que os resultados sejam processados automaticamente por um algoritmo próprio após uma resposta.

Além disso, o uso empírico do sistema propiciou a identificação de novos requisitos em fases avançadas do desenvolvimento das provas de conceito. Por exemplo, um especialista notou que em aplicações com idosos é necessário fornecer uma indicação permanente de que ele já respondeu um evento específico uma vez, dada a maior dificuldade cognitiva do idoso em compreender o estado do sistema. Ao mesmo tempo, essa indicação só é válida em cenários que aplicam cada intervenção uma única vez, portanto é dependente do planejamento realizado.

Durantes os cenários de uso com o sistema ESPIM foram identificadas várias situações específicas, principalmente em relação a ações a serem tomadas após uma interação ou uma sessão completa de interações. Isto demonstra que a geração de funcionalidades customizadas pode ser bastante comum. A inclusão contínua de novos requisitos no modelo de dados poderia aumentar sua complexidade. Contudo, já foi constatado que a alta complexidade pode minar o sucesso de uma modelagem, tornando sua compreensão e implementação complicadas (CARLYLE, 2011). Assim foi necessário propor uma solução genérica, capaz de receber manutenções evolutivas de forma ágil e abrangente, sem a necessidade de realizar alterações no modelo de dados.

Como será demonstrado, esses requisitos se apresentaram como situações condicionais

Figura 9 – Versão do modelo estrutural ESPIM com Condições Complexas.



Fonte: Elaborada pela autora.

que, no caso de serem verdadeiras, disparam ações determinadas de acordo com a interação do participante. A solução proposta para o ESPIM foi a criação de operadores próprios denominados Operadores de Condições Complexas (OCC). Essa solução adicionou ao modelo o conceito de Condição Complexa (*ComplexCondition*) o qual possui associação com as classes Evento e Intervenção, como apresentado na Figura 9, e foi definido da seguinte forma:

ComplexCondition (Condição Complexa) permite analisar interações por meio de regras condicionais e realizar uma ação específica de acordo com o resultado obtido. Por exemplo, caso um participante não responda um disparo em seu tempo determinado, é possível realizar uma ação como alertar um especialista ou programar um novo disparo. As condições e ações são determinadas pelos Operadores de Condições Complexas (OCC). A classe é composta por dois atributos ("*dependentConditions*" e "*action*") apresentados em formato textual para abrigar expressões ou linguagens definidas em um domínio. O campo "*depen-*

dentConditions" apresenta condições dependentes, ou seja, ligadas por um operador lógico "E". O campo "*action*" representa a ação que será executada caso a condição seja avaliada como verdadeira. Um objeto pode conter múltiplas Condições Complexas não dependentes com suas ações correspondentes, de forma que um Evento ou uma Intervenção podem apresentar múltiplas ações avaliadas por condições independentes.

É importante destacar que a representação das condições e ações por meio de campos textuais traz flexibilidade ao modelo, no entanto essa flexibilidade tem um custo associado, pois tanto na interface de autoria quanto na interface de reprodução esses campos devem ser interpretados por algoritmos adequados, o que torna sua implementação mais complexa quando comparada a uma representação por múltiplos atributos. No entanto, esse custo adicional proporciona uma alta flexibilização do sistema, como será demonstrado pelos OCC propostos.

A extensão da lista de requisitos funcionais, resultantes da análise de situações específicas da fase de entrevistas e da utilização empírica, é apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 – Requisitos Funcionais de situações específicas modelados via OCC.

Requisito	**Descrição**
RF26	Possibilitar a *configuração de alertas* para o especialista quando um participante **não responder** a uma notificação ou alarme.
RF27	Possibilitar a *configuração de alertas* para o especialista quando um participante **responder** a uma notificação ou alarme.
RF28	Possibilitar a *configuração de alertas* para o especialista quando um participante **responder** a uma notificação ou alarme contendo uma *compilação dos resultados*.
RF29	Possibilitar que resultados sejam *analisados por serviços e/ou algoritmos* específicos assim que um participante responder as intervenções.
RF30	Possibilitar que eventos específicos sejam *marcados como completos* na interface do participante após um determinado número de execuções.
RF31	Possibilitar *desabilitar os disparos* de eventos específicos após um determinado número de execuções.
RF32	Possibilitar que eventos específicos tenham seus *disparos reagendados* automaticamente em determinadas situações (e.g., o participante não respondeu a um disparo).
RF33	Possibilitar *repetições* de uma intervenção ou de um conjunto de intervenções de acordo com a resposta do usuário a estas intervenções.
RF34	Possibilitar a *configuração de alertas* para um responsável quando uma *situação específica* ocorrer com um participante (e.g., uma situação de emergência).

Fonte: Elaborada pela autora.

É relevante citar outras modificações realizadas no modelo exibidas na Figura 9. Uma delas é que a sessão de resultados passa a ter uma associação com o disparo, assim é possível identificar a origem da interação com o participante. Essa informação é essencial quando eventos são disparados por condições contextuais. A modificação altera o requisito funcional RF22 para incluir a filtragem por disparos (Quadro 2: **RF22. Possibilitar visualizar os resultados por programa, por participante ou por disparos.**). Também foi incluída a possibilidade de

personalização das cores dos eventos. Apesar do modelo não possuir o objetivo de representar personalizações gráficas, essa modificação impacta na usabilidade em termos organizacionais, pois permite que o especialista classifique eventos por cores que podem apresentar significados particulares em cada contexto. A usabilidade é um requisito não funcional identificado pelo RF04. Por esse motivo abriu-se uma exceção para inclusão de uma propriedade gráfica no modelo (novo requisito **RF35. Possibilitar a codificação de eventos por cores.**). Foram também adicionados atributos na classe que representa os usuários (*Person*), sendo um a possibilidade de adicionar fotos de perfil, o que auxilia o especialista a identificar os participantes, e outro um campo de número de telefone. O número de telefone será utilizado pelos OCC para enviar alertas via SMS.

Os OCC que tratam os requisitos apresentados no Quadro 4 são detalhados na Seção 3.3.1.

3.3.1 Operadores de Condições Complexas

Os Operadores de Condições Complexas foram propostos na forma de expressões para tratar o conjunto de requisitos funcionais identificados em RF26 a RF34. É importante destacar que, apesar do modelo incluir os OCC e das provas de conceito utilizarem estas expressões, outras instâncias do modelo ESPIM podem utilizar expressões ou linguagens próprias. Um exemplo é a linguagem utilizada pelo sistema GEIC apresentado por Orlando (2009). Esse ponto foi importante na escolha da modelagem, que apresenta atributos textuais para permitir essa flexibilidade. Assim, as condições e ações dos OCC são armazenados por instâncias da classe *ComplexCondition*.

É importante destacar que todas as ações dos OCC se aplicam apenas ao participante que cumpriu as condições avaliadas, não interferindo na interação de outros participantes. Isso significa que todas as operações devem ser analisadas e executadas localmente pelo *player* de programas do modelo ESPIM (aplicativo de reprodução).

Os Quadros 5, 6, 7 e 8 listam os Operadores de Condições Complexas criados para Eventos e Intervenções. Os conjuntos seguem uma mesma estrutura, no entanto condições são dependentes do domínio de aplicação, ou seja, são aplicadas condições diferentes para Eventos e para Intervenções. Apesar de existirem condições específicas para Eventos (Quadro 5) e condições específicas para Intervenções (Quadro 6), as ações propostas (Quadro 8) são comuns a ambos. No entanto, algumas ações são restritas ao escopo das intervenções (Quadro 7).

A maior parte dos OCC propostos foram implementados nas provas de conceito, no entanto alguns casos ainda não foram incorporados ao sistema ESPIM. A coloração utilizada nos quadros indica o estado de implementação: linhas verdes estão disponíveis nas provas de conceito, linhas amarelas não. Para reforçar o mapeamento, a letra X sobrescrita acompanha os operadores não implementados.

Quadro 5 – Condições de OCC para Eventos.

Condições aplicadas em Eventos				Descrição
ID	**Operação**	**Operador**	**Valor**	
OCE1	MISSED	operador de comparação	valor numérico	Analisa a quantidade de vezes que um participante não respondeu a um evento interventivo disparado.
OCE2	COMPLETED	operador de comparação	valor numérico	Analisa a quantidade de vezes que um participante respondeu a um evento interventivo.
OCE3	TRIGGERED$^{\times}$	operador "igual"	id do disparo	Verifica se o evento foi iniciado pelo disparo indicado.

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 6 – Condições de OCC para Intervenções.

Condições aplicadas em Intervenções				Descrição
ID	**Operação**	**Operador**	**Valor**	
OCI1	ATTEMPTS	operador de comparação	valor numérico	Analisa a quantidade de tentativas de uma mesma intervenção.
OCI2	ANSWER	operador de comparação	valor	Analisa se a resposta da intervenção é igual a ou diferente de um determinado valor.

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 7 – Ações de OCC específicas para Intervenções.

Ações específicas de Intervenções				Descrição
ID	**Ação**	**Parâmetro 1**	**Parâmetro 2**	
OAI1	LOOP	texto de repetição	texto de continuação	Realiza um laço de repetição de intervenção. Exibe o primeiro texto em caso de repetição e o segundo em caso de saída do laço.
OAI2	GOTO$^{\times}$	posição da intervenção	texto de *feedback*	Pula para uma intervenção específica e exibe um texto de *feedback*.

Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 8 – Ações de OCC para Eventos e Intervenções.

Ações				Descrição
ID	**Ação**	**Parâmetro 1**	**Parâmetro 2**	
OA1	SEND_WARNING _EMAIL	[texto]	tipo de relacionamento[1]	Envia um e-mail com uma compilação dos resultados coletados para os usuários do tipo indicado. O texto é o título da mensagem.
OA2	SEND_WARNING _SMS[x]	[texto]	tipo de relacionamento	Envia um SMS com um texto de alerta para os usuários do tipo indicado. Texto é o conteúdo da mensagem.
OA3	SEND_EMAIL _WITH_RESULTS	[texto]	tipo de relacionamento	Envia um e-mail com o conteúdo da(s) resposta(s) para os usuários do tipo indicado. O texto é o título da mensagem.
OA4	MARK_EVENT _COMPLETED	N/A	N/A	Sinaliza no aplicativo de reprodução que o evento foi respondido.
OA5	MARK_EVENT _COUNTER[x]	N/A	N/A	Sinaliza no aplicativo de reprodução a quantidade de vezes que o evento foi respondido.
OA6	POSTPONE_EVENT	unidade de tempo	valor numérico	Agenda um próximo disparo para o evento em unidades de tempo determinado.
OA7	NOTIFY_SERVICE	endereço URL	N/A	Envia a um serviço mapeado pela URL os resultados coletados.
OA8	DISABLE_MANUAL _TRIGGER[x]	unidade de tempo	valor numérico	Desabilita o disparo manual do evento no aplicativo de reprodução.
OA9	SEND_INTERVENTION _WITH_RESULTS[x]	[texto]	tipo de relacionamento	Envia uma intervenção com o conteúdo da(s) resposta(s) para os usuários do tipo indicado. Texto é o título do Evento que contém a intervenção.

Fonte: Elaborada pela autora.

A seguir os OCC são exemplificados no contexto dos requisitos que solucionam.

RF26. Possibilitar a *configuração de alertas* para o especialista quando um participante *não responder* a uma notificação ou alarme.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE1 e as ações OA1 (envia e-mail) ou OA2 (envia SMS). Exemplo – o participante não respondeu a um disparo do evento, enviar um alerta com o texto "O participante não respondeu ao evento" aos observadores:

```
[Condição:] MISSED GREATER_THAN 0
 Opção 1 - envia um e-mail de alerta aos observadores:
    [Ação:] SEND_WARNING_EMAIL [O participante não respondeu ao evento] OBSERVER
 Opção 2 - envia um SMS de alertas aos observadores:
    [Ação:] SEND_WARNING_SMS [O participante não respondeu ao evento] OBSERVER
```

Estes OCC de evento enviam um e-mail ou SMS aos observadores responsáveis pelo programa toda vez que o participante não responder a um disparo do evento que contém esses OCC. No exemplo, o e-mail possuirá o título personalizado "O participante não respondeu ao evento". O corpo da mensagem deverá conter os dados necessários para identificar o seu contexto, ou seja, dados do participante, do evento e do programa. Em caso de SMS o comportamento deve ser o mesmo, porém, como não há título, o texto personalizado deve ser apresentado no corpo da mensagem.

RF27. Possibilitar a *configuração de alertas* para o especialista quando um participante responder a uma notificação ou alarme.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE2 e as ações OA1 (envia e-mail) ou OA2 (envia SMS). Exemplo – o participante respondeu a um disparo do evento, enviar um alerta com o texto "O participante respondeu ao evento" aos observadores:

```
[Condição:] COMPLETED GREATER_THAN 0
 Opção 1 - envia um e-mail de alerta aos observadores:
    [Ação:] SEND_WARNING_EMAIL [O participante respondeu ao evento] OBSERVER
 Opção 2 - envia um SMS de alerta aos observadores:
     [Ação:] SEND_WARNING_SMS [O participante respondeu ao evento] OBSERVER
```

Estes OCC de evento enviam um e-mail ou SMS aos observadores responsáveis pelo programa toda vez que o participante responder a um disparo do evento que contém esses OCC. No exemplo, o e-mail possuirá o título personalizado "O participante respondeu ao evento". O corpo da mensagem deverá conter os dados necessários para identificar o seu contexto, ou seja, dados do participante, do evento e do programa. Em caso de SMS o comportamento deve ser o mesmo, porém, como não há título, o texto personalizado deve ser apresentado no corpo da mensagem. O requisito R27 utiliza as mesmas ações do R26, o que difere é a condição que, nesse caso, são exatamente opostas.

RF28. Possibilitar a *configuração de alertas* para o especialista quando um participante responder a uma notificação ou alarme contendo uma *compilação dos resultados*.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE2 e as ações OA3 (envia e-mail) ou OA9 (envia intervenção). Exemplo – o participante respondeu ao evento, enviar os resultados para os observadores:

```
[Condição:] COMPLETED GREATER_THAN 0
 Opção 1 - envia um e-mail com os resultados aos observadores:
    [Ação:] SEND_EMAIL_WITH_RESULTS [O participante respondeu, veja os resultados] OBSERVER
 Opção 2 - envia uma intervenção com os resultados aos observadores:
    [Ação:] SEND_INTERVENTION_WITH_RESULTS [O participante respondeu, veja os resultados] OBSERVER
```

Estes OCC de evento enviam um e-mail ou uma intervenção com um compilado dos dados coletados (Resultados) aos observadores responsáveis pelo programa toda vez que o participante responder a um disparo do evento que contém esses OCC. No exemplo, o e-mail possuirá o título personalizado "O participante respondeu, veja os resultados". O corpo do e-mail deverá conter um resumo textual de todos os dados coletados pela interação que gerou a ação, além dos dados necessários para identificar o seu contexto, ou seja, dados do participante, do evento e do programa. Em caso de intervenção o comportamento deve ser o mesmo, e o texto personalizado deve ser o título do Evento que contém a intervenção com o compilado dos resultados.

Os requisitos RF26, RF27 e RF28 focam no envio de avisos e informações aos especialistas. No entanto, o especialista pode ser substituído por qualquer usuário relacionado, seja por referência ao seu tipo ou papel no sistema.

RF29. Possibilitar que resultados sejam *analisados por serviços e/ou algoritmos* específicos assim que um participante responder as intervenções.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE2 e a ação OA7. Exemplo – o participante respondeu ao evento, enviar os resultados para processamento no Serviço DUMMY:

```
[Condição:] COMPLETED GREATER_THAN 0
    [Ação:] NOTIFY_SERVICE (URL do Serviço DUMMY)
```

Estes OCC de evento notificam um serviço por meio de sua URL e enviam os dados coletados toda vez que o participante responder a um disparo do evento que contém esses OCC. A comunicação entre o dispositivo e o servidor depende da forma que a solução foi implementada. Por exemplo, no caso das provas de conceito desenvolvidas neste trabalho, optou-se pelo padrão REST, sendo que os dados são enviados em JSON no formato da classe *ResultsSession* definida no modelo.

RF30. Possibilitar que eventos específicos sejam *marcados como completos* na interface do participante após um determinado número de execuções.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE2 e as ações OA4 ou OA5. Exemplo – o participante respondeu ao evento, indicar essa situação em sua interface:

```
[Condição:] COMPLETED GREATER_THAN 0
 Opção 1 - marcar o evento como concluído:
    [Ação:] MARK_EVENT_COMPLETED
 Opção 2 - marcar a quantidade de vezes o evento foi concluído:
    [Ação:] MARK_EVENT_COUNTER
```

Estes OCC de evento marcam um evento na interface do participante toda vez que ele(a) responde ao evento que contém esses OCC. Se o operador de ação escolhido for o MARK_-EVENT_COMPLETED, o evento deve apenas receber uma indicação de que foi concluído, se operador for o MARK_EVENT_COUNTER, o evento deve apresentar um contador com a quantidade de vezes que o evento foi concluído. Esse gerenciamento deve ser realizado pelo *mobile player*, que armazenará localmente a quantidade de conclusões.

RF31. Possibilitar *desabilitar os disparos* de eventos específicos após um determinado número de execuções.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE2 e a ação OA8. Exemplo – o participante respondeu o evento, desabilitar o disparo manual por 2 dias:

```
[Condição:] COMPLETED GREATER_THAN 0
    [Ação:] DISABLE_MANUAL_TIGGER DAYS 2
```

Estes OCC de evento desabilitam o disparo manual do evento que contém esses OCC, ou seja, após concluir o evento o participante não poderá auto iniciar o evento pelo período determinado. A unidade de tempo é configurável e pode ser baseada em dias, horas, minutos, e outras unidades de tempo.

RF32. Possibilitar que eventos específicos tenham seus *disparos reagendados* automaticamente em determinadas situações (e.g., o participante não respondeu a um disparo).

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são as condições OCE1 ou OCI2 e a ação OA6, respectivamente.

Exemplo 1 – o participante não respondeu a um disparo do **evento**, disparar novamente em 30 minutos:

```
[Condição:] MISSED GREATER_THAN 0
    [Ação:] POSTPONE_EVENT MINUTES 30
```

Exemplo 2 – uma **intervenção** pergunta ao participante se ele pode responder naquele momento e sua resposta é negativa, disparar novamente em uma hora:

```
[Condição:] ANSWER EQUALS [Não]
    [Ação:] POSTPONE_EVENT HOUR 1
```

Estes OCC são responsáveis por reagendar o disparo de seu evento nas condições exemplificadas. A unidade de tempo é configurável. Nos exemplos, o disparo será adiado por 30 minutos ou 1 hora respectivamente. Os contextos dos OCC nesse caso são diferentes. No primeiro exemplo os OCC estão configurados no Evento, enquanto no segundo os OCC estão relacionados à intervenção. O operador de ação aplicado é o mesmo, mas as condições são dependentes do nível de interação.

RF33. Possibilitar *repetições* de uma intervenção ou de um conjunto de intervenções de acordo com a resposta do usuário a estas intervenções.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são as condições OCI1 e/ou OCI2 e as ações OAI1 ou OAI2, sendo possível realizar combinações entre elas.

Exemplo 1 – o participante deve repetir a intervenção por 2 vezes:

```
[Condição:] ATTEMPTS LESS_THAN 3
    [Ação:] LOOP
```

Exemplo 2 – o participante deve responder “Nova Déli” para continuar e receber a mensagem “Parabéns”, caso o contrário a intervenção deve repetir e apresentar o texto “Tente novamente”:

```
[Condição:] ANSWER EQUALS [Nova Déli]
    [Ação:] LOOP [Parabéns] [Tente novamente]
```

Exemplo 3 – o participante deve responder “Nova Déli” para continuar e receber a mensagem “Parabéns”, caso o contrário a intervenção deve repetir por no máximo 3 vezes e apresentar o texto “Não está correto”:

```
[Condição:] ANSWER EQUALS [Nova Déli] AND ATTEMPTS LESS_THAN 4
    [Ação:] LOOP [Parabéns] [Não está correto]
```

Exemplo 4 – o participante pode repetir um fluxo de intervenções, a partir da intervenção de número 2, caso escolha a opção “Gostaria de repetir os exercícios”. A interface apresenta a mensagem “Vamos recomeçar”:

```
[Condição:] ANSWER EQUALS Gostaria de repetir os exercícios
    [Ação:] GOTO 2 [Vamos recomeçar]
```

Estes OCC são aplicados no contextos de interação com intervenções e permitem a construção de laços de repetição, os quais são importantes em intervenções de treinamento e aprendizado. As situações acima ilustram exemplos baseados em casos reais, discutidos durante o refinamento dos requisitos. O “Exemplo 3” mostra como condições podem ser combinadas para

representar uma situação mais complexa, demonstrando que os operadores podem representar condições compostas.

O RF33 estende o mapa de fluxo já presente em questões de escolha única. Os OCC atuais permitem que laços e ramificações sejam aplicados a qualquer tipo de intervenção do tipo questão e podem ser estendidos para outros tipos de intervenção ou para considerar dados de interação (e.g., pular uma questão caso o tempo de resposta exceda um valor determinado).

RF34. Possibilitar a *configuração de alertas* para um responsável quando uma *situação específica* ocorrer com um participante (e.g., uma situação de emergência).

Este requisito é mais complexo que os apresentados anteriormente por depender de disparos contextuais no sistema. O objetivo é identificar o acontecimento de uma situação específica e enviar um alerta aos relacionamentos responsáveis por aquele participante. Nesse sentido, várias situações podem ser exploradas, exemplos de cenários são:

1. "Enviar um alerta aos responsáveis caso um participante esteja com uma baixa taxa de socialização". Esse contexto que poderia ser avaliado por um disparo contextual que analisa um conjunto de variáveis de interação social, como a frequência e a duração de conversas presenciais, a quantidade de ligações telefônicas e a qualidade das interações em redes sociais.

2. "Enviar um alerta aos responsáveis caso um participante esteja em sua cama por muito tempo". Esse contexto poderia ser identificado por um disparo contextual que analisa dados de sensores de um ou mais dispositivos, como *smartphone*, *smartwatch*, sensores de ambiente, dependendo de quais sensores os participantes possuem à disposição.

Tais cenários permitem que os especialistas e outros responsáveis (e.g., familiares e cuidadores) tenham uma maior consciência sobre a rotina da pessoa, de forma a ajustar os programas interventivos ou agir diretamente para solucionar o problema. Todavia, para que seja possível aplicar estes OCC, vários disparos contextuais precisam ser desenvolvidos e integrados ao aplicativo do usuário-alvo. Os disparos deverão são referenciados por identificadores únicos.

Na versão do modelo apresentada nesta seção apenas dois tipos de usuários são identificados: observadores e participantes. A Seção 3.4 apresenta uma classe que permite estender e classificar outros usuários relacionados aos usuários-alvo.

Os OCC que devem ser utilizados para realizar esse requisito são a condição OCE3 e as ações OA1 (envia e-mail) ou OA2 (envia SMS). Exemplo – o participante está passando muito tempo deitado, enviar um alerta aos observadores:

```
[Condição:] TRIGGERED EQUALS 236
 Opção 1 - envia um e-mail de alerta aos observadores:
    [Ação:] SEND_WARNING_EMAIL [A pessoa pode estar acamada] OBSERVER
 Opção 2 - envia um e-mail de alerta aos observadores:
```

```
[Ação:] SEND_WARNING_SMS [A pessoa pode estar acamada] OBSERVER
```

Estes OCC de evento permitem disparar alertas caso a situação representada pelo disparo mapeado por um identificador único (correspondente no modelo ESPIM) ocorra. O corpo da mensagem deverá conter os dados necessários para identificar o seu contexto, ou seja, dados do participante, do evento e do programa.

É importante destacar que o modelo permite que tanto eventos quanto intervenções apresentem múltiplos OCC. Por exemplo, um mesmo evento pode ter OCC para enviar alertas de conclusão aos observadores, marcar um evento como concluído e adiar um disparo em caso de perda.

Com os OCC, a adição de novos comportamentos ou funcionalidades pode ser bastante flexível, de modo que novos requisitos podem gerar novos OCC sem a necessidade de mudanças no modelo conceitual estrutural. Os OCC aqui apresentados são sugestões para os requisitos já identificados, ou seja, novos requisitos podem gerar ou modificar OCC.

Destaca-se que nem todos os OCC propostos foram implementados em provas de conceito, como destacado nos respectivos quadros. O requisito RF34, por exemplo, depende da construção de linguagens de definições de disparos contextuais, as quais serão desenvolvidas e avaliadas em outros projetos relacionados ao ESPIM. Porém, é importante que o modelo suporte estas situações para estar de acordo com os requisitos identificados nas entrevistas com os especialistas.

3.4 Modelo ESPIM com Fases

A última versão do modelo trata de requisitos de gerenciamento de fases e alguns aspectos de colaboração. Esses requisitos originaram-se dos cenários da Ginecologia-Obstetrícia (GO) e foram coletados pelo doutorando Joab Cavalcante que entrevistou 12 pessoas, entre elas especialistas e pesquisadores da área de GO e Enfermagem. Entre os requisitos identificados estão a necessidade de distribuir eventos interventivos em diferentes etapas temporais do programa, como exemplificado a seguir.

São diversos os cenários que podem se beneficiar de um sistema em fases, citam-se dois casos como exemplo. No caso de acompanhamento de gestantes, as especificidades de cada trimestre de gestação são bastante distintas e, com a evolução da gestação, as intervenções e coletas associadas são diferentes. Considerando que um especialista acompanha várias gestantes, sem o controle de fases seria necessário manter um programa ESPIM por participante por fase de acompanhamento. Apesar de ser possível fazer cópias de programas, a manutenção de vários pode ser uma tarefa laboriosa. Já no contexto da educação, programas interventivos também podem possuir intervenções distintas em cada etapa. A mudança de etapas pode ser realizada manualmente, no entanto, a aplicação de algoritmos de análise de desempenho para a atribuição

automática de etapas pode facilitar em grande parte o papel do tutor. Além disso, um programa educacional com muitas intervenções pode ser melhor organizado se dividido em eventos que obedecem a uma ordem de execução em fases (evento nesse caso é utilizado no contexto da terminologia do modelo ESPIM, o qual trata de um conjunto de intervenções).

