

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

RODRIGO SIMON BAVARESCO

**UM MODELO SENSÍVEL AO CONTEXTO PARA AVALIAÇÃO DA SAÚDE MENTAL
POR MEIO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA**

**São Leopoldo
2018**

Rodrigo Simon Bavaresco

UM MODELO SENSÍVEL AO CONTEXTO PARA AVALIAÇÃO DA SAÚDE MENTAL
POR MEIO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência da Computação pelo Curso de
Ciência da Computação da Universidade
do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

UM MODELO SENSÍVEL AO CONTEXTO PARA AVALIAÇÃO DA SAÚDE MENTAL POR MEIO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Rodrigo Simon Bavaresco*
Jorge Luis Victória Barbosa**

Resumo: Segundo estimativas realizadas pelo *World Health Organization*, mais de 300 milhões de pessoas no mundo sofrem com transtornos depressivos e 264 milhões sofrem com transtornos de ansiedade. Ambos podem ocorrer como resultado do indivíduo não lidar adequadamente com um evento estressante na vida. Portanto, este indivíduo deve ser submetido à terapias visando o bem-estar mental. Entretanto, o método tradicional de avaliação da saúde mental, realizado normalmente por um psicoterapeuta, demonstra grandes índices de imprecisão. Este trabalho apresenta o modelo RevitalMe, que analisa a fisiologia a fim de contribuir ao método tradicional. O modelo proporciona ao psicoterapeuta informações do dia a dia do indivíduo, estabelecendo uma correlação entre a saúde mental e os lugares frequentados, por meio da sensibilidade ao contexto. A avaliação do modelo foi realizada com a implementação e uso de um protótipo aplicado ao estresse, que apresenta acurácia de 92% na classificação do estado do indivíduo entre “estressado” e “não estressado”. A utilidade percebida do modelo é de 83% de acordo com 5 especialistas da área psicoterapêutica.

Palavras-chave: Computação Ubíqua. Psicofisiologia. Saúde Mental.

1 INTRODUÇÃO

A saúde mental é parte integral da definição de saúde proveniente do *World Health Organization* (2001). Pode-se conceituar a saúde mental como um estado de bem-estar em que o indivíduo realiza suas próprias habilidades, podendo lidar com os estresses normais da vida, trabalhar de forma produtiva e ser capaz de contribuir para a sua comunidade. No entanto, o estado de bem-estar é diretamente afetado pela presença de transtornos mentais.

Segundo estimativas realizadas pelo *World Health Organization* (2017), mais de 300 milhões de pessoas no mundo sofrem com transtornos depressivos e 264 milhões sofrem com transtornos de ansiedade, o que representa respectivamente 4,4% e 3,6% da população mundial. Os transtornos depressivos caracterizam-se por tristeza, perda de interesse ou prazer, sentimentos de culpa ou baixa auto-estima, sono ou apetite perturbados, sentimentos de cansaço e baixa concentração. Os transtornos de ansiedade apresentam sentimento de medo, preocupações em excesso e fobias (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017). Ambos podem ocorrer como resultado de não lidar adequadamente com um evento estressante na vida (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). Desta forma, o estresse mental também deve ser levado em considera-

* Aluno do curso de Ciência da Computação. Email: guigobavaresco@gmail.com

** Orientador, Doutor em Ciência da Computação, professor titular do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PIPCA) na Unisinos. Email: jbarbosa@unisinos.br

ção. Ele pode reduzir o desempenho diário do indivíduo, causar disfunções cognitivas, doenças cardiovasculares, depressão e conduzir à morte (CASTALDO et al., 2015).

Nas últimas décadas, novas informações dos campos da neurociência e da medicina têm avançado na compreensão do funcionamento mental. Elas indicam que transtornos mentais resultam da interação biológica (predisposição genética) com fatores psicológicos e sociais, e formam-se essencialmente no cérebro (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). No entanto, mesmo possuindo uma origem psicológica, transtornos mentais afetam diversos processos fisiológicos do corpo humano (Taelman et al., 2008; CHALMERS et al., 2014; QUINTANA; ALVARES; HEATHERS, 2016). Conforme Cacioppo, Tassinari e Berntson (2007), a psicofisiologia é o estudo científico de fenômenos psicológicos, sociais e comportamentais relacionados e revelados por meio de princípios e eventos fisiológicos.

A frequência cardíaca é um processo fisiológico que quando exposta a transtornos mentais sofre alteração. O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é um sistema que envolve-se na geração dessa excitação fisiológica (RAJENDRA ACHARYA et al., 2006). O SNA é composto pelo Sistema Nervoso Simpático (SNS) e pelo Sistema Nervoso Parassimpático (SNP). Conforme Taelman et al. (2008) quando o SNA é desencadeado, o Sistema Nervoso Parassimpático (SNP) é suprimido e o Sistema Nervoso Simpático (SNS) torna-se ativo. Isso resulta na secreção dos hormônios epinefrina e norepinefrina no fluxo sanguíneo, que conduzem à mudanças na Frequência Cardíaca (FC) e na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). Desta forma, se por um lado a estimulação simpática ocorre em resposta ao estresse, ao exercício e às doenças cardíacas provocando um aumento da FC, por outro, a atividade parassimpática, principalmente resultante da função de órgãos internos, diminui a taxa da FC proporcionando um equilíbrio que regula a função autonômica fisiológica (RAJENDRA ACHARYA et al., 2006).

Segundo Rajendra Acharya et al. (2006), conceitua-se a VFC como a variação ao longo do tempo entre batimentos cardíacos consecutivos. Além de considerá-la um indicador não invasivo para avaliar as atividades do SNA (PELTOLA, 2012; PEREIRA et al., 2017), ela pode ser efetiva para detectar automaticamente condições emocionais da vida real (CHOI et al., 2017). Na psicofisiologia, considera-se a VFC um importante indicador do bem-estar psicológico e da saúde cardiovascular geral, estando ligada ao estado de saúde mental dos indivíduos (PANICCIA et al., 2017) (CHALMERS et al., 2014) (QUINTANA; ALVARES; HEATHERS, 2016).

A VFC é normalmente obtida por meio da leitura dos sinais de um eletrocardiograma (ECG), com duração de minutos ou horas, e calculada a diferença entre duas ondas R (PELTOLA, 2012), denominando-se esta diferença de intervalos RR. A fim de obter os índices da VFC, de acordo com Vanderlei et al. (2009), pode-se analisar os intervalos RR lidos por instrumentos tais como eletrocardiógrafos, conversores analógicos digitais e os cardiófrequencímetros, posicionando sensores externos em pontos específicos do corpo. Dentre os citados, os cardiófrequencímetros são os mais práticos, encontram-se em dispositivos vestíveis - *wearables* - e apresentam resultados aceitáveis quando comparados ao ECG (PLEWS et al., 2017).

Conforme as tendências apontadas por Barbosa (2015), o desenvolvimento tec-

nológico relacionado a dispositivos de *hardware* e *software* sofreu tanta expansão que dispositivos móveis - *smartphones*, *tablets* e *wearables* - são utilizados de forma contínua. Segundo Poushter (2017), atualmente 77% dos americanos possuem um *smartphone* próprio, percentual que dobrou desde 2011. Além disso, este dispositivo está grande parte do tempo junto ao indivíduo (DEY et al., 2011) e compreende uma plataforma técnica poderosa (GRAVENHORST et al., 2015), ou seja, apresenta extenso poder computacional (CPU, memória e bateria), extensa capacidade de comunicação (3G/4G, Wi-fi e Bluetooth) e diversos sensores incorporados (GPS, acelerômetro, sensor de proximidade, entre outros). Ademais, o *smartphone* pode ser efetivo em prover coleta de dados em tempo real sobre o comportamento e a fisiologia dos indivíduos, bem como entregar informação sobre como os sintomas de doenças variam no tempo, espaço e entre convivências sociais (TOROUS; STAPLES; ONNELA, 2015). Isto é, possibilita-se sair das clínicas médicas e acompanhar o dia a dia dos indivíduos. Portanto, essas características tornam-o uma plataforma promissora para cuidados com a saúde, podendo monitorar e avaliar a saúde mental (EAST; HAVARD, 2015; GRAVENHORST et al., 2015).

Para a avaliação de indivíduos que possam apresentar problemas com a saúde mental, o método tradicional realizado por um especialista, normalmente um psicoterapeuta, apresenta grandes índices de imprecisão (WEBB; PARKS, 2016; QUINTANA; ALVARES; HEATHERS, 2016; CHOI et al., 2017). Esta avaliação acontece por meio de uma análise cuidadosa de informações históricas do indivíduo e dos familiares, bem como entrevistas clínicas esquematizadas estruturalmente, onde o paciente informa seus sintomas e o nível do estado psicológico (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). De acordo com Webb e Parks (2016), este processo é subjetivo e pode ser afetado pelos próprios problemas de saúde mental do indivíduo, problemas de memória ou habilidades de articular o que está sendo vivenciado. Além disso, os pacientes podem relatar menores sintomas dependendo das consequências reais de um diagnóstico. Conforme Quintana, Alvares e Heathers (2016), podem existir dificuldades no diagnóstico preciso caso o entrevistador seja alguém inexperiente. Ademais, os diagnósticos obtidos através de questionários e auto-avaliações são os meios menos precisos para coletar informações, porque a maioria dos pacientes desconhece ou não consegue identificar corretamente o que é importante (QUINTANA; ALVARES; HEATHERS, 2016; CHOI et al., 2017).

Desta forma, torna-se estratégico o uso de um meio mais objetivo para identificar problemas com a saúde mental, e que permita coletar dados fisiológicos durante o dia a dia dos pacientes. Além disso, com o intuito de uma melhor avaliação clínica, bem como uma avaliação das respostas às terapias estabelecidas, torna-se relevante fornecer ao psicoterapeuta dados das experiências vivenciadas pelo usuário.

Portanto, o modelo descrito neste artigo, denominado *RevitalMe*, apresenta como objetivos: (i) analisar a fisiologia como meio mais objetivo a fim de contribuir ao método tradicional; (ii) utilizar o potencial de dispositivos móveis para coletar dados do dia a dia com o uso da sensibilidade ao contexto; (iii) apresentar índices de saúde mental de um paciente para um psicoterapeuta, correlacionando-os com os lugares frequentados, para fornecer um conjunto de informações que auxiliem as decisões

psicoterapêuticas. Salienta-se que estes objetivos vão ao encontro das colocações de Tal e Torous (2017). De acordo com os autores, o mundo encontra-se no início de uma era que deve prover novos conhecimentos e novas ferramentas para estimular o diagnóstico, tratamento, reabilitação e recuperação da saúde mental.

Este artigo está organizado em seis seções. A seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. A seção 3 descreve o modelo proposto, denominado *RevitalMe*. A seção 4 apresenta os aspectos da implementação do *RevitalMe* e na seção 5 descrevem-se os métodos de avaliação e os resultados. Por fim, na seção 6 apresentam-se as conclusões e os trabalhos futuros.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção apresenta uma revisão da literatura em busca dos trabalhos relacionados com o modelo proposto. Para esta revisão, considerou-se como principal referência um estudo sistemático previamente realizado pelo autor. Neste estudo, cujo objetivo foi mapear o estado da arte da computação ubíqua aplicada à psicofisiologia, enfatizando à saúde mental, buscaram-se artigos acadêmicos em 8 bases de dados na área da ciência da computação e da saúde.

A escolha deste estudo prévio como referência consolidou-se pela convergência de seus temas em relação a este artigo. Cita-se, portanto, a computação ubíqua, a psicofisiologia e desordens mentais tais como a ansiedade e a depressão, incluindo o estresse que pode conduzir a estas. Entretanto, pode-se evidenciar que o estudo foi conduzido com uma maior abrangência diante deste temas. Isto é, a busca de artigos no estudo sistemático não restringiu-se a um único indicador fisiológico para coleta de dados no âmbito psicofisiológico, ao contrário do modelo proposto que utiliza apenas dados provenientes da FC, como a VFC. Assim, fez-se uso da ferramenta *Mendeley* para filtrar os resultados encontrados no estudo sistemático, obtendo-se os trabalhos relacionados com este artigo.

Os filtros foram aplicados nos resultados do estudo de acordo com três critérios estabelecidos. O primeiro critério caracteriza-se pela inclusão de trabalhos que apresentam a utilização da VFC na coleta de dados da fisiologia humana. Este critério foi escolhido pelo fato deste artigo apresentar a utilização da VFC, que é uma das mais importantes marcas fisiológicas correlacionadas com desordens mentais (SHAFFER; GINSBERG, 2017; CIABATTONI et al., 2017). O segundo critério caracteriza-se pela exclusão de trabalhos que apresentam a criação de *hardwares* específicos, visto que neste trabalho objetiva-se a criação de um modelo de *software* a partir de dispositivos disponíveis comercialmente. No terceiro critério, eliminaram-se trabalhos que não apresentam formas de acompanhamento ao usuário, seja para avaliar, reconhecer ou monitorar continuamente desordens mentais, conforme os objetivos deste artigo. Desta forma, encontraram-se 5 trabalhos que serão apresentados e comparados a seguir.

Mayya et al. (2015) apresentaram um trabalho para distinguir o estado das pessoas entre estressado e não estressado, ajudando o usuário a entender melhor os padrões de estresse ao longo do dia e a tomar as medidas apropriadas para gerenciar

Tabela 1: Comparativo entre os trabalhos relacionados

	Ambiente	Aspectos Fisiológicos	Contexto	Saúde Mental
<i>Mayya et al. (2015)</i>	Laboratório	VFC	Não	Estresse
<i>Al Osman, Eid e El Saddik (2014)</i>	Real	VFC	Não	Estresse
<i>Hovsepian et al. (2015)</i>	Real	VFC, Resp.	Não	Estresse
<i>Dobbins e Fairclough (2017)</i>	Real	VFC	Apresenta	Ansiedade
<i>Gjoreski et al. (2016)</i>	Real	FC, VFC, BVP, GSR, ST	Apresenta	Estresse

Fonte: Elaborado pelo autor

situações estressantes. Os estudos foram concluídos com acurácia de 84,6% para classificação entre estados de estresse e não estresse.

No trabalho de Al Osman, Eid e El Saddik (2014) propôs-se o *U-Biofeedback*, um modelo de referência para monitoramento contínuo da fisiologia e transmissão de mensagens relacionadas com o estado mental do usuário. Os testes da aplicação foram realizados inicialmente em laboratório e posteriormente em um ambiente de trabalho. Utilizou-se um algoritmo para detecção do estresse que fez uso da VFC, obtendo-se acurácia de 89,63%.