Apesar da possibilidade de representar esses cenários no modelo da Seção 3.3, à medida que a quantidade de eventos cresce, sua manutenção fica mais complexa. Em alguns casos, com um grande número de usuário e eventos, pode ser inviável a manipulação de tantos programas. O gerenciamento automático de fases se torna altamente necessário para essas situações. Segue o requisito referente ao gerenciamento por fases:

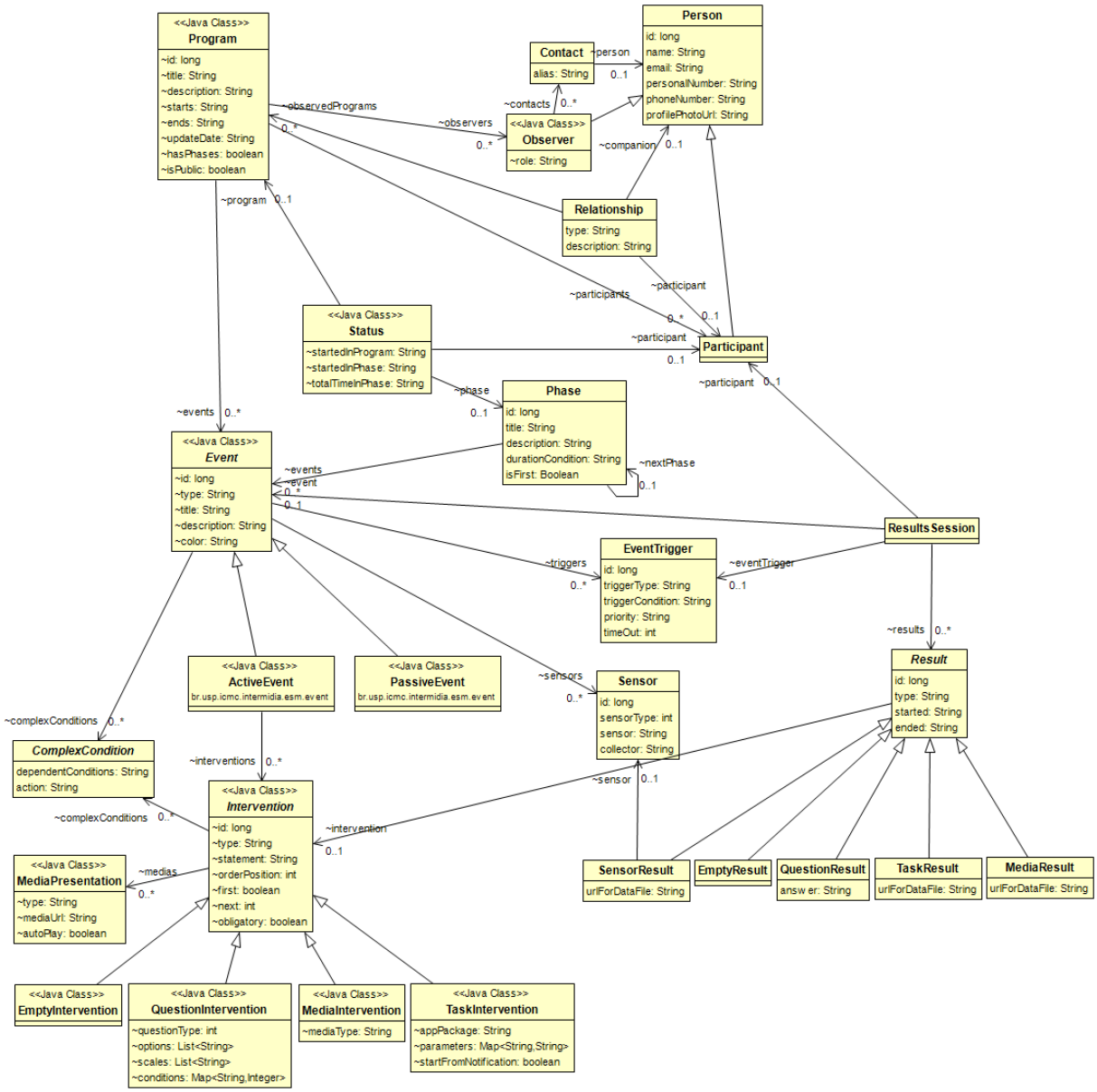
RF36. Possibilitar organizar um programa em fases/etapas compostas por diferentes combinações de eventos. Fases/etapas possuem uma condição de permanência que pode ser gerenciada automaticamente pelo sistema ou manualmente pelos especialistas.

Outro requisito coletado foi a necessidade de permitir que um participante seja monitorado por pessoas relacionadas em programas específicos. A adição de relacionamentos inclui usuários que não são observadores ou participantes, mas figuras de interesse que podem acompanhar programas interventivos recebendo notificações ou conteúdos direcionados gerados pelos observadores do sistema ou pelos Operadores de Condições Complexas. Isso inclui ações colaborativas, considerando que determinadas ações de participantes podem gerar interações para os seus relacionamentos. Essas interações podem ser alertas, conteúdos gerados pelos participantes, ou até intervenções para acompanhantes de participantes. Sua adição nesse modelo ocorre, ainda, por conta de requisitos do cenário de acompanhamento de gestantes, o qual apontou a necessidade de papéis específicos de relacionamento com múltiplos usuários. Esse requisito é descrito da seguinte forma:

RF37. Possibilitar que pessoas relacionadas aos participantes recebam interações do sistema relativas aos programas que esses participantes estão inscritos.

Foi realizada outra modificação no modelo não relacionada às funcionalidades de fases e colaboração, mas sim à integração de sistemas. Na classe *Person* foi adicionado o atributo "*Personal Number*" (não obrigatório) com o intuito de auxiliar a recuperação de informações de usuários em bases externas, que muitas vezes utilizam atributos do tipo CPF ou RG como chave. O termo *Personal Number* foi escolhido para representar de forma genérica números de identificação utilizados por outros países e regiões. Esse atributo foi adicionado pois, em reuniões informais, especialistas da área médica comentaram sobre a necessidade de acesso a dados cadastrados em outros sistemas, como o do Sistema Único de Saúde (SUS), o qual apresenta inclusive um serviço Web para recuperação desses dados (DATASUS, 2019). Esses dados não precisam ter sua persistência duplicada no modelo pois são acessíveis por serviços Web. Além disso, fichas cadastrais de usuários não são padronizadas e contêm informações sensíveis que não seriam adequadas no contexto de uso do ESPIM. Segue o requisito que identifica essa demanda:

Figura 10 – Versão do modelo estrutural ESPIM com Fases.



Fonte: Elaborada pela autora.

RF38. Possibilitar que dados de usuários sejam recuperados em fontes externas, as quais geralmente utilizam o RG ou CPF como atributos chave para pesquisa de pessoas.

A Figura 10 apresenta o modelo ESPIM com fases. Suas novas classes são:

Phase (Fase) permite organizar um Programa em Fases que possuem diferentes conjuntos de Eventos. A duração de uma fase é determinada pelo atributo "*durationCondition*", que é a condição de permanência da fase. Em muitas situações a condição será temporal e deve conter a duração em tempo daquela fase, de forma a permitir que o sistema gerencie automaticamente a evolução de cada Participante no Programa. No entanto, qualquer condição pode estar associada a duração de uma fase, por exemplo, pode ser utilizado um

algoritmo de análise de desempenho dos resultados. Uma fase não final possui indicação para a próxima, como uma lista.

Status (Estado) é responsável por representar o andamento de um Participante em um Programa que possui Fases. A classe indica qual a data de entrada do participante no programa (atributo *startedInProgram*), em qual fase ele se encontra, quando entrou nessa fase (atributo *startedInPhase*) e há quanto tempo se encontra na mesma (atributo *totalTimeInPhase*). O *Status* é atualizado automaticamente considerando a condição de duração determinada da fase, mas também pode ser manipulado manualmente pelos Observadores responsáveis.

Relantionship (Relacionamento) relaciona um participante a um ou mais usuários no sistema, classificando o tipo de sua relação (e.g., filho, cuidador, companheiro, etc). O usuário em questão pode ser qualquer instância da classe Pessoa: Observador, Participante ou outras especializações que venham a surgir.

Em termos de interface, o gerenciamento de fases acrescenta passos na autoria de um programa interventivo. Considerando que pode não ser uma funcionalidade desejada por todos os especialistas, o passo adicional afetaria a usabilidade do sistema (requisito não funcional RNF04). Para solucionar esse problema, a classe programa possui um valor *booleano* que indica se o programa possui ou não fases. Caso não possua, a autoria tradicional é seguida. Caso o contrário, a organização por fases é habilitada na autoria.

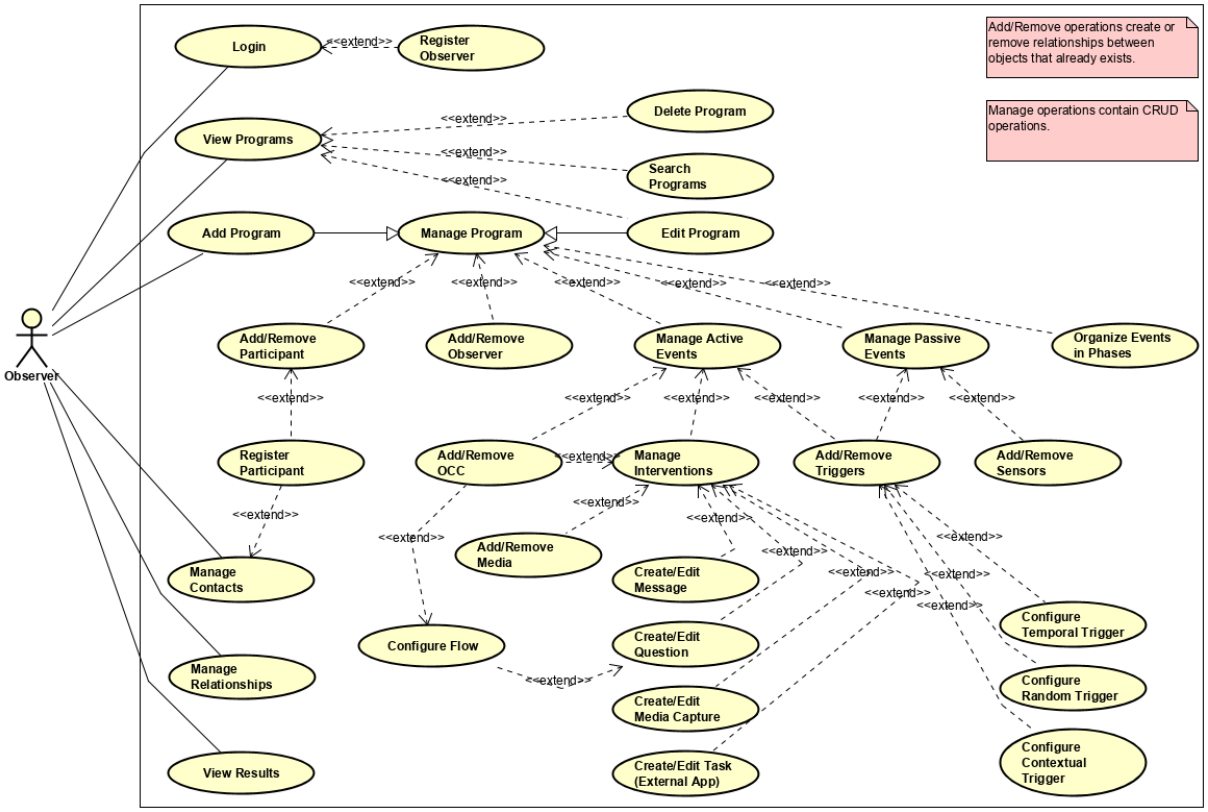
O modelo que inclui o gerenciamento de fases apresentado nesta seção não foi reproduzido pelas provas de conceito, as quais são uma instância do modelo ESPIM com OCC (Seção 3.3). Entretanto, a avaliação com os especialistas considera a representação pelo modelo final ao verificar os requisitos que são representados por ele.

3.5 Modelo Comportamental

Para representar o comportamento esperado de um sistema que segue o método e o modelo estrutural ESPIM foram desenhados dois Diagramas de Caso de Uso: um para (a) a autoria de programas do modelo ESPIM e visualização de resultados; e outro para (b) a reprodução de programas do modelo ESPIM. Os diagramas representam o comportamento do modelo estrutural apresentado em na Seção 3.4 (modelo completo com fases), porém as versões anteriores também são refletidas se forem desconsiderados casos de uso relativos às funcionalidades de fases.

A Figura 11 apresenta o Diagramas de Caso de Uso para as ações do Observador, ou seja, um usuário especialista interagindo com um sistema baseado no ESPIM durante a autoria e a visualização de resultados. O ator correspondente ao Serviço Web não é ilustrado nesse diagrama pois, essencialmente, todas as ações de autoria geram interações com o serviço para garantir que os dados sejam constantemente salvos. O cenário de autoria descrito na Seção 3.2 ilustra em alto nível o comportamento representado. O observador pode realizar o próprio cadastro e o *login* no sistema, gerenciar programas, gerenciar seus contatos, gerenciar relações entre usuários

Figura 11 – Modelo comportamental do ESPIM durante a autoria.



Fonte: Elaborada pela autora.

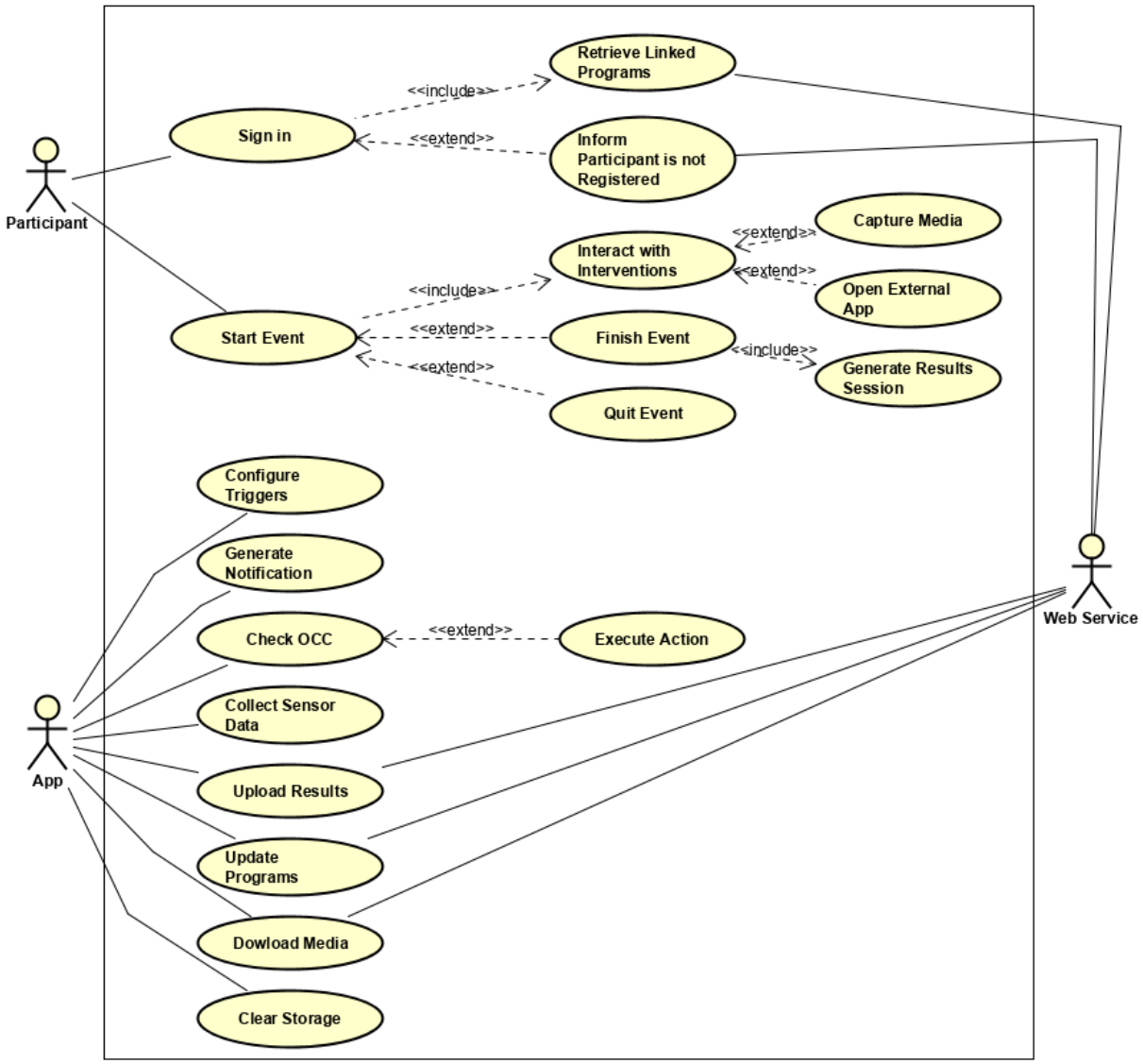
e visualizar os resultados. O gerenciamento de um evento ativo está associado à manipulação de intervenções, disparos e OCC, enquanto um evento passivo contém sensores e disparos. São ilustrados os diferentes tipos de intervenções e disparos. No caso das intervenções, é indicada a capacidade de adição de mídias e a possibilidade de definição de diferentes fluxos para questões.

O comportamento na reprodução de programas do modelo ESPIM é apresentado na Figura 12. O diagrama apresenta três atores: o Participante (usuário-alvo), o Aplicativo (*app*) que reproduz os programas e o Serviço Web (representando todos os serviços de armazenamento de dados). A identificação desses três autores é importante para destacar as operações realizadas em segundo plano, sem que o Participante perceba, e quais implicam em uma comunicação com o Web Service.

O participante interage em duas situações distintas. Ao iniciar o aplicativo pela primeira vez ele deve realizar o *login* (i.e., *sign in*) no sistema. Após o *login* o participante pode interagir com as intervenções ao iniciar um evento. Como já mencionado, essa interação pode ser iniciada manualmente ou ao receber notificações disparadas pelo sistema.

O aplicativo inicia diversas operações em segundo plano para (a) garantir o disparo dos eventos, (b) atualizar os programas, (c) executar os OCC, (d) coletar dados por sensores, (e) enviar resultados automaticamente e (f) limpar o armazenamento utilizado.

Figura 12 – Modelo comportamental do ESPIM durante a reprodução.



Fonte: Elaborada pela autora.

O servidor Web representa o armazenamento dos dados, sendo que os outros atores iniciam a comunicação com ele para verificar o registro do usuário, baixar e enviar documentos e mídias do programa ESPIM.

Os Diagramas de Caso de Uso também refletem os requisitos não funcionais RNF01 e RNF02. O serviço Web é exibido apenas para elucidar quais ações geram uma comunicação externa que exige uma conexão com a Internet, demonstrando que a maior parte das ações devem ser executadas localmente, o que está relacionado ao requisito não funcional RNF01 (permitir que o aplicativo seja utilizado sem estar conectado à Internet). Com relação ao requisito RNF02, o aplicativo deve realizar a limpeza automática do armazenamento. Apesar do servidor Web ser representado por um único ator, ele pode ser composto por mais de um servidor, dependendo da implementação da arquitetura do sistema no sentido da organização dos serviços.

3.6 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a evolução do modelo ESPIM, que teve sua primeira versão baseada no ESM, até sua última versão que apresenta funcionalidades como o controle de fases e a aplicação de operações condicionais. Foram discutidas quatro versões do modelo conceitual estrutural: o modelo do ESM (Seção 3.1), o modelo ESPIM (Seção 3.2), o modelo ESPIM com OCC (Seção 3.3), e o modelo ESPIM com OCC e Fases (Seção 3.3).

Apesar de possuir alguns requisitos extraídos da literatura, a coleta de dados por meio de entrevistas e, principalmente, a utilização das provas de conceito de forma empírica por especialistas da saúde, educação e computação, foram a essência do processo de construção e validação do modelo.

O ESPIM estende o ESM ao considerar aplicações interventivas, as quais necessitam de estímulos interventivos multimídia, a coordenação de tarefas complexas e o acompanhamento a distância por especialistas. A evolução do modelo ESPIM com a integração de Operadores Condicionais Complexos adicionou flexibilidade ao modelo, permitindo que desenvolvedores idealizem e implementem comportamentos adicionais sem modificar o modelo estrutural. Já o controle por fases trata da automatização do processo de intervenções em etapas, as quais podem ser baseadas em tempo ou na análise feita por humanos ou algoritmos dedicados. A avaliação do modelo (Capítulo 5) deve identificar se tais características permitem a representação de funcionalidades desejadas por especialistas em seus cenários de uso de forma a responder a questão de pesquisa definida neste trabalho.

CAPÍTULO

4

SISTEMA ESPIM

O desenvolvimento das provas de conceito, denominadas Sistema ESPIM, se apoiou em estratégias de *Design* Participativo e de *Design* Centrado no Usuário. Como já citado, especialistas das áreas da computação, saúde e educação estiveram envolvidos desde a etapa de levantamento de requisitos até as fases de avaliação e validação, em um processo iterativo que permitiu o refinamento das interfaces e funcionalidades do sistema como um todo.

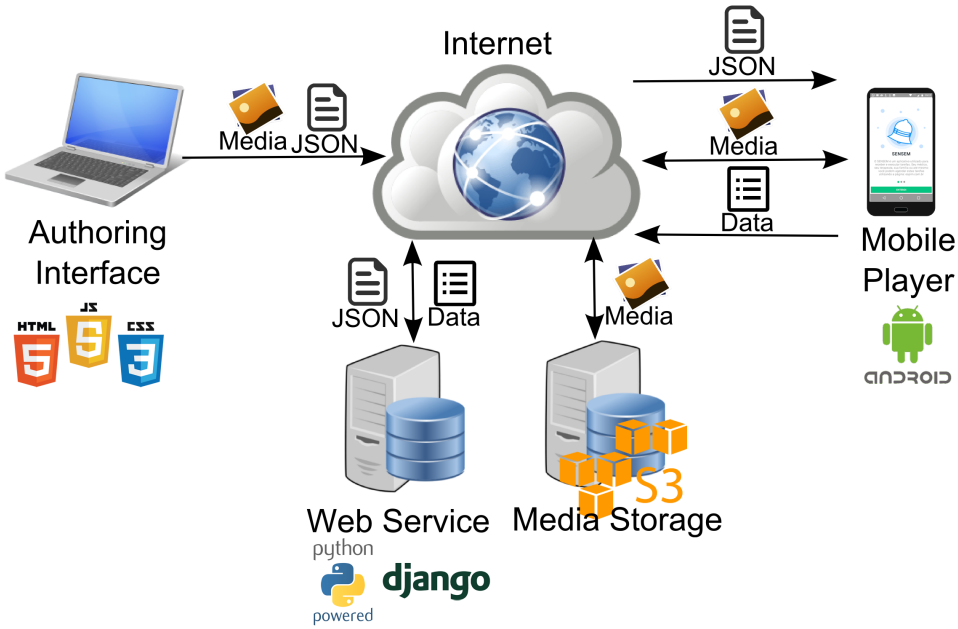
O Sistema ESPIM foi desenvolvido a partir do modelo proposto, acompanhando seu processo evolutivo. São três provas de conceito que compõem o sistema: (a) um Serviço Web responsável por armazenar e prover os dados, (b) uma Interface Web acessível por navegadores composta pelas interfaces de autoria de programas e de visualização de resultados e (c) um *mobile player*, que foi desenvolvido no formato de um aplicativo para dispositivos móveis com o sistema operacional Android. Todas as provas de conceito reproduzem o modelo à sua forma, de modo a criar, manipular, receber e processar as informações referentes aos programas do modelo ESPIM.

Destaca-se que, entre as provas de conceito, o *mobile player* foi desenvolvido exclusivamente pela autora, enquanto o serviço Web e as interfaces de autoria e visualização de resultados são produto da colaboração de diversos pesquisadores, a autora inclusa, que atuaram em seu desenvolvimento e avaliação. Esses pesquisadores e suas contribuições são devidamente citados nas próximas seções.

4.1 Arquitetura

A arquitetura do sistema ESPIM foi definida de forma a garantir a autonomia entre as interfaces com os usuários e os dados dos programas, visando a interoperabilidade, ou seja, a comunicação transparente entre os componentes de sua estrutura computacional, e a independência entre as plataformas e tecnologias envolvidas. Em vista disso, a solução utilizada foi o desenvolvimento

Figura 13 – Arquitetura do sistema ESPIM.



Fonte: Adaptada de Cunha *et al.* (2018).

de um serviço Web seguindo o estilo de arquitetural REST (FIELDING, 2000) com transferência de dados no formato JSON. Os documentos JSON nesse caso são representações das classes do modelo ESPIM. Assim, toda a comunicação entre os componentes do sistema é realizada por meio da Internet, fazendo uso dos métodos HTTP e arquivos JSON, como ilustrado na Figura 13.

As três provas de conceito desenvolvidas e representadas na Figura 13 possuem implementações do modelo estrutural proposto, que é intercambiado em forma de documentos ESPIM no formato JSON. No contexto desses documentos, as provas de conceito são vistas como componentes do processo de sua autoria e reprodução, e são classificadas da seguinte forma:

(a) o serviço Web é responsável por armazenar documentos ESPIM em um banco de dados;
(b) a interface Web é responsável pela (1) autoria e (2) visualização de documentos ESPIM;
(c) o *mobile player* é responsável por reproduzir os documentos ESPIM.

A Figura 13 ainda exemplifica as tecnologias utilizadas na construção do sistemas. O serviço Web foi construído em linguagem Python com o framework Django. A interface Web utiliza HTML, CSS e JavaScript além de diversos *frameworks* para aprimorar sua aparência e interação. Já o *mobile player* trata-se de um aplicativo nativo desenvolvido para o sistema Android. As tecnologias utilizadas podem ser substituídas por alternativas similares ou não, dependendo do âmbito da implementação da solução baseada no ESPIM, de forma que as opções utilizadas são apenas exemplos para uma possível instância do sistema ESPIM.

Como mostra a Figura 13, as mídias no formato de áudio, imagem e vídeo são armazenadas em um servidor independente. Atualmente é utilizado o serviço Amazon S3[1] devido a sua alta capacidade de armazenamento e facilidade de integração com múltiplas linguagens de programação. Ao criar um programa pela interface de autoria, as mídias carregadas são enviadas ao servidor de mídias, enquanto o documento JSON resultante é enviado ao serviço Web. O documento JSON possui apenas os endereços URL das mídias armazenadas, de forma que é transportada apenas informação textual, o que provê eficiência ao sistema. Na Seção 3.2 é mencionado que todos os arquivos multimídia são referenciados pelo modelo via seus endereços URL. Essa flexibilidade é uma das vantagens do modelo, que também habilita a utilização de servidores de dados distribuídos.

O *mobile player*, implementado na forma de um aplicativo para o sistema Android, realiza requisições para recuperar os documentos JSON referentes aos programas em que o usuário está cadastrado como participante. As mídias são recuperadas posteriormente, sendo baixadas em segundo plano, por meio de seus endereços URL disponíveis nos documentos. O aplicativo também envia mídias capturadas para o servidor de mídias e documentos JSON ao serviço Web, os quais contêm os resultados das interações realizadas pelos usuários (CUNHA *et al.*, 2018).

Atualmente o cadastro e o *login* no sistema, tanto para usuários autores (observadores) quanto para usuários-alvo (participantes) de programas interventivos, é realizado por meio da conta Google desses usuários. No caso do observador o cadastro é realizado na primeira vez em que se acessa a interface Web do ESPIM[2]. Os especialistas precisam dos endereços de e-mail associados a conta Google dos participantes para cadastrá-los nos programas. No *mobile player*, dada a integração da conta Google com o sistema Android por padrão, o login é realizado ao selecionar a conta desejada. Para garantir a segurança dos dados, o sistema utiliza o padrão de autenticação Oauth2, de modo que não é possível visualizar os dados do serviço Web sem um *token* de acesso. Para geração do *token* de acesso o sistema utiliza a API do Google de autenticação. Estas características cumprem o requisito não funcional relacionado à privacidade e segurança (RNF03).

As próximas seções detalham as interfaces de autoria e reprodução do sistema ESPIM.

4.2 Interface Web para Autoria e Visualização ESPIM

A interface Web para autoria dos programas do modelo ESPIM e visualização de resultados trata-se de uma instância do modelo proposto por este trabalho, sendo a prova de conceito utilizada pelos especialistas que contribuíram para a sua avaliação.

Diferentemente do *mobile player*, que foi desenvolvido pela autora, a implementação do

[1] https://aws.amazon.com/s3/
[2] https:// www.espim.com.br/

serviço Web e da interface Web foi resultado do trabalho colaborativo dos pesquisadores Me. Caio César Viel, Me. Yuri Magagnatto, Leonardo Fernandes Scalco, Dr. Elias Adriano Nogueira da Silva e da própria autora. Já o trabalho de refinamento da usabilidade da interface de autoria foi liderado pela pesquisadora Dr. Kamila Rios da Hora Rodrigues, a qual foi responsável pelo processo de avaliação da usabilidade do sistema ESPIM. Além disso, a identidade visual das interfaces contou com a colaboração de duas *designers* profissionais, contratadas para sugerir melhorias de aspectos visuais e padrões de interação atuais. Assim, a interface Web é apresentada resumidamente apenas para melhor compreensão de como foi instanciado o modelo em sua estrutura computacional.

As interfaces para autoria e visualização são apresentadas na forma de uma aplicação Web que permite interação sem a necessidade de instalação de um *software* no dispositivo do especialista (requisito não funcional RNF05). O objetivo da interface de autoria é permitir que especialistas das áreas de saúde e educação elaborem programas interventivos configurando o seu comportamento sem precisar do auxílio de profissionais da computação. Os especialistas podem criar programas (Figura 14), adicionar outros observadores para colaborarem (Figura 15a), adicionar participantes (Figura 15b), adicionar eventos interventivos e eventos para coletas de dados de sensores (Figura 16).

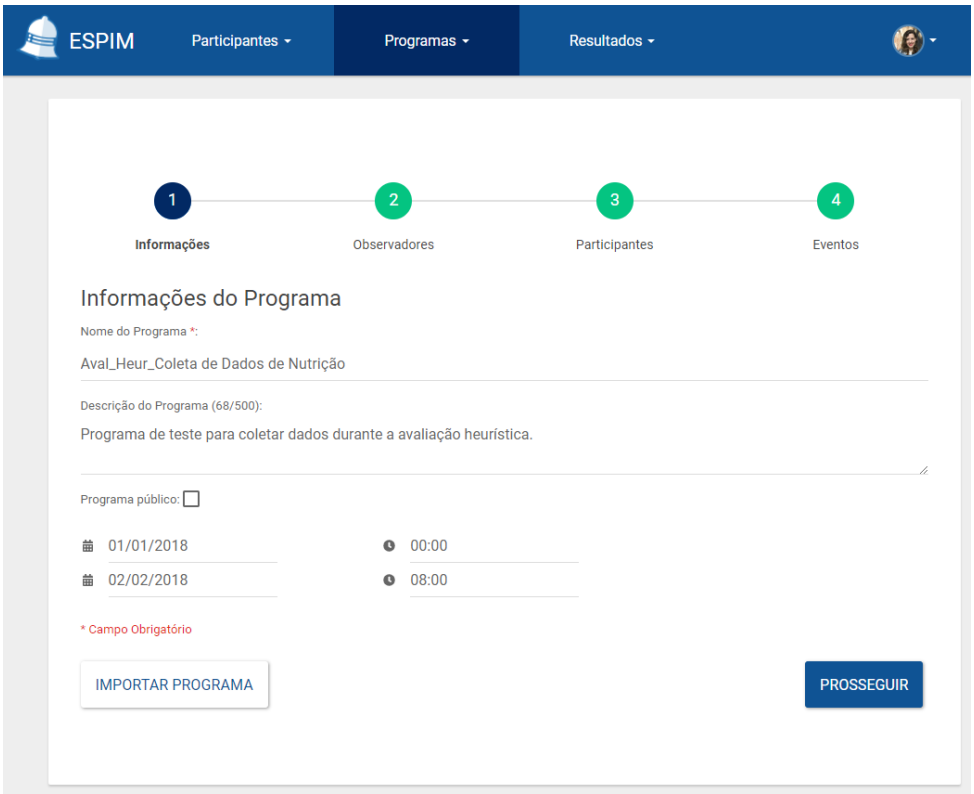
Em um evento interventivo é possível configurar disparos personalizados em diferentes dias e horários, como mostra a Figura 17. Os disparos podem gerar notificações de diferentes tipos: uma notificação padrão, uma notificação com som longo ou um alarme. O observador pode também habilitar a inicialização manual pelo participante. No caso de um evento de coleta de dados por sensores toda a coleta é realizada em segundo plano e os disparos são configurados em intervalos contínuos de tempo. A configuração de um disparo temporal, representado por uma Expressão CRON, ocorre por meio de uma interface simplificada que permite ao observador selecionar dias da semana e horários específicos.

Em um evento interventivo também é possível adicionar condições e ações específicas de comportamento, as quais são representadas pelos Operadores de Condições Complexas. Atualmente, as seguintes opções estão disponíveis na interface Web:

- Caso um participante NÃO RESPONDA ao disparo do evento:
  - Enviar um aviso por e-mail aos [observadores]
  - Programar [1] novo disparo em [60] minutos
- Caso um participante RESPONDA ao disparo do evento:
  - Enviar um aviso por e-mail aos [observadores]
  - Marcar o evento como realizado no aplicativo
  - Enviar o resultado das intervenções por e-mail aos observadores

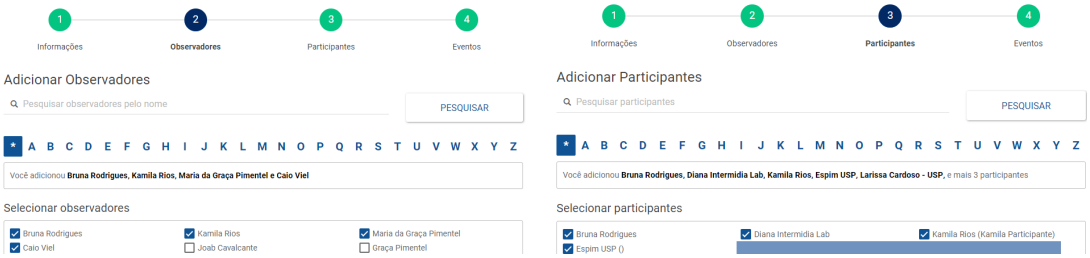
Como representado no modelo, um evento interventivo é composto por um conjunto

Figura 14 – Visão geral da interface Web ESPIM na tela de criação de Programa.



Fonte: Elaborada pela autora.

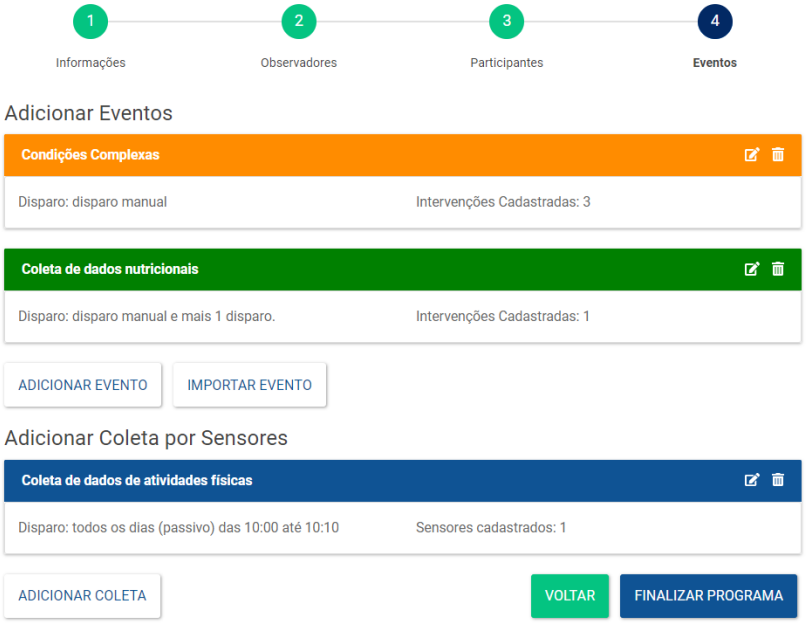
Figura 15 – Trechos das telas da interface Web para adição de usuários relacionados ao programa.



(a) Observadores (b) Participantes

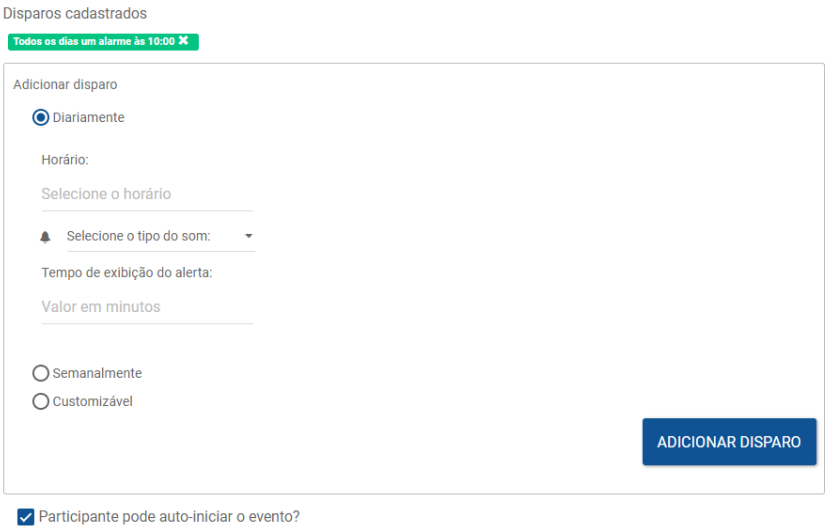
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 16 – Componente da interface Web para adição de eventos interventivos (Evento Ativo) e de coleta de sensores (Evento Passivo).



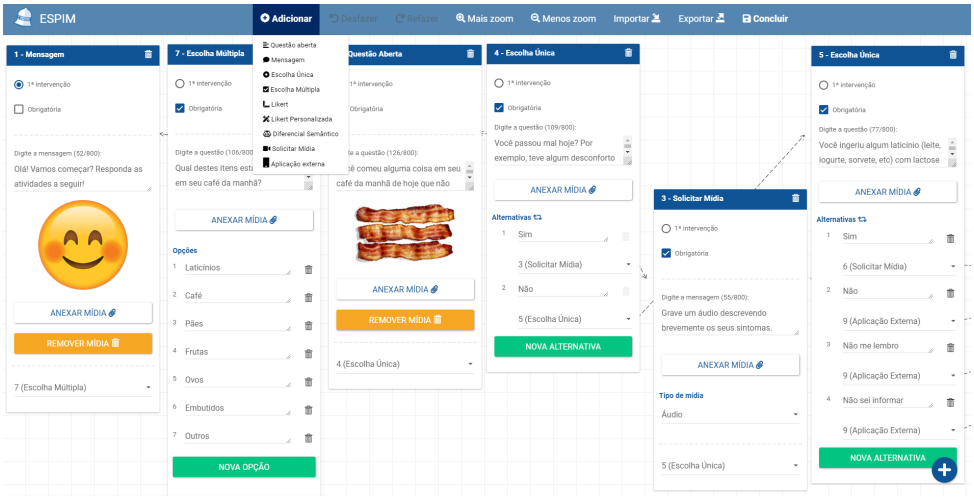
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 17 – Exemplo da configuração de disparos em um evento interventivo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 18 – Interface Web para autoria de intervenções.



Fonte: Elaborada pela autora.

de intervenções. As intervenções são as unidades de interação com o usuário final, ou seja, representam o conteúdo exibido e requisitado aos participantes em seus dispositivos móveis (CUNHA *et al.*, 2018). Na interface de autoria de intervenções, que possui o formato de um fluxograma, é possível criar questões abertas, questões de múltipla escolha com única ou múltipla seleção, questões de escala Likert e Diferencial Semântico, intervenções para captura de mídias (imagem, áudio e vídeo) e intervenções que iniciam aplicações externas. O enunciado das intervenções pode conter mídias do tipo imagem, áudio e vídeo, enviadas pelo especialista via interface de *upload* e gravação de mídias (VIEL *et al.*, 2017). A Figura 18 ilustra exemplos de intervenções sendo criadas na interface de autoria assim como as possibilidades de intervenções do menu de criação.

Uma das intervenções possíveis é a intervenção de Aplicação Externa (*TaskIntervention*), que permite inicializar aplicações fora do escopo do ESPIM. Essa intervenção é utilizada para abrir URLs externas pelo navegador, abrir vídeos do YouTube[3], abrir aplicativos diversos e também abrir aplicativos desenvolvidos para devolveram dados para o sistema ESPIM. Para isto, a interface Web apresenta funcionalidades para facilitar o cadastro de aplicativos por seus desenvolvedores, permitindo salvar o seu identificador e seus parâmetros de entrada necessários. Na tela de cadastro de aplicação externa o desenvolvedor do aplicativo deve cadastrar o nome do aplicativo, o identificador do pacote e seus parâmetros de entrada. A Figura 19 ilustra o cadastro do aplicativo Jogo do Tomate, o qual tem como parâmetros de entrada o número de repetições para ações de toque, pinça e arrastar. Ao cadastrar um aplicativo, o desenvolvedor deve definir o nome real do(s) parâmetro(s) de entrada, que é o valor esperado pelo seu aplicativo, e o nome de visualização, que é o nome legível para os observadores do sistema. Uma vez cadastrada, uma aplicação externa ficará disponível para ser utilizada em intervenções do ESPIM, permitindo que

[3] https://www.youtube.com/

Figura 19 – Tela de cadastro da aplicação externa (interface do desenvolvedor).

Fonte: Elaborada pela autora.

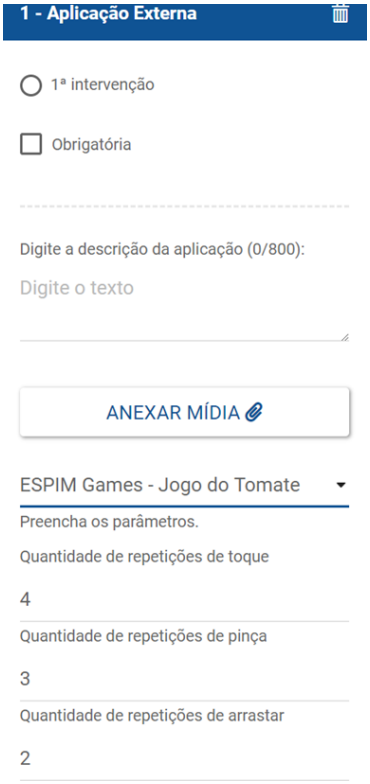
um usuário observador, ao adicionar uma intervenção do tipo aplicação externa, possa escolher o aplicativo em uma lista e alterar os valores de seus parâmetros de entrada. A Figura 20 mostra como é apresentado ao observador o aplicativo Jogo do Tomate na tela de autoria de intervenções. Caso a aplicação requerida não esteja instalada nos dispositivos dos usuários-alvo, o *mobile player* abre a loja para realizar a instalação.

Intervenções do tipo questões de múltipla escolha podem possuir múltiplos fluxos de execução, compostos por ramificações e repetições (*loops* condicionais), o que pode ser definido na interface de autoria. Fluxos de controle de repetição são definidos pelos OCC do modelo. A Figura 21 exibe um exemplo de questões com ramificações e controle de repetições. Esses múltiplos fluxos são tratados durante a reprodução no aplicativo móvel. No exemplo, o participante precisa acertar que a imagem apresentada é uma bola em menos de quatro tentativas. Caso ele acerte dentro desse limite, a próxima pergunta solicita que ele identifique a imagem de um bolo em no máximo três tentativas, caso o contrário ele é diretamente direcionado à mensagem final. Também é possível configurar mensagens de *feedback* para sucesso e repetição que são exibidas em janelas de diálogo com o usuário.

A interface Web também contém funcionalidades para visualização dos resultados das interações de seus participantes. É possível baixar os resultados em um arquivo CSV e visualizar alguns gráficos sobre a frequência de interação e tempo de resposta.

A atual versão do sistema ESPIM ainda não possui funcionalidades para configurar disparos contextuais e aleatórios, e até o momento as funcionalidades de coleta por sensores são

Figura 20 – Seleção de aplicativo cadastrado na intervenção de aplicação externa.



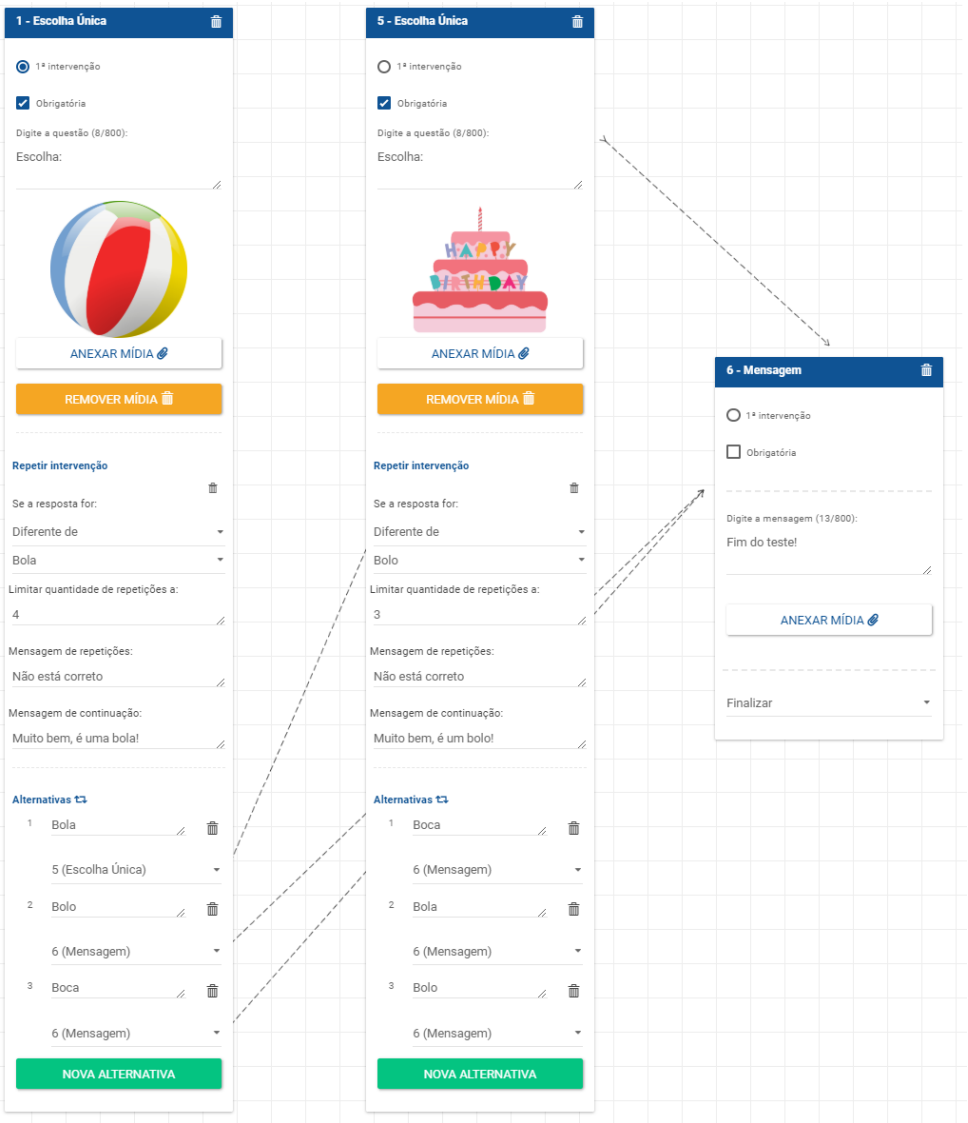
Fonte: Elaborada pela autora.

limitadas. As opções disponíveis são a coleta de dados de atividades físicas, dados de uso do celular e dados de localização.

É possível observar que a interface de autoria é uma representação direta do modelo proposto, mantendo um aspecto genérico para se adequar à múltiplas áreas da educação e saúde e seus especialistas. No entanto, o uso de termos adequados à cada área poderia ser utilizado em instâncias específicas do modelo.

Com relação a avaliação da usabilidade da interface Web, Rodrigues *et al.* (2017) e Rodrigues *et al.* (2018) reportam o trabalho de sua evolução, que envolveu a avaliação por parte de cientistas da computação com especialização em IHC e testes com especialistas das áreas de saúde e educação. Descreve-se resumidamente esse trabalho de avaliação. A primeira versão da interface de autoria foi baseada no modelo ESM (Seção 3.1) e utilizada como prova de conceito nas entrevistas para coleta requisitos com 12 especialistas. Como resultado, o modelo ESPIM foi proposto e uma nova interface foi construída com base no modelo e nos requisitos de interface solicitados por esses especialistas. Essa segunda versão da interface foi submetida a uma avaliação heurística com pesquisadores da computação e a um teste de usabilidade com especialistas da saúde e educação. Apesar das dificuldades encontradas, os especialistas consideraram a interface de autoria fácil de aprender. Os problemas de usabilidade encontrados em ambas avaliações foram corrigidos em sua maioria. A atual versão da interface de

Figura 21 – Exemplo do uso de repetições e múltiplos fluxos na interface de autoria de intervenções.



Fonte: Elaborada pela autora.

autoria contou com a contribuição de *designers* profissionais que auxiliaram na definição de uma identidade visual do sistema, aprimorando aspectos estéticos e propondo padrões de interface atuais, beneficiando assim a Experiência do Usuário. A versão apresentada neste trabalho é resultado desse processo.

4.3 SENSEM: *Mobile Player* para programas do modelo ESPIM

A prova de conceito para reprodução de documentos do modelo ESPIM foi construída em forma de um aplicativo para dispositivos móveis com sistema Android. O *mobile player* é responsável por gerar elementos de interação para intervenção a partir dos programas interventivos definidos

Figura 22 – Telas de apresentação do aplicativo SENSEM.

Fonte: Elaborada pela autora.

nos documentos JSON que refletem o modelo ESPIM.

O desafio em termos de implementação foi definir um padrão de *design* para facilitar o desenvolvimento de aplicações que realizem a geração dinâmica de telas para a reprodução de documentos ESPIM. Já o desafio em termos de Experiência de Usuário foi prover uma interface que fosse considerada fácil de utilizar pelos usuários-alvo. Considerando que o público do ESPIM é diverso, o desenvolvimento focou no idoso como alvo por ser um grupo que apresenta maiores dificuldades de interação.

O aplicativo desenvolvido para reproduzir os documentos ESPIM foi chamado *Smart ESPIM aNd Sensor Mobile* (SENSEM). O SENSEM recupera os programas do modelo ESPIM criados na interface Web e gera sob demanda as telas de intervenções, de acordo com o que foi configurado pelos especialistas (CUNHA *et al.*, 2018).

Em sua primeira execução o aplicativo solicita as permissões do sistema necessárias e apresenta telas de apresentação que explicam sobre o que se trata o ESPIM e o seu aplicativo (Figura 22). Em seguida é exibida uma tela para realizar o *login* no sistema ESPIM utilizando sua conta Google. Após o *login*, o aplicativo realiza uma requisição para verificar se o usuário está cadastrado em algum programa e, em caso positivo, os programas são recuperados. A requisição de recuperação de programas é realizada regularmente em segundo plano para verificar atualizações feitas por especialistas. O serviço Web retorna ao aplicativo um documento JSON que contém todos os programas em que esse usuário foi cadastrado. As telas são geradas a partir desses documentos.

O SENSEM então lista os eventos pertencentes aos programas que o usuário está cadastrado como participante, como mostra o exemplo da Figura 23. Esses eventos podem ser iniciados ao serem tocados, caso o disparo manual seja permitido, ou por meio de notificações geradas pela ocorrência de disparos configurados. Um disparo pode ocorrer na forma de notificação do sistema, que pode tocar um som curto padrão ou longo e personalizado, ou na forma de alarme,

Figura 23 – Eventos do programa ESPIM listados pelo *player* SENSEM.

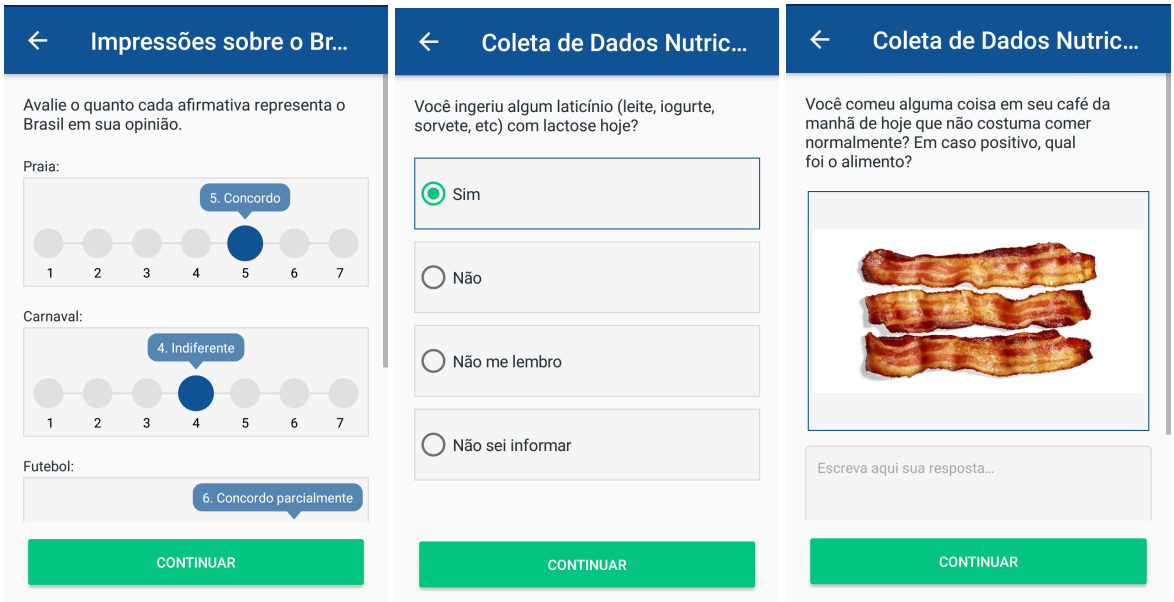
Fonte: Elaborada pela autora.

o qual abre o aplicativo na tela reproduzindo um alerta sonoro que toca por um minuto ou até a interrupção pelo usuário. Essa flexibilidade de diferentes formas de alertar o usuário é importante para melhorar a usabilidade do aplicativo, pois alguns usuários podem não perceber notificações discretas, enquanto outros podem se incomodar com sons tocando por um período de tempo. Caso o participante não responda a um disparo, o aplicativo verifica se existem Operadores de Condição Complexa associados a esse evento (e.g., enviar um aviso aos observadores que aquele participante não respondeu ou agendar um novo disparo automaticamente). Ao iniciar um evento as suas intervenções são reproduzidas.

O aplicativo reproduz as intervenções programadas pela interface de autoria, exibindo as mídias associadas e requisitando ações do participante. Todas as telas seguem um formato estruturado, de forma que o texto aparece sempre ao topo e em seguida é apresentada a mídia, caso presente. O texto pode apresentar a formatação em negrito e itálico, seguindo a seguinte regra: valor entre asteriscos gera negrito e entre sublinhados gera itálico. Abaixo do conteúdo é apresentada a interação correspondente à intervenção. O aplicativo controla se a interação é obrigatória e não permite que o participante avance sem resposta em caso positivo. As Figuras 24a, 24b e 24c apresentam exemplos de questões de escala Likert, de múltipla escolha e aberta, respectivamente.

Intervenções obrigatórias fazem com que o botão “Continuar” seja desabilitado e apresentado em cinza. Assim que o usuário responde a intervenção o botão é habilitado e torna-se verde. Essa representação também visa facilitar a percepção de objetos de interação que estão encobertos e necessitam de rolagem. Por exemplo, na Figura 25 é apresentada uma intervenção

Figura 24 – Exemplos de intervenções do tipo questão na interface do SENSEM.



(a) Likert (b) Múltiplas opções (c) Aberta

Fonte: Elaborada pela autora.

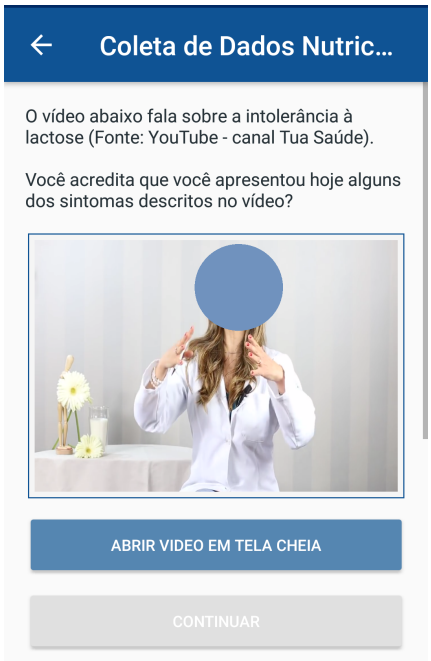
do tipo questão de múltipla escolha que possui um vídeo, no entanto é necessário rolar a tela para que as opções sejam exibidas e, enquanto nenhuma é selecionada, o botão "Continuar" permanece desabilitado. Estas particularidades de interação foram consideradas importantes para prover uma boa usabilidade (requisito RNF04).

Intervenções que solicitam a captura de mídias são apresentadas de forma diferenciada de acordo com a mídia solicitada. No caso de vídeos e fotos é exibida uma tela similar que invoca a câmera para gravação ou a galeria para seleção (Figura 26a). Já para a gravação de áudio é exibido um botão com a instrução "Segure para gravar" (Figura 26b). A mídia capturada pode ser reproduzida na própria tela e o usuário pode optar por capturar novamente caso não fique satisfeito com o resultado.