Os autores Hovsepian et al. (2015) apresentaram um modelo denominado *cStress* para avaliação contínua do estresse. O modelo foi treinado utilizando dados coletados em laboratório e testado tanto em laboratório como durante atividades diárias. Nos testes em laboratório, obteve-se uma acurácia de 89%. Em dados reais, pode-se prever cada autorrelato de questionário com uma acurácia de 72%.

No trabalho realizado por Dobbins e Fairclough (2017), visou-se a criação de uma plataforma móvel para prover autoconhecimento aos usuários, monitorando ansiedade e raiva durante a atividade de dirigir veículos frente a situações reais. Portanto, em uma imagem da rota do deslocamento dirigido, faixas com cores significativas foram apresentadas de acordo com a resposta da plataforma.

No trabalho de Gjoreski et al. (2016), apresentou-se um método para detecção contínua do estresse usando dados fornecidos por um dispositivo de pulso comercial. Além disso, os autores utilizaram ciência de contexto para compor o método. Os testes foram realizados tanto dentro de um laboratório quanto durante atividades diárias, e identificou-se uma acurácia de 92%.

A fim de comparar os trabalhos relacionados, definiram-se 4 critérios como pode-se visualizar na Tabela 1. Salienta-se que nenhum dos trabalhos apresenta flexibilidade de aplicação entre mais de uma desordem mental. Portanto, os critérios de comparação são: (i) ambiente de aplicação, que sinaliza os trabalhos criados e testados ou diante de atividades reais do dia a dia ou em laboratórios; (ii) relação dos aspectos fisiológicos utilizados para computação, sendo obrigatório a presença da VFC; (iii) utilização de dados de contexto, considerado por Hovsepian et al. (2015) como relevante na tomada de decisão decorrente da fisiologia; (iv) saúde mental, evidenciando qual é a aplicação dos modelos propostos.

A contribuição deste trabalho é composta pelos quatro critérios de comparação. Isto é, cria-se um modelo, denominado *RevitalMe*, para auxiliar a tomada de decisão

dos psicoterapeutas com informações da saúde mental provenientes do dia a dia dos pacientes. Portanto, consideram-se aspectos fisiológicos em ambientes reais. A sensibilidade ao contexto é utilizada com o intuito de melhorar a performance e acurácia na computação das desordens mentais, eliminando-se ruídos baseados em contextos que afetam as medidas fisiológicas. Além disso, ela é utilizada com a finalidade de correlacionar os índices de saúde mental com as localizações semânticas, estabelecendo uma relação entre a presença de desordens e os lugares que o paciente frequenta. Adicionalmente, o modelo foi construído com uma arquitetura flexível, tornando-a genérica para suporte a mais de uma desordem mental, desde que a mesma leve em consideração aspectos fisiológicos da VFC.

3 MODELO REVITALME

Nesta seção apresenta-se o Modelo *RevitalMe* descrevendo a sua visão geral seguida dos aspectos da arquitetura e modelagem dos componentes de *software*.

3.1 Visão Geral

O *RevitalMe* propõe um modelo computacional com a finalidade de fornecer resultados psicofisiológicos para acompanhamento psicoterapêutico diante do dia a dia de indivíduos e das terapias estabelecidas em tratamentos. Para alcançar tal finalidade, dois atores devem ser envolvidos na interação com o modelo, cada um com seu devido perfil. Pode-se citar o psicoterapeuta, normalmente um psicólogo ou psiquiatra capacitado com a psicoterapia, e o paciente, um indivíduo adulto qualquer que queira procurar auxílio psíquico.

A primeira interação entre atores e modelo acontece em uma clínica, onde o modelo permite o cadastro de ambos os atores em seu devido perfil, fornecendo assim a identidade dos envolvidos. Com o intuito de garantir a privacidade dos dados coletados, considerado por Rosa, Barbosa e Ribeiro (2016) uma característica importante da computação ubíqua, disponibiliza-se uma solicitação de vínculo de tratamento para o paciente, mostrando quem é o psicoterapeuta envolvido. Assim, o paciente pode permitir que somente aquele profissional tenha acesso aos seus resultados psicofisiológicos.

Na clínica, com auxílio do profissional, será inicialmente necessário fornecer ao modelo dados fisiológicos para avaliação das atividades do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) do paciente. Entre os dados fisiológicos de interesse pode-se citar a FC e a VFC, sendo que as mesmas são obtidas de forma não invasiva ao indivíduo (RAJENDRA ACHARYA et al., 2006; VANDERLEI et al., 2009; PELTOLA, 2012). Portanto, o modelo *RevitalMe* permite que, a partir de um aplicativo para dispositivo móvel, denominado *RevitalMe-Mobile*, seja pareado um *wearable* com sensor de frequência cardíaca para obter estes dados. O profissional deverá controlar o estado do paciente, mantendo-o em repouso, calmo e relaxado, a fim de realizar uma leitura inicial denominada *baseline*, cuja finalidade é o reconhecimento da fisiologia do paciente em descanso.

Em seguida, o paciente deverá selecionar localizações semânticas em conjunto com o profissional. A localização semântica refere-se à um lugar qualquer que faça parte do cotidiano do paciente, ou seja, um lugar que o paciente frequenta ou poderá frequentar, sendo nomeado por ele próprio. O profissional irá conduzi-lo a identificar lugares estratégicos que possam estar desencadeando problemas na sua saúde mental ou trazendo benefícios. Para tal atividade, utiliza-se o aplicativo *RevitalMe-Mobile*, que possui uma interface gráfica específica, fornecendo acesso à recursos de localização presentes no dispositivo móvel. O modelo suporta inúmeras inserções de localizações semânticas que são representadas por um ponto de coordenadas geográficas, composto por latitude e longitude. Posteriormente, o paciente poderá deixar a clínica fazendo uso do *wearable* e do aplicativo, habilitado para a leitura de acompanhamento, denominada *accompany*, e ciente de que deverá retornar em alguns dias para dar continuidade à terapia.

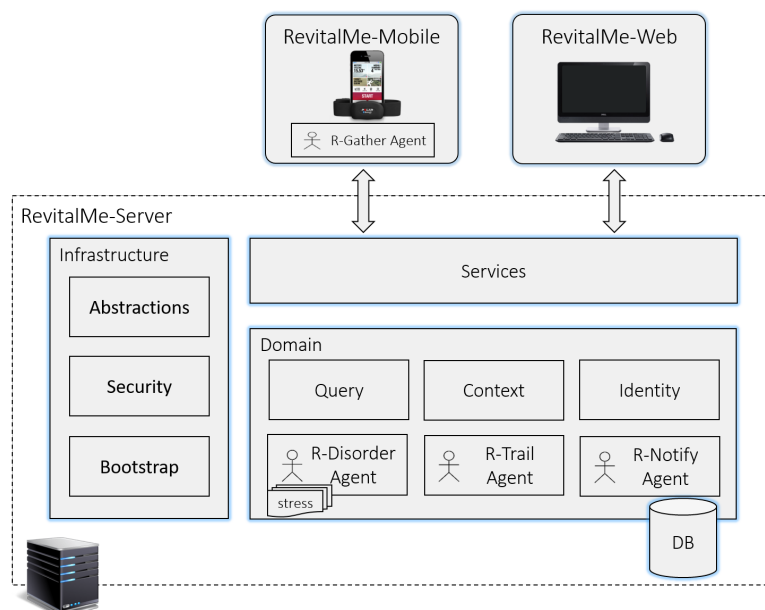
Desta forma, o modelo permite o acompanhamento do paciente no dia a dia, ou seja, nas execuções das atividades diárias, incluindo quaisquer lugares que este possa frequentar. Entretanto, é necessário que o paciente utilize o *wearable* diariamente, considerado uma tecnologia que permite sair das clínicas e monitorar pessoas no cotidiano (GRAVENHORST et al., 2015), e também seu dispositivo móvel - *smartphone*, sendo pessoal e normalmente junto ao indivíduo (DEY et al., 2011; GRAVENHORST et al., 2015).

No decorrer da utilização do *RevitalMe-Mobile*, serão formados históricos de contextos (ROSA; BARBOSA; RIBEIRO, 2016), provenientes dos deslocamentos diários do paciente. Considerando-os como fonte de dados, o modelo será responsável por realizar processamento com objetivo de obter os índices de saúde mental, correlacionando-os com a localização semântica. Entende-se por índices de saúde mental o resultado psicofisiológico em valor numérico computado pelo modelo, proveniente da execução de uma série de etapas computadas sob dados fisiológicos, conforme apresenta-se no decorrer desta seção. Este resultado indica o percentual de tempo em que o paciente apresenta determinada desordem mental, de acordo com a permanência na localização semântica. O modelo suporta diferentes avaliações da saúde mental, tais como avaliações de estresse (CASTALDO et al., 2015), ansiedade (CHALMERS et al., 2014) e depressão (PANICCIA et al., 2017).

A fim de apresentar os resultados ao psicoterapeuta, disponibiliza-se um *website*, denominado *RevitalMe-Web*, para realizar consultas no histórico de contextos. Assim, torna-se possível que o profissional acompanhe as atividades do paciente, realizando comparações diárias e entre localizações semânticas, dando importância aos índices de saúde mental computados, com o intuito de tomar decisões para as terapias estabelecidas.

3.2 Arquitetura do Modelo

Conforme pode-se visualizar na Figura 1, fazem parte da arquitetura três componentes: o aplicativo para dispositivo móvel denominado *RevitalMe-Mobile*, o *website* denominado *RevitalMe-Web* e o componente servidor, denominado *RevitalMe-Server*.

Figura 1: Arquitetura do modelo *RevitalMe*

Fonte: Elaborado pelo autor

Cada componente possui responsabilidades distintas. O *RevitalMe-Mobile* coleta dados sensíveis ao contexto do paciente, provenientes de sensores do dispositivo móvel e do *wearable* por meio de um agente de *software*. O *RevitalMe-Web* mantém informações do psicoterapeuta e apresenta resultados computados pelo servidor para o profissional. E o *RevitalMe-Server* por sua vez, apresenta uma modelagem flexível visando o baixo acoplamento entre módulos e composto por definições abstratas. Assim, torna-se possível o *plug-and-play* de módulos que compreendem diferentes rotinas para desordens mentais. A execução destas rotinas bem como a recuperação dos dados necessários por tais, acontece por meio de agentes de *software* modelados conforme seus objetivos.

Contudo, o *RevitalMe-Server* é responsável principalmente por receber dados do *RevitalMe-Mobile*, manter históricos de contextos, processar dados para desordens mentais e fornecer consultas ao *RevitalMe-Web*. Na Figura 1 pode-se ver a interação entre os três componentes mencionados, bem como a definição das estruturas de *software* do *RevitalMe-Server*, subdivididos em camadas, módulos e agentes. Nas seções a seguir apresenta-se cada componente detalhando aspectos da modelagem de *software* e algoritmos utilizados.

3.3 RevitalMe-Mobile

O *RevitalMe-Mobile* é um aplicativo para dispositivo móvel que permite o pareamento de um *wearable* com sensor de frequência cardíaca, com o intuito de coletar dados em quaisquer ambientes para o acompanhamento da saúde mental.

Desta forma, modelou-se o aplicativo para ser não invasivo ao usuário. Ou seja, além de possuir suporte a *wearables* (ZHENG et al., 2014), uma vez que configura-

ções iniciais forem feitas, nenhuma interação entre o usuário e o aplicativo torna-se necessária. Além disso, o aplicativo pode ser utilizado de forma contínua, durante o dia a dia dos usuários.

O aplicativo usa sensibilidade ao contexto, ou seja, coletam-se dados relacionados à entidade paciente por meio da modelagem de um agente de *software*, denominado *Agente R-Gather* e detalhado na seção 3.6. Após a coleta de dados, estes são enviados ao componente *RevitalMe-Server*. Para as configurações iniciais, o aplicativo disponibiliza interações com um usuário cujo o perfil seja de paciente, que poderá realizar determinadas operações. Detalha-se a seguir estas operações:

- **Cadastrar e autenticar:** refere-se à funcionalidade do paciente realizar seu cadastro no *RevitalMe* e ter acesso aos demais recursos, proporcionando o reconhecimento da identidade do indivíduo em questão. O cadastro e a autenticação do usuário são consolidadas no Módulo de Identidade do *RevitalMe-Server*;
- **Cadastrar localização semântica:** refere-se à funcionalidade de informar ao modelo quais as localizações semânticas existentes para o paciente em questão. Pode-se cadastrar diversas localizações e o paciente é responsável por determinar o nome de cada uma delas. No aplicativo apresenta-se uma tela com recursos de localização onde o paciente poderá procurar um local específico, digitar uma coordenada geográfica ou marcar o local em um mapa. Esta funcionalidade é obrigatória para obter resultados do modelo;
- **Parear *wearable*:** refere-se ao pareamento do dispositivo móvel do paciente com o sensor de frequência cardíaca. No aplicativo é apresentado uma tela para procurar dispositivos próximos. Uma vez que o dispositivo apareça, deve-se selecioná-lo. O pareamento é obrigatório para utilização dos recursos do modelo porque fornece dados chave para o processamento de desordens mentais, como a FC e a VFC;
- **Visualizar dados cardíacos:** pode-se visualizar os dados em tempo real provenientes do *wearable* com sensor de frequência cardíaca, depois que o mesmo tiver sido pareado. Portanto, uma tela deve ser apresentada e atualizada a cada segundo, mostrando os novos dados de FC e VFC. Esta funcionalidade serve para ilustrar o paciente com seus próprios dados;
- **Permitir vínculo terapêutico:** refere-se a funcionalidade do paciente conceder permissão ao psicoterapeuta em questão, para consultar os seus dados coletados. No momento em que o profissional realizar uma solicitação de vínculo, o paciente será notificado em seu aplicativo *RevitalMe-Mobile* de qual o terapeuta em questão, e poderá permitir ou negar o vínculo. Esta funcionalidade garante a privacidade dos dados do paciente.