A interação com as intervenções pode a levar a múltiplos fluxos de reprodução. Como já citado, questões de múltipla escolha podem apresentar múltiplos fluxos de acordo com o valor selecionado. Até a presente versão as provas de conceito tratam duas possibilidades de fluxo: ramificação, tratada por um mapeamento simples entre valor e caminho, e repetição, tratada pela análise de OCC. Outro ponto é que usuários podem navegar pelas intervenções com liberdade, retornando para pontos anteriores e alterando valores de respostas. Isto implica que o *player* deve manter um mapa de percurso com os valores de respostas das intervenções, de forma que esses dados não sejam perdidos durante a navegação, exigindo que o usuário interaja novamente.

Após o final de cada interação com um conjunto de intervenções, ou seja, um evento, os dados resultantes da interação são programados para envio ao servidor Web na forma de um

Figura 25 – Visualização de uma questão de múltipla escolha obrigatória com vídeo.



Fonte: Cunha *et al.* (2018).

Figura 26 – Exemplos de intervenções para captura de vídeo e áudio.

(a) Gravação de vídeo (b) Gravação de áudio

Fonte: Elaborada pela autora.

documento JSON de uma sessão de resultados do modelo ESPIM. Em seguida são verificadas as OCC do evento para realizar as ações programadas caso necessário (e.g., enviar um e-mail de aviso aos observadores, marcar o evento como completo, etc).

Quando o usuário finaliza a interação os dados resultantes da interação são armazenados localmente no dispositivo. Caso haja conexão com a Internet, os dados são enviados instantaneamente para o serviço Web, no entanto, se uma conexão não estiver disponível no momento, o aplicativo enviará os dados posteriormente (requisito RNF01). O aplicativo também apresenta funcionalidades de limpeza automática e manual de mídias, de forma a não sobrecarregar o armazenamento dos dispositivos (requisito RNF02). As rotinas que realizam estas tarefas, assim como a atualização automática dos programas, são executadas frequentemente em segundo plano pelo aplicativo.

Com relação aos eventos de coleta por sensores (Eventos Passivos), o aplicativo coleta (a) atividades físicas por meio dos sensores do dispositivo ou de um *smartwatch* com sistema Android Wear[4] conectado, (b) a localização do dispositivo e (c) o tempo de uso do *smartphone*. As atividades físicas identificadas são correr, andar, subir escadas, ficar em pé e sentar. Os dados de localização são coletados pelo GPS e o seu resultado apresenta os endereços que o participante visitou. A coleta de dados de uso do *smartphone* registra a quantidade de tempo que o participante interage com o seu dispositivo e em quais momentos temporais isto ocorreu.

As informações de sensores são coletadas durante intervalos de tempo determinados pelo observador sendo que podem ocorrer em múltiplos eventos com possíveis sobreposições. O aplicativo trata essas sobreposições mantendo as coletas ativas enquanto houver intervalos ativos e registrando os dados coletados em um banco de dados local. Ao final de cada intervalo de coleta é gerado um documento que representa essas informações que são apresentados em linguagem acessível aos especialistas.

Considerando o alto custo da Internet móvel em países em desenvolvimento, por padrão optou-se por utilizar apenas a conexão via Wi-Fi. A conexão via 3G/4G precisa ser habilitada nas configurações do aplicativo para funcionar.

4.4 Evolução da Interface do *Mobile Player*

A primeira versão do *mobile player* foi desenvolvida com base no modelo ESM. Chamado SmartESM, o aplicativo foi desenvolvido a partir de requisitos de interface relatados na literatura e sugestões de uma pesquisadora doutora da área de gerontologia com especialização em Gerontecnologia. Para adequar sua interface para o público idoso, foi realizada uma revisão da literatura sobre usabilidade em dispositivos móveis com foco na terceira idade. Os principais requisitos dessa interface incluíam: botões com rótulos intuitivos, duplicação do botão de voltar, cores acessíveis para daltônicos, botões com relevo, fontes grandes, *feedback* sonoro ao clicar em

[4] https://wearos.google.com/

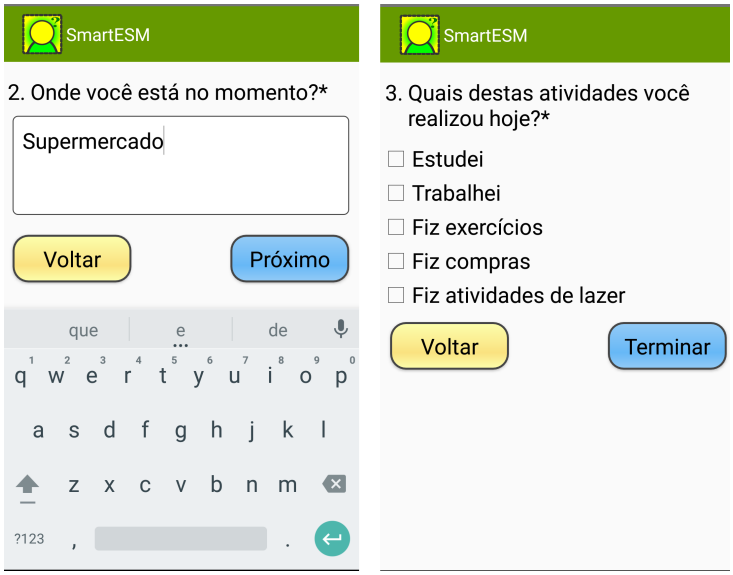


Figura 27 – Exemplo de questões na primeira versão do *mobile player* baseada no ESM.

Fonte: Elaborada pela autora.

botões, exibição automática do teclado virtual, quando necessário. A Figura 27 ilustra a primeira interface do aplicativo. Essa versão inicial exibia apenas questões abertas e de múltipla escolha e não continha nenhum tipo de mídia. O SmartESM foi a prova de conceito utilizada como prova de conceito no âmbito da coleta inicial de requisitos com especialistas.

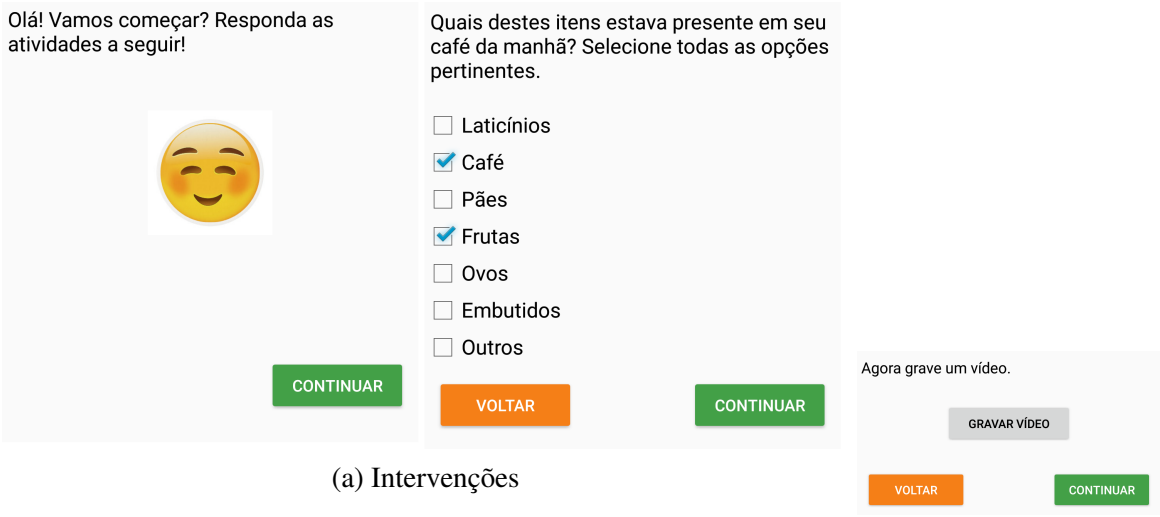
Esta primeira versão foi submetida a uma avaliação heurística realizada por quatro especialistas da área da computação, sendo dois pesquisadores na área de usabilidade para a terceira idade e os outros dois pesquisadores na área de acessibilidade. Os principais problemas reportados foram relacionados a:

(a) Problemas de navegação: o aplicativo permitia abrir a última tela da intervenção após sua finalização; não era permitido sair do aplicativo com o botão voltar;
(b) Visualização inconsistente em diferentes versões do Android;
(c) Problemas relacionados ao tamanho de tela, principalmente em casos que o teclado virtual estava visível e/ou a ampliação de texto estava ativada: os elementos não ficavam adequadamente distribuídos em telas pequenas;
(d) Notificações com textos pouco intuitivos;
(e) Tamanho das fontes não padronizado.

A segunda versão do *mobile player* passou a utilizar o modelo ESPIM e teve seu nome modificado para SENSEM. Foram realizadas correções na interface considerando os problemas apontados na primeira avaliação, além da adequação para o padrão Material Design[5]. Nessa versão, além de questões textuais e de múltipla escolha, o aplicativo passou a exibir fotos, vídeos

[5] https://material.io/design/

Figura 28 – Telas da segunda versão do *mobile player*.



(a) Intervenções

(b) Gravação de vídeo

Fonte: Rodrigues *et al.* (2018).

e áudios, bem como a solicitar essas mídias do participante como resposta (RODRIGUES *et al.*, 2017). As Figuras 28a e 28b exibem exemplos de telas da segunda versão.

A partir da segunda versão do aplicativo o sistema ESPIM passou a ser utilizado em estudos e trabalhos empíricos. Um dos primeiros estudos realizados ocorreu no contexto de cursos de letramento digital, com sete participantes idosos com idades entre 57 e 82 anos (M = 69,2) e duração de 15 dias (CUNHA *et al.*, 2019). Os idosos receberam notificações em seus dispositivos para realizar tarefas e responder a questões relacionadas ao conteúdo ministrado no curso. Nessa ocasião, especialistas da computação e psicologia, responsáveis pelo planejamento das intervenções e acompanhamento dos idosos, observaram as dificuldades relativas ao uso do aplicativo por aquele público. Essas dificuldades foram analisadas e novas soluções foram incorporadas ao aplicativo para prover uma melhor Experiência de Usuário para aquele público. Entre as melhorias realizadas citam-se:

(a) Pré-visualização de imagens e reprodução de mídias capturadas na própria tela da intervenção: ao capturar uma mídia não havia uma visualização da mesma ao voltar para a tela do aplicativo. No caso de vídeos e fotos, uma prévia era exibida pelo próprio aplicativo de câmera, mas ao voltar para o aplicativo era exibida apenas uma mensagem para confirmar que a mídia foi capturada e um botão para recaptura. No caso de idosos essa interação não era suficientemente clara.

(b) Configuração de diferentes níveis de notificações - notificação com som padrão (curto), notificação com som longo e alarme: a notificação padrão do sistema passa facilmente despercebida pelo usuário idoso. Por isso duas novas formas foram disponibilizadas, (1) uma notificação com um som longo e personalizado (um som específico da aplicação SEN-

SEM), e (2) um alarme com o mesmo som personalizado que abre a primeira intervenção na tela. No caso do alarme o som é tocado por um período de tempo mais longo. O uso de notificações personalizadas foi importante pois os participantes conseguiram associar o som ao aplicativo (CUNHA *et al.*, 2019).

(c) Melhoria das mensagens em casos de erro: mensagens de erro que são claras para um público digitalmente incluído não são para pessoas que iniciaram a alfabetização digital. Os textos das mensagens, assim como seu posicionamento e exibição na tela, devem ser os mais claros possível.

(d) Possibilidade de selecionar mídias já existentes no dispositivo nas intervenções de captura de mídias: o aplicativo permitia apenas capturar novos vídeos e fotos por ser baseado no ESM (que visa a captura do momento específico). Isso limitava outras formas de coleta e de intervenções no contexto de aprendizado e criação.

(e) Adaptações para melhor visualização em dispositivos com telas pequenas: a maioria dos idosos possuíam *smartphones* antigos, geralmente por conta de ganharem dispositivos usados de seus familiares. Esses dispositivos tinham telas bastante pequenas e erros na interface foram identificados, por exemplo, mesmo intervenções com pouco conteúdo excediam o tamanho da tela. Barras de rolagens e botões fixos foram algumas das soluções adotadas.

(f) *Feedback* visual entre as transições de telas de intervenção: a percepção do público idoso ao interagir com interfaces digitais, assim como o seu processamento de informação, pode ser deficitária. A mudança abrupta do conteúdo na tela deixava alguns usuários confusos. Foi incluída uma animação de transição suave entre as telas.

A terceira e atual versão do *mobile player* passou por dois processos: um *redesign* com definição de novas cores e identidade visual, e uma segunda avaliação heurística realizada por especialistas da área de IHC. Para o *redesign* foram contratadas especialistas em *design* de interfaces digitais, as quais definiram uma paleta de cores adequada e a padronização de elementos de interface e interação de acordo com aplicativos populares. O leiaute resultante apresenta uma melhor distribuição de espaçamentos dos elementos na tela e seus botões são maiores. Além disso, a interface apresenta novas formas de *feedback* com o usuário, entre elas o comportamento do botão "Continuar", que fica desabilitado em caso de intervenções obrigatórias, e o contador de caracteres exibido em questões abertas. Os botões para adicionar mídias se tornaram maiores e delimitam o espaço de sua prévia. O botão voltar foi movido para o topo da tela em forma de seta. A avaliação heurística realizada por quatro especialistas da IHC permitiu identificar alguns problemas de implementação na transição para o novo *design* e a clarificação de algumas funcionalidades de configurações do aplicativo. A Seção 4.3 ilustra telas da versão atual do aplicativo.

É importante ressaltar que, por questões de acessibilidade, o tamanho da fonte do aplicativo, em todas as suas versões, é maior quando comparado com outras aplicações Android. No entanto, o próprio sistema operacional apresenta configurações para modificar o tamanho e o contraste das fontes. Por esse motivo existe um limite de tamanho da fonte que pode ser adotado sem entrar em conflito com as configurações de acessibilidade do sistema. Refletindo estas preocupações, foram seguidas as diretrizes de *design* acessível propostas para o sistema Android[6].

4.5 Considerações Finais

O desenvolvimento do sistema ESPIM foi de fundamental importância para a validação do modelo proposto por este trabalho. Sem a estrutura computacional correspondente não seria possível a avaliação empírica do modelo, assim como a coleta de grande parte dos requisitos resultantes da experiência dos especialistas.

Em relação ao Quadro 1, o sistema ESPIM, amparado pelo modelo, é capaz de solucionar todas as dimensões citadas. É possível capturar e visualizar mídias do tipo imagem, áudio e vídeo, além de abrir endereços eletrônicos, o que permite associar qualquer tipo de conteúdo multimídia à intervenção. Atualmente o sistema suporta apenas sensores de localização, atividades e uso de *smartphone*, com integração de *smartwatches*, porém suas capacidades podem ser expandidas. O sistema ESPIM, por meio dos OCC, implementa diversas ações de contexto e permite ramificações e laços no fluxo de execução das intervenções. No entanto, apesar de previsto no modelo, o sistema ainda não possui funcionalidades de disparos contextuais, o que deve ser desenvolvido em trabalhos futuros.

Pode-se dizer que, desde sua versão inicial, a qual apoiou o processo de coleta de requisitos com especialistas, o sistema ESPIM foi responsável por enriquecer os requisitos apresentados no Capítulo 3 além de validar a modelagem, garantindo sua praticabilidade.

As lições aprendidas com a criação do *mobile player* SENSEM foram bastante úteis, tanto em termos de implementação como em termos de resultados de utilização empírica e testes de usabilidade.

Além da contribuição acadêmica no âmbito deste trabalho, o sistema ESPIM possibilitou que vários pesquisadores pudessem realizar suas pesquisas sem a necessidade de desenvolver sistemas particulares, diminuindo o custo de seu trabalho. O sistema ESPIM pode ser visto também como um resultado que contribuiu para a academia e sociedade.

[6] https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility

CAPÍTULO

5

AVALIAÇÃO

Segundo Carlyle (2011), a forma mais eficiente de se avaliar um modelo conceitual é perguntar se o modelo é bem-sucedido em seu propósito. Nesse sentido, busca-se a resposta para a questão de pesquisa deste trabalho. Ou seja: o ESPIM enquanto modelo computacional é capaz de suprir as necessidades de seus usuários especialistas sem que eles prejudiquem o escopo de seus cenários de uso? Uma possível abordagem para responder essa questão é analisar a experiência de especialistas que utilizaram o sistema de forma empírica e podem apontar os benefícios e as limitações do uso da estrutura computacional do ESPIM na condução de seus trabalhos. Assim, para responder a principal questão de pesquisa, buscou-se avaliar a qualidade da representação do modelo ao analisar as limitações reportadas pelos especialistas com relação à capacidade da estrutura computacional construída a partir do modelo.

As próximas seções descrevem os métodos utilizados na avaliação (Seção 5.1), os resultados das entrevistas, os quais incluem a descrição dos principais cenários de uso planejados e realizados por meio das provas de conceito (Seção 5.2), e uma análise dos dados coletados em termos de representação do modelo (Seção 5.4).

5.1 Métodos

O desenvolvimento de provas de conceito que utilizam o modelo proposto permitiu realizar uma avaliação empírica com base nas experiências dos especialistas que utilizaram o sistema ESPIM na condução de seus experimentos. Tais experiências com o método e sistema ESPIM são de suma importância para a validação do modelo, a qual deve se respaldar na análise dos relatos dos profissionais e pesquisadores que planejaram os experimentos e utilizaram o sistema. A avaliação seguiu uma abordagem qualitativa a fim de realizar uma análise criteriosa das experiências dos especialistas e das limitações encontradas na representação de seus cenários pelo sistema ESPIM. O método de coleta de dados escolhido foi a entrevista semiestruturada.

As entrevistas buscaram identificar as limitações e as dificuldades durante o uso do sistema ESPIM, assim como as possíveis adaptações realizadas nos cenários dos especialistas para adequarem suas necessidades ao método e sistema. Foram coletadas também informações sobre a formação, a área de pesquisa e/ou atuação, a descrição dos cenários de uso e a forma como o sistema ESPIM foi aplicado.

As limitações identificadas foram analisadas e divididas em **(a) limitações do modelo, (b) limitações de implementação e (c) limitações extraordinárias**. Limitações de modelo são aquelas que a última versão do modelo conceitual estrutural do ESPIM não é capaz de representar, o que implica a modificação do modelo para conseguir representar a solução necessária. Limitações do método são aquelas não previstas pelo ESPIM e, portanto, não foram modeladas. Limitações de implementação são previstas pelo modelo, no entanto ainda não foram implementadas nas provas de conceito. Por fim, as limitações extraordinárias são aquelas que, por motivos externos, não podem ser implementadas, por exemplo uma restrição causada por algum comportamento de sistema operacional. Durante as entrevistas foram realizadas perguntas que permitiram compreender as limitações enfrentadas de forma a classificá-las corretamente.

A classificação das limitações, realizada pela autora, foi importante para avaliar efetivamente as limitações do modelo conceitual, considerando que o sistema ESPIM é uma instância do modelo que, no momento de realização da avaliação, ainda não implementava todos os requisitos suportados. Além disso, os especialistas entrevistados, por serem usuários de autoria, apresentam uma visão de alto nível do sistema e, por vezes, reportaram dificuldades que não são relacionadas ao escopo do modelo, como problemas de usabilidade ou defeitos de versões anteriores do sistema. Essas dificuldades, apesar de serem observações úteis para a melhoria da Experiência do Usuário, não são relevantes para a avaliação do modelo e não foram consideradas na análise.

Com a lista de requisitos iniciais, já apresentados na Seção 3.2, e a lista de limitações resultante das entrevistas, foi possível calcular o grau de cobertura dos requisitos pelo modelo. Também foi realizada uma análise qualitativa guiada pelos atributos apresentados no modelo qualitativo para a avaliação de aspectos funcionais de modelos conceituais, proposto por Mehmood e Cherfi (2009) e descrito na Seção 1.2 do Capítulo 1.

Outro ponto mencionado é que a Experiência do Usuário tem um impacto fundamental no sucesso do sistema e pode influenciar diretamente na resposta dos especialistas. Isto implicou a necessidade de construção de provas de conceito de qualidade que consideraram aspectos de usabilidade, acessibilidade e outras dimensões, como a estética. Em particular, o *mobile player* é um aplicativo cujos usuários são públicos sensíveis, como pessoas idosas, com baixa alfabetização e com necessidades especiais.

O Capítulo 4 trata das questões relacionadas ao desenvolvimento de uma interface usável e traz detalhes sobre as escolhas de *design* e avaliações de usabilidade realizadas. A entrega de interfaces bem avaliadas e o longo tempo de uso do sistema buscaram diminuir o impacto da

usabilidade nos resultados das entrevistas. Problemas de usabilidade reportados nas entrevistas foram listados como limitações de implementação.

5.2 Entrevistas

Vários especialistas das áreas da saúde, educação e computação tiveram contato com o sistema ESPIM e o utilizaram em contextos acadêmicos e profissionais. Para a entrevista foram convidados os especialistas que planejaram cenários de uso e tiveram contato direto com o processo de autoria dos programas, ou seja, utilizaram o sistema ESPIM para criar os programas necessários para os seus cenários de uso. No total participaram oito especialistas de cinco instituições diferentes, sendo dois de Psicologia, duas de Gerontologia, uma de Terapia Ocupacional, uma de Fonoaudiologia e dois de Computação.

É importante destacar que esses cenários tiveram a colaboração de outros especialistas, como orientadores dos especialistas e estudantes colaboradores. Apesar dos orientadores possuírem um papel ativo no planejamento dos cenários, eles não tiveram um contato abrangente com o sistema ESPIM, portanto não podem avaliar as dificuldades e limitações relacionadas. Em alguns casos, os especialistas também contaram com a ajuda de alunos de iniciação científica ou estagiários que utilizaram o sistema para a autoria de intervenções. No entanto, esses usuários não possuem a experiência necessária com o planejamento dos cenários de uso. Ou seja, os especialistas entrevistados possuem experiência com o planejamento e com a utilização empírica do sistema ESPIM.

Alguns especialistas conduziram mais de um cenário de uso ou, em alguns casos, realizaram colaborações entre si. Considerando estas colaborações, as informações sobre os especialistas e os cenários de uso são apresentadas separadamente. Inicialmente são apresentados os especialistas, seguidos pelas descrições dos cenários de uso, os quais fazem referência aos especialistas envolvidos. Os resultados das entrevistas tratam de uma análise minuciosa das limitações identificadas, juntamente com dados sobre as adaptações realizadas pelos especialistas. Por fim, a análise apresenta a avaliação da nomenclatura do modelo na visão dos especialistas, o valor resultante do grau de cobertura dos requisitos pelo modelo e a análise qualitativa dos atributos de qualidade do modelo conceitual.

É importante ressaltar que as entrevistas foram realizadas com autorização e ciência do Comitê de Ética em Pesquisa (número de processo 57875016.3.0000.5390) e contaram com termos de consentimento assinados por ambas as partes.

5.2.1 Especialistas

Esta seção descreve brevemente a formação e perfil dos especialistas entrevistados, assim como o contexto de seus projetos de pesquisa ou atuação profissional. São apresentadas informações

consideradas importantes para a compreensão do domínio e a especialização de cada especialista, assim como suas necessidades acadêmicas ou profissionais.

Os nomes dos especialistas são mantidos em sigilo, com exceção de três deles, os quais atuaram diretamente no projeto ESPIM e já foram citados neste trabalho: Isabela Zaine, Kamila Rodrigues e Caio Viel. Esses especialistas foram colaboradores em artigos com a autora deste trabalho.

Especialista 1: Psicóloga mestre e doutora em Psicologia. Atualmente realiza Pós-Doutorado no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo (USP). Atua nos campos de análise do comportamento aplicada e experimental, tecnologias interativas, processos básicos de aprendizagem, programação de ensino, ensino individualizado por computador, Gerontecnologia, deficiência intelectual e comportamento animal. Possui experiência profissional com atendimento clínico geral. Esta especialista trata-se de Isabela Zaine, já citada neste trabalho como uma colaborada no processo de coleta de requisitos. Ela também auxiliou na definição teórica dos métodos relacionados a Psicologia que suportam o ESPIM como método. Utilizou o ESPIM em três cenários de uso.

Especialista 2: Bacharel em Ciência da Computação, mestre em Ciência da Computação na área de Engenharia de Software e doutora em Ciência da Computação nas áreas de Sistemas Multimídia e Interação Humano-Computador. Realizou Pós-Doutorado no ICMC na área de IHC. Possui experiência no desenvolvimento e avaliação de interfaces de usuários respeitando requisitos relacionados à usabilidade e acessibilidade. Atua como professora de ensino superior desde 2014. Esta especialista é Kamila Rodrigues, já citada como uma das envolvidas no processo de coleta de requisitos e como líder do processo de avaliação de usabilidade das interfaces do sistema ESPIM. Também utilizou o ESPIM em três cenários de uso.

Especialista 3: Engenheiro de Computação e mestre em Ciência da Computação. Tem experiência na área de Ciência da Computação com ênfase em Sistemas Multimídia. Atualmente está cursando o doutorado em Ciências da Computação e Matemática Computacional no ICMC. Possui experiência profissional como desenvolvedor e engenheiro de *software*. Este pesquisador é o colaborador Caio Viel, um dos desenvolvedores da interface Web de autoria do ESPIM. Utilizou o ESPIM no contexto de seu trabalho de doutorado para autoria de histórias digitais.

Especialista 4: Gerontóloga, mestre e doutoranda em Gerontologia. Realiza estudos em gerontologia nas áreas de educação, empreendedorismo e tecnologia. Possui experiência profissional em gestão de serviços para idosos, consultoria em gerontologia nas áreas de comunicação, empreendedorismo e educação, e docência na pós-graduação em gerontologia. Utilizou o sistema ESPIM durante estágio no curso de letramento digital em dispositivos móveis no contexto da Universidade Aberta à Terceira Idade (UATI).

Especialista 5: Gerontóloga, mestre e doutora em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Atua na área do envelhecimento ativo, políticas públicas, infoinclusão, Gerontecnologia e saúde. Tem experiência profissional com monitoria educacional, produção de material didático na área de gerontologia e para a terceira idade e trabalhou em projetos de intervenção familiar em estudos de fragilidade em idosos brasileiros. Utilizou o sistema ESPIM durante estágio no curso de letramento digital em dispositivos móveis no contexto da UATI. Também utilizará o ESPIM em sua pesquisa de pós-doutorado.

Especialista 6: Fonoaudióloga com experiência em atendimento clínico de crianças com dificuldade de leitura e escrita. Utilizou o sistema ESPIM em contexto profissional durante seu estágio na Clínica de Linguagem Escrita e Leitura.

Especialista 7: Terapeuta Ocupacional, mestre e doutoranda em Bioengenharia. É dedicada a área de pesquisa e desenvolvimento produtos na área de Gerontecnologia. Utiliza o sistema ESPIM em sua pesquisa de doutorado para criar intervenções informativas para cuidadores.

Especialista 8: Psicólogo também graduado em Letras (Português e Literaturas Vernáculas). Mestre e doutorando em Psicologia. Possui experiência como docente em psicologia e atuou em projetos nas áreas de análise do comportamento, cognição, ensino e intervenções em Psicologia Social Crítica. Utiliza o sistema ESPIM em sua pesquisa de doutorado e utilizará em sua pesquisa de pós-doutorado, ambos com foco no aprendizado por meio de histórias digitais.

5.2.2 Cenários de Uso

Os cenários de uso relatados são baseados nas informações reportadas pelos especialistas durantes as entrevistas e também na experiência da própria autora ao colaborar em alguns dos cenários descritos (mais especificamente os cenários B, D e G, descritos a seguir) e assessorar os outros especialistas a distância. Os cenários estão em diferentes estágios de condução, sendo que alguns já foram concluídos, outros estão em andamento e um deles ainda está em fase de planejamento. No entanto, todos os especialistas passaram pelo menos pela experiência de autoria de programas pelo sistema ESPIM.