3.4 RevitalMe-Web

O *RevitalMe-Web* é um *website* responsável por fazer as interações com o usuário que possui o perfil psicoterapeuta. Estas interações incluem funcionalidades diferen-

tes das suportadas pelo *RevitalMe-Mobile* e o principal objetivo é prover acesso às consultas dos índices de saúde mental de cada paciente, considerando as localizações semânticas cadastradas por tal. Desta forma, o psicoterapeuta poderá selecionar o paciente que deseja consultar bem como filtros específicos, a fim de retirar informações pontuais, tais como filtros por data, comparações entre duas datas, comparações entre períodos, comparações entre locais semânticos em uma data, entre outras. A seguir apresenta-se as funcionalidades:

- **Cadastrar e autenticar:** refere-se à funcionalidade do psicoterapeuta realizar seu cadastro no *RevitalMe* e ter acesso aos demais recursos. O cadastro e a autenticação do usuário são consolidadas no Módulo de Identidade do *RevitalMe-Server*;
- **Solicitar vínculo ao paciente:** refere-se à funcionalidade de criar vínculos terapêuticos entre um psicoterapeuta e um paciente. O profissional deverá realizar uma busca pelo *e-mail* do paciente e solicitar que seja aprovado o vínculo. Neste instante, o paciente receberá uma notificação com a identificação do profissional e a possibilidade de permissão para vínculo. Este vínculo fornece acesso ao profissional dos dados coletados do paciente, possibilitando-o de realizar consultas nos índices da saúde mental e controlar o estado das leituras;
- **Consultar dados do paciente:** identifica a funcionalidade principal do *website* que é a exposição em formatos de gráfico dos índices de saúde mental do paciente nas localizações semânticas cadastradas.
- **Controlar estado da leitura:** refere-se à funcionalidade do psicoterapeuta determinar o estado das leituras. Pode-se citar como estados possíveis a leitura *baseline* e a leitura *accompany*. O primeiro estado caracteriza a leitura inicial realizada na clínica e o segundo caracteriza a leitura de acompanhamento, selecionada a partir da liberação ao paciente do uso contínuo do modelo.

3.5 RevitalMe-Server

O *RevitalMe-Server* caracteriza-se por ser um servidor centralizado que possui a finalidade de expor serviços às outras aplicações que compõem o modelo - *RevitalMe-Mobile* e *RevitalMe-Web*.

Pode-se organizar os módulos que fazem parte do *RevitalMe-Server* em duas camadas lógicas: a camada de infraestrutura e a camada de domínio, conforme a arquitetura definida e ilustrada na Figura 1. Considera-se que os módulos de infraestrutura prestam suporte aos módulos de domínio. Os módulos de domínio compreendem as funcionalidades principais do *RevitalMe-Server*, juntamente com os agentes de *software*. Estes módulos foram modelados com responsabilidades bem definidas e de forma interoperável, fazendo uso de entidades que representam o conhecimento sobre o domínio do *RevitalMe-Server*, conforme detalha-se na próxima seção.

No decorrer do dia a dia do paciente, com a utilização do componente *RevitalMe-Mobile*, dados referentes à entidade paciente são enviados ao *RevitalMe-Server*, por

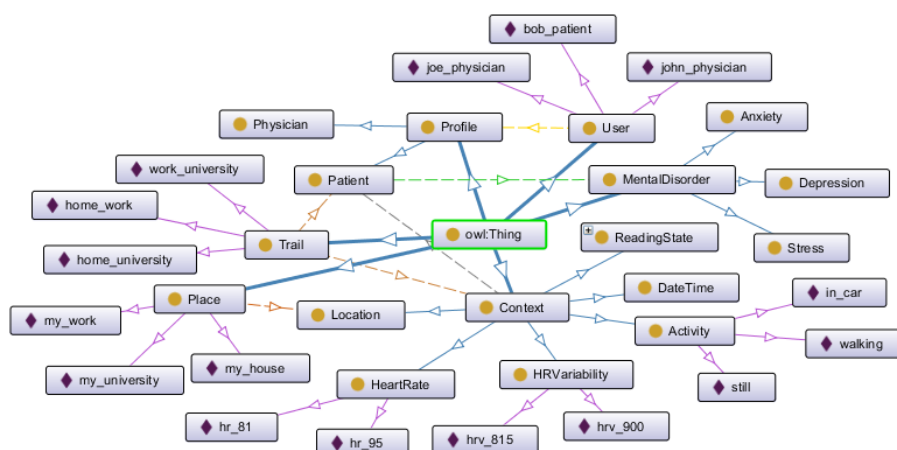
meio dos serviços disponibilizados para usuários previamente cadastrados. Com estes dados agrupados em momentos no decorrer do tempo, formam-se contextos (DEY; ABOWD; SALBER, 2001) que são persistidos numa base de dados, formando históricos de contextos.

Desta forma, o modelo utiliza-se de ações passadas para tomar decisões (SILVA et al., 2010; ROSA; BARBOSA; RIBEIRO, 2016). Ou seja, consulta-se o histórico de contextos para realizar processamento com objetivo de obter os índices de saúde mental, correlacionando-os com a localização semântica identificada em cada contexto. A tomada de decisões inclui ainda, encontrar valores numéricos a fim de determinar se o paciente apresenta condições de desordens mentais.

3.5.1 Representação das Entidades

Para a representação do conhecimento sobre o domínio que compõe o *RevitalMe-Server*, criou-se uma ontologia. A ontologia tem por objetivo facilitar a identificação das classes envolvidas bem como seus relacionamentos, apresentando as entidades do domínio em questão.

Figura 2: Modelagem da ontologia geral do *RevitalMe-Server*



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 2, pode-se visualizar as classes envolvidas que estendem a classe principal *thing*. A seguir, detalha-se o que cada uma das classes representa para o modelo de dados, com exceção das classes *Activity*, *Datetime*, *HeartRate*, *HRVariability*, *Location* e *ReadingState* que estão descritas na seção 3.5.4:

- **User:** representa um usuário de forma única neste domínio. Ele receberá um perfil adequado à sua responsabilidade dentro do modelo. Os usuários cadastrados por meio do *RevitalMe-Mobile* diferem dos usuário cadastrados por meio do *RevitalMe-Web*;
- **Profile:** identifica a classe base para perfis neste domínio. Um perfil pode ser do tipo paciente ou do tipo psicoterapeuta, conforme as classes especializadas;

- **Patient:** representa um perfil que caracteriza um usuário do tipo paciente. É um indivíduo adulto que procura acompanhamento para tratar desordens mentais;
- **Physician:** representa um perfil que caracteriza um usuário do tipo psicoterapeuta. Normalmente é um psicólogo ou psiquiatra capacitado com a psicoterapia;
- **Place:** identifica uma localização semântica neste domínio. A mesma é endereçada por uma localização geográfica nomeada de acordo com um usuário que possui perfil de paciente;
- **Context:** representa o contexto de entidades. A principal entidade que o modelo considera é o usuário com perfil de paciente. Neste domínio fazem parte do contexto: a identidade de um paciente, a localização, a data e a hora, a FC, a VFC, a atividade do usuário e o estado da leitura;
- **Trail:** compreende a lista de contextos persistentes que foram recuperadas a partir de uma consulta realizada ao modelo;
- **MentalDisorder:** identifica a classe base para desordens mentais. Ela compreende valores numéricos genéricos computados sob a FC e a VFC, que podem ser utilizados por classes especializadas. Especializam esta classe as classes de estresse, ansiedade e depressão;
- **Stress:** representa a saúde mental relacionada ao estresse e pode ter seus índices calculados pelo modelo;
- **Anxiety:** representa uma desordem mental do tipo ansiedade que pode ter seus índices calculados pelo modelo;
- **Depression:** representa uma desordem mental do tipo depressão e pode ter seus índices calculados pelo modelo.

3.5.2 Módulos de Infraestrutura

Compreende-se por módulos de infraestrutura os componentes de *software* que foram modelados para possuir rotinas genéricas e comuns a todos os outros módulos do *RevitalMe-Server*. Desta forma, objetiva-se evitar duplicação de código, reaproveitar rotinas de *software* e centralizar o acesso à bibliotecas externas, com o intuito de tornar a aplicação manutenível. Conforme a Figura 1, os módulos de infraestrutura são quatro: *Services*, *Abstraction*, *Security* e *Bootstrap*. O módulo *Abstraction* é constituído de outros módulos específicos, tais como *Abstraction.Domain*, *Abstraction.Data* e *Abstraction.Disorder*.

O módulo *Services* é responsável por inserir *middlewares* no *pipeline* de requisição e resposta, bem como encontrar as *Uniform Resource Identifiers (URI)* dos módulos de domínio, expondo-as como serviços. O módulo *Abstraction* foi modelado para que encapsule a complexidade de determinadas necessidades do servidor, abstraindo-as

e reaproveitado código comum aos outros módulos. O módulo *Security* fornece autenticação e autorização ao modelo, normalmente feitos por meio de um *token* para todas as URLs de serviços. Por fim, o módulo *Bootstrap* é responsável por invocar métodos de inicialização de cada módulo de domínio bem como inicializar os agentes de *software*. Os métodos de inicialização foram modelados para possibilitar que módulos e agentes possam rodar rotinas específicas no momento de inicializar a aplicação.

No diagrama de componentes apresentado no Apêndice A, pode-se visualizar um exemplo das relações de dependência entre módulos de domínio, representados pelas camadas do *Identity Module* e de módulos de infraestrutura, representado pelos módulos abstratos *Abstraction.Domain* e *Abstraction.Data*, cuja responsabilidade é a representação das entidades e o acesso aos dados, respectivamente. Exemplifica-se o reaproveitamento de código nestes módulos abstratos uma vez que quaisquer módulos de domínio podem aproveitar-se das rotinas já escritas em tais módulos de infraestrutura. Ilustra-se no diagrama o reaproveitamento da interface *IRepository* provida pelo módulo *Abstraction.Domain* e requerida pela camada *Identity.Domain* do módulo *Identity Module*. Outro exemplo sob a mesma interface é a implementação desta pelo módulo abstrato *Abstraction.Data*. A camada *Identity.Data* apenas reutiliza a implementação feita, conforme representado na imagem pela seta de dependência. Além disso, pode-se exemplificar que as referências a bibliotecas externas, para os casos de autenticação, devem acontecer somente no módulo *Security* e para acesso à dados, somente no *Abstraction.Data*. Assim, nenhum outro módulo poderá referenciar diretamente estas bibliotecas externas.

3.5.3 Módulo de Identidade

O Módulo de Identidade pertence aos módulos de domínio e pode ser observado na Figura 1 com o nome de *Identity*. Este módulo é responsável por fornecer serviços específicos à identidades para as aplicações *RevitalMe-Mobile* e *RevitalMe-Web*.

Pode-se citar como responsabilidade principal do Módulo de Identidade manter as identidades de usuários e seus perfis. Desta forma, os serviços de domínio disponibilizados incluem cadastrar um usuário, obter um usuário pelo seu *e-mail* e vincular um usuário à um perfil. Portanto, os serviços que compreendem este módulo atuam nas entidades da ontologia *User*, *Profile*, *Physician* e *Patient*.

Além disso, esse módulo expõe serviços que atuam no relacionamento das identidades do paciente e do psicoterapeuta. Neste caso, entende-se por relacionamento o vínculo terapêutico entre um paciente e o psicoterapeuta, bem como o controle das leituras do paciente, realizado pelo profissional em questão. Em cada uma destas operações geram-se dados para que o *Agente R-Notify* realize notificações entre as aplicações envolvidas. Detalham-se aspectos deste agente na seção 3.6.4.

No Apêndice A, pode-se visualizar as camadas que compõem o Módulo de Identidade, representado pelo componente *Identity Module*. Nela, evidencia-se a camada *Identity.Api* responsável por definir os serviços que serão disponibilizados em *end-points*. A camada *Identity.Domain* é responsável por definir regras de negócio envolvendo as entidades mencionadas anteriormente e por definir interfaces necessárias,

reaproveitando código do módulo *Abstraction.Domain*. A camada *Identity.Data* realiza acesso à base de dados utilizando-se das definições feitas no módulo de infraestrutura denominado *Abstraction.Data* e a camada *Identity.Bootstrap* possui rotinas para inicializar o Módulo de Identidade, tais como registros de injeção de dependência e leitura de configurações. Este último módulo será referenciado e invocado pelo módulo mais geral de nome *Bootstrap*, definido na infraestrutura.

3.5.4 Módulo de Contexto

O Módulo de Contexto pertence aos módulos de domínio e pode ser observado na Figura 1 com o nome de *Context*. Este módulo é responsável por fornecer serviços para a aplicação *RevitalMe-Mobile*, pois é nesta aplicação que são formados os contextos, obtendo dados por meio do dispositivo móvel e do *wearable*. A formação do contexto é uma funcionalidade que deve acontecer no decorrer do tempo e que deve ser modelada considerando quais os elementos que compõem o contexto, mediante a utilização do *RevitalMe-Mobile*.

No modelo *RevitalMe* considera-se como elemento principal do contexto a VFC. Segundo Sigg (2008), históricos de contextos também podem ser referenciados como séries temporais de contextos. De acordo com Brockwell e Davis (2002), séries temporais são um conjunto de observações gravadas em um intervalo de tempo específico. Evidencia-se que as observações são feitas em intervalos de tempo ao invés de instantes no tempo (SIGG, 2008). Sabe-se que a VFC é obtida como resultado das distâncias entre intervalos RR por um período de tempo, provenientes da fisiologia cardíaca, formando séries temporais (PELTOLA, 2012). Portanto, visto que no modelo *RevitalMe* a própria fisiologia humana é monitorada por meio do *wearable*, correspondendo à VFC, utiliza-se de suas leituras no decorrer do tempo como momentos adequados para formar o contexto. Isto é, a leitura da VFC atua como gatilho para obter os dados de todos os sensores envolvidos, a fim de constituir o contexto da entidade paciente naquele intervalo do tempo. Assim, o Módulo de Contexto utiliza-se das séries temporais como base para formação dos históricos de contextos.

Este módulo recebe em seus serviços os elementos de contexto referentes à entidade paciente e salva-os numa base de dados por meio do *Agente R-Trail*, formando históricos de contextos. Para tal operação, agrupa-se estes elementos em uma estrutura de dados única que representa o estado da entidade paciente no decorrer do tempo, chamada de contexto (DEY; ABOWD; SALBER, 2001) e representada na modelagem da ontologia pela entidade *Context*. Contudo, os elementos que compreendem o contexto são: a identidade, a localização, a data e a hora, a FC, a VFC, a atividade do usuário e o estado da leitura. Detalha-se cada uma destas informações a seguir, de acordo com o modelo de dados apresentado na ontologia:

- **Identidade:** é caracterizada pela entidade *User* e corresponde à identificação única de um usuário na aplicação. Na identidade do usuário inclui-se também seu perfil, representado pela entidade *Patient*. No momento da aplicação *RevitalMe-Mobile* realizar uma requisição ao *RevitalMe-Server*, o envio da identidade do usuário que está utilizando o aplicativo é obrigatória;

- **Localização:** identificada pela entidade *Location*, compreende coordenadas geográficas incluindo a latitude e longitude, no momento em que o contexto foi obtido;
- **Data e Hora:** identificada pela entidade *Datetime*, compreende a data e a hora em formato *Coordinated Universal Time (UTC)* em que o contexto foi obtido;
- **FC:** representada pela entidade *HeartRate*, identifica a frequência cardíaca do paciente no momento em que o contexto foi obtido. Este dado provém do *wearable* com sensor de batimentos cardíacos;
- **VFC:** é representada pela entidade *HRVariability* e identifica a variabilidade da frequência cardíaca do paciente no momento em que o contexto foi obtido. Assim como a FC, este dado provém do *wearable* com sensor de batimentos cardíacos;
- **Atividade:** representada pela entidade *Activity*, identifica a atividade que o paciente estava exercendo no momento de obter o contexto. Este dado provém dos sensores do dispositivo móvel e pode-se exemplificar como: caminhando, correndo, em veículo, imóvel, entre outras;
- **Estado da leitura:** é identificada pela entidade *ReadingState* e corresponde ao estado da leitura no momento em que o contexto foi obtido. Pode apresentar os estados *baseline* e *accompany*. O psicoterapeuta é responsável por determinar o controle destes estados para cada paciente.