Os cenários de uso que contaram com a colaboração da autora em sua condução, análise ou documentação foram os Cenários B, D e G, reportados por Cunha *et al.* (2019), Zaine *et al.* (2019) e Viel *et al.* (2019) respectivamente. Esses três cenários tratam-se de estudos de caso e seguem protocolos de pesquisa bem definidos. Os outros cenários de uso foram acompanhados por meio do suporte aos especialistas. A autora também conduziu um estudo de caso próprio utilizando o sistema ESPIM, no contexto de usabilidade para a terceira idade, cujos resultados foram reportados por Cunha, Rodrigues e Pimentel (2019).

A: Promoção do engajamento em atividades educacionais entre pais e crianças autistas

Esse cenário de uso foi um estudo realizado com pais de crianças com diagnóstico de autismo com o objetivo de promover engajamento em atividades educacionais em casa (experimento baseado na teoria *Applied Behavior Analysis* (ABA)). As especialistas planejaram tarefas de casa e utilizaram o ESPIM para entregá-las diariamente, servindo como lembrete, ao mesmo tempo que utilizaram a estrutura computacional para monitorar se a tarefa foi cumprida e como foi realizada.

Participaram três famílias do estudo. Os pais receberam uma notificação diária por três semanas com instruções em vídeo ou escritas para realizar e gravar tarefas com seus filhos. Foram utilizadas questões de múltipla escolha para registrar os acertos das crianças e questões abertas para relatar as dificuldades encontradas. No momento do estudo, o estímulo de áudio ainda não estava disponível nas provas de conceito, portanto foram utilizados vídeo e texto tanto na captura quanto na exibição.

Os resultados do estudo indicaram que o uso do aplicativo SENSEM ajudou a promover o engajamento dos pais significativamente mais quando comparado às instruções verbais. No entanto, não houve generalização do comportamento de engajamento para atividades que não eram exigidas pelo aplicativo. Os pais consideraram positivo o recebimento de alertas e vídeos e o envio de vídeos pelo aplicativo.

Segundo as especialistas responsáveis o sistema ESPIM se mostrou eficiente no trabalho de acompanhamento por ser possível emitir lembretes e monitorar as atividades a distância, isso diminuiu o tempo para identificação da aderência dos pais. O estudo foi o primeiro caso de aplicação empírica do sistema ESPIM, sendo realizado no início de 2016 por pesquisadoras de pós-doutorado do ICMC das áreas de Psicologia e Computação (Especialistas 1 e 2). Esse estudo de caso será replicado no ano de 2019 com a participação de mais pesquisadores de Psicologia.

B: Apoio ao letramento digital em dispositivos móveis para a terceira idade

Este cenário de uso trata de uma colaboração entre o ICMC e a Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP, sendo que ambos mantêm um curso de letramento digital em dispositivos móveis no contexto da UATI. O curso busca ensinar idosos a utilizarem dispositivos móveis e possui duração de um semestre. O sistema ESPIM é "utilizado como estratégia pedagógica para consolidar a aprendizagem dos idosos" (descrição direta de uma especialista). O uso do sistema ESPIM começou em 2016 e continua sendo replicado semestralmente.

Esse cenário trata do maior e mais extenso estudo de caso realizado utilizando o ESPIM, sendo que quatro das especialistas entrevistadas atuaram no seu planejamento e execução: uma psicóloga, duas gerontólogas e uma professora de computação (Especialistas 1, 2, 4 e 5), além de outros especialistas, entre eles Terapeutas Ocupacionais.

O objetivo do estudo é estimular e monitorar a realização de tarefas em casa, por meio

do sistema ESPIM, enviado tarefas específicas, relacionadas ao conteúdo da aula semanal, para serem realizadas nos *smartphones* e *tablets* dos participantes. Os participantes possuem a partir de 60 anos de idade, atingiram pelo menos a nota mínima de corte nos testes cognitivos e possuem um dispositivo móvel com sistema operacional Android.

Para avaliar o impacto do uso da ferramenta as especialistas aplicam um pré-teste e um pós-teste. Os testes são compostos por um protocolo de pesquisa que inclui dados sociodemográficos, testes de rastreio cognitivo e questões relativas ao uso de tecnologias computacionais. Ao final também são coletadas informações sobre o uso do aplicativo SENSEM, nos casos em que se aplica.

A primeira vez que o sistema ESPIM foi utilizado foi em um estudo de caso piloto com sete participantes idosos, sendo três do ICMC e quatro da EACH, para testar o impacto do ESPIM no engajamento e aprendizado de dispositivos móveis. O sistema foi utilizado por 15 dias no mês de julho de 2016. As especialistas obtiveram resultados positivos: os participantes acharam o aplicativo fácil de usar, gostaram das intervenções e mostraram interesse por mais. Os resultados desse estudo foram publicados pela autora em colaboração com as especialistas (CUNHA *et al.*, 2019).

O sistema ESPIM foi então incluído como um "assistente digital" no curso de letramento digital desde a turma de agosto de 2016. As turmas do segundo semestre de 2016 e do ano de 2017 contavam com 15 participantes por turma, sendo uma turma por semestre. Em 2018 passaram a ser duas turmas no ICMC, e quatro turmas na EACH. No segundo semestre de 2018 o número de alunos de cada turma aumentou para 20 (totalizando 40 alunos no ICMC e 80 na EACH). Até o primeiro semestre de 2018 todos os alunos usavam o aplicativo para realizar as tarefas em casa, já a partir do segundo semestre de 2018 as turmas foram divididas, sendo uma turma de intervenção e outra de controle. A turma de controle utiliza apenas as tarefas em papel. Esta configuração foi mantida nas turmas de 2019.

O principal objetivo das intervenções era lembrar e estimular os alunos idosos a interagirem com seus dispositivos, realizando as tarefas de casa que consistiam em interagir com os aplicativos ensinados em sala, cumprindo as instruções definidas pelas intervenções.

Foram capturadas mídias no formato de texto, áudio, vídeo e imagem. Uma especialista declarou que explorou todos os tipos de intervenção de acordo com o aprendizado dos idosos, pois, segundo ela, isso auxilia no processo de avaliação do aluno. Outra especialista comentou que elas optaram por incluir todos os tipos de intervenções para que os alunos pudessem ter diferentes experiências e, para respeitar a diversidade do público idoso, o áudio e o texto foram os recursos de captura mais utilizados por serem considerados mais fáceis de utilizar.

Foram utilizadas questões de múltipla escolha para saber se os participantes lembravam do conteúdo ministrado ou se tinham informações necessárias para concluir a tarefa: "*Foram utilizados diferentes tipos de intervenções para que a comunicação com o idoso fosse mais*

efetiva, integrada e interativa. Por exemplo, ao oferecer a Escolha Única era possível direcionar a comunicação e deixar o aprendizado mais personalizado. Em uma tarefa que precisasse encaminhar uma mídia especificamente para o celular da professora X, era perguntado: você tem o celular da professora X? Para aqueles que respondessem não, era incluso um novo tipo de intervenção com o contato da professora X.". As perguntas também são usadas para entregar conteúdo de reforço e/ou animar o participante, segundo elas, isso deixa as tarefas mais interativas e agradáveis e criam uma relação amigável com o usuário.

O estímulo de imagem foi muito utilizado na visualização. "*A imagem complementava o conteúdo escrito de diferentes formas, seja para criar um ambiente mais humanizado, seja como um recurso pedagógico*". Elas utilizaram muitos *emojis* para manter "um diálogo" com os idosos, fazendo saudações ou animando-os para as tarefas, e enviaram *prints* das telas em alguns casos para ajudar a relembrar como realizar algumas ações. Vídeos tutoriais também foram utilizados para este fim. Segundo uma especialista "*os idosos acabaram criando um vínculo com o SENSEM, a minha impressão é que isso aconteceu também pelo fato de incluirmos emojis que transmitiam emoções ao longo das intervenções*". Segundo outra especialista o uso de *emojis* cria uma personificação, e "*passa a impressão de um amigo digital"*. O sistema ESPIM possibilita a elas a programação dessas intervenções personalizadas e ricas em estímulos.

As especialistas coletaram uma grande quantidade de dados por meio dos instrumentos de pré-teste e pós-teste. Esses dados ainda estão sendo analisados por um estatístico. No entanto, elas relataram suas impressões sobre o uso do sistema ESPIM. As especialistas disseram ter observado resultados positivos e acreditam que o sistema ESPIM apoia a realização das atividades propostas por elas como um assistente digital. Segundo elas, apesar da dificuldade de uso do aplicativo pelos idosos no início, o que é natural pois eles não possuem prática com os dispositivos, ao final de cada estudo nenhum participante declarou que seu uso foi negativo. Segundo uma especialista "*os resultados estão começando a serem analisados, mas acredito que será (sic) um impacto positivo do sistema no processo de aprendizagem*". Com relação ao estudo com o grupo de controle, uma especialista relatou: "*A minha impressão foi de que os idosos usuários do SENSEM tinham uma rotina mais organizada para a realização das tarefas (não faziam todas as tarefas no mesmo dia/momento), se sentiam mais motivados em realizá-las em virtude da interação estabelecida, quando comparados com os idosos que faziam as tarefas no papel.*".

Outra especialista reportou um uso diferente do sistema. No primeiro semestre de 2019, ela decidiu aplicar um instrumento de avaliação cognitiva pelo próprio ESPIM com a turma do curso avançado de letramento digital, considerando que eles já conheciam o aplicativo. No entanto, sua aplicação teve um resultado negativo. Por possuir muitas questões em um único evento, alguns idosos se sentiram inseguros e despreparados para o curso, mesmo após ela explicar que as questões não tinham o objetivo de avaliar o desempenho. Segundo a especialista, as intervenções devem ser aplicadas aos poucos para este público, pois podem causar um impacto negativo. Ela acredita que os impactos negativos são de responsabilidade do especialista, que

deve analisar como as intervenções devem ser planejadas e distribuídas de acordo com o seu público, sendo que o uso da tecnologia em si não é responsável.

Os estudos e o uso do sistema ESPIM ainda estão em andamento, sendo aplicados tanto no ICMC como na EACH. Apesar de ser utilizado no contexto de pesquisa, por ser bem recebido pelos alunos, o sistema se tornou-se uma ferramenta de apoio ao ensino para todas as profissionais envolvidas no curso.

C: Acompanhamento de monitores do curso de letramento digital

Esse cenário originou-se do Cenário de Caso B. Uma das especialistas da área de Gerontologia (Especialista 5) considerou interessante avaliar as opiniões dos monitores envolvidos nas aulas de letramento digital na UATI. Entre 10 a 12 alunos de graduação e de pós-graduação foram monitores voluntários e auxiliaram nas atividades dos idosos durante as aulas. Esses monitores têm contato direto com os idosos e conseguem perceber o processo de aprendizagem e avaliar se consideram que uma aula e sua metodologia foi efetiva ou não, se os idosos estão com dificuldades no uso do aplicativo SENSEM, ou se um idoso em particular tem uma maior dificuldade cognitiva. A especialista utilizou o sistema ESPIM para coletar a opinião dos monitores nesse contexto. "*O objetivo era comparar a percepção dos monitores sobre o aprendizado dos idosos, com relação às dificuldades de cada idoso. Esta avaliação permitiria identificar dificuldades individuais ou da aula vs. dificuldades ou adesão do uso do sistema ESPIM.*".

O sistema foi utilizado para entregar questões de múltipla escolha e abertas enviadas à noite, no dia em que ocorreram as aulas. A especialista também personalizou as intervenções com imagens de saudação. Segundo ela, o uso do sistema auxiliou os monitores a reportarem sua visão sobre aulas semanalmente, avaliando se as metodologias e o conteúdo foram eficientes na opinião deles, além de ajudar a identificar se os idosos não cumpriam uma tarefa por dificuldades de interagir com o SENSEM ou por conta do processo de envelhecimento individual. Como as intervenções são enviadas no dia da aula, isso garante que os monitores respondam logo após a experiência com os alunos. Esse cenário pode ser visto como um gerador de informações complementares ao B. Ele foi conduzido no segundo semestre de 2018 no ICMC e a especialista pretende replicá-lo.

D: Troca de mídias para estimular a conexão social na terceira idade

Esse cenário de uso trata-se de estudos de caso em que participantes utilizaram o sistema ESPIM como ferramenta para troca de mídias visando aumentar a conexão social entre o idoso e sua família ou entre amigos. Essa foi a primeira aplicação do ESPIM em um contexto da saúde, mais especificamente, de saúde mental. Foram criadas perguntas dirigidas para estimular o público alvo a realizar auto revelações e compartilhar mídias com conteúdo afetivo. O conteúdo gerado pelo idoso era então enviado para seus relacionamentos que também eram participantes do estudo e utilizavam o aplicativo. O objetivo do estudo era avaliar se o conteúdo gerado por

meio de estímulos interventivos seria capaz de aumentar intimidade entre os participantes. Foram investigados dois casos com configurações distintas.

O primeiro caso foi uma família na Inglaterra constituída pelo pai, com mais de 70 anos, e dois filhos, com idade entre 50 a 60 anos. A pessoa de interesse nesse estudo foi o pai idoso, que morava sozinho. O pai recebeu intervenções via ESPIM que solicitavam a produção conteúdo afetivo multimídia sobre si próprio e a criação de mensagens para os filhos. As especialistas realizavam a seleção dos principais materiais e enviavam, também via ESPIM, essas informações para os filhos. Os resultados indicaram um aumento na variável motivacional na comunicação. Os participantes declararam que durante o estudo pensaram mais um no outro, se comunicaram ou igual ou mais que usualmente e que se sentiram mais próximos de forma geral.

O segundo caso envolveu três amigas idosas com mais de 70 anos e ocorreu no Brasil. Nesse caso todas as participantes foram pessoas de interesse. O mesmo método foi seguido, porém nesse caso todas produziram e receberam conteúdo. Segundo as participantes, durante o estudo elas marcaram mais encontros pessoais, convidaram mais amigas para os encontros, realizaram mais ligações entre elas e perceberam um aumento em suas ações afetivas. As participantes desse estudo também relataram que acharam o aplicativo fácil de utilizar.

Esses estudos já foram concluídos e ocorreram entre fevereiro e maio de 2018 e foram conduzido por especialistas do ICMC das áreas de Psicologia e Computação (Especialistas 1 e 2) com orientação de um professor de Psicologia da Universidade de Surrey.

E: Tarefas de casa para melhoria de linguagem escrita e leitura para crianças

Esse cenário trata de uma aplicação do sistema ESPIM no contexto clínico conduzido por especialistas da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) da USP. O sistema ESPIM foi utilizado como ferramenta para realização de lições de casa com pacientes da Clínica de Linguagem Escrita e Leitura durante um estágio do curso de Fonoaudiologia. As especialistas planejaram tarefas de casa como complemento das atividades realizadas na clínica.

As tarefas são altamente personalizadas pois variam de acordo com as dificuldades individuais de cada paciente nos contextos de leitura, escrita e preparação de leitura e escrita. O sistema ESPIM foi utilizado para "*facilitar a realização das tarefas para a casa (sic), tornando-as mais lúdicas e rápidas*" e seu objetivo foi "*aumentar a eficácia e fiscalizar a lição de casa, garantindo sua realização*". Sua aplicação foi testada com cinco pacientes com dificuldades de leitura e/ou escrita com idades entre 8 a 12 anos.

Utilizando o sistema ESPIM, a principal especialista responsável (Especialista 6) realizou a autoria de exercícios personalizados de leitura, exercícios para conhecer sons e textos acompanhados de áudio de leitura. Ela também utilizou instrumentos validados, como o Método das Boquinhas (método fonovisuoarticulatório), que consiste em exibir imagens de bocas pronunciando vogais e sílabas para auxiliar na alfabetização e em dificuldades de leitura e

escrita (FONSECA, 2019). Os pacientes utilizavam o aplicativo SENSEM em casa e receberam notificações semanalmente em dois dias da semana. Nesse cenário, mídias de áudio e imagem foram de grande importância para gerar estímulos, enquanto o áudio foi utilizado para registrar a leitura feita pelo paciente.

Em alguns casos, a especialista não programava a atividade de casa por completo no sistema. Por exemplo, um dos pacientes precisava realizar tarefas em seu caderno, nesse caso o aplicativo era programado apenas parar lembrar as atividades e confirmar se foram realizadas. Em outro caso a especialista considerou que seria melhor entregar textos impressos ao paciente, em vez de incluir todo o texto no programa: "*o programa levava a criança a escolher um dos textos entregues a ele e, após a leitura, realizava questões abertas sobre o texto*". Outras tarefas eram completamente modeladas no sistema ESPIM, como o Método das Boquinhas, o qual resultou em um programa com mais de 40 intervenções em sua versão de consoantes. A especialista também fez uso de mensagens para saudações e questões para saber se o paciente estava disponível naquele momento para realizar as tarefas ou se teve dificuldades.

Neste estudo, o sistema ESPIM foi utilizado tanto em um contexto profissional como avaliativo, de forma a verificar se poderia ser utilizado na pesquisa acadêmica na área de Fonoaudiologia. Segundo a especialista responsável, o sistema é "*rápido, moderno e permite fiscalização [das tarefas]*", além de permitir a flexibilidade necessária para criação das tarefas em sua área de atuação. Dado os resultados positivos observados pela especialista, o sistema será utilizado para pesquisa acadêmica aplicada com mais pacientes da clínica. Esse trabalho ocorreu no segundo semestre de 2018 e envolveu especialistas da área de Fonoaudiologia.

F: Conteúdo informativo para cuidadores de idosos com demência

Esse cenário trata-se de um projeto de pesquisa que tem como objetivo produzir e entregar, segundo a especialista, "*conteúdo informativo para cuidadores de idosos com demência via app, buscando orientar, informar e qualificar o cuidado prestado.*". A autoria do conteúdo informativo foi baseada "*nos materiais consagrados de quem trabalha com a população idosa demenciada (sic)*" e realizada por meio da inserção de conteúdo gráfico e textual no sistema ESPIM.

Antes de optar por utilizar o sistema ESPIM, a principal especialista responsável (Especialista 7) aplicou questionários com cuidadores e fez uma análise dos aplicativos disponíveis para o sistema Android que apresentassem informações para o cuidado de idosos com demência para "*identificar as principais características e tarefas de cuidado desempenhadas no cotidiano*". Dessa forma, o programa modelado seguiu requisitos reportados por cuidadores e observadas em aplicativos da área.

As intervenções criadas apresentam informações relacionadas ao cuidado diário do idoso com demência, como alimentação, banho, higiene pessoal, orientações para manter uma rotina estruturada e estimulante e dicas para o manejo de sintomas comportamentais. A especialista

destacou que o conteúdo é fortemente baseado em mídias, sendo que imagens e vídeos de autoria própria fazem parte da maioria das intervenções ("*Os recursos mais utilizados foram imagem e vídeo, principalmente para exemplificar o conteúdo textual da tela*"). Além das mensagens com conteúdo informativo sobre cuidado em demência e estímulos multimídia, foram utilizadas questões de escolha única para a criação de "menus" dentro dos eventos. Como os conteúdos são estáticos, não foram programadas notificações para os eventos, que ficam disponíveis para livre consulta do cuidador. A especialista reportou (no momento da entrevista) que foram criados 19 eventos com 262 intervenções. Os eventos foram agrupados em um único programa.

O projeto ainda está em andamento e a especialista pretende testar seu programa com mais de 30 cuidadores de idosos com demência. O sistema ESPIM tem sido utilizado por ela desde o início de 2018. Em sua avaliação, a especialista pretende analisar a percepção dos cuidadores quanto à possibilidade de uso do *smartphone* como recurso de apoio ao cuidado, assim como sua percepção em realizar os cuidados enquanto fizerem uso do aplicativo. Essa pesquisa está sendo conduzida na área de Terapia Ocupacional na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da USP.

G: Facilitação da autoria de histórias digitais para o público da terceira idade

Esse cenário foi conduzido por um especialista da Computação (Especialista 3) no âmbito de autoria de conteúdo multimídia. O objetivo do especialista responsável é utilizar o sistema ESPIM para facilitar a criação de histórias digitais por usuários com pouca experiência no processo de autoria, em especial idosos e crianças, para avaliar as experiências e expectativas desse público em relação às histórias criadas. Considerando esse objetivo, foi realizado um estudo de caso com pessoas com mais de 60 anos.

Para padronizar o conhecimento dos participantes, dado que se trata de um público com grandes diferenças em termos de utilização de dispositivos móveis, foram convidadas apenas pessoas que cursaram pelo menos o curso básico de letramento digital em dispositivos móveis da UATI. Para incentivar a participação, o estudo foi conduzido no formato de um minicurso para criação de histórias digitais. O minicurso contou com 15 inscritos.

No minicurso, os participantes passaram por um treinamento de autoria para a criação de histórias a partir de quatro modelos programados pelo sistema ESPIM. Pelo sistema ESPIM foram criadas as intervenções em forma de um "roteiro" de criação de histórias, as quais apresentaram diferentes níveis de complexidades. O primeiro roteiro solicitava três fotos e seu o resultado apresentava uma trilha sonora padrão. O segundo também solicitava três fotos, porém o usuário poderia escolher entre três trilhas sonoras. A prévia da trilha poderia ser ouvida nas intervenções. O terceiro roteiro de história não era baseado em uma música, e sim na própria descrição do usuário. Nesse caso eram solicitadas três fotos e a gravação de três áudios, um para cada foto enviada. O último roteiro foi o mais complexo, apresentando a opção de incluir até 10 fotos com um áudio e uma legenda para cada foto. O usuário deveria confirmar se queria mais

fotos por meio de questões de múltipla escolha. Todos os modelos solicitavam um título para a história em forma de uma questão aberta.

Para gerar a história com as mídias capturadas pelo SENSEM, o especialista utilizou os OCC com a ação "NOTIFY_SERVER" a ser executada sempre que um participante termina um evento (um roteiro da história nesse caso). No caso dessa ação, o aplicativo SENSEM envia os resultados do evento para o serviço de processamento de mídias criado pelo especialista, indicado nos OCC. O serviço processa as mídias recebidas e gera uma história digital correspondente, de acordo com o roteiro definido pelas intervenções, em formato de vídeo. O vídeo é enviado para o YouTube e p endereço URL resultante é enviado de volta para o participante em forma de uma intervenção do ESPIM. Todas as histórias resultantes são incluídas em um mesmo evento chamado "Minhas Histórias" e o participante pode acessá-las selecionando seus títulos em uma questão de múltipla escolha. O SENSEM então apresenta a opção de abrir o vídeo e inicializa o aplicativo do YouTube com o vídeo resultante assim que solicitado.

Segundo o especialista, todos os idosos participantes foram capazes de criar as histórias digitais utilizando o SENSEM. Os participantes submeteram histórias múltiplas vezes por conta própria, mostrando-se animados e motivados com a experiência de autoria e com as histórias geradas. Esse estudo ocorreu no segundo semestre de 2018 no ICMC.

H: Histórias digitais para crianças com dificuldade de leitura

Nesse cenário de uso, o sistema ESPIM é utilizado como um recurso para rodar os programas de ensino de leitura para crianças com dificuldades de leitura. O objetivo é treinar a interpretação textual por meio de histórias infantis acompanhadas de questões de interpretação de texto com *feedback* interativo para o aluno em caso de acerto ou erro.

O especialista, da área de Psicologia (Especialista 8), já realizou um estudo de caso nesses moldes utilizando um *software* desenvolvido para este fim. No entanto, a construção do *software* demandou a contratação de um programador. O *software* apresenta conteúdo estático pré-programado e o especialista não possui habilidades de programação para acrescentar novas histórias e questões. Portanto, o especialista decidiu utilizar o sistema ESPIM para programar suas histórias por conta própria e verificar sua eficácia em um novo estudo de caso.

Para modelar seu estudo, o especialista utilizou apenas um programa contendo vários eventos, cada evento apresenta uma história diferente com questões associadas ao seu conteúdo. Até o momento da entrevista foram criadas oito histórias, no entanto serão cadastradas 17 histórias no total. Durante a interação, a criança será acompanhada de um tutor. As histórias aumentam em tamanho e complexidade, começando com textos curtos e quatro questões. Quando o texto aumenta de tamanho, a quantidade de questões aumenta para oito. São utilizadas questões de escolha múltipla e escolha única para avaliar a compreensão do texto.

Devido ao conteúdo das intervenções se tratar de histórias, o especialista declarou que o

uso de *tablets* seria o mais adequado. No entanto, segundo ele, não é certeza que este tipo de dispositivo estará disponível em sua pesquisa.

O experimento anterior do especialista, com seu *software* próprio, contou com a participação de 35 crianças, de forma que o estudo com o sistema ESPIM deve ser conduzido com um número similar de usuários. O especialista faz parte do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e tem utilizado o sistema desde o primeiro semestre de 2019.

I: Intervenções para mudança no conceito geral de qualidade de vida de pessoas com 40+

Esse cenário de uso trata-se de um projeto de pesquisa em planejamento de uma das especialistas em Gerontologia (Especialista 5) que teve experiência com o sistema ESPIM. A especialista utilizou o sistema ESPIM como estagiária nos cenários de uso B e C e a partir de sua experiência surgiu o interesse em utilizar o ESPIM em seu projeto de pós-doutorado, combinando as áreas de Gerontecnologia e Computação.

Em seu projeto, o sistema ESPIM será utilizado em um contexto interventivo com o objetivo de verificar mudança no conceito geral de qualidade de vida de pessoas com mais de 40 anos que estão no processo de envelhecimento. Inicialmente, serão aplicados instrumentos de avaliação validados na área da saúde para coletar dados sobre os índices de fragilidade. A partir dos dados coletados serão geradas intervenções personalizadas de acordo com o perfil de cada participante. Ao final do tempo de intervenção, inicialmente proposto para 12 meses, os instrumentos de avaliação serão novamente aplicados para que seja possível verificar se as intervenções entregues pelo sistema ESPIM podem auxiliar no envelhecimento ativo. Todo esse processo (avaliação e intervenção) será apoiado pelo ESPIM.

A especialista relatou que pretende padronizar um escopo de intervenções para cada problema identificado. Por exemplo, para um problema de memória, será aplicado um mesmo conjunto de intervenções definidas, como questões, tarefas e jogos, para todos os participantes que apresentam o mesmo problema. Ou seja, os conjuntos de intervenções serão protocolados e atribuídos aos participantes de acordo com os problemas de saúde observados, seguindo uma abordagem interventiva padronizada. Considerando a duração do projeto e a variedade de problemas relacionados ao envelhecimento ativo, a especialista pretende utilizar todas as possibilidades de intervenções disponíveis no sistema.

A pesquisa será conduzida no ICMC e, a princípio, a especialista pretende conduzir um estudo com 20 pessoas.

5.3 Resultados

A seguir são listadas e detalhadas as limitações identificadas por meio das entrevistas.

L01 – Filtrar programas e resultados por participante: *Limitação identificada nos Cenários B e I.* No sistema ESPIM, para adicionar participantes aos programas ou para verificar em quais programas o participante está incluído é necessário acessar cada programa individualmente e visualizar a tela de adição de participantes. Além disso, só é possível filtrar resultados pela listagem dos programas. Alguns especialistas declararam que gostariam de: (1) na tela de cada participante ter informações sobre quais programas o mesmo está inscrito, (2) filtrar os resultados na tela individual de cada participante, (3) associar programas na tela do participante. Esse tipo de interação é dependente do planejamento do estudo interventivo realizado. Enquanto alguns especialistas adicionam participantes e analisam os dados de forma coletiva, outros apresentam a necessidade de acompanhamento individual de seus participantes e, portanto, precisam realizar a adição e visualização voltada ao indivíduo.

Essa limitação depende da implementação de serviços de busca de recursos e da extensão das telas de exibição de resultados do sistema ESPIM, sendo que não há restrições no modelo que impeçam sua implementação.

L02 – Permitir a criação de fichas personalizadas para participantes: *Limitação identificada no Cenário I.* Uma especialista declarou que gostaria de incluir anotações sobre participantes no sistema ESPIM. Por exemplo, em seu cenário de estudo, ela deverá acompanhar pessoas mais velhas com problemas de saúde e necessidades distintas. Essas pessoas receberão intervenções que podem alterar suas observações iniciais, gerando um histórico de saúde. Apesar de realizar as anotações em documentos externos, a especialista apontou que a integração dessas anotações, incluindo a criação de históricos personalizados, em uma ficha do participante no sistema ESPIM facilitaria o processo de acompanhamento de participantes e de análise de dados.

Para adicionar a funcionalidade de fichas ao sistema ESPIM é necessário criar classes que sejam responsáveis por representar e armazenar informações de perfil e gerenciamento de um histórico pelo especialista. Por ser necessária essa extensão, trata-se de uma limitação do modelo.

L03 – Identificar automaticamente o fim da interação com um evento: *Limitação identificada no Cenário B.* Essa limitação trata-se de uma dificuldade de interação de usuários idosos. No aplicativo, ao terminar de interagir com um evento, o participante precisa tocar no botão "Terminar" para que os dados sejam enviados. No entanto, alguns idosos têm dificuldade de entender que essa última interação é necessária e não finalizam a sessão, o que leva a perda de dados. O aplicativo poderia identificar que o participante percorreu todas as intervenções e finalizar a sessão automaticamente após um determinado intervalo de tempo.

Essa limitação é dependente apenas da implementação da verificação automática de finalização no aplicativo que faz a interface com o participante.

L04 – Organizar participantes em grupos: *Limitação identificada no Cenário B.* Essa limitação foi identificada por todas as especialistas envolvidas no Cenário B, o qual exigia a inserção de um grande número de participantes (e.g., 60 pessoas) em programas de ensino semanais. Este processo gera um esforço manual, dado que os participantes precisam ser selecionados manualmente na lista de contatos. A possibilidade de organizar os participantes em (múltiplos) grupos e a de adicionar esses grupos ao programa agilizaria o processo de autoria, melhorando a usabilidade em programas interventivos com muitos participantes.

O atual modelo não prevê a associação de usuários a grupos específicos. Para resolver essa limitação seria necessário criar uma classe *Grupo* com uma associação de muitos para muitos com a classe *Participante*. Trata-se de uma limitação do modelo que pode ser resolvida com a adição de uma nova classe.

L05 – Permitir o reúso de recursos na autoria de intervenções: *Limitação identificada nos Cenários B, E e F.* O sistema ESPIM atualmente permite exportar e importar programas e eventos, realizando uma cópia completa de seu conteúdo em um novo programa. Todavia, os especialistas reportaram que gostariam de obter um maior controle sobre os recursos criados e utilizados na autoria, mais especificamente, gostariam de reusar mídias e intervenções particulares ao criar novos programas. Em outros termos, a funcionalidade envolveria consultar e utilizar um "banco de mídias", para reutilizar mídias já enviadas, e um "banco de intervenções", para agilizar o processo de autoria.

Os recursos criados durante a autoria ficam armazenados no sistema e associados aos seus respectivos programas. Considerando questões de privacidade, esses recursos não podem ser disponibilizados a todos os usuários observadores (especialistas). No entanto, é possível recuperar estes recursos ao consultar os programas gerenciados pelo observador, gerando um "banco de dados virtual" para reúso durante o processo de autoria. Assim, uma modificação no modelo não é imperativa, sendo uma limitação relacionada a implementação.

L06 – Adicionar intervenção do tipo questão pictográfica: *Limitação identificada no Cenário B.* Ao final de cada semestre de condução do Cenário B foram aplicados instrumentos para avaliação da experiência dos participantes. Um dos instrumentos aplicados foi a escala *Self-Assessment Manikin* (SAM) (BRADLEY; LANG, 1994). A escala SAM é um questionário pictográfico utilizado para avaliar os sentimentos de usuários em relação a um produto ou experiência. A especialista responsável pela autoria do questionário SAM reportou que foi possível representar o instrumento ao utilizar a imagem da escala completa com seus desenhos associados a números, os quais eram opções de escolha única. No entanto, essa forma de representação torna sua interpretação mais complexa, principalmente quando aplicada para um público da terceira idade. Seria mais eficiente se o sistema permitisse a criação de questões de escolha em que as alternativas são imagens.

Este requisito também foi identificado na coleta inicial de requisitos, no entanto a funcionalidade correspondente não foi implementada. O atual modelo representa as opções de questões de escolha como qualquer valor textual. Considerando que a solução adotada pelo modelo é representar qualquer recurso de mídia como um endereço URL, os endereços URL das imagens relacionadas às alternativas da questão podem ser armazenados sem perdas. Ou seja, o modelo atual suporta a representação de questões pictográficas e a limitação é dependente apenas da implementação no sistema ESPIM.

L07 – Permitir a pré-visualização da interface resultante na autoria de intervenções: *Limitação identificada nos Cenários A e D.* A interface de autoria de intervenções apresenta uma visualização similar ao resultado obtido no aplicativo móvel, porém as diferenças existentes afetam a percepção dos especialistas sobre como será a interface resultante. Funcionalidades para a pré-visualização da interface resultante no aplicativo e para simular a execução do fluxo de interação na interface de autoria permitiriam aos especialistas criarem intervenções com uma melhor disposição de seus elementos, melhorando a usabilidade para o usuário final.

Essa limitação não acarreta nenhuma mudança no modelo, sendo uma limitação relacionada a implementação de novas funcionalidades na interface de autoria.

L08 – Exibir múltiplas mídias em uma mesma intervenção: *Limitação identificada no Cenário H.* O cenário H trata-se de um guia que, para apresentar um maior apelo ao usuário, contém várias imagens e mídias em suas intervenções. A especialista responsável mencionou, por exemplo, que gostaria de incluir uma imagem acompanhada de um áudio.

O modelo ESPIM prevê a associação de múltiplas mídias a uma intervenção, permitindo a instanciação de múltiplos objetos do tipo *MediaPresentation*. Dessa forma, a inclusão de múltiplas mídias em uma intervenção trata-se de uma limitação de implementação. Seria necessário habilitar a associação de múltiplas mídias em uma mesma intervenção, assim como sua visualização no aplicativo. No entanto, destaca-se que tal funcionalidade pode afetar o desempenho do aplicativo e deve ser utilizada com parcimônia pelos especialistas.

L09 – Capturar múltiplas mídias em uma mesma intervenção: *Limitação identificada no Cenário G.* No cenário G o especialista dependia da captura de uma grande quantidade de mídias. Apesar disso ser possível na versão atual do sistema ESPIM, apenas uma mídia é capturada por vez na intervenção, sendo que a interação precisa ser repetida várias vezes, o que pode tornar o processo cansativo para o participante. O especialista conseguiu contornar esse problema ao utilizar uma intervenção do tipo *TaskIntervention* (Aplicação Externa) que inicializa um aplicativo, implementado por ele, que captura múltiplas mídias de uma única vez. No entanto, um especialista sem conhecimentos avançados em computação não teria habilidade para elaborar essa solução.

O modelo permite a associação de múltiplos resultados para uma mesma intervenção, assim, apenas alterações na implementação da interação de captura são necessárias.

L10 – Permitir configurar outros tipos de disparos temporais: *Limitação identificada no Cenário E.* Apesar do modelo suportar um formato genérico para a configuração de disparos de eventos, o sistema ESPIM apresenta um conjunto limitado de configurações temporais, as quais são baseadas em dias da semana e horários. Não é possível, por exemplo, configurar um evento para tocar em apenas uma terça-feira específica ou em dias alternados para cada semana. Também não é possível configurar um evento para iniciar antes ou depois do período de duração definido para o seu programa.

Atualmente, apesar do sistema utilizar uma Expressão CRON personalizada para a configuração de disparos, apenas algumas combinações temporais são suportadas. Essa limitação é relacionada a extensão, em termos de implementação, do gerador e do interpretador da expressão temporal utilizada.

L11 – Redistribuir automaticamente resultados gerados para outros usuários: *Limitação identificada no Cenário D.* No cenário D em particular a especialista planejou intervenções para capturar conteúdo multimídia de um ou mais participantes e redirecionar para pessoas relacionadas por vínculos afetivos. Este trabalho de redirecionamento foi realizado pela própria especialista que criou intervenções para os relacionados utilizando o conteúdo gerado por intervenções de captura. No entanto, durante a entrevista, ela apontou que gostaria que o sistema redistribuísse automaticamente o conteúdo gerado pelos usuários em determinadas intervenções.

Por meio dos Operadores de Condições Complexas (OCC) definidos no modelo ESPIM é possível realizar uma série de ações condicionais aplicando operadores que podem ser estendidos de acordo com as novos requisitos do sistema. Os OCC podem ser utilizados para gerar intervenções automaticamente com os resultados de outras intervenções. Desse modo, a limitação descrita depende apenas da implementação de novos OCC no sistema ESPIM.

L12 – Exibir imagens com animação no aplicativo: *Limitação identificada nos Cenários F e H.* Especialistas relataram que gostariam de utilizar imagens com animação, popularmente conhecidas por GIF, para aprimorar a experiência de seus participantes.

Por padrão, o sistema Android não suporta a exibição de imagens animadas, por este motivo inicialmente o aplicativo desconsiderou esse formato. No entanto, a implementação de um visualizador integrado é capaz de resolver essa limitação.

L13 – Formatar fontes do texto das intervenções: *Limitação identificada nos Cenários F e H.* Atualmente o sistema ESPIM suporta a formatação em negrito e itálico, assim como a sua combinação, do texto exibido no enunciado das intervenções. No entanto, especialistas gostariam

de utilizar cores para personalizar o texto, o que permitiria destacar trechos de maior importância.

O atributo que representa o texto pode receber qualquer linguagem de marcação definida pelos desenvolvedores do sistema. Porém, é necessário criar tanto um editor de texto na autoria como um interpretador da linguagem de marcação no *mobile player*.

L14 – Exibir mídias na tela inteira quando não há enunciados: *Limitação identificada no Cenários F.* Atualmente as imagens e vídeos no aplicativo são exibidos em uma área limitada da tela e são ampliados caso o usuário toque em sua área. No cenário F são utilizadas várias imagens com conteúdo informativo. Em alguns casos, a intervenção contém apenas a imagem, sem um texto ou requisição de interação adicional. Nessas situações a especialista relatou que gostaria que a imagem já fosse exibida ampliada, ocupando o espaço ocioso da tela.

No aplicativo SENSEM essa solução consistiria na identificação de intervenções do tipo mensagem sem enunciados e, nesses casos, na exibição da mídia no espaço completo da tela.

L15 – Adicionar um atalho para sair de um evento rapidamente: *Limitação identificada no Cenário F.* Alguns eventos com intervenções informativas podem apresentar um fluxo longo de interação no aplicativo. Para abandonar o fluxo o participante precisa voltar até a primeira intervenção ou continuar até o final. Uma especialista apontou que gostaria de uma opção para sair do fluxo de um evento e retornar a tela inicial do aplicativo, que lista todos os eventos em que o participante está registrado.

Essa é uma limitação de implementação pois depende exclusivamente da inclusão de um botão para abandonar o fluxo de intervenções de eventos.

L16 – Agrupar eventos em níveis: *Limitação identificada no Cenário F.* Em programas interventivos informacionais, por vezes, quando há uma grande quantidade de informações, é necessário que as informações sejam organizadas em níveis para facilitar o acesso e o mapeamento para o usuário final. O modelo ESPIM organiza as intervenções em eventos, porém os eventos não possuem agrupamentos em múltiplos níveis. A especialista que reportou essa limitação indicou que gostaria de apresentar os eventos em forma de um menu. Atualmente ela realiza essa apresentação utilizando questões de escolha única com diferentes fluxos.

O modelo ESPIM não prevê a categorização de eventos em grupos, que permitiria a sua exibição em níveis. Para que isto fosse realizado seria necessário adicionar uma classe para organizar os eventos em grupos e indicar suas hierarquias. Todavia, é importante analisar se essa modificação seria adequada no âmbito do ESPIM, dada que é uma funcionalidade relacionada ao modo de organização e exibição na tela. Uma possível solução seria a criação de um modelo de customização da interface, que seria desconexo do modelo de dados, responsável por gerar *templates* personalizados para exibição de eventos e intervenções.

L17 – Personalizar eventos com ícones: *Limitação identificada no Cenário F.* Ainda no contexto de programas interventivos informacionais, a especialista informou que gostaria de mais opções de personalização na interface, mais especificamente, a associação de ícones para eventos e para os seus agrupamentos (quando disponíveis).

Como já mencionado, o modelo ESPIM não prevê personalizações de interface, com exceção da cor de eventos, que é utilizada no âmbito organizacional. Boas práticas de modelagem apontam que o modelo de dados deve possuir independência da formatação da interface. Portanto, a solução de criação de um modelo de customização da interface também é aplicável para resolver essa limitação.

L18 – Finalizar um aplicativo externo e retornar ao aplicativo SENSEM: *Limitação identificada no Cenário B.* Ao iniciar um aplicativo externo pelo aplicativo SENSEM é necessário que o participante retorne ao SENSEM manualmente e continue o fluxo de execução das intervenções. Este comportamento só é diferente em casos de aplicativos que foram desenvolvidos para funcionar de forma integrada ao sistema ESPIM que, nesse caso, finalizam a interação e retornam um resultado para o SENSEM. Ou seja, se um aplicativo genérico como o WhatsApp for iniciado via SENSEM, o participante precisa realizar a tarefa que foi orientado e retornar à intervenção. Essa interação por vezes é complicada para usuários com pouca experiência com dispositivos Android.

Essa situação trata-se de uma limitação extraordinária, pois o sistema operacional Android, por questões de segurança, não permite que um aplicativo possua controle sobre o ciclo de vida de outro. Portanto, a implementação da solução só é possível em um ambiente com um sistema operacional customizado.

L19 – Controlar manualmente a inicialização da reprodução de vídeos: *Limitação identificada no Cenário F.* Atualmente o aplicativo SENSEM inicializa a reprodução dos vídeos das intervenções automaticamente. Essa interação é utilizada por padrão devido a grande quantidade de usuários idosos, os quais por vezes possuem dificuldade de perceber alguns elementos de interação. No entanto, no Cenário F, a especialista apontou que gostaria que os participantes iniciassem a reprodução do vídeo por conta própria, pois, em sua opinião, a reprodução automática poderia atrapalhar o usuário dependendo do contexto em que acessou a aplicação.

Por questões de usabilidade o aplicativo SENSEM mantém como padrão a reprodução automática, pois esse modo de interação gerou resultados positivos com o público idoso (RODRIGUES *et al.*, 2018). Portanto, para permitir também a reprodução manual o modelo prevê um atributo que indica se a mídia deve ou não ser executada automaticamente. Porém, essa funcionalidade ainda não foi implementada no sistema ESPIM, tratando-se de uma limitação de implementação.

L20 – Permitir textos longos nas intervenções: *Limitação identificada no Cenário H.* No cenário H as intervenções são compostas por histórias digitais no formato textual. Algumas dessas histórias são longas e extrapolam o número de caracteres permitidos pelo sistema e, portanto, precisam ser divididas em um maior número de intervenções. Para evitar a rolagem da tela por conta de textos longos no enunciado das intervenções, o sistema ESPIM limita a quantidade de caracteres que pode ser inserida. Segundo o especialista, essa restrição obrigou-lhe a repensar a forma com que cada história é organizada em termos de divisão de telas e questões associadas. Considerando que nesse cenário em particular o especialista planeja utilizar *tablets* para aplicar as intervenções, um número maior de caracteres é certamente admissível.

A restrição do número de caracteres foi implementada em nível de sistema, de forma que o modelo não implica nenhuma limitação no tamanho dos textos. O tamanho de um atributo tipo texto acaba por ser limitado pelas tecnologias de banco de dados e linguagem de programação aplicadas na implementação do sistema, as quais atualmente apresentam um valor extremamente alto, não apresentando limitações em sua manipulação. Dessa forma, a limitação descrita é relacionada apenas a uma decisão de implementação.

L21 – Permitir a configuração de um tempo limite de exibição de intervenções: *Limitação identificada no Cenário H.* O especialista responsável pelo cenário H reportou que seria interessante controlar o tempo que uma intervenção do tipo mensagem ou questão permanece disponível na tela para a interação com o usuário. Essa funcionalidade seria útil não apenas no âmbito avaliativo, mas em situações de *gamificação* do ensino. O especialista não necessita dessa funcionalidade no momento, mas gostaria de utilizar em sua pesquisa caso estivesse disponível.

Nenhum requisito identificado até o momento demandou a determinação de um tempo de expiração para a exibição de intervenções. No entanto, o requisito RF33 prevê repetições em intervenções e os OCC propostos para sua solução permitem realizar saltos entre as intervenções. Esses OCC podem ser estendidos para analisar dados de interação com as intervenções, não apenas após a confirmação de resposta, mas durante a visualização de seu conteúdo. A criação de novos OCC não implica modificações no modelo conceitual estrutural do ESPIM, podendo ser realizada exclusivamente pela implementação das novas funcionalidades relacionadas.

L22 – Permitir destacar trechos do texto com interações de toque para responder questões: *Limitação identificada no Cenário H.* O especialista que trabalhou com textos de histórias digitais apontou que em seu cenário seria interessante a funcionalidade de permitir tocar no texto para destacar (i.e., grifar) um trecho de interesse. O trecho seria interpretado como a resposta de uma questão sobre o conteúdo da história. Em um estudo anterior o especialista transformou essa funcionalidade em questões de múltipla escolha.

Uma possível solução para esse requisito seria utilizar marcadores específicos para determinar os trechos selecionáveis, utilizando uma linguagem de marcação. Como já observado,

qualquer linguagem de marcação pode ser representada em um campo textual do modelo. Já em termos de análise de resposta, seria necessário implementar uma intervenção do tipo questão de seleção de texto. Apesar de exigir uma implementação diferenciada em relação às questões já existentes no sistema, o modelo conceitual atual é capaz de representar esse tipo de intervenção sem modificações em sua estrutura ou atributos, de forma que essa limitação está restrita apenas a sua implementação no sistema.

L23 – Adicionar intervenções do tipo questões de categorização: *Limitação identificada no Cenário H.* Um especialista reportou que, futuramente, gostaria de aplicar aspectos de *gamificação* em sua pesquisa. Entre eles, utilizar a interação de arrastar os conceitos em grupos (questão de categorização). Em seu estudo, ele gostaria de permitir representações lúdicas do conteúdo, utilizando imagens para representar tanto as categorias como os itens a serem categorizados.

Nas entrevistas realizadas durante a coleta inicial de requisitos, os especialistas já demonstraram interesse em programar questões de categorização, no entanto esse tipo não foi implementado no sistema ESPIM até o momento. Atualmente a classe *QuestionIntervention* contém os atributos necessários para representar uma questão de categorização ao utilizar os campos de *opções* e *escala*, que podem representar os itens e as categorias, respectivamente. Os campos podem, inclusive, conter endereços URL, permitindo questões de categorização de imagens. Portanto, a limitação depende da implementação da funcionalidade no sistema.

Além das limitações descritas, que resultaram em uma nova lista de requisitos, alguns especialistas relataram situações que são classificados como problemas na interface ou na implementação do sistema e que afetam a sua usabilidade de forma geral. São eles:

- Problemas na interface de autoria de intervenções:
  - ao excluir uma intervenção a numeração não é recalculada, de forma que são gerados "buracos" na numeração das intervenções;
  - ao abrir um evento finalizado as intervenções ficam desorganizadas e não consideram a ordem de fluxo definida;
  - não é possível salvar as intervenções durante o processo de autoria pois é preciso finalizar o programa para que as alterações sejam incluídas no sistema. Esse comportamento causou perdas de dados para vários usuários.
- A interface de visualização dos resultados não é eficiente. As opções de filtragem são restritas e os gráficos apresentados não adicionam muita informação para a análise.
- Observadores e participantes não são apresentados em ordem alfabética.

Durante as entrevistas também foram reveladas limitações que foram implementadas, porém não estavam disponíveis no momento da condução dos cenários:

- O Cenário A foi o primeiro a ser conduzido e, naquele momento, o estímulo de áudio não estava disponível. As especialistas utilizaram vídeo e texto para substituir o áudio.
- Os Cenários E e G utilizaram laços de repetição. No entanto, a funcionalidade de repetição gerenciada pelo sistema não estava disponível. Os especialistas modelaram as situações de repetição manualmente, repetindo algumas intervenções e utilizando intervenções de mensagens intermediárias.

5.4 Análise

O Quadro 9 resume cada limitação identificada listando sua associação com os cenários de uso relacionados, o tipo da limitação (limitações do modelo, limitações de implementação e limitações extraordinárias), a estimativa da complexidade para solucionar a limitação em termos de implementação, e a urgência para sua resolução. A seguir é apresentada uma análise do impacto das limitações nos cenários, o grau de cobertura dos requisitos e uma avaliação dos aspectos funcionais do modelo.

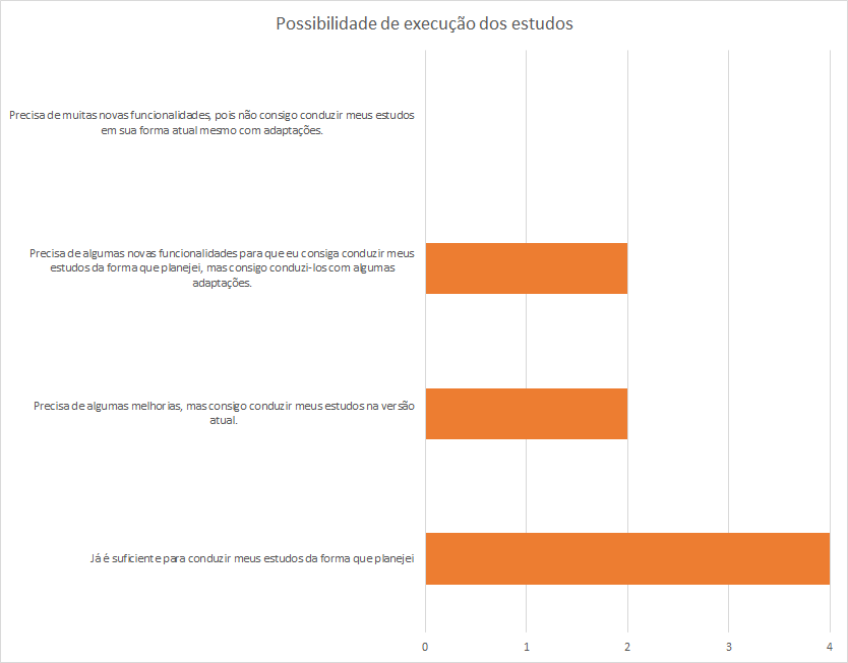
Quadro 9 – Resumo das limitações encontradas pela avaliação com especialistas.

Limitação	Cenários	Tipo	Complexidade	Urgência
L01	B, I	Implementação	Média	Média
L02	I	Modelo	Média	Baixa
L03	B	Implementação	Média	Baixa
L04	B	Modelo	Simples	Alta
L05	B, E, F	Implementação	Alta	Média
L06	B	Implementação	Média	Média
L07	A, D	Implementação	Alta	Média
L08	H	Implementação	Média	Baixa
L09	G	Implementação	Simples	Baixa
L10	E	Implementação	Média	Alta
L11	D	Implementação	Alta	Alta
L12	F, H	Implementação	Média	Média
L13	F, H	Implementação	Média	Baixa
L14	F	Implementação	Simples	Baixa
L15	F	Implementação	Simples	Baixa
L16	F	Modelo	Alta	Baixa
L17	F	Modelo	Simples	Baixa
L18	B	Extraordinária	-	-
L19	F	Implementação	Simples	Baixa
L20	H	Implementação	Simples	Média
L21	H	Implementação	Média	Baixa
L22	H	Implementação	Complexa	Baixa
L23	H	Implementação	Média	Baixa

Fonte: Elaborada pela autora.

Impacto das limitações nos cenários de uso Nenhuma das limitações identificadas foi impedi-

Figura 29 – Adaptação do sistema ESPIM aos cenários realizados.



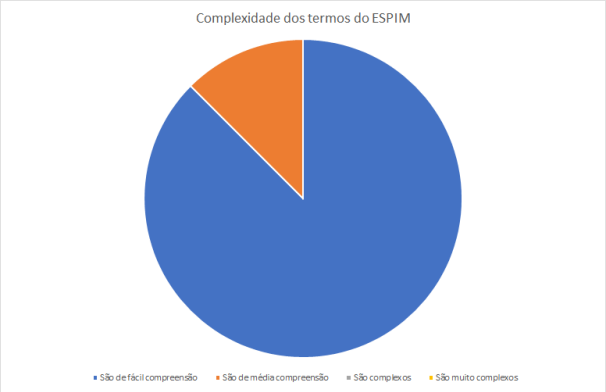
Fonte: Elaborada pela autora.

tiva na execução dos cenários de uso dos entrevistados. Todos os especialistas declararam que conseguiram conduzir suas aplicações interventivas com diferentes níveis de adaptação em seu planejamento, sem implicações prejudiciais em seus delineamentos iniciais.

Quatro entrevistados reportaram que o sistema ESPIM contempla os requisitos necessários para os seus cenários de uso, apontando apenas melhorias para aprimorar a eficiência de uso. Dois gostariam de algumas melhorias mais complexas, porém que não afetam o planejamento de seus cenários. Outros dois especialistas e uma especialista que conduziu vários cenários reportaram que tiveram de fazer algumas adaptações na condução de seus estudos interventivos, mas que foi possível utilizar o sistema sem perdas no seu delineamento. Esses especialistas declararam que precisam de novas funcionalidades para suprir as limitações encontradas, porém essas não prejudicaram os delineamentos, sendo que o maior impacto encontrado foi em termos da autoria, que necessitou de um maior esforço, ou da aparência do aplicativo SENSEM, a qual gostariam de maior personalização. A Figura 29 apresenta o gráfico desses resultados, exibindo a relação entre as afirmações e o número correspondente de especialistas.

Com relação a dificuldade na interpretação da nomenclatura utilizada pelo modelo e pelo sistema ESPIM, sete especialistas declararam que os termos são de fácil compreensão e que foi possível entender e adaptar seu significado ao contexto de seus cenários já nas primeiras utilizações do sistema. Apenas um especialista apontou média dificuldade, mas que sua compreensão foi possível após utilizar o sistema por um tempo. O gráfico apresentado na Figura 30 apresenta esse resultado.

Figura 30 – Avaliação dos termos utilizados pelo modelo/sistema ESPIM.



Fonte: Elaborada pela autora.

Grau de cobertura dos requisitos pelo modelo A lista de requisitos iniciais foi composta por 38 requisitos que definiram o modelo proposto. Por meio das entrevistas, na avaliação foram encontradas 23 limitações, sendo que apenas 4 não são representadas pelo modelo em sua forma atual, necessitando de adaptações. As outras 19 limitações identificadas são contempladas pelo modelo e dependem da sua implementação no sistema. Considerando que as limitações elencadas podem ser diretamente expressas na forma de requisitos correspondentes em uma relação de um para um, a soma das 23 limitações e dos 38 requisitos resulta em total de 61 requisitos. Entre os 61 requisitos, 57 são cobertos pelo modelo. Seguindo a fórmula descrita por Mehmood e Cherfi (2009), o grau de cobertura é calculado pelo número de requisitos suportados dividido pelo número total de requisitos (57/61 = 0,9344), de forma que o grau de cobertura é igual a 93,44%.

É importante destacar que, ao total, 32 especialistas colaboraram para a definição desses requisitos e limitações, sendo 12 por meio de entrevistas durante a concepção inicial do modelo, 12 durante o seu desenvolvimento, e 8 nas entrevistas finais, os quais utilizaram o sistema ESPIM empiricamente em seus cenários de uso reais.

Análise qualitativa dos aspectos funcionais do modelo Para cada atributo do modelo qualitativo para a avaliação de aspectos funcionais de modelos conceituais de Mehmood e Cherfi (2009) são apresentadas as observações resultantes tanto do processo de entrevistas como pelo acompanhamento, por parte da autora, da utilização empírica do modelo no sistema ESPIM:

- **Completude**: de acordo com o cálculo de avaliação de cobertura dos requisitos, o modelo ESPIM é capaz de representar 93,44% dos conceitos expressos pelos usuários especialistas. Trata-se de uma taxa de completude alta principalmente ao se considerar que a análise das limitações não identificou nenhum requisito que acarrete em uma mudança estrutural do modelo.
- **Relevância para os requisitos**: o modelo ESPIM não apresenta conceitos adicionais

que podem ser considerados irrelevantes para os especialistas. Sua modelagem apresenta apenas reproduções de conceitos essenciais para as funcionalidades almejadas. Ainda, com o objetivo de reduzir a complexidade da modelagem, o modelo busca reusar informações externas, como no caso de dados de usuários e informações sobre a personalização de sua interface, e ainda propõe o uso de OCC para empoderar as funcionalidades do sistema sem a necessidade de extensões no modelo conceitual.