O Módulo de Contexto compreende além de serviços que mantém contextos, serviços para localizações semânticas. Portanto, dentre as operações disponibilizadas pelo módulo pode-se citar métodos para receber uma série de contextos e métodos para cadastrar, excluir e recuperar localizações semânticas. Assim, os serviços de domínio modelados neste módulo manipulam as entidades *User*, *Place*, *Location* e *Context*, com suas devidas especializações.

Para toda requisição no serviço de contextos, realiza-se processamento a fim de verificar se a geolocalização do contexto, por meio da identificação de localização, compreende alguma das localizações semânticas cadastrada previamente pelo paciente. Para esta rotina, deve-se utilizar a fórmula de *Haversine* (ALAM et al., 2016) que computa a distância entre duas coordenadas geográficas.

3.5.5 Módulo de Consulta

O Módulo de Consulta está representado na Figura 1 pelo nome de *Query* e também compreende os módulos de domínio. Ele é responsável por prover serviços para consultar os índices de saúde mental e sua correlação com as localizações semânticas.

A fim de obter os dados necessários para composição das consultas, o Módulo de Consultas deve utilizar eventos pré-definidos para acionar o agente de *software* denominado *Agente R-Trail*, detalhado na seção 3.6.2. Ao final da execução do agente, o

módulo de consultas poderá recuperar os dados que foram consultados e processados, com o objetivo de montar gráficos para a visualização da informação ou somente enviar os dados brutos processados pelo agente.

Além disso, conforme evidencia-se na seção 3.5.6, o modelo *RevitalMe* suporta a possibilidade de realizar o *plug-and-play* de quaisquer módulos específicos de distúrbios mentais. Desta forma, o Módulo de Consulta deve proporcionar que sejam realizadas as consultas de acordo com o módulo específico da distúrbio de interesse (MI) da aplicação que irá consumir seus serviços.

3.5.6 Módulos de Distúrbio Mental

O componente *RevitalMe-Server* suporta o *plug-and-play* de diferentes módulos de distúrbios mentais, ou seja, que estes módulos sejam adicionados ou removidos sem alterações na arquitetura, porque é fornecido o desacoplamento destes em relação aos demais módulos que constituem o *RevitalMe-Server*. Desta forma, é possível que sejam computados índices de saúde mental para qualquer implementação de distúrbio mental que considere como dado chave para tomada de decisão os dados fisiológicos, tais como a FC e a VFC.

A fim de prover o desacoplamento mencionado anteriormente, na infraestrutura do *RevitalMe-Server* definiu-se um módulo abstrato de nome *Abstraction.Disorder*. Constituem este componente a definição de interfaces que devem fornecer as operações entre as implementações específicas de distúrbios mentais e os demais módulos do servidor. Desta forma, nenhum módulo definido na arquitetura pode referenciar diretamente os módulos específicos de distúrbio mental. Contudo, possibilita-se que as interfaces disponíveis tenham diversas implementações específicas, tais como implementações para estresse (CASTALDO et al., 2015), ansiedade (CHALMERS et al., 2014) e depressão (PANICCIA et al., 2017). Estes trabalhos disponíveis na literatura utilizam-se da VFC para análise de índices das distúrbios respectivas. No Apêndice B apresenta-se um diagrama de componentes ilustrando o relacionamento, por meio de uma interface, entre o módulo abstrato *Abstraction.Disorder* e quaisquer módulos específicos de distúrbio, tais como aplicado ao estresse *Disorder.Stress*, à ansiedade *Disorder.Anxiety* ou depressão *Disorder.Depression*. Desta forma, pelo fato do *RevitalMe-Server* apresentar uma arquitetura flexível, pode-se criar estas implementações em módulos distintos para a interface mencionada. O componente de *software* que irá fazer uso desta abstração é o *Agente R-Disorder*, que inclusive não possui referência para os módulos específicos, somente para o módulo abstrato, conforme ilustra-se no Apêndice B, por meio da seta de dependência entre o agente e o módulo.

3.6 Agentes do RevitalMe

Nesta seção apresentam-se os agentes de *software* do *RevitalMe*. Os agentes foram modelados por meio da metodologia *Prometheus* (PADGHAM; WINIKOFF, 2004), fazendo uso de um ambiente gráfico de modelagem denominado *Prometheus Design Tool (PDT)* (SUN; THANGARAJAH; PADGHAM, 2010).

Escolheu-se utilizar agentes de *software* para modelar estes componentes pelas características que os mesmos apresentam, como a autonomia para execução de tarefas de acordo com as mudanças no ambiente a fim de cumprir determinados objetivos. Além disso, possuem características sociáveis, ou seja, para alcançar um objetivo em comum necessitam a interação com outros agentes, providas por meio de mensagens. Na Figura 3 pode-se visualizar a visão geral dos agentes do *RevitalMe*, onde cada agente é detalhado com suas ações, percepções e mensagens.

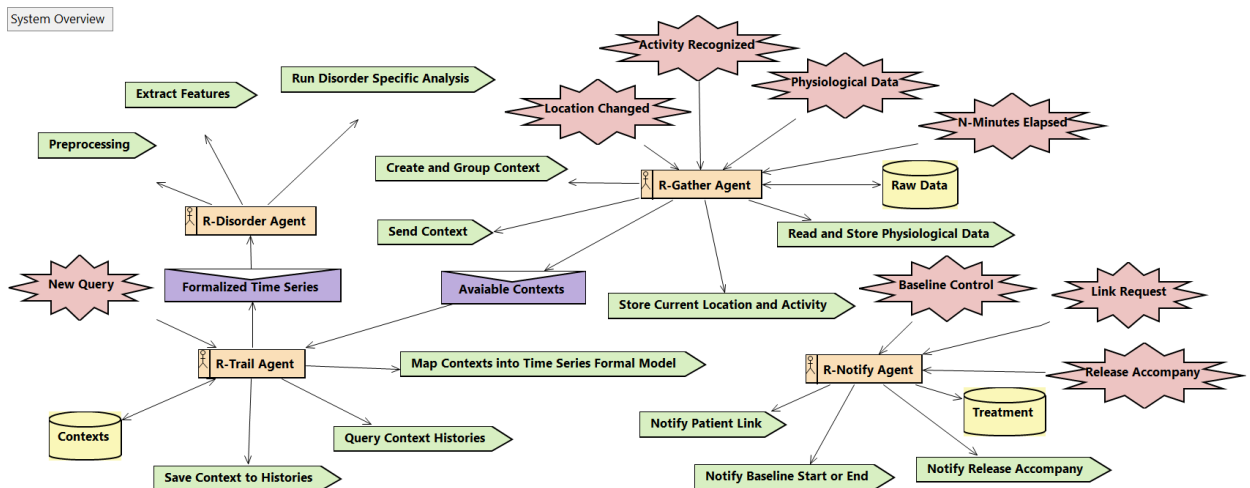


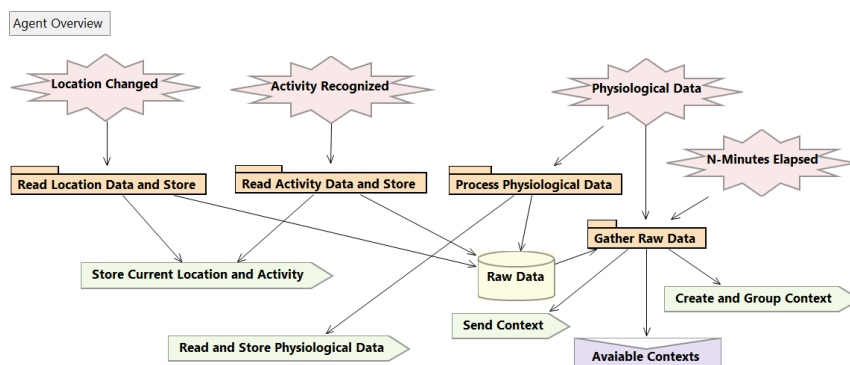
Figura 3: Diagrama da visão geral dos agentes do sistema

O *Agente R-Gather* é responsável por identificar mudanças no ambiente relacionadas com a atividade, localização, fisiologia e tempo, no decorrer da utilização do *RevitalMe-Mobile* por parte do paciente. O *Agente R-Trail* é responsável por identificar a chegada de novas mensagens ou a execução de uma nova consulta, com a finalidade de persistir registros de contextos ou recuperá-los, preparando-os para processamento dos índices da saúde mental. O *Agente R-Disorder*, por sua vez, deve então realizar uma série de etapas de processamento sob séries temporais, a fim de obter resultados numéricos que representem índices de saúde mental. Por fim, o *Agente R-Notify* deve identificar operações e eventos que aconteceram no modelo referente aos tratamentos entre o psicoterapeuta e o paciente, notificando-os. Nas seções a seguir descrevem-se os agentes citados em termos de suas percepções, mensagens e capacidades.

3.6.1 Agente R-Gather

Modelou-se o *Agente R-Gather* para monitorar as mudanças no ambiente que cerca o dispositivo móvel, provenientes do dia a dia do paciente. Na Figura 4, pode-se visualizar a visão geral do agente, cujo objetivo principal é formar contextos referentes à entidade paciente, a partir dos dados brutos lidos do ambiente. Conforme as informações que compõem o contexto, descritas na seção 3.5.4, quatro percepções podem ser identificadas: *Location Changed*, *Activity Recognized*, *Physiological Data* e *N-Minutes Elapsed*. Os detalhes de cada percepção podem ser vistos no Apêndice C.

Figura 4: Diagrama da visão geral do Agente R-Gather



Fonte: Elaborado pelo autor

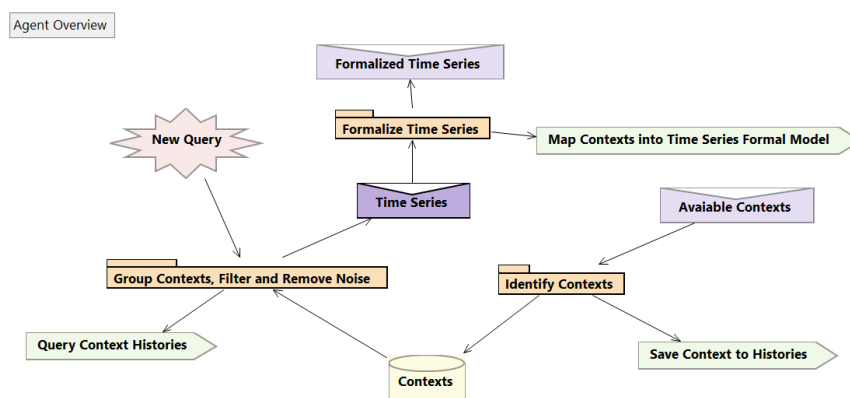
Por meio da ativação da capacidade *Gather Raw Data* e posterior envio da mensagem *Available Contexts*, este agente torna-se responsável por comunicar-se com o *Agente R-Trail*, notificando-o a existência de dados de contexto para serem tratados de acordo com seus objetivos.

3.6.2 Agente R-Trail

Modelou-se o *Agente R-Trail* com a finalidade de persistir contextos na base de históricos de contextos, executar consultas nesta base e converter os dados recuperados para um modelo formal. Ao final das ativações das capacidades deste agente, ele será responsável por interagir com o *Agente R-Disorder*, notificando-o da existência de séries temporais formalizadas e preparadas para serem computadas. Esta interação irá ocorrer por meio de uma mensagem indicando que o *Agente R-Disorder* deverá ativar suas capacidades.

Na Figura 5 visualiza-se um refinamento do agente em questão, evidenciando suas capacidades que são ativadas por meio das percepções e mensagens. A descrição das percepções e mensagens são encontradas no Apêndice D.

Figura 5: Diagrama da visão geral do Agente R-Trail



Fonte: Elaborado pelo autor

É importante salientar que, na capacidade *Group Context, Filter and Remove Noise*, ao agrupar os contextos deve-se respeitar os aspectos temporais, formando séries temporais. Com o intuito de filtrar os contextos, deve-se eliminar ruídos de acordo com a atividade executada pelo usuário em cada contexto, aplicando a seguinte lógica:

$$((\alpha \geq 80\%) \vee (\beta \geq 80\%)) \wedge ((\gamma \leq 20\%) \vee (\delta \leq 20\%))$$

onde:

α = percentual de contextos com a atividade *em veículo*

β = percentual de contextos com a atividade *imóvel*

γ = percentual de contextos com a atividade *inclinado*

δ = percentual de contextos com a atividade *desconhecida*

Em suma, a lógica apresentada considera que uma série temporal válida deve conter 80% dos intervalos com o usuário estando imóvel ou em um veículo, podendo ter uma variação de 20% de uma atividade leve (pequenos movimentos no dispositivo, tais como o de inclinação) e de atividade desconhecida, ou seja, sendo tolerada alguma possível inconsistência na classificação da atividade. Para cada série temporal formada é possível que o agente envie a mensagem interna *Time Series*. Desta forma, as séries temporais serão formalizadas na capacidade *Formalize Time Series* e a mensagem de interação com o *Agente R-Disorder* pode ser enviada. Isso significa que a capacidade *Formalize Time Series* possa ser executada em paralelo para cada série temporal. Além disso, também será executada em paralelo a interação com o *Agente R-Disorder*, proveniente da mensagem de interação. Portanto, a computação de cada série temporal acontecerá em paralelo, o que fornecerá maior performance ao modelo.

3.6.3 Agente R-Disorder

O *Agente R-Disorder* teve sua modelagem efetuada para cumprir com o objetivo de processar os índices de saúde mental. Para alcançá-lo, este agente deverá inicialmente receber uma mensagem que representa um evento proveniente do *Agente R-Trail*. Esta mensagem indica que existem séries temporais disponíveis para serem processadas.

No entanto, as séries temporais devem estar consolidadas em uma estrutura de dados formal, conforme mencionado anteriormente e apresentado no Apêndice E. Criou-se esta estrutura para formalizar a entrada de dados neste agente, utilizando-a com a possibilidade de representar qualquer observação que possa ser feita futuramente para formar séries temporais. Consequentemente, modelou-se a estrutura de dados utilizando uma classe abstrata para tornar possível a adição de novas classes com informações de observações. Portanto, abre-se a possibilidade do envio da mensagem *Formalized Time Series* por quaisquer outros agentes futuros que possam ser criados dentro do modelo e que necessitem interagir com o *Agente R-Disorder*. Além disso, abre-se a possibilidade da inserção de novos dados de contexto, se porventura

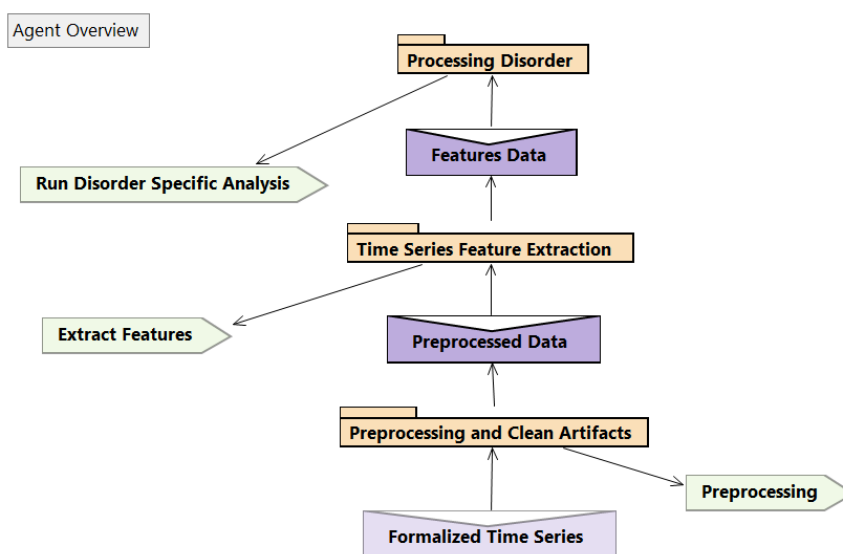
forem necessário. Por exemplo, pode-se citar a utilização de mais de um conjunto de dados fisiológicos para processar índices de saúde mental, além dos provenientes dos batimentos cardíacos.

Com a finalidade de dividir em etapas o processamento das séries temporais, levou-se em consideração as operações que são genéricas para desordens mentais computadas sob a fisiologia e também operações que são específicas. Pode-se visualizar de forma conceitual no Apêndice G as operações genéricas em cinza claro e as operações específicas em cinza escuro. Visualiza-se também a entrada de dados das séries temporais. Ou seja, para toda computação de desordens é necessário pré-processar as séries temporais e extrair características, o que tornam operações genéricas. As operações específicas referem-se aos algoritmos, classificações ou predições que dependem especificamente de estruturas para àquela determinada desordem, tais como modelos de aprendizado de máquina previamente treinados para fins específicos.

Salienta-se que as *Concrete Routines* apresentadas no Apêndice G constituem os Módulos de Desordens apresentados na seção 3.5.6. Desta forma, o agente pode ter conhecimento de qual rotina específica chamar por meio da recuperação do identificador do MI, conforme visto na seção 3.5.5. No entanto, nenhuma referência deve ser necessária ao Módulo de Consulta para obter o MI. Deve-se utilizar estruturas de programação tais como inversão de controle e o registro de injeções de dependência para esta finalidade.

Desta forma, modelou-se capacidades para este agente, conforme ilustra-se na Figura 6. As capacidades *Preprocessing and Clean Artifacts*, *Time Series Feature Extraction* e *Processing Disorder* são ativadas em sequência, mediante percepção da mensagem *Formalized Time Series*. No Apêndice F, encontra-se uma descrição para cada uma das capacidades.

Figura 6: Diagrama da visão geral do Agente R-Disorder

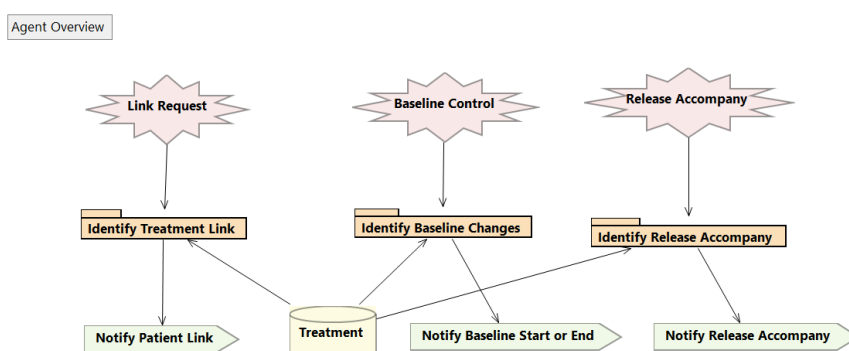


Fonte: Elaborado pelo autor

3.6.4 Agente R-Notify

O *Agente R-Notify* apresenta o objetivo de notificar as operações e eventos que podem acontecer no modelo *RevitalMe*. Portanto, este agente deve monitorar as manipulações de dados entre as identidades e perfis de psicoterapeutas e pacientes. Na Figura 7, ilustra-se um refinamento do agente em questão evidenciando suas capacidades que são ativadas de acordo com as percepções no ambiente. As percepções estão detalhadas no Apêndice H.

Figura 7: Diagrama da visão geral do *Agente R-Notify*



Fonte: Elaborado pelo autor

4 ASPECTOS DA IMPLEMENTAÇÃO

Com o intuito de avaliar o modelo *RevitalMe*, tornou-se necessário realizar a implementação de um protótipo. Portanto, codificaram-se os três componentes da arquitetura do modelo: *RevitalMe-Mobile*, *RevitalMe-Web* e o *RevitalMe-Server*.

Para o protótipo do *RevitalMe-Mobile* realizou-se a codificação de um aplicativo na plataforma *Android* compilado com a API mínima 19, que corresponde ao *Android 4.4 (Kit Kat)*. Utilizou-se o *framework* da Microsoft chamado *Xamarin.Android* cuja SDK corresponde a versão 8.2 e possibilita a escrita de código na linguagem C#. As operações disponíveis para pacientes, descritas na seção 3.3, representam as funcionalidades do *RevitalMe-Mobile* e foram codificadas conforme a Figura 8. Nela pode-se observar a tela para parear o *wearable* (Figura 8a) por meio de conexão *Bluetooth Low Energy* e a tela para visualizar os dados cardíacos (Figura 8b), provenientes do sensor. Utilizou-se o *wearable Polar H7* como monitor cardíaco, fornecendo a frequência cardíaca e os intervalos RR, sendo considerado aceitável sua utilização quando comparado à coleta de dados cardíacos do ECG (PLEWS et al., 2017). No que se refere ao cadastro das localizações semânticas, na tela de busca e seleção (Figura 8c) utilizou-se a API *Google Maps - Places SDK*, com o intuito facilitar a usabilidade do paciente na seleção de localizações. A lista das localizações semânticas cadastradas é apresentada na Figura 8d. Para a permissão do vínculo terapêutico implementou-se a tela de notificação (Figura 8e) e a tela de aceitação ou negação do vínculo (Figura 8f). Além disso, foram implementadas as telas de login e de um menu com operações. O

login foi codificado por meio da API de autenticação do *Google Plus* e de chamadas à API RESTful do *RevitalMe-Server*, sendo que o cadastro do usuário é realizado de forma automática no momento de um login.

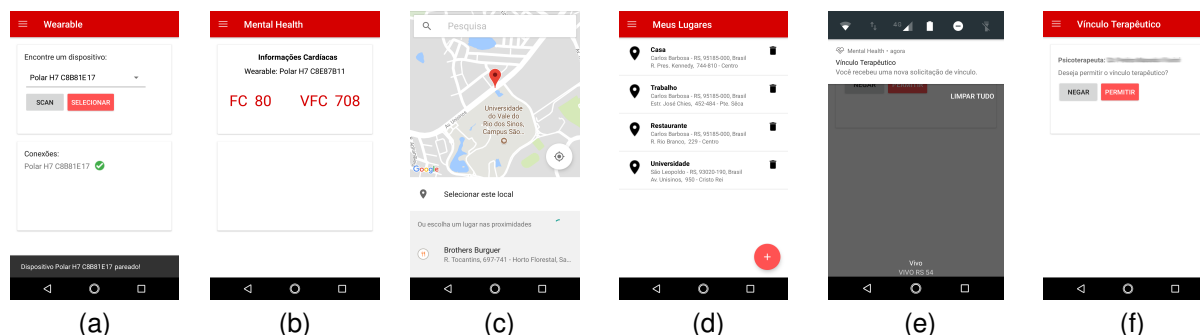


Figura 8: Telas do Protótipo do RevitalMe-Mobile

Além disso, no *RevitalMe-Mobile* implementou-se o agente de *software R-Gather*, conforme visto na sua modelagem na seção 3.6.1. As percepções do agente foram codificadas como *Android Services* por possuírem três características: são operações de longa duração, monitoram elementos de *hardware* e realizam chamadas às APIs externas. Realizam-se todas estas operações em *background*, ou seja, sem a intervenção do paciente. Para verificar as mudanças de localização bem como o reconhecimento das atividades do usuário utilizou-se a API *Google Location Services*. Para a leitura dos dados fisiológicos, isto é, da frequência cardíaca e dos intervalos RR, codificou-se um *Android Service* para as conexões *Bluetooth Low Energy* do monitor cardíaco. Os intervalos RR foram lidos de forma contínua e com curta duração (*short-term*) a cada 5 minutos (QUINTANA; ALVARES; HEATHERS, 2016). Durante os 5 minutos, os dados coletados são armazenados no dispositivo móvel, numa base de dados *SQLite*. Ao final deste intervalo, o agente envia a mensagem *Available Context* e torna-se inativo por 60 segundos, visando otimizar o consumo de recursos e consequentemente a bateria do dispositivo. Codificou-se a mensagem *Available Context* por meio de uma chamada à API RESTful do *RevitalMe-Server*, utilizando o protocolo HTTP, também implementada como um *Android Services*.

Implementou-se o componente *RevitalMe-Web* como um *website*, fazendo uso do *framework .Net Core* na versão 2.0 com uso das linguagens C# e Javascript, bem como HTML 5 e CSS 3 para construção das telas. Para o cadastro, a autenticação e a identificação do psicoterapeuta utilizou-se a API do *Google Plus*. Desta forma, no Apêndice I pode-se observar o menu em preto com a identificação de um usuário logado. Além disso, no Apêndice I visualiza-se a tela de uma das funcionalidades implementadas, cujo objetivo é o vínculo terapêutico entre o paciente e o psicoterapeuta, conforme visto na seção 3.4. No entanto, não codificou-se a funcionalidade *Controlar estado da leitura* no protótipo porque não era necessária para validação do modelo.

Realizou-se a codificação do *RevitalMe-Server* com uso do *framework .Net Core* na versão 2.0 e na linguagem C#. Conforme visto na seção 3.5, as entidades modeladas na ontologia foram transformadas em classes ou em atributos de classes, com

seus devidos relacionamentos. Os módulos de infraestrutura bem como os módulos de domínio foram codificados com a utilização de interfaces, classes abstratas e classes, de acordo com cada responsabilidade mencionada no modelo. No Módulo de Contexto, com a utilização da fórmula de *Haversine* (ALAM et al., 2016) disponível no *framework .Net*, para identificar a relação de pertinência entre contextos e a localização semântica considerou-se um raio menor ou igual a 10 metros. Escolheu-se persistir esta relação para não ser necessário processá-la no momento do *Agente R-Trail* recuperar históricos de contextos, ganhando-se em performance quando os índices forem computados.

Os módulos de domínio tiveram serviços RESTful criados e expostos em *endpoints* sob o protocolo HTTP, com a utilização do módulo de infraestrutura nomeado de *Services*. Visto que, tanto o *RevitalMe-Mobile* quanto o *RevitalMe-Web* foram implementados com a autenticação do *Google Plus*, codificou-se o componente *Security* do *RevitalMe-Server* para aceitar apenas requisições HTTP com *tokens* JWT (*Json Web Token*) provenientes do *Google Plus*.

Ademais, no *RevitalMe-Server* implementou-se os agentes de *software R-Trail* e o *R-Disorder*, não sendo necessária a codificação do *Agente R-Notify* para validação do modelo, porque este apenas disponibiliza uma melhor usabilidade para os usuários. Ambos os agentes implementados foram codificados com o uso de classes, onde criou-se para cada capacidade de metodologia Prometheus (PADGHAM; WINIKOFF, 2004) uma nova classe agregada à classe do agente. Os *percepts* e mensagens dos agentes foram codificados como métodos das classes.

De acordo com a modelagem do *Agente R-Trail* vista na seção 3.6.2, codificou-se a capacidade *Identify Contexts* como uma classe com referência para as abstrações do módulo *Abstraction.Data* para persistir contextos na base de dados. Desta forma, utilizou-se o banco de dados relacional *SQL Server* para manter os registros de contextos. A capacidade *Group Context, Filter and Remove Noise* utilizou-se dos dados sensíveis ao contexto para eliminar ruídos e prover dados para a principal consulta codificada, que é a correlação entre os índices de saúde mental e as localizações semânticas. Nesta capacidade agruparam-se os contextos em memória por localização semântica, respeitando a sequência dos intervalos RR e seus aspectos temporais, formando séries temporais, e eliminaram-se ruídos de acordo com a atividade executada pelo usuário em cada contexto. Portanto, a cada 5 minutos, conforme as leituras dos intervalos RR de curta duração, aplicou-se a lógica mencionada na modelagem do agente. Além disso, codificou-se a capacidade *Formalize Time Series*, utilizando portanto uma conversão da classe de contexto para a relação de classes apresentada no Apêndice E. Esta capacidade é ativada com a chamada a um método interno do agente que representa a mensagem *Time Series*. A mensagem de comunicação entre agentes denominada *Formalized Time Series* foi implementada por meio de uma agregação entre as classes dos agentes e uma chamada de método enviando uma série temporal.