- **Praticidade**: o modelo já foi implementado pelas provas de conceito do sistema ESPIM. Considerando que o sistema foi desenvolvido por diversos programadores e utilizado por uma grande variedade de usuários, pode-se afirmar que sua implementação é praticável.
- **Expressividade**: a interface de autoria do sistema ESPIM reflete diretamente os termos e a representação dos conceitos pelo modelo. Como reportado, os especialistas não apresentaram dificuldade na compreensão da terminologia, além de terem utilizado o sistema com sucesso em seus cenários de uso. Além disso, a interface Web de autoria das provas de conceito contou com a participação de outros quatro desenvolvedores que foram capazes de compreender o modelo em curto prazo, dada a alta rotatividade desses desenvolvedores no projeto.
- **Reusabilidade**: a própria aplicação do modelo ESPIM é, por si só, genérica. A estrutura e termos do modelo foram desenvolvidos com o principal objetivo de representar aplicações nas áreas de Educação e Saúde sem qualquer especificidade sobre os delineamentos de especialistas. A variedade dos cenários de aplicação de intervenções realizados comprova a alta reusabilidade pretendida pelo modelo.
- **Confiabilidade**: o modelo conceitual proposto apresenta as restrições dos conceitos relacionados ao sistema. Estas restrições buscam auxiliar desenvolvedores a prever falhas que podem ser causadas pela inclusão de valores incorretos durante uma interação com o usuário. Ao reproduzir estas restrições o modelo auxilia na construção de sistemas mais confiáveis.

5.5 Considerações Finais

As entrevistas realizadas com os especialistas que utilizaram o sistema ESPIM empiricamente em seus cenários de uso permitiu identificar um conjunto de 23 limitações. A maior parte dessas limitações são relacionadas à implementação de novas funcionalidade, sem a necessidade de alteração no modelo ESPIM, o que resultou em um alto grau de cobertura de requisitos (93,44%).

A avaliação qualitativa dos aspectos funcionais apresentou resultados positivos para todos os seus atributos. Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de terem sido realizadas entrevistas para coleta de requisitos com muitos profissionais de diversas áreas, à flexibilidade do modelo em aceitar novos tipos de intervenções, principalmente do tipo questões, e também à decisão de utilizar Operadores Condicionais Complexas para tratar comportamentos condicionais específicos, o que permite implementar funcionalidades simples sem a necessidade de alterações

no modelo conceitual.

É importante destacar que, no processo de condução dos cenários de uso, pelo menos 380 participantes (contabilizados) utilizaram o aplicativo SENSEM. Sua utilização foi observada pelos especialistas responsáveis e parte das limitações resultou dessas observações.

Com relação às quatro limitações que demandam modificações no modelo, é importante discutir o grau de mudança associado a cada uma delas.

A limitação **L02** trata de incluir a criação de uma ficha personalizada para participantes, permitindo adicionar informações pessoais e histórico para cada um deles. Sua solução implica a adição de classes ou até mesmo no reúso e integração de um modelo conceitual que já trata esse requisito, de forma que não seria necessária nenhuma mudança modelo ESPIM.

A limitação **L04** é sobre a organização de participantes em grupos e sua solução é a adição de uma classe que permite múltiplas associações entre participantes e grupos.

As limitações **L16** e **L17** tratam da personalização da interface resultante no aplicativo móvel, utilizando agrupamentos de eventos em menus e adição de ícones gráficos. Além de determinar mudanças relacionadas ao resultado visual, estas limitações estão associadas ao contexto de intervenções informativas com uma grande quantidade de informações. Sua inclusão no modelo ESPIM traria uma complexidade não desejada, portanto a criação de um modelo desacoplado que trata questões de organização de telas e personalização gráfica pode ser uma solução mais adequada.

O conjunto de cenários de uso investigado aplicou intervenções em diferentes formatos por meio de disparos programáveis e/ou por inicialização manual por parte dos usuários-alvo. Os cenários também exploraram múltiplos estímulos multimídia e apresentaram algumas condições específicas que podem ser representadas pelos Operadores Condicionais Complexos. No entanto, os especialistas entrevistados não apresentaram demandas relacionadas ao uso de sensores, disparos contextuais e gerenciamento de fases, o que deve ser investigado por estudos de caso em trabalhos futuros. Com relação ao *mobile player*, sua interface apresentou bons resultados tanto em avaliações de usabilidade quanto em cenários de uso com usuários-alvo reais, como observado e avaliado pelos especialistas. O foco no público idoso permitiu desenvolver uma interface que aborda aspectos de usabilidade e acessibilidade características de um projeto com *design* universal.

Assim, pode-se afirmar que as limitações relacionadas ao modelo são solucionáveis com pequenas alterações ou pela integração de extensões. Considerando que os especialistas declararam que conduziram seus cenários de uso utilizando o sistema ESPIM sem afetar seu delineamento original, os resultados da avaliação respondem a questão de pesquisa: *"Sim, o modelo ESPIM é capaz de representar intervenções sem perdas significativas nos delineamentos planejados pelos especialistas no subconjunto de aplicações nas áreas da Saúde e Educação"*.

CAPÍTULO

6

CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Com a popularização de dispositivos móveis, especialistas de diferentes áreas, em especial da Saúde e da Educação, passaram a utilizar tecnologias computacionais para coletar dados e aplicar intervenções no ambiente natural de seus usuários-alvo. No entanto, para conduzir seus estudos interventivos, os especialistas precisam utilizar sistemas existentes e realizar adaptações em seu delineamento ou contar com a colaboração ou contratação de profissionais com habilidades de programação de *software*.

6.1 ESPIM

Considerando a ausência de métodos que combinem procedimentos de coleta de dados e de intervenção por meio de dispositivos computacionais, o *Experience Sampling and Programmed Intervention Method* (ESPIM) foi definido de modo a combinar métodos selecionados de coleta e instruções programadas para viabilizar a programação de intervenções a distância. A formalização do ESPIM em um modelo computacional objetiva guiar o desenvolvimento sistemas que possibilitem especialistas das áreas da Saúde e Educação a programar intervenções para seus usuários-alvo.

O modelo ESPIM proposto neste trabalho foi desenvolvido de forma iterativa por meio de entrevistas e do acompanhamento de cenários de uso com especialistas. O modelo consiste em: (a) um modelo conceitual estrutural, (b) um modelo conceitual comportamental e (c) um conjunto de operadores denominados Operadores Condicionais Complexos. O modelo conceitual também define a nomenclatura do ESPIM.

A partir do modelo foram construídas provas de conceito que constituem o sistema ESPIM. São três provas de conceito que implementam o modelo proposto em diferentes funções: (a) um serviço Web que armazena e provê os documentos ESPIM, (b) uma interface Web que permite a autoria e visualização dos programas e resultados por especialistas e (c) um *mobile*

player responsável por reproduzir os documentos ESPIM nos dispositivos dos usuários-alvo.

Para avaliar o modelo foram realizadas entrevistas com oito especialistas das áreas de Psicologia, Terapia Ocupacional, Computação, Fonoaudiologia e Gerontologia. Esses especialistas atuarem em nove cenários de uso distintos que contaram com a participação de, aproximadamente, 340 usuários alvo.

Entre os cenários de uso realizados cita-se (1) a promoção do engajamento em atividades educacionais entre pais e crianças autistas, (2) o apoio ao letramento digital em dispositivos móveis para a terceira idade, (3) o acompanhamento de monitores do curso de letramento digital, (4) a investigação da troca de mídias para estimular a conexão social na terceira idade, (5) a criação de tarefas de casa para melhoria de linguagem escrita e leitura para crianças, (6) a entrega de conteúdo informativo para cuidadores de idosos com demência, (7) a facilitação da autoria de histórias digitais para o público da terceira idade, (8) a criação de história digitais para crianças com dificuldade de leitura e (9) a programação de intervenções para mudança no conceito geral de qualidade de vida de pessoas com mais de 40 anos.

As entrevistas permitiram identificar 23 novas limitações do sistema ESPIM, sendo que apenas 4 não são representadas pelo modelo em sua forma atual, necessitando de pequenas extensões. Os especialistas declararam que foram capazes de conduzir seus cenários de uso utilizando o sistema ESPIM sem afetar o seu delineamento original, o que responde positivamente à questão de pesquisa deste trabalho. Foi calculado o grau de cobertura de requisitos que resultou no valor de 93,44%. Além disso, a avaliação qualitativa dos aspectos funcionais do modelo apresentou resultados positivos para todos os atributos considerados.

Os resultados em termos de completude e cobertura de requisitos, além da praticabilidade do modelo, incluindo seus operadores, atestam seu potencial para reúso ao servir como um guia para a implementação de estruturas computacionais para a coleta e intervenção a distância. A variedade dos cenários de uso explorados fortifica tal afirmação, considerando que os requisitos adicionais identificados não implicam grandes mudanças no modelo proposto, mas sim na adição de novos atributos e classes em pequena escala. A maior parte das limitações identificadas estão relacionadas a implementação de funcionalidades nas provas de conceito. Essas funcionalidades podem estimular novas pesquisas tanto em termos de desenvolvimento de soluções computacionais como em cenários de uso que exploram requisitos peculiares.

Apesar do modelo ESPIM viabilizar a construção de um sistema de autoria, o que foi comprovado pelas provas de conceito que permitem a criação personalizada de programas interventivos, é importante destacar que o objetivo deste trabalho foi viabilizar a representação de programas de intervenção, independentemente das plataformas e tecnologias utilizadas, mesmo que fora do processo de autoria. Ou seja, aplicações de coleta e intervenção que tenham um conteúdo fixo e não personalizável podem também fazer uso do modelo proposto. No entanto, a estrutura computacional para autoria foi crucial para comprovar a flexibilidade do modelo em termos de representação dos requisitos dos especialistas ao ser aplicado em nove cenários de uso

distintos.

6.2 Trabalhos Futuros

Com base nos resultados da avaliação, esta seção discute as limitações deste trabalho e sugere possibilidades de trabalhos futuros relativos ao modelo, às provas de conceito e aos potenciais cenários de uso que podem ser conduzidos por meio deles.

6.2.1 Personalização de Apresentação do ESPIM

As entrevistas com os especialistas revelaram limitações em termos de personalização em dois sentidos: uso de termos particulares das áreas de aplicação e organização estrutural dos elementos que compõem o programa ESPIM.

As provas de conceito refletiram os termos utilizados no modelo ESPIM e, apesar da opinião dos especialistas apontar para a simplicidade e capacidade de generalização dos termos, esses termos na interface não refletem os cenários particulares de cada um deles. Isto implica a necessidade de personalização dos termos utilizados na interface de autoria de acordo com a área de aplicação do sistema. Enquanto esses termos podem ser fixados em instâncias específicas do modelo ESPIM (e.g., em um sistema de intervenções para a saúde mental), a prova de conceito apresentada neste visa comportar áreas de estudo muito distintas, carecendo de estruturas que comportem múltiplas terminologias que podem, inclusive, serem ampliadas de acordo com as necessidades dos seus usuários. Assim é necessário que a implementação comporte diferentes terminologias de acordo com uma área selecionada pelo especialista ao acessar o sistema.

O modelo ESPIM não comporta organizações estruturais multicamadas para os eventos de um programa. A organização em várias camadas, como em menus aninhados, pode fazer sentido para especialistas que criam intervenções com foco informacional. Além da organização, características gráficas precisam ser adaptadas, como a utilização de ícones nesses eventos. Como observado na maioria dos cenários de uso, os especialistas valorizam o uso das imagens, considerando um aspecto importante na atratividade de um aplicativo, no diálogo com o usuário e na exemplificação de conceitos.

Considerando que essas as limitações de personalização são correlacionadas, no sentido de afetar a visualização e a experiência de seus usuários em ambos os lados, uma possível solução seria o desenvolvimento de um modelo de personalização das interfaces de apresentação baseadas no ESPIM. Uma solução desacoplada do modelo conceitual pode ser mais eficiente ao manter a separação entre a customização de elementos da interface e o modelo de dados. Esse trabalho poderia ser abordado no sentido de habilitar a autoria de modelos visuais para o ESPIM, permitindo a aplicação de *templates* na interface do observador e também na interface do participante.

6.2.2 Objetos de Aprendizagem

O reúso de intervenções é bastante presente entre os especialistas que utilizaram do sistema ESPIM. Devido a esse reúso, existem funcionalidades para exportar programas e intervenções. No entanto, essas funcionalidades são baseadas na cópia de conteúdos cadastrados no sistema.

Considerando um cenário que uma especialista quer criar um novo programa e utilizar intervenções e estímulos multimídia já cadastrados no sistema, essa interação pode tornar-se bastante complexa, não apenas em termos de compartilhamento e reúso, mas da necessidade de mecanismos de recomendação, considerando uma grande quantidade de intervenções cadastradas em um sistema. Todos esses dados já estariam cadastradas no sistema, de forma que pode ser simulado um "banco de dados virtual" que organiza os dados durante o acesso para o reúso.

A possibilidade de criação de um banco de objetos de aprendizagem, consistindo não apenas de intervenções, mas de estímulos de forma geral, assim como (a) o gerenciamento para uso colaborativo, (b) a recomendação de acordo com o objetivo do programa, (c) o processo de extensão e redistribuição desses objetos, e (d) a reutilização destes objetos para a criação de eventos educacionais interventivos, podem gerar resultados de relevância no âmbito da colaboração para a autoria de programas educacionais.

6.2.3 Validação da Integração com Sensores Vestíveis e de Ambiente

O modelo foi proposto considerando que as informações geradas por sensores não são exclusivas de *smartphones* ou de *tablets*. As provas de conceito permitem a coleta de informações sobre atividades físicas de usuários utilizando dispositivos vestíveis (i.e., relógios inteligentes), porém, até o momento não foram conduzidos cenários de uso que utilizem coleta de dados por sensores.

A integração com múltiplos sensores, incluindo os de ambiente, como sensores de movimento, balanças, câmeras, e dispositivos vestíveis, não é uma tarefa complexa em termos de implementação, pois pode incluir o reúso de algoritmos de coleta propostos por outros pesquisadores. O desafio se encontra em como apresentar a informação ao especialista leigo, tanto em termos de autoria ("Quais sensores utilizar? Quais atividades serão rastreadas"), como em termos de visualização de resultados. Um mesmo sensor físico pode coletar dados que podem ser interpretados e utilizados de diferentes formas, dependendo da área e da aplicação de cada especialistas. A previsão de múltiplas aplicabilidades e a adequação para um processo de autoria trata-se de um desafio.

Muitos trabalhos realizam coletas de dados por sensores e, para isso, desenvolvem algoritmos de forma independente, sem considerar alternativas já existentes. É importante que exista uma preocupação com o reúso e com a padronização de algoritmos abertos para que, não apenas pesquisadores não percam tempo replicando algoritmos que podem, inclusive, ser menos eficientes que os alguns já reportados, mas para que esses algoritmos possam ser incorporados em sistemas como o ESPIM. Nesse sentido, uma revisão sistemática da literatura pode revelar as

opções existentes e quais são reutilizáveis.

Ainda que haja sensores e métodos eficientes para coleta de dados por sensores, não há uma padronização e facilitação para o uso desses por usuários não programadores. A visão de autoria por parte do usuário final é um passo para a real democratização das tecnologias, que poderão cada vez mais ser utilizadas por especialistas de diferentes áreas, não apenas no meio acadêmico, mas no âmbito profissional, alcançando a sociedade de forma eficiente.

6.2.4 Disparos Contextuais

Outra possibilidade prevista no modelo, porém não tratada nas provas de conceito é a criação de disparos contextuais. Berkel, Ferreira e Kostakos (2017) realizaram uma revisão sistemática em sistemas ESM para dispositivos móveis e afirmam que, apesar da grande contribuição que disparos contextuais trariam para experimentos baseados em ESM, os sistemas identificados não proporcionam essa funcionalidade. A aplicação de disparos contextuais pode ser um verdadeiro diferencial aos experimentos com dispositivos móveis, criando situações que não poderiam ser emuladas com tecnologias analógicas. Considerando um cenário ideal de integração com sensores vestíveis, sensores de ambiente e informações coletadas por meio de redes sociais, seria possível planejar intervenções totalmente personalizadas, com foco nas necessidades do indivíduo de acordo com o seu comportamento.

Em termos de definição de disparos contextuais personalizados em um processo de autoria, alguns desafios são a definição de expressões de contexto e o *design* e avaliação de uma linguagem visual para programação lógica desses disparos, permitindo a elaboração de combinações, condições e restrições por parte de um usuário sem conhecimentos avançados em lógica de programação. O trabalho de Rough e Quigley (2015) trata de uma linguagem visual para criação de disparos para experimentos ESM. Outro trabalho relacionado trata-se de um *System Development System* (SDK) para coletar informações de contexto e gerar notificações, chamado Neura SDK[1]. O método utilizado no SDK foi patenteado por Shaashua e Shaashua (2018). Porém, ainda não há uma solução aberta que permita a geração de expressões contextuais no sentido de autoria.

6.2.5 Análise de dados coletados e ações automatizadas via OCC

Neste trabalho foi proposta uma versão do modelo ESPIM que visa permitir a coordenação de múltiplas fases, que são agrupamentos de eventos com condições de duração e uma ordem lógica de execução. Cada fase contém eventos que consistem em conjuntos de intervenções que são definidas de acordo com o contexto que o participante se encontra. Um dos cenários mencionados foi o de acompanhamento de gestantes, as quais a cada trimestre precisam de cuidados diferenciados. Esse exemplo é claramente determinado pela duração do trimestre e

[1] https://dev.theneura.com/

pela data de entrada da gestante no programa. Porém, existem casos em que a análise de troca de fases é complexa, como em casos de análise de desempenho em programas de ensino. Nesses casos a troca poderia ser realizada manualmente por um especialista ou poderia ser baseada em algoritmos capazes de analisar o desempenho e automatizar o gerenciamento de fases.

O uso de Operadores Condicionais Complexos no ESPIM permite configurar ações para a análise de resultados em um servidor externo, como já exemplificado em um dos cenários de uso. Um servidor externo pode realizar o processamento das repostas e realizar uma ação. A ação poderia consistir na modificação nos dados do programa ESPIM para alterar o *status* do participante em particular, alterando sua fase de acordo com o desempenho analisado. Por exemplo, ao terminar de responder um conjunto de intervenções de um programa educacional, um OCC pode enviar as respostas a um servidor específico, juntamente com os dados do participante e do programa em questão. Ao receber os resultados, o algoritmo hospedado no servidor avalia se o desempenho é suficiente para avançar de módulo. Em caso positivo, o servidor pode enviar uma requisição para alterar o *status* do participante no programa, fazendo com que avance para a próxima fase que representa o modulo seguinte. Outro possível cenário seriam intervenções para pessoas com demência. Podem ser programados OCC que enviam a um servidor dados de sensores e resultados de intervenções. O servidor analisa os dados ao longo do tempo e pode identificar se aquele participante evoluiu em seu estado de demência. Ao constatar uma evolução, o participante pode ser realocado para uma nova fase.

Além do gerenciamento de fases, os OCC podem ser utilizados em outras aplicações que fazem uso de algoritmos de análise de dados. Por exemplo, pode ser aplicado um algoritmo para análise de dados coletados por sensores e intervenções para identificar a probabilidade de queda em um idoso, alertando os especialistas responsáveis. Podem ser avaliadas as emoções dos participantes depressivos, de forma a identificar pensamentos suicidas. A análise automática dos dados coletados permite o acompanhamento de uma maior quantidade de participantes, o que é a realidade do ambiente clínico.

O desenvolvimento e a avaliação desses algoritmos integrados à estrutura computacional do ESPIM podem resultar em cenários de uso mais complexos, com contribuições para as áreas da Computação, da Saúde e da Educação.

6.2.6 Ampliação de Abordagens de Ensino

O ESPIM é suportado por teorias *behavioristas* da área da Educação e seus cenários de uso resultantes refletem essa abordagem, considerando o foco no ensino individualizado e na prática interventiva a distância. No entanto, considerando a flexibilidade proposta pelo modelo e reproduzida em suas provas de conceito, é possível utilizar o sistema ESPIM para conduzir estudos baseados em outras abordagens de ensino, como o construtivismo (JONASSEN, 1991) e a aprendizagem situada (LAVE, 1991).

Considerando que o construtivismo se apoia em conhecimentos prévios e na avaliação do meio social do indivíduo, o ESPIM pode ser usado como ferramenta auxiliar para analisar o contexto de cada indivíduo. Além disso, o ESPIM pode ser aplicado em atividades de construção individual de conhecimento. No entanto, se consideramos abordagens construtivistas que se apoiam na construção de conhecimento via interações sociais, são necessárias alterações no modelo e/ou na sua estrutura computacional para que seja possível conduzir estudos nesse contexto. A extensão do modelo para suportar paradigmas de aprendizagem colaborativa, assim como a condução de cenários de uso nesse sentido, ampliaria em larga escala as capacidades de aplicação do ESPIM.

A aprendizagem situada também pode ser explorada pelo ESPIM pela programação de atividades de produção e reflexão em função do contexto que o aluno se situa. O ESPIM, enquanto método, pode ser utilizado para estimular a aprendizagem informal em ambientes diversos. Ao serem explorados os disparos contextuais, a localização dos alunos pode resultar na entrega de conteúdo personalizado, enriquecendo sua experiência com potencial para despertar ligações emocionais, o que auxilia o processo de aprendizado.

6.2.7 Autoria com foco em End-User Programming

A interface de autoria de programas interventivos segue requisitos solicitados pelos especialistas e apresenta bons resultados nos testes de usabilidade (RODRIGUES *et al.*, 2018). Contudo, um conceito bastante presente em métodos de *End-User Programming* é o "*what you see is what you get*"(RODE; ROSSON, 2003), que possibilita realizar a autoria em cima da prévia da interface como apresentada aos usuários-alvo. Apesar de ser um desafio, em grande parte, relacionado à implementação, existem diversos pontos ainda não explorados no contexto de Experiência do Usuário durante a autoria de programas interventivos. Além da questão de prévia do conteúdo gerado, e suas possíveis variações de acordo com o tamanho das telas, as alternativas podem ser comparadas com outras abordagens de autoria. Por exemplo, a interface em forma de fluxograma é eficiente de forma geral, mas em programas com muitas intervenções se torna difícil de administrar. Existe uma interface que seja melhor para todos os casos? Tal investigação pode gerar impacto no processo de aprendizagem e adesão à interface de autoria do ESPIM, com contribuições que podem ser aplicadas ao EUP de forma geral.

6.2.8 Considerações Finais

Apesar da avaliação do modelo apresentar resultados positivos sobre a cobertura de seus requisitos, muitos trabalhos futuros podem ser realizados voltados tanto para a extensão das funcionalidades previstas quanto para a melhoria da experiência dos usuários no contexto de autoria e reprodução. Trabalhos futuros podem ainda explorar cenários de uso mais abrangentes que envolvam, por exemplo, a captura e a análise de dados capturados por sensores de ambiente integrados aos dispositivos móveis.

O modelo ESPIM provê um parâmetro para o desenvolvimento de extensões enquanto sua estrutura computacional correspondente permite que novos colaboradores explorem requisitos não visionados pelos especialistas que contribuíram para este trabalho.

Em termos de trabalhos futuros da autora, espera-se conduzir novos estudos de caso e dar suporte a novos colaboradores externos que demonstrem interesse pelo sistema ESPIM.

REFERÊNCIAS

ABEER, I. A.; SAHA, A.; SINHA, A.; AHMED, N. Reinforcement based learning through communicative android app for autism personnel. In: **Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct**. New York, NY, USA: ACM, 2018. p. 132–138. Citado na página 21.

ALFARSI, G.; ALSINANI, M. Developing a mobile notification system for al buraimi university college students. **International Journal of Information Technology**, v. 1, n. 1, p. 10–16, 2017. Citado na página 21.

ALVES, D. T.; SOUZA, S. A. de; FILHO, S. C. P.; ELIAS, W. de S. Análise de metodologia baseada no sistema de ensino individualizado de keller aplicada em um curso introdutório de eletromagnetismo. **Revista Brasileira de Ensino de Fısica**, v. 33, n. 1, p. 1403, 2011. Citado nas páginas 40 e 41.

AMALLADINNA, A. V.; PUJARI, D. K.; KULSUM, U. WhatsApp as a sensitizer in medical education. **Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare**, v. 5, n. 32, p. 2384–2388, 2018. Citado na página 21.

ARAÚJO, S. L. de. Educação a distância com um sistema personalizado de ensino. 2008. Citado na página 42.

AZOUBEL, M. S.; GIANFALDONI, M. H. T. A. Utilização de procedimentos de ensino-aprendizagem: Relatos de analistas do comportamento. **Perspectivas em análise do comportamento**, v. 5, n. 2, p. 78–92, 2014. Citado nas páginas 39, 40 e 41.

BARHOUMI, C. The effectiveness of whatsapp mobile learning activities guided by activity theory on students' knowledge management. **Contemporary Educational Technology**, ERIC, v. 6, n. 3, p. 221–238, 2015. Citado na página 21.

BAXTER, K. K.; AVREKH, A.; EVANS, B. Using experience sampling methodology to collect deep data about your users. In: **Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2015. p. 2489–2490. Citado nas páginas 23 e 36.

BEN-ZEEV, D.; YOUNG, M. A.; DEPP, C. A. Real-time predictors of suicidal ideation: Mobile assessment of hospitalized depressed patients. **Psychiatry Research**, v. 197, n. 1, p. 55–59, 2012. ISSN 0165-1781. Citado na página 23.

BERKEL, N. van; FERREIRA, D.; KOSTAKOS, V. The experience sampling method on mobile devices. **ACM Computing Surveys**, ACM, New York, NY, USA, v. 50, n. 6, p. 93:1–93:40, dez. 2017. ISSN 0360-0300. Citado nas páginas 33, 34 e 133.

BISHAY, A. Teacher motivation and job satisfaction: A study employing the experience sampling method. **Journal of undergraduate Sciences**, v. 3, n. 3, p. 147–155, 1996. Citado na página 32.

BOER, J. C. den; DIJK, W. van; HORN, V.; HESCOT, P.; BRUERS, J. J. Collecting standardised oral health data via mobile application: A proof of concept study in the netherlands. **PloS one**, Public Library of Science, v. 13, n. 2, p. e0191385, 2018. Citado na página 21.

BOS, F. M.; SCHOEVERS, R. A.; ROT, M. aan het. Experience sampling and ecological momentary assessment studies in psychopharmacology: A systematic review. **European Neuropsychopharmacology**, Elsevier, v. 25, n. 11, p. 1853–1864, 2015. Citado na página 32.

BOYINBODE, O.; AGBONIFO, O.; OGUNDARE, A. Supporting mobile learning with WhatsApp based on media richness. **Circulation in Computer Science**, v. 2, p. 37–46, 2017. Citado na página 20.

BRADLEY, M. M.; LANG, P. J. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. **Journal of behavior therapy and experimental psychiatry**, Elsevier, v. 25, n. 1, p. 49–59, 1994. Citado na página 116.

BRIGHENTI, J.; BIAVATTI, V. T.; SOUZA, T. R. de. Metodologias de ensino-aprendizagem: uma abordagem sob a percepção dos alunos. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, Universidade Federal de Santa Catarina, v. 8, n. 3, p. 281–304, 2015. Citado na página 39.

BRYSON, A.; MACKERRON, G. Are You Happy While You Work? **The Economic Journal**, v. 127, n. 599, p. 106–125, 01 2016. Citado na página 33.

CARLYLE, A. Understanding frbr as a conceptual model. **Library Resources & Technical Services**, v. 50, n. 4, p. 264–273, 2011. Citado nas páginas 46, 62 e 101.

CERI, S.; DANIEL, F.; MATERA, M.; FACCA, F. M. Model-driven development of context-aware web applications. **ACM Transactions on Internet Technology**, ACM, New York, NY, USA, v. 7, n. 1, fev. 2007. Citado na página 46.

CHEN, P. P.-S. The entity-relationship model—toward a unified view of data. **ACM Transactions on Database Systems**, ACM, New York, NY, USA, v. 1, n. 1, p. 9–36, mar. 1976. ISSN 0362-5915. Citado na página 49.

CHEUNG, Y. T. D.; CHAN, C. H. H.; LAI, C.-K. J.; CHAN, W. F. V.; WANG, M. P.; LI, H. C. W.; CHAN, S. S. C.; LAM, T.-H. Using whatsapp and facebook online social groups for smoking relapse prevention for recent quitters: A pilot pragmatic cluster randomized controlled trial. **Journal of medical Internet research**, JMIR Publications Inc., v. 17, n. 10, 2015. Citado na página 20.

CONSOLVO, S.; WALKER, M. Using the experience sampling method to evaluate ubicomp applications. **IEEE Pervasive Computing**, IEEE, Piscataway, NJ, USA, v. 2, n. 2, p. 24–31, 2003. Citado na página 32.

COUTO, C. M. d. *et al.* **Educação a distância e sistema personalizado de ensino: avaliação de um curso utilizando o sistema CAPSI**. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009. Citado na página 42.

CROMPTON, H.; BURKE, D. The use of mobile learning in higher education: A systematic review. **Computers & Education**, Elsevier, v. 123, p. 53–64, 2018. Citado na página 44.

CROMPTON, H.; BURKE, D.; GREGORY, K. H. The use of mobile learning in pk-12 education: A systematic review. **Computers & Education**, v. 110, p. 51–63, 2017. Citado nas páginas 22 e 44.

CSIKSZENTMIHALYI, M.; LARSON, R. Validity and reliability of the Experience-Sampling Method. **The Journal of Nervous and Mental Disease**, v. 175, n. 9, p. 526–536, set. 1987. ISSN 0022-3018. Citado nas páginas 22, 31, 32 e 51.

CUNHA, B. C. R.; RODRIGUES, K. R. H.; PIMENTEL, M. G. C. Synthesizing guidelines for facilitating elderly-smartphone interaction. In: **Proceedings of the 25th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. [S.l.: s.n.], 2019. No prelo. Citado na página 105.

CUNHA, B. C. R.; RODRIGUES, K. R. H.; SCALCO, L. F.; ZAINE, I.; VIEL, C. C.; PIMENTEL, M. G. C. Authoring of interventions with on-demand generation of screen for mobile devices. In: **Anais Estendidos do XXIV Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. p. 145–149. Citado nas páginas 82, 83, 87, 91 e 94.

CUNHA, B. C. R.; RODRIGUES, K. R. H.; ZAINE, I.; SCALCO, L. F.; VIEL, C. C.; PIMENTEL, M. G. C. Web-based authoring of personalized interventions for mobile devices: A case study on elderly digital literacy. In: **Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing**. New York, NY, USA: ACM, 2019. Citado nas páginas 97, 98, 105 e 107.

DATASUS. **Catálogo de Serviços: SOA do Cartão Nacional de Saúde (CNS)**. 2019. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/interoperabilidade/catalogo-de-servicos>. Acesso em: 12/03/2019. Citado na página 74.

DAVIDOVI, v.; GULIANI, K. Reliable cron across the planet. **Queue**, ACM, New York, NY, USA, v. 13, n. 3, p. 30:30–30:39, mar. 2015. ISSN 1542-7730. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2742694.2745840>. Citado na página 53.

DESHPANDE, S.; CHAHANDE, J.; RATHI, A. *et al.* Mobile learning app: A novel method to teach clinical decision making in prosthodontics. **Education for Health**, Medknow Publications, v. 30, n. 1, p. 31, 2017. Citado na página 21.

DIJK, M. R. van; OOSTINGH, E. C.; KOSTER, M. P.; WILLEMSEN, S. P.; LAVEN, J. S.; STEEGERS-THEUNISSEN, R. P. The use of the mhealth program smarter pregnancy in preconception care: rationale, study design and data collection of a randomized controlled trial. **BMC pregnancy and childbirth**, BioMed Central, v. 17, n. 1, p. 46, 2017. Citado na página 21.

DIMITRIOU, M.; GIAZITZI, K.; STAVRIDI, E.; PALISIDIS, G.; KARATHANOSAND, V.; BOSKOU, G. Evaluation of an electronic application for nutritional information in food service outlets: A pilot mhealth application. **International Journal of Reliable and Quality E-Healthcare**, v. 6, n. 1, p. 46–58, 2017. Citado na página 21.

DINGLER, T.; WEBER, D.; PIELOT, M.; COOPER, J.; CHANG, C.-C.; HENZE, N. Language learning on-the-go: Opportune moments and design of mobile microlearning sessions. In: **Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services**. New York, NY, USA: ACM, 2017. p. 28:1–28:12. Citado na página 21.

DOMINGO, M. G.; GARGANTÉ, A. B. Exploring the use of educational technology in primary education: Teachers' perception of mobile technology learning impacts and applications' use in the classroom. **Computers in Human Behavior**, Elsevier, v. 56, p. 21–28, 2016. Citado na página 43.

ECKHOFF, R. P.; KIZAKEVICH, P. N.; BAKALOV, V.; ZHANG, Y.; BRYANT, S. P.; HOBBS, M. A. A platform to build mobile health apps: the personal health intervention toolkit (phit). **JMIR mHealth and uHealth**, JMIR Publications Inc., v. 3, n. 2, 2015. Citado na página 36.

ELAVSKY, S.; KNAPOVA, L.; KLOCEK, A.; SMAHEL, D. Mobile health interventions for physical activity, sedentary behavior, and sleep in adults aged 50+: A systematic literature review. **Journal of aging and physical activity**, p. 1–53, 2018. Citado na página 20.

FERREIRA, D.; KOSTAKOS, V.; DEY, A. K. Aware: mobile context instrumentation framework. **Frontiers in ICT**, Frontiers, v. 2, p. 6, 2015. Citado na página 36.

FIELDING, R. T. Rest: architectural styles and the design of network-based software architectures. **Doctoral dissertation, University of California**, 2000. Citado nas páginas 46 e 82.

FONSECA, L. C. **Alfabetização e o Método das Boquinhas**. 2019. Disponível em: <https://www.papodaprofessoradenise.com.br/alfabetizacao-e-o-metodo-das-boquinhas/>. Acesso em: 21/03/2019. Citado na página 111.

FROEHLICH, J.; CHEN, M. Y.; CONSOLVO, S.; HARRISON, B.; LANDAY, J. A. Myexperience: a system for in situ tracing and capturing of user feedback on mobile phones. In: **Proceedings of the 5th international conference on Mobile systems, applications and services**. New York, NY, USA: ACM, 2007. p. 57–70. Citado nas páginas 35 e 51.

GAGGIOLI, A.; PIOGGIA, G.; TARTARISCO, G.; BALDUS, G.; CORDA, D.; CIPRESSO, P.; RIVA, G. A mobile data collection platform for mental health research. **Personal and Ubiquitous Computing**, Springer-Verlag, London, UK, v. 17, n. 2, p. 241–251, fev. 2013. Citado nas páginas 35, 36 e 51.

GANASEGERAN, K.; RENGANATHAN, P.; RASHID, A.; AL-DUBAI, S. A. R. The m-health revolution: Exploring perceived benefits of whatsapp use in clinical practice. **International journal of medical informatics**, Elsevier, v. 97, p. 145–151, 2017. Citado na página 20.

GIEMZA, A.; VERHEYEN, P.; HOPPE, H. U. Challenges in scaling mobile learning applications: the example of quizzer. In: **2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education**. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2012. p. 287–291. Citado na página 44.

GIOLO, J. C. d. C. Contribuições da análise do comportamento para a educação a distância: uma análise de publicações. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2016. Citado na página 41.

GON, S.; RAWEKAR, A. Effectivity of e-learning through whatsapp as a teaching learning tool. **MVP Journal of Medical Science**, v. 4, n. 1, p. 19–25, 2017. Citado na página 21.

HEKTNER, J. M.; SCHMIDT, J. A.; CSIKSZENTMIHALYI, M. **Experience sampling method: Measuring the quality of everyday life**. 1st. ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, 2006. ISBN 1412925576. Citado na página 32.

HERON, K. E.; SMYTH, J. M. Ecological momentary interventions: incorporating mobile technology into psychosocial and health behaviour treatments. **British journal of health psychology**, Wiley Online Library, v. 15, n. 1, p. 1–39, 2010. Citado na página 32.

JENO, L. M.; ADACHI, P. J.; GRYTNES, J.-A.; VANDVIK, V.; DECI, E. L. The effects of m-learning on motivation, achievement and well-being: A self-determination theory approach. **British Journal of Educational Technology**, Wiley Online Library, 2018. Citado na página 21.

JONASSEN, D. H. Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? **Educational technology research and development**, Springer, v. 39, n. 3, p. 5–14, 1991. Citado na página 134.

KELLER, F. S. "Good-bye, teacher...". **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 1, n. 1, p. 79–89, 1968. ISSN 0021-8855. Citado nas páginas 23 e 40.

KIM, M.; HONG, C.; KWON, D.; HONG, S. Multimedia presentation authoring system for e-learning contents in mobile environment. **Appl. Math**, v. 6, n. 2S, p. 705S–711S, 2012. Citado na página 44.

KLEIMAN, E. M.; TURNER, B. J.; FEDOR, S.; BEALE, E. E.; HUFFMAN, J. C.; NOCK, M. K. Examination of real-time fluctuations in suicidal ideation and its risk factors: Results from two ecological momentary assessment studies. **Journal of Abnormal Psychology**, American Psychological Association, v. 126, n. 6, p. 726, 2017. Citado na página 33.

KLEIN, A. Z.; FREITAS, J. C. da S.; BARBOSA, J. L. V. M-learning in practice: Using sms for teaching and learning in undergraduate courses. **IEEE Latin America Transactions**, IEEE, Piscataway, NJ, USA, v. 13, n. 1, p. 321–329, 2015. Citado na página 20.

KLJUN, M.; PUCIHAR, K. C.; SOLINA, F. *et al.* Persuasive technologies in m-learning for training professionals: how to keep learners engaged with adaptive triggering. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, IEEE, Piscataway, NJ, USA, 2018. Citado na página 21.

KRAMER, I.; SIMONS, C. J.; HARTMANN, J. A.; MENNE-LOTHMANN, C.; VIECHTBAUER, W.; PEETERS, F.; SCHRUERS, K.; BEMMEL, A. L. van; MYIN-GERMEYS, I.; DELESPAUL, P. *et al.* A therapeutic application of the experience sampling method in the treatment of depression: a randomized controlled trial. **World Psychiatry**, Wiley Online Library, v. 13, n. 1, p. 68–77, 2014. Citado na página 33.

LAVE, J. Situating learning in communities of practice. **Perspectives on socially shared cognition**, Washington, DC, v. 2, p. 63–82, 1991. Citado na página 134.

LUCRÉDIO, D. **Uma abordagem orientada a modelos para reutilização de software**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo - Instituto de Ciências Matemáticas e Computação, São Carlos, 7 2009. Citado na página 45.

MARCOLINO, M. S.; OLIVEIRA, J. A. Q.; D'AGOSTINO, M.; RIBEIRO, A. L.; ALKMIM, M. B. M.; NOVILLO-ORTIZ, D. The impact of mhealth interventions: systematic review of systematic reviews. **JMIR mHealth and uHealth**, JMIR Publications Inc., v. 6, n. 1, 2018. Citado na página 22.

MARZULLO, F. P. **Serviços de Desenvolvimento de Software: Uma. Abordagem para Reutilização de Modelos Conceituais**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 3 2014. Citado na página 45.

MEDHANYIE, A. A.; MOSER, A.; SPIGT, M.; YEBYO, H.; LITTLE, A.; DINANT, G.; BLANCO, R. Mobile health data collection at primary health care in ethiopia: a feasible challenge. **Journal of Clinical Epidemiology**, Elsevier, v. 68, n. 1, p. 80–86, 2015. Citado na página 21.

MEHMOOD, K.; CHERFI, S. S.-S. Evaluating the functionality of conceptual models. In: **International Conference on Conceptual Modeling**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. p. 222–231. Citado nas páginas 26, 102 e 125.

MI, G. M.; MEERASA, S. S. Perceptions on m-learning through whatsapp application. **Journal of Education Technology in Health Sciences**, v. 3, n. 2, p. 57–60, 2016. Citado na página 20.

MOHAGHEGHI, P.; DEHLEN, V. Where is the proof? a review of experiences from applying MDE in industry. In: **European Conference on Model Driven Architecture-Foundations and Applications**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. p. 432–443. Citado na página 44.

MONICA, G. D. Instrução programada. **Revista de Administração de Empresas**, SciELO Brasil, v. 17, n. 3, p. 53–63, 1977. Citado na página 40.

MUGWANYA, R.; MARSDEN, G. Mobile learning content authoring tools (mlcats): A systematic review. In: **E-Infrastructures and E-Services on Developing Countries**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010. p. 20–31. Citado nas páginas 22 e 44.

MUNTANER-MAS, A.; VIDAL-CONTI, J.; BORRÀS, P. A.; ORTEGA, F. B.; PALOU, P. Effects of a whatsapp-delivered physical activity intervention to enhance health-related physical fitness components and cardiovascular disease risk factors in older adults. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 1-2, p. 90–102, 2017. Citado na página 20.

MYLOPOULOS, J. Conceptual modelling and telos. **Conceptual Modelling, Databases, and CASE: an Integrated View of Information System Development**, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, p. 49–68, 1992. Citado na página 49.

NAPOLITANO, M. A.; HAYES, S.; BENNETT, G. G.; IVES, A. K.; FOSTER, G. D. Using facebook and text messaging to deliver a weight loss program to college students. **Obesity**, Wiley Online Library, v. 21, n. 1, p. 25–31, 2013. Citado na página 20.

NGABO, F.; NGUIMFACK, J.; NWAIGWE, F.; MUGENI, C.; MUHOZA, D.; WILSON, D. R.; KALACH, J.; GAKUBA, R.; KAREMA, C.; BINAGWAHO, A. Designing and implementing an innovative sms-based alert system (rapidsms-mch) to monitor pregnancy and reduce maternal and child deaths in rwanda. **The Pan African Medical Journal**, The African Field Epidemiology Network, v. 13, n. 31, 2012. Citado na página 21.

NGUYEN, H.; WAHMAN, E.; PISSINOU, N.; IYENGAR, S. S.; MAKKI, K. Mobile learning object authoring tool and management system for mobile ad hoc wireless networks. **International Journal of Communication Systems**, v. 28, n. 17, p. 2180–2196, 2015. Citado na página 22.

NIZAMANI, S.; DHANANI, N.; ALI, Q.; NIZAMANI, M. Sms based m-learning system for the underprivileged children in developing nations. **Sindh University Research Journal-SURJ (Science Series)**, v. 50, n. 01, p. 129–132, 2018. Citado na página 20.

O'NEIL, E. J. Object/relational mapping 2008: hibernate and the entity data model (EDM). In: **Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data**. New York, NY, USA: ACM, 2008. p. 1351–1356. Citado na página 50.

ORLANDO, A. F. Uma infra-estrutura computacional para o gerenciamento de programas de ensino individualizados. Universidade Federal de São Carlos, 2009. Citado nas páginas 42, 43 e 65.

PAI, N.; SUPE, P.; KORE, S.; NANDANWAR, Y. S.; HEGDE, A.; CUTRELL, E.; THIES, W. Using automated voice calls to improve adherence to iron supplements during pregnancy: A pilot study. In: **Proceedings of the Sixth International Conference on Information and Communication Technologies and Development**. New York, NY, USA: ACM, 2013. v. 1, p. 153–163. Citado na página 20.

PAIVA, R. C.; FERREIRA, M.; FRADE, M. Intelligent tutorial system based on personalized system of instruction to teach or remind mathematical concepts. **Journal of Computer Assisted Learning**, Wiley Online Library, v. 33, n. 4, p. 370–381, 2017. Citado na página 42.

PEAR, J. J.; SCHNERCH, G. J.; SILVA, K. M.; SVENNINGSEN, L.; LAMBERT, J. Web-based computer-aided personalized system of instruction. **New directions for teaching and learning**, Wiley Online Library, v. 2011, n. 128, p. 85–94, 2011. Citado na página 41.

PEEK, M. E. Can mHealth interventions reduce health disparities among vulnerable populations? **Diversity & Equality in Health and Care**, v. 14, n. 2, mar. 2017. ISSN 2049-5471. Citado na página 19.

PEREIRA, I. M.; BONFIM, D.; PERES, H. H. C.; GÓES, R. F.; GAIDZINSKI, R. R. Mobile application for data collection in health research. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, n. 5, p. 479–488, 2017. Citado na página 21.

PRAMANA, G.; PARMANTO, B.; KENDALL, P. C.; SILK, J. S. The smartcat: an m-health platform for ecological momentary intervention in child anxiety treatment. **Telemedicine and e-Health**, Mary Ann Liebert Inc., v. 20, n. 5, p. 419–427, 2014. Citado na página 34.

PRESSEY, S. L. A machine for automatic teaching of drill material. **School & Society**, Society for the Advancement of Education, 1927. Citado na página 39.

QUERCIA, K.; TRAN, P. L.; JINORO, J.; HERNIAINASOLO, J. L.; VIVIANO, M.; VASSILAKOS, P.; BENSKI, C.; PETIGNAT, P. A mobile health data collection system for remote areas to monitor women participating in a cervical cancer screening campaign. **Telemedicine and e-Health**, Mary Ann Liebert, Inc., v. 24, n. 4, p. 277–282, 2018. Citado na página 21.

RAE, A.; SAMUELS, P. Web-based personalised system of instruction: An effective approach for diverse cohorts with virtual learning environments? **Computers & education**, Elsevier, v. 57, n. 4, p. 2423–2431, 2011. Citado na página 42.

RAJAN, B.; TEZCAN, T.; SEIDMANN, A. Service systems with heterogeneous customers: Investigating the effect of telemedicine on chronic care. **Management Science**, INFORMS, 2018. Citado na página 20.

RIORDAN, B. C.; CONNER, T. S.; FLETT, J. A.; SCARF, D. A brief orientation week ecological momentary intervention to reduce university student alcohol consumption. **Journal of Studies on Alcohol and Drugs**, Rutgers University, v. 76, n. 4, p. 525–529, 2015. Citado na página 34.

RODE, J.; ROSSON, M. B. Programming at runtime: requirements and paradigms for non-programmer web application development. In: **Proceedings of the 2003 IEEE Symposium on Human Centric Computing Languages and Environments**. [S.l.: s.n.], 2003. p. 23–30. Citado na página 135.

RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C. R.; ZAINE, I.; VIEL, C. C.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. ESPIM system: Interface evolution to enable authoring and interaction with multimedia intervention programs. In: **Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. New York, NY, USA: ACM, 2018. p. 125–132. Citado nas páginas 28, 89, 97, 120 e 135.

RODRIGUES, K. R. H.; VIEL, C. C.; ZAINE, I.; CUNHA, B. C. R.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. Data collection and intervention personalized as interactive multimedia documents. In: **Proceedings of the 23rd Brazillian Symposium on Multimedia and the Web**. New York, NY, USA: ACM, 2017. p. 57–60. Citado nas páginas 89 e 97.

ROUGH, D.; QUIGLEY, A. Jeeves-a visual programming environment for mobile experience sampling. In: **2015 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)**. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2015. p. 121–129. Citado na página 133.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. **Unified Modeling Language Reference Manual**. 2nd. ed. Essex, UK: Addison-Wesley Longman Ltd., 2005. ISBN 0321245628. Citado na página 49.

RUNYAN, J. D.; STEENBERGH, T. A.; BAINBRIDGE, C.; DAUGHERTY, D. A.; OKE, L.; FRY, B. N. A smartphone ecological momentary assessment/intervention "app" for collecting real-time data and promoting self-awareness. **PLoS One**, Public Library of Science, v. 8, n. 8, p. e71325, 2013. Citado nas páginas 33 e 36.

SELIC, B. The pragmatics of model-driven development. **IEEE software**, IEEE, Piscataway, NJ, USA, v. 20, n. 5, p. 19–25, 2003. Citado na página 45.

SEMPLE, J. L.; SHARPE, S.; MURNAGHAN, M. L.; THEODOROPOULOS, J.; METCALFE, K. A. Using a mobile app for monitoring post-operative quality of recovery of patients at home: a feasibility study. **JMIR mHealth and uHealth**, JMIR Publications Inc., v. 3, n. 1, 2015. Citado na página 21.

SEO, W.-K.; KANG, J.; JEON, M.; LEE, K.; LEE, S.; KIM, J. H.; OH, K.; KOH, S.-B. Feasibility of using a mobile application for the monitoring and management of stroke-associated risk factors. **Journal of Clinical Neurology**, v. 11, n. 2, p. 142–148, 2015. Citado na página 21.

SHAASHUA, T. M.; SHAASHUA, O. **Physical environment profiling through internet of things integration platform**. Washington, DC, USA: Google Patents, 2018. US Patent 9,871,865. Citado na página 133.

SHIFFMAN, S.; STONE, A. A.; HUFFORD, M. R. Ecological momentary assessment. **Annu. Rev. Clin. Psychol.**, Annual Reviews, v. 4, p. 1–32, 2008. Citado na página 31.

SICHANI, M. M.; MOBARAKEH, S. R.; OMID, A. The effect of distance learning via sms on academic achievement and satisfaction of medical students. **Journal of education and health promotion**, Wolters Kluwer–Medknow Publications, v. 7, 2018. Citado nas páginas 20 e 21.

SKINNER, B. Teaching machines. **Science**, JSTOR, v. 128, n. 3330, p. 969–977, 1958. Citado nas páginas 23 e 40.

SKINNER, B. F. Are theories of learning necessary? **Psychological review**, American Psychological Association, v. 57, n. 4, p. 193, 1950. Citado na página 39.

SLOBODA, J. A.; O'NEILL, S. A.; IVALDI, A. Functions of music in everyday life: An exploratory study using the experience sampling method. **Musicae scientiae**, SAGE Publications, London, UK, v. 5, n. 1, p. 9–32, 2001. Citado na página 32.

SPINUZZI, C. The methodology of participatory design. **Technical Communication**, v. 52, n. 2, p. 163–174, 2005. Citado na página 25.

STAMATE, D.; KATRINECZ, A.; ALGHAMDI, W.; STAHL, D.; DELESPAUL, P.; OS, J. van; GULOKSUZ, S. Predicting psychosis using the experience sampling method with mobile apps. In: **2017 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)**. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2017. p. 667–673. Citado na página 23.

STOCKWELL, M. S.; KHARBANDA, E. O.; MARTINEZ, R. A.; VARGAS, C. Y.; VAWDREY, D. K.; CAMARGO, S. Effect of a text messaging intervention on influenza vaccination in an urban, low-income pediatric and adolescent population: A randomized controlled trial. **JAMA**, v. 307, n. 16, p. 1702–1708, 04 2012. ISSN 0098-7484. Citado na página 21.

STONE, A. A.; SHIFFMAN, S. Ecological momentary assessment (ema) in behavorial medicine. **Annals of Behavioral Medicine**, Lawrence Erlbaum, 1994. Citado nas páginas 22 e 31.

TANGMUNARUNKIT, H.; HSIEH, C.-K.; LONGSTAFF, B.; NOLEN, S.; JENKINS, J.; KETCHAM, C.; SELSKY, J.; ALQUADDOOMI, F.; GEORGE, D.; KANG, J. *et al.* Ohmage: A general and extensible end-to-end participatory sensing platform. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**, ACM, New York, NY, USA, v. 6, n. 3, p. 38, 2015. Citado na página 38.

TAROUCO, L. M.; FABRE, M.; GRANDO, A. R.; KONRATH, M. L. Objetos de Aprendizagem para M-learning. In: **SUCESU-Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação**. Florianópolis, SC: [s.n.], 2004. Citado na página 20.

THAI, S.; PAGE-GOULD, E. ExperienceSampler: An open-source scaffold for building smartphone apps for experience sampling. American Psychological Association, 2017. Citado nas páginas 23 e 36.

THORNDIKE, E. L. **Education, a first book**. [S.l.]: Macmillan, 1912. Citado na página 39.

TODOROV, J. C.; MOREIRA, M. B.; MARTONE, R. C. Personalized system of instruction, distance learning, and student-centered learning. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, SciELO Brasil, v. 25, n. 3, p. 289–296, 2009. Citado na página 40.

TOROUS, J.; FRIEDMAN, R.; KESHAVAN, M. Smartphone ownership and interest in mobile applications to monitor symptoms of mental health conditions. **JMIR mHealth and uHealth**, JMIR Publications Inc., v. 2, n. 1, 2014. Citado na página 19.

VIEL, C. C.; RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C. R.; PIMENTEL, M. G. C. Elderly vloggers: authoring support wit hmobile media and the GhostWriter service. In: **Proceedings of the 25th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. [S.l.: s.n.], 2019. Submetido. Citado na página 105.

VIEL, C. C.; RODRIGUES, K. R. H.; ZAINE, I.; CUNHA, B. C. R.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. Personalized ubiquitous data collection and intervention as interactive multimedia documents. In: **Proceedings of the 2017 ACM Symposium on Document Engineering**. New York, NY, USA: ACM, 2017. p. 223–226. Citado na página 87.

VREDENBURG, K.; MAO, J.-Y.; SMITH, P. W.; CAREY, T. A survey of user-centered design practice. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2002. p. 471–478. Citado na página 25.

WANG, X. H.; ZHANG, D. Q.; GU, T.; PUNG, H. K. Ontology based context modeling and reasoning using owl. IEEE, Piscataway, NJ, USA, 2004. Citado nas páginas 45 e 46.

WATKINS, J. O. T. A.; GOUDGE, J.; GÓMEZ-OLIVÉ, F. X.; GRIFFITHS, F. Mobile phone use among patients and health workers to enhance primary healthcare: A qualitative study in rural south africa. **Social Science & Medicine**, Elsevier, v. 198, p. 139–147, 2018. Citado na página 20.

WHITFORD, H. M.; DONNAN, P. T.; SYMON, A. G.; KELLETT, G.; MONTEITH-HODGE, E.; RAUCHHAUS, P.; WYATT, J. C. Evaluating the reliability, validity, acceptability, and practicality of sms text messaging as a tool to collect research data: results from the feeding your baby project. **Journal of the American Medical Informatics Association**, Oxford University Press, v. 19, n. 5, p. 744–749, 2012. Citado na página 20.

WHITTLE, J.; HUTCHINSON, J.; ROUNCEFIELD, M. The state of practice in model-driven engineering. **IEEE software**, IEEE, Piscataway, NJ, USA, v. 31, n. 3, p. 79–85, 2014. Citado na página 45.

YU, P. C.; CARAMELLI, B. Communication gap between health professionals and patients on anticoagulant therapy in the WhatsApp era. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, SciELO Brasil, v. 76, n. 12, p. 805–806, 2018. Citado na página 21.

ZAINE, I.; FROHLICH, D.; RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C.; ORLANDO, A. F.; SCALCO, L. F.; PIMENTEL, M. G. C. Promoting social connection and deepen relations in older people: Design of media parcels towards facilitating time-based media sharing. **JMIR mHealth and uHealth**, JMIR Publications, 2019. No prelo. Citado na página 105.

ZAINE, I.; RODRIGUES, K. R. H.; CUNHA, B. C. R.; MAGAGNATTO, Y. N. Z.; ORLANDO, A. F.; VIEL, C. C.; NETO, M.; OLIBÁRIO, J.; ROCHA, A. C.; PIMENTEL, M. G. C. ESPIM: um sistema para coleta de dados de usuários e intervenção programada a distância usando o método ESM e dispositivos móveis. **XXII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web - Anais: Minicursos**, Sociedade Brasileira de Computação, v. 3, 2016. Citado nas páginas 23, 40, 41 e 55.

ICMC USP
SÃO CARLOS