Implementou-se o *Agente R-Disorder* fazendo uso de classes na linguagem C# que interoperam com *scripts* na linguagem R. Estes *scripts* foram codificados com uso da biblioteca *RHRV* (VILA et al., 2009). A fim de enviar e receber dados entre

Tabela 2: Características no domínio de tempo e frequência

Característica	Unidade	Fórmula
<i>Domínio de Tempo</i>		
AVNN	ms	$\overline{RR} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N RR_j$
SDNN	ms	$\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (RR_j - \overline{RR})^2}$
SDANN	ms	$\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (RR_{1j} - \overline{RR_1})^2}$
RMSSD	ms	$\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (RR_{j+1} - RR_j)^2}$
pNN50	%	$\frac{NN50}{N-1} \times 100\%$
<i>Domínio de Frequência</i>		
LF	ms ²	Potência espectral entre 0,04 e 0,15 Hz
HF	ms ²	Potência espectral entre 0,15 e 0,4 Hz
LF/HF	ms ²	Razão entre LF e HF

Fonte: Elaborado pelo autor

os ambientes .Net e R de forma rápida, utilizou-se a biblioteca *R.NET*. A entrada de dados no *Agente R-Disorder* acontece pela mensagem *Formalized Time Series* onde o mesmo recebe uma série temporal formalizada que contém os intervalos RR. Portanto, codificou-se a capacidade *Preprocessing and Clean Artifacts* para enviar uma série temporal à um *scripts* na linguagem R. Este *script* computa a remoção dos artefatos fisiológicos ou técnicos dos intervalos (SALO; HUIKURI; SEPPANEN, 2001; PELTOLA, 2012). Desta forma, codificou-se a remoção das batidas cardíacas que apresentam diferença no intervalo maior do que 10% da média dos últimos 50 intervalos. Além disso, considerou-se aceitável os valores da FC com mínimo de 25 bpm e máximo de 180 bpm. Na capacidade *Time Series Feature Extraction*, codificou-se um *script* na linguagem R para extrair características das séries temporais com duração de 5 minutos, no domínio de tempo e no domínio da frequência, conforme a Tabela 2. As características no domínio de tempo foram obtidas por cálculos estatísticos tais como AVNN (*Average of NN interval*), SDNN (*Standard Deviation of NN intervals*), SDANN (*Standard Deviation of the Average NN intervals*), RMSSD (*Root Mean Square of Successive NN interval Differences*) e pNN50 (*Percentage of successive NN intervals that differ by more than 50 ms*). As características do domínio de frequência foram obtidas computando a Transformada Rápida de *Fourier* das séries de intervalos RR reamostrados de forma uniforme a 4 Hz, utilizando interpolação linear.

Diante da flexibilidade da arquitetura descrita no modelo, pode-se compreender o índice de saúde mental como o resultado fornecido na computação do estresse, isto é, codificou-se o módulo de desordem mental com a implementação para estresse. Para esta codificação utilizaram-se classes que implementam as interfaces do módulo abstrato *Abstraction.Disorder*, conforme visto na seção 3.5.6. Portanto, criou-se o módulo *Disorder.Stress* para computar os índices de saúde mental, e por meio de injeções de dependência foram obtidas instâncias de suas classes. Este módulo, escrito na linguagem C#, também interoperou com *scripts* na linguagem R. Desta forma, utilizou-se aprendizado de máquina para classificar entre o estado de “estressado” e o

estado “não estressado”, por meio de um modelo treinado com o algoritmo de classificação SVM (*Support Vector Machine*) (CHANG; LIN, 2011). Apresenta-se na próxima seção os métodos de treinamento, validação e avaliação do modelo.

5 AVALIAÇÃO E RESULTADOS

A metodologia de avaliação e resultados está organizada em três perspectivas. Por primeiro, avaliou-se o desempenho do protótipo para computar os índices de saúde mental. Por segundo, avaliou-se o potencial em correlacionar os índices de saúde mental com as localizações semânticas. Por fim, aplicou-se um questionário com especialistas da área psicoterapêutica com o intuito de avaliar a proposta central do modelo.

5.1 Computação dos Índices de Saúde Mental

Nesta perspectiva busca-se avaliar o método utilizado para obter os índices de saúde mental no protótipo. A avaliação deve ocorrer diante do desempenho do modelo a fim de realizar a classificação de indivíduos entre “estressado” e “não estressado”.

Portanto, para a criação de um modelo de aprendizado de máquina, que deve ser referenciado pelo módulo de desordem mental, utilizou-se o algoritmo de classificação binária SVM (*Support Vector Machine*). Para a avaliação do modelo de aprendizado de máquina foram realizados dois experimentos de forma *offline*, por meio da linguagem R e com conjuntos de dados distintos (*datasets*), denominados de “treino” e “teste”. Em ambos experimentos foram utilizados dados fisiológicos provenientes do trabalho de Healey e Picard (2005), disponível na base de dados *Physionet* (GOLDBERGER et al., 2000) e detalhado no Apêndice J. Na base de dados da *Physionet* estão disponíveis os dados de 17 motoristas. Entretanto, conforme sugerido por Keshan e Parimi (2015), somente os dados de 10 indivíduos foram utilizados, porque os diferentes períodos de condução não estavam claros em 7 motoristas.

Portanto, para cada indivíduo foram geradas séries temporais de 5 minutos com intervalos RR, provenientes do ECG, nomeados de acordo com as condições de condução (*ground truth*). Isto é, para a condição de repouso neste modelo considerou-se como o estado “não estressado” e para as duas condições de condução (rodovia e cidade), considerou-se como o estado “estressado”. Para ambos os experimentos, as séries temporais foram submetidas a pré-processamento e extração de características, de acordo com a implementação das capacidades *Preprocessing and Clean Artifacts* e *Time Series Feature Extraction* do agente *R-Disorder*. Os dados totais foram divididos em dois segmentos, compreendendo 70% para o *dataset* de treino e 30% para *dataset* de teste. No experimento de treino foi realizada a validação cruzada (*k-fold cross validation*) permitindo encontrar os parâmetros ótimos (*hyperparameters*) para o modelo. No experimento de teste foi utilizado o modelo treinado com os parâmetros ótimos e para avaliar a performance deste, a amostra desconhecida, ou seja, o *dataset* de teste, foi dado como entrada. Com os resultados, uma Matriz de Confusão (*Confusion Matrix*) foi gerada, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: *Confusion Matrix*

		Classificados pelo Modelo		
		Estressado	Não Estressado	Total
Atuais	<i>Estressado</i>	10 (83%)	2 (17%)	12
	<i>Não Estressado</i>	0 (0%)	14 (100%)	14
	<i>Total</i>	10	16	26

Fonte: Elaborado pelo autor

A performance do modelo foi medida pela acurácia de 92%, sensibilidade de 83% e especificidade de 100%. A sensibilidade refere-se à capacidade do modelo identificar corretamente o estado “estressado” e a especificidade à capacidade de identificar corretamente o estado de “não estressado”.

5.2 Correlação dos Índices de Saúde Mental e Localização Semântica

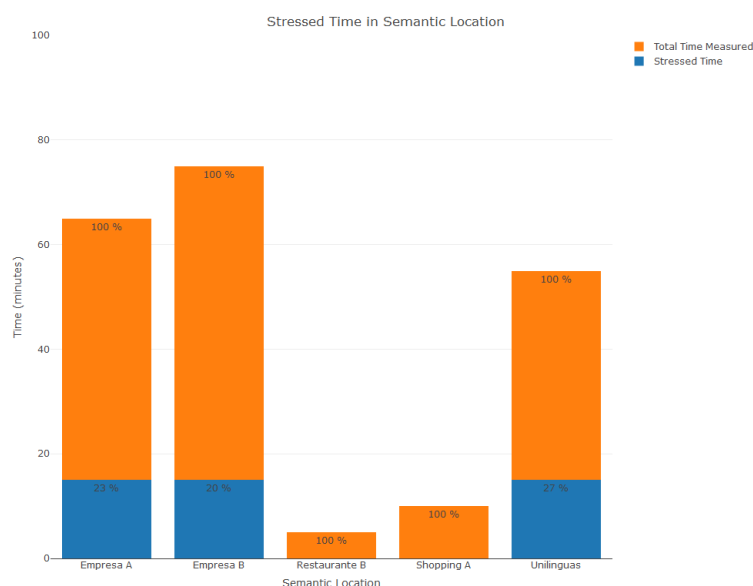
Para esta perspectiva foi realizado um teste de aceitação, denominado teste alfa, do *RevitalMe*. Desta forma, avaliou-se indiretamente os aspectos de modelagem e funcionalidades do sistema, por meio da utilização do protótipo durante o dia a dia de um indivíduo. A utilização diária possibilitou avaliar a coleta da FC e da VFC em ambientes reais, o uso de dados sensíveis ao contexto para eliminar ruídos e para correlacionar os índices de saúde mental com as localizações semânticas.

Inicialmente, foi realizada a publicação do *RevitalMe-Server* no *Azure*, ambiente de *Cloud Computing* da *Microsoft*, e foi instalado o *RevitalMe-Mobile* no *smartphone* do indivíduo. Esta estratégia de publicação possibilitou o uso do *RevitalMe-Mobile* em quaisquer ambientes por parte do indivíduo, que simulou o perfil de um paciente. O *RevitalMe-Web* foi publicado localmente e um vínculo terapêutico fictício foi realizado. Em seguida, o indivíduo cadastrou 6 localizações semânticas de três cidades distintas, pareou o *wearable Polar H7* e iniciou a leitura *accompany*. A utilização total do sistema durou aproximadamente 16 horas, abrangendo 2 dias e deslocamentos entre as três cidades, onde o indivíduo frequentou as 6 localizações semânticas. Além disso, durante a utilização, os horários que o indivíduo apresentou estresse foram anotados por ele próprio no *smartphone*.

Desta forma, foram coletados e armazenados um total de 25800 registros no histórico de contextos, dentre os quais foram detectadas atividades como imóvel, caminhando, em veículo, de bicicleta, inclinado e desconhecida. Em relação a fisiologia cardíaca, a FC máxima detectada foi 132 bpm e a mínima foi 60 bpm. A VFC máxima detectada foi de 1514 ms e a mínima 250 ms. Além disso, foram encontrados 5 contextos com a FC zerada, 16 com a VFC zerada e 31 com a VFC menor do que 400 ms. Os valores da VFC menores do que 400 ms bem como os valores zerados da FC e da VFC resultaram de ruídos no *wearable*. As localizações semânticas detectadas foram 5, porque uma delas compreende outra, por exemplo, a universidade e um laboratório que pertence à mesma. Neste caso, o laboratório da universidade apareceu nos registros.

Por fim, uma consulta da correlação dos índices de estresse e a localização semântica foi executada de forma *online* pelo *RevitalMe-Web*, e foi processada e gerada pelo *RevitalMe-Server*. Utilizou-se um filtro de data abrangendo ambos os dias de uso do sistema, e a Figura 9 representa o resultado da consulta. Nela observa-se a correlação entre as 5 localizações semânticas frequentadas e os minutos de permanência nas mesmas, sendo evidenciado o percentual de tempo em que o indivíduo apresentou estresse. Estes valores de tempo em estresse foram comparados com as anotações feitas pelo indivíduo e os resultados apresentaram acurácia de 92%, sensibilidade de 100% e especificidade de 92%. Além disso, o Apêndice K ilustra tacosgramas dos intervalos RR e gráficos da FC, provenientes dos dados coletados pelo *RevitalMe-Mobile* em estado de “estresse” e “não estresse”.

Figura 9: Gráfico gerado pelo *RevitalMe-Server*



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Utilidade Percebida do RevitalMe

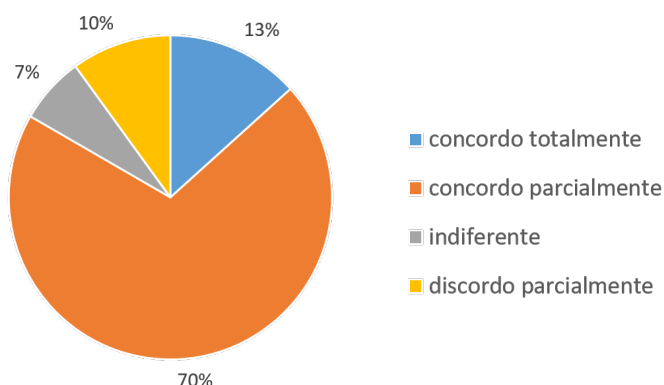
Esta perspectiva foi criada para avaliar a contribuição que as ideias gerais do modelo podem fornecer para a tomada de decisão psicoterapêutica. Desta forma, para organizar esta perspectiva na busca por resultados baseou-se no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), revisado recentemente por Marangunic e Granic (2015). O modelo TAM considera como principais influências para a aceitação de uma nova tecnologia a facilidade de uso percebida e a utilidade percebida. A primeira é o grau em que uma pessoa acredita que a tecnologia poderia diminuir os seus esforços. A segunda é o grau em que uma pessoa acredita que a tecnologia poderia melhorar o desempenho no desenvolvimento de suas atividades.

Por meio da aplicação de um questionário com 6 afirmações para especialistas da área psicoterapêutica, buscou-se avaliar somente a utilidade percebida de acordo com o TAM, visto que os especialistas não utilizaram o sistema. Desta forma, foi disponi-

bilizado uma descrição detalhada do modelo, englobando funcionalidades, objetivos e resultados direcionados totalmente para a área psicoterapêutica. Isto é, os aspectos computacionais não foram apresentados com o intuito de facilitar a compreensão dos especialistas. Além disso, os especialistas puderam fazer perguntas a fim de esclarecer o modelo. As opções de respostas para as questões seguiram o padrão da escala *Likert* (LIKERT, 1932) de cinco pontos, variando entre 1 (discordo totalmente) até 5 (concordo totalmente). Apresentam-se os perfis dos especialistas na Tabela 4 do Apêndice L e as afirmações aplicadas por meio do questionário na Tabela 5 do Apêndice L. Ademais, uma pergunta com resposta discursiva foi aplicada aos especialistas: *Quais os principais pontos positivos e negativos você pode observar no sistema?*

Portanto, em relação a utilidade percebida, atingida por meio das respostas das 6 afirmações agrupadas e apresentadas na Figura 10, é possível obter como resultado que 83% dos especialistas acreditam na utilidade do *RevitalMe* diante suas propostas, sendo de forma parcial ou total. Outros 10% dos especialistas discordam parcialmente e 7% acreditam ser indiferente. Cada resposta está ilustrada no Apêndice M.

Figura 10: Utilidade Percebida do RevitalMe



Fonte: Elaborado pelo autor

No que diz respeito às respostas discursivas, pode-se elencar os pontos positivos descritos pelos especialistas, tais como: “aproximação de jovens”, “aderência ao tratamento devido um recurso interessante”, “possibilidade de *insight* com o paciente”, “otimização do tempo da terapia”, “possibilidade de adicionar locais conforme as vivências do paciente”, “possibilidade de validar e reforçar os locais que provocam sensações agradáveis as pessoas”, “facilidade na construção do diagnóstico e na avaliação da redução dos sintomas” e “objetividade na coleta de dados, uma vez que não depende-se de aspectos do paciente que podem apresentar falhas, como a memória”. Também foi considerado o interesse de relatar rotinas e locais para transtornos compulsivos e obesidade. Por outro lado, pode-se elencar os pontos negativos, tais como: “possível sensação de perseguição no paciente” e “possível “boicote” de respostas pelo paciente ao se dar conta de lugares que estão associados ao estresse e ansiedade, visto que o paciente não tem pretensão de falar sobre estes lugares”. Salienta-se que o principal ponto negativo que foi relatado por um dos especialistas é: “Monitorar o dia a dia do paciente não vai ao encontro com a técnica psicanalítica, que tem a associação

livre como um dos pilares básicos”. Por meio deste último relato, pode-se relacionar o resultado de 10% dos especialistas discordarem parcialmente e 7% serem indiferente quanto as propostas do modelo, porque existem perfis de especialistas que apresentam atuações psicanalíticas.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o modelo *RevitalMe*, que auxilia a tomada de decisão dos psicoterapeutas com informações da saúde mental, provenientes do dia a dia dos pacientes. O *RevitalMe* faz uso de sensibilidade ao contexto com o intuito de melhorar o desempenho na computação das desordens mentais com dados das medidas fisiológicas, correlacionando-as com as localizações semânticas.

O *RevitalMe* foi modelado com uso de agentes de *software* sob uma arquitetura flexível que desacopla rotinas específicas da saúde mental de seus componentes de *software*. Portanto, um protótipo foi codificado visando o estresse como rotina específica, onde utilizou-se o algoritmo SVM (*Support Vector Machine*) que classifica o estado de indivíduos entre “estressado” e “não estressado”, de acordo com características extraídas das medidas da VFC. A performance do modelo foi medida pela acurácia de 92%, sensibilidade de 83% e especificidade de 100% diante desta classificação. Além disso, um teste de aceitação foi realizado no dia a dia de um indivíduo, durante 16 horas e compreendendo 2 dias distintos. Para este teste foi obtido acurácia de 92%, sensibilidade de 100% e especificidade de 92%. Por fim, um questionário com 6 afirmações e 1 pergunta discursiva foi aplicado em 5 especialistas da área psicoterapêutica, para avaliar a proposta do *RevitalMe* em termos da sua utilidade. Como resultado foi obtido que 83% dos especialistas acreditam que as propostas tragam benefícios para as terapias, 10% discordam parcialmente e 7% acreditam que sejam indiferentes. Desta forma, é possível concluir que as propostas do *RevitalMe* não se encaixam aos psicoterapeutas que seguem a linha teórica da psicanálise, visto que esta adota um método tradicional de associação livre. Por outro lado, as propostas são bem aceitas nos métodos da teoria cognitivo comportamental, porque podem utilizar o *RevitalMe* para estender ações e procurar resultados no dia a dia do paciente.

Para os trabalhos futuros, considera-se relevante melhorar o desempenho do algoritmo de classificação, buscando uma acurácia mais próxima de 100%. Para isso uma maior amostra de treinamento é necessária. Além disso, considera-se importante a aplicação de testes em clínicas de psicoterapia e com pacientes reais, visando obter dados que evidenciem a utilidade do *RevitalMe* na prática psicoterapêutica e que mensurem a facilidade de uso do sistema por parte destes usuários.

A CONTEXT-AWARE MODEL FOR MENTAL HEALTH ASSESSMENT USING HEART RATE VARIABILITY

Abstract: According to World Health Organization, more than 300 million people in the world suffer from depressive disorders and 264 million suffer from anxiety disorders. Both can occur as a result of the individual not coping adequately with a stressful event in life. Therefore, this individual must undergo therapies aimed at mental well-being. However, the traditional method of assessing mental health, usually performed by a psychotherapist, shows high rates of inaccuracy. This work presents the RevitalMe model, which analyzes the physiology in order to contribute to the traditional method. The model provides the psychotherapist with daily information of the person, establishing a correlation between mental health and places attended, using context-awareness. The evaluation was performed through the implementation and use of a prototype applied to stress, that presents a 92% accuracy in the classification of the state of the individual between “stressed” and “not stressed”. The perceived usefulness of the model is 83% according to 5 specialists in the psychotherapeutic field.

Keywords: Ubiquitous Computing. Psychophysiology. Mental Health.

REFERÊNCIAS

- AL OSMAN, H.; EID, M.; El Saddik, A. U-biofeedback: a multimedia-based reference model for ubiquitous biofeedback systems. **Multimedia Tools and Applications**, [S.l.], v. 72, n. 3, p. 3143–3168, oct 2014.
- ALAM, C. N. et al. Implementation of haversine formula for counting event visitor in the radius based on android application. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBER AND IT SERVICE MANAGEMENT, 4., 2016. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–6.
- BARBOSA, J. L. V. Ubiquitous computing: applications and research opportunities. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND COMPUTING RESEARCH (ICIC), 2015., 2015. **Anais...** IEEE, 2015. p. 1–8.
- BROCKWELL, P. J.; DAVIS, R. A. **Introduction to time series and forecasting**. [S.l.]: Springer-Verlag New York, 2002.
- CACIOPPO, J. T.; TASSINARY, L. G.; BERNTSON, G. (Ed.). **Handbook of psychophysiology**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 914 p. v. 44.
- CASTALDO, R. et al. Acute mental stress assessment via short term hrv analysis in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. **Biomedical Signal Processing and Control**, [S.l.], v. 18, n. December, p. 370–377, apr 2015.
- CHALMERS, J. A. et al. Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: a meta-analysis. **Frontiers in Psychiatry**, [S.l.], v. 5, n. JUL, p. 1–11, jul 2014.

CHANG, C.-C.; LIN, C.-J. Libsvm: a library for support vector machines. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 1–27, apr 2011.

CHOI, K.-H. et al. Is heart rate variability (hrv) an adequate tool for evaluating human emotions? a focus on the use of the international affective picture system (iaps). **Psychiatry Research**, [S.l.], v. 251, p. 192–196, 11 2017.

CIABATTONI, L. et al. Real-time mental stress detection based on smartwatch. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS (ICCE), 2017., 2017. **Anais...** IEEE, 2017. p. 110–111.

DEY, A. K.; ABOWD, G. D.; SALBER, D. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. **Hum.-Comput. Interact.**, Hillsdale, NJ, USA, v. 16, n. 2, p. 97–166, Dec. 2001.

DEY, A. K. et al. Getting closer: an empirical investigation of the proximity of user to their smart phones. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS COMPUTING, 13., 2011, New York, NY, USA. **Proceedings...** ACM, 2011. p. 163–172. (UbiComp '11).

DOBBINS, C.; FAIRCLOUGH, S. A mobile lifelogging platform to measure anxiety and anger during real-life driving. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERSVASIVE COMPUTING AND COMMUNICATIONS WORKSHOPS (PERCOM WORKSHOPS), 2017., 2017. **Anais...** IEEE, 2017. p. 327–332.

EAST, L. M.; HAVARD, C. B. Mental health mobile apps: from infusion to diffusion in the mental health social system. **JMIR Mental Health**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. e10, Mar 2015.

GJORESKEI, M. et al. Continuous stress detection using a wrist device – in laboratory and real life. In: ACM INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON PERSVASIVE AND UBIQUITOUS COMPUTING ADJUNCT - UBICOMP '16, 2016., 2016. **Proceedings...** ACM Press, 2016. p. 1185–1193.

GOLDBERGER, A. L. et al. Physiobank, physiotoolkit, and physionet : components of a new research resource for complex physiologic signals. **Circulation**, [S.l.], v. 101, n. 23, p. e215–e220, jun 2000.

GRAVENHORST, F. et al. Mobile phones as medical devices in mental disorder treatment: an overview. **Personal and Ubiquitous Computing**, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 335–353, Feb 2015.

HEALEY, J.; PICARD, R. Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 156–166, jun 2005.

HOVSEPIAN, K. et al. cstress: towards a gold standard for continuous stress assessment in the mobile environment. In: ACM INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON PERSVASIVE AND UBIQUITOUS COMPUTING - UBICOMP '15, 2015., 2015. **Proceedings...** ACM Press, 2015. v. 2015, p. 493–504.

- KESHAN, N.; PARIMI, P. V. Machine learning for stress detection from ecg signals in automobile drivers. , [S.I.], p. 2661–2669, 2015.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, [S.I.], v. 22, p. 55, 1932.
- MARANGUNIC, N.; GRANIC, A. Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. **Universal Access in the Information Society**, [S.I.], v. 14, n. 1, p. 81–95, mar 2015.
- MAYYA, S. et al. Continuous monitoring of stress on smartphone using heart rate variability. In: IEEE 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOINFORMATICS AND BIOENGINEERING (BIBE), 2015., 2015. **Anais...** IEEE, 2015. n. c, p. 1–5.
- PADGHAM, L.; WINIKOFF, M. **Developing intelligent agent systems: a practical guide**. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- PANICCIA, M. et al. Clinical and non-clinical depression and anxiety in young people: a scoping review on heart rate variability. **Autonomic Neuroscience**, [S.I.], v. 208, n. August, p. 1–14, dec 2017.
- PELTOLA, M. Role of editing of r-r intervals in the analysis of heart rate variability. **Frontiers in Physiology**, [S.I.], v. 3, p. 148, 2012.
- PEREIRA, T. et al. Heart rate variability metrics for fine-grained stress level assessment. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, [S.I.], v. 148, p. 71–80, sep 2017.
- PLEWS, D. J. et al. Comparison of heart rate variability recording with smart phone photoplethysmographic, polar h7 chest strap and electrocardiogram methods. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S.I.], v. 0, n. 0, p. 1–17, 2017.
- POUSHTER, J. **Smartphones are common in advanced economies, but digital divides remain**. [S.I.]: Washington, DC: Pew Research Center, 2017.
- QUINTANA, D. S.; ALVARES, G. A.; HEATHERS, J. A. J. Guidelines for reporting articles on psychiatry and heart rate variability (graph): recommendations to advance research communication. **Translational Psychiatry**, [S.I.], v. 6, n. 5, p. e803–e803, may 2016.
- RAJENDRA ACHARYA, U. et al. Heart rate variability: a review. **Medical & Biological Engineering & Computing**, [S.I.], v. 44, n. 12, p. 1031–1051, dec 2006.
- ROSA, J. H. da; BARBOSA, J. L.; RIBEIRO, G. D. Oracon: an adaptive model for context prediction. **Expert Systems with Applications**, [S.I.], v. 45, p. 56–70, mar 2016.
- SALO, M. A.; HUIKURI, H. V.; SEPPANEN, T. Ectopic beats in heart rate variability analysis: effects of editing on time and frequency domain measures. **Annals of Noninvasive Electrocardiology**, [S.I.], v. 6, n. 1, p. 5–17, 2001.
- SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in Public Health**, [S.I.], v. 5, n. September, p. 1–17, sep 2017.

SIGG, S. **Development of a novel context prediction algorithm and analysis of context prediction schemes**. [S.l.]: Kassel University Press, 2008.

SILVA, J. M. et al. Content distribution in trail-aware environments. **Journal of the Brazilian Computer Society**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 163–176, Sep 2010.

SUN, H.; THANGARAJAH, J.; PADGHAM, L. Eclipse-based prometheus design tool. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTONOMOUS AGENTS AND MULTIAGENT SYSTEMS: VOLUME 1 - VOLUME 1, 9., 2010, Richland, SC. **Proceedings...** International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2010. p. 1769–1770. (AAMAS '10).

TAELEMAN, J. et al. Influence of mental stress on heart rate and heart rate variability. In: **lfmbe proceedings**. [S.l.: s.n.], 2008. v. 22, p. 1366–1369.

TAL, A.; TOROUS, J. The digital mental health revolution: opportunities and risks. **Psychiatric Rehabilitation Journal**, [S.l.], v. 40, n. 3, p. 263–265, 2017.

TOROUS, J.; STAPLES, P.; ONNELA, J.-p. Realizing the potential of mobile mental health: new methods for new data in psychiatry. **Current Psychiatry Reports**, [S.l.], v. 17, n. 8, p. 61, aug 2015.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, [S.l.], v. 24, n. 2, p. 205–217, jun 2009.

VILA, X. et al. An R package for heart rate variability analysis. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT SIGNAL PROCESSING, 2009., 2009. **Anais...** IEEE, 2009. p. 217–222.

WEBB, A. K.; PARKS, P. D. Psychophysiological monitoring: an approach for the diagnosis and treatment of mental health disorders. **IEEE Pulse**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 31–34, Jan 2016.

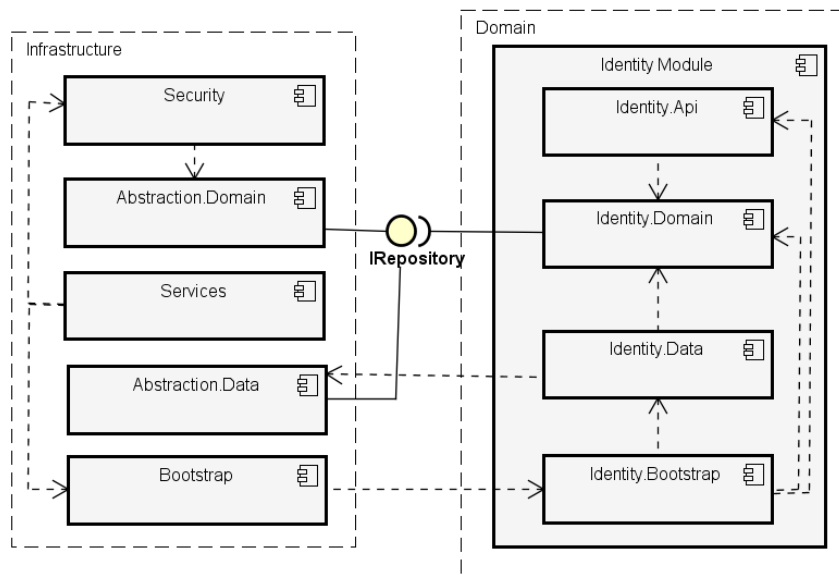
WORLD HEALTH ORGANIZATION, W. **The world health report 2001 - mental health**: new understanding, new hope. [S.l.: s.n.], 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, W. **Depression and other common mental disorders**: global health estimates. [S.l.: s.n.], 2017.

ZHENG, Y.-L. et al. Unobtrusive sensing and wearable devices for health informatics. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, [S.l.], v. 61, n. 5, p. 1538–1554, may 2014.

APÊNDICE A – MODELAGEM DO MÓDULO DE DOMÍNIO E INFRAESTRUTURA

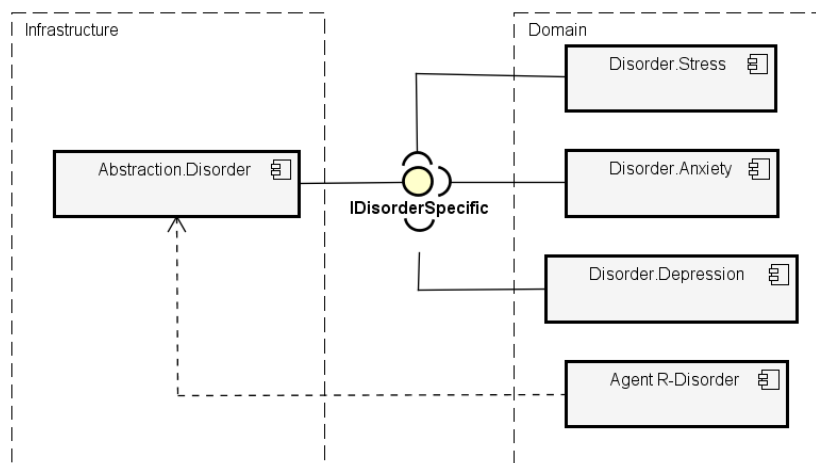
Figura 11: Diagrama de componentes entre um módulo de domínio e infraestrutura



Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE B – MODELAGEM DE MÓDULOS ABSTRATOS E ESPECÍFICOS

Figura 12: Diagrama de componentes entre módulos abstratos e específicos de desordens mentais



Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE C – PERCEPÇÕES DO AGENTE R-GATHER

O *Agente R-Gather* foi modelado com quatro percepções do ambiente. A seguir apresentam-se os detalhes de cada percepção, evidenciando as capacidades e mensagens do agente:

- ***Location Changed***: esta percepção representa a identificação da mudança de localização geográfica proveniente da latitude e longitude. Para cada mudança os dados brutos devem ser lidos e armazenados, por meio da ativação da capacidade *Read Location Data and Store*;
- ***Activity Recognized***: representa o reconhecimento de uma nova atividade, tais como: caminhando, correndo, em veículo, imóvel, entre outras. Uma vez que uma nova atividade é identificada deve-se ativar a capacidade *Read Activity Data and Store* que recupera os dados brutos e armazena-os;
- ***Physiological Data***: esta percepção apresenta a disponibilidade de dados brutos referentes à fisiologia, normalmente provenientes de sensores externos - *wearables*. A capacidade *Process Physiological Data* é ativada visando recuperar os dados fisiológicos brutos e realizar qualquer processamento necessário, tais como a aplicação de cálculos e armazenamento destas. Além disso, a capacidade *Gather Raw Data* é ativada com o intuito de recuperar os dados fisiológicos processados, os dados de localização e atividade e combiná-los com a data e a hora bem como com a identidade do indivíduo, formando o contexto daquele momento;
- ***N-Minutes Elapsed***: esta percepção representa o monitoramento de tempo decorrido. Após determinado período de tempo, deve-se ativar a capacidade *Gather Raw Data* que é responsável por recuperar os contextos criados e agrupar estes dados para envio da mensagem *Available Contexts*.

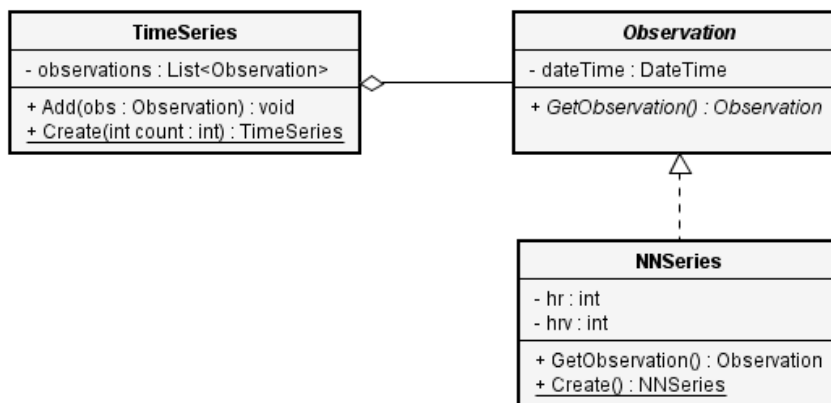
APÊNDICE D – EVENTOS DO AGENTE R-TRAIL

O *Agente R-Trail* foi modelado com uso de duas mensagens e uma percepção. Ambos elementos podem ser caracterizados como eventos. Apresenta-se uma descrição destes a seguir:

- **Mensagem *Available Contexts*:** representa a mensagem de novos contextos disponíveis para recebimento. Esta mensagem possui os dados de contextos provenientes do *Agente R-Gather* que devem ser recebidos e persistidos. Ativa-se, portanto, a capacidade *Identify Contexts* para identificar os contextos e salvá-los na base de históricos de contexto;
- **Percepção *New Query*:** representa a percepção proveniente do Módulo de Consulta, que indica o início de uma requisição de consulta feita pelo psicoterapeuta. A capacidade *Group Context, Filter and Remove Noise* é ativada para recuperar históricos de contextos que correspondam a determinada consulta, agrupá-los baseados na consulta e filtrá-los, com o intuito de eliminar ruídos baseado em contextos predeterminados, tais como ruídos de movimentação do paciente, que podem afetar o processamento dos índices de saúde mental, em específico os valores fisiológicos. Após estas ações, são obtidas séries temporais. Assim, a última responsabilidade da capacidade é enviar a mensagem interna *Time Series*;
- **Mensagem *Time Series*:** esta mensagem interna ativa a capacidade *Formalize Time Series*. A capacidade possui a finalidade de converter os dados das séries temporais para um modelo formal, representado no Apêndice E e necessário ao *Agente R-Disorder*. Para iniciar as capacidades do *Agente R-Disorder* uma nova mensagem chamada *Formalized Time Series* é enviada.

APÊNDICE E – MODELAGEM DAS SÉRIES TEMPORAIS

Figura 13: Diagrama de classe da estrutura de dados para séries temporais



Fonte: Elaborado pelo autor

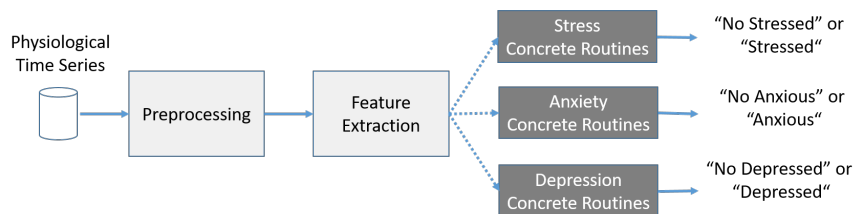
APÊNDICE F – CAPACIDADES DO AGENTE R-DISORDER

As capacidades do *Agente R-Disorder* compreendem a modelagem das etapas para o processamento dos índices de saúde mental. Elas são detalhadas a seguir:

- ***Preprocessing and Clean Artifacts***: quando ativa-se esta capacidade, a remoção de artefatos nas séries temporais deve acontecer por meio de métodos de correção. Entende-se por artefatos os intervalos nas séries temporais que representam batidas ectópicas, no caso de dados cardíacos, bem como ruídos ou erros do *wearable*;
- ***Time Series Feature Extraction***: esta capacidade representa a computação de cálculos sob o domínio de tempo e no domínio de frequência, por meio dos métodos de análise (VANDERLEI et al., 2009; QUINTANA; ALVARES; HEATHERS, 2016). Ativa-se esta capacidade por meio da mensagem interna *Preprocessed Data*;
- ***Processing Disorder***: esta capacidade é ativada por meio da mensagem interna *Features Data*. Ela deve executar as rotinas específicas dos módulos de desordens mentais, referenciados pelo *RevitalMe-Server* como *ML*, enviando o conteúdo da mensagem interna, que são as características extraídas.

APÊNDICE G – OPERAÇÕES DO AGENTE R-DISORDER

Figura 14: Operações genéricas e específicas do Agente R-Disorder



Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE H – PERCEPÇÕES DO AGENTE R-NOTIFY

O *Agente R-Notify* foi modelado com uso de percepções no ambiente do *RevitalMe-Server*. As percepções do agente são descritas a seguir:

- **Link Request:** esta percepção é identificada por meio do monitoramento de novos registros na base de dados de *Tratamentos*. Estes registros identificam a solicitação de vínculo terapêutico de um psicoterapeuta para com um paciente. Desta forma, com a ativação da capacidade *Identify Treatment Link* deve ocorrer a notificação do paciente proveniente das ações tomadas;
- **Baseline Control:** esta percepção é identificada por meio do monitoramento de registros que compreendam as operações de controle da leitura *baseline*. Uma leitura deste tipo pode ser iniciada ou finalizada pelo psicoterapeuta e deverá acontecer na clínica. Assim, deve-se ativar a capacidade *Identify Baseline Changes* para executar ações como notificar o paciente de que alguma operação ocorreu, tais como o início ou final da leitura *baseline*;
- **Release Accompany:** esta percepção é identificada por meio do monitoramento de registros que identifiquem qual a leitura disponível para o paciente. As leituras podem ser de dois tipos: *baseline* e *accompany* conforme descrito na seção 3.4. Com a ativação da capacidade *Identify Release Accompany* o paciente deve ser notificado.

APÊNDICE I – TELA DO PROTÓTIPO WEB

Figura 15: Tela de Vínculo ao Paciente implementada no RevitalMe-Web

Revital Me Home Tratamento Consultas Bem-vindo, [nome] Sair

Procurar paciente

Email [blurred]

Buscar

Paciente Encontrado

Email [blurred]
Username [blurred]

Solicitar Vínculo

© 2018 - Revital Me Web

Fonte: Elaborado pelo autor

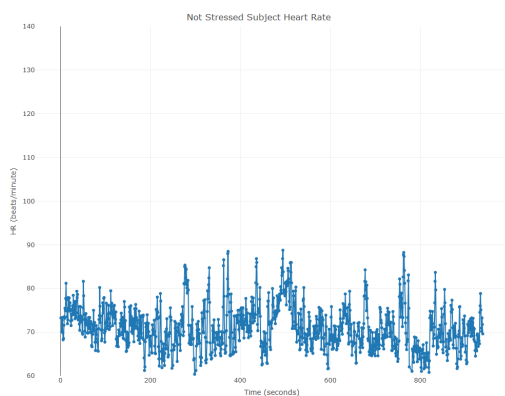
APÊNDICE J – DESCRIÇÃO DO TRABALHO DE HEALEY E PICARD (2005)

Os autores Healey e Picard (2005) coletaram ao menos 50 minutos de dados fisiológicos (ECG, EMG, SC e Respiração) de 24 motoristas durante três condições ao redor de Boston, a fim de obter diferentes níveis de estresse do mundo real. A primeira foi durante repouso com o veículo parado dentro de uma garagem, a segunda em condução numa rodovia e a terceira em condução dentro da cidade. Elas foram caracterizadas pelos autores como baixo, moderado e alto nível de estresse, respectivamente.

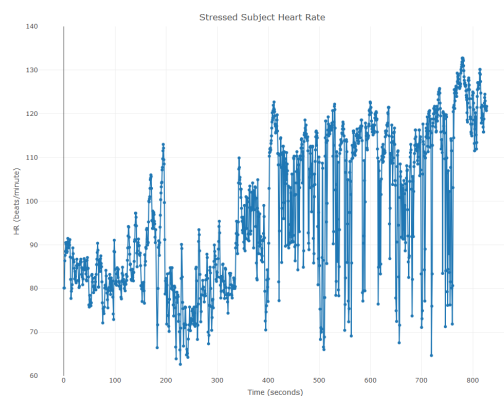
APÊNDICE K – GRÁFICOS DOS DADOS DO REVITALME

Figura 16: Gráficos dos dados coletados com duração de 15 minutos

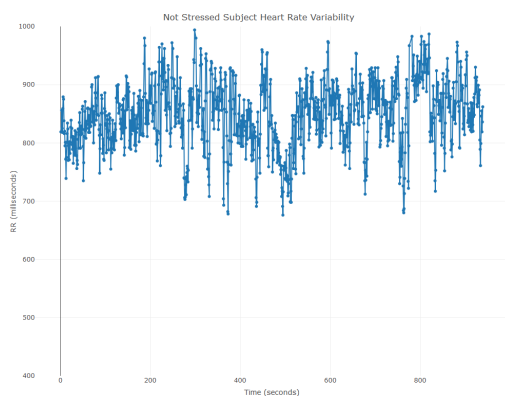
(a) Gráfico da FC



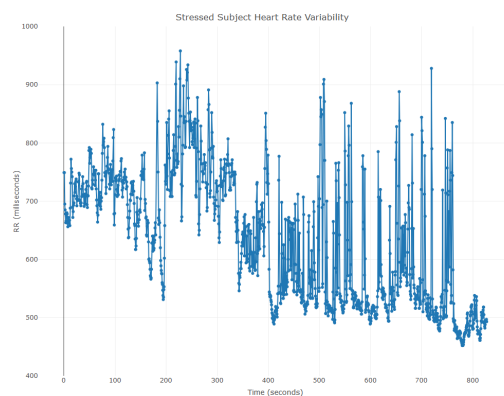
(b) Gráfico da FC em estresse



(c) Tacograma dos intervalos RR



(d) Tacograma dos intervalos RR em estresse



Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE L – TABELAS DA AVALIAÇÃO

Tabela 4: Perfis dos especialistas

	Perfil Acadêmico	Atuação
1	Formação em Psicologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Atuação na área clínica desde 2017
2	Formação em Psicologia pela Universidade de Caxias do Sul, especializando em Terapia Cognitivo Comportamental pelo Instituto Catarinense de Terapias Cognitivas	Atuação na área clínica desde 2016
3	Formação em Psicologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos e Especialista em Psicoterapia Psicanalítica pelo Esipp	Atuação na área clínica há mais de 5 anos
4	Formada e Especialista em: Terapia e Hipnoterapia Cognitivo-Comportamental; Luto, Separação e Perdas; Psicologia Organizacional; Coach.	Psicologia Clínica e Organizacional há 13 anos
5	Formação em Psicologia pela Universidade de Caxias do Sul	Atuação na área clínica desde 2017

Fonte: Elaborado pelo autor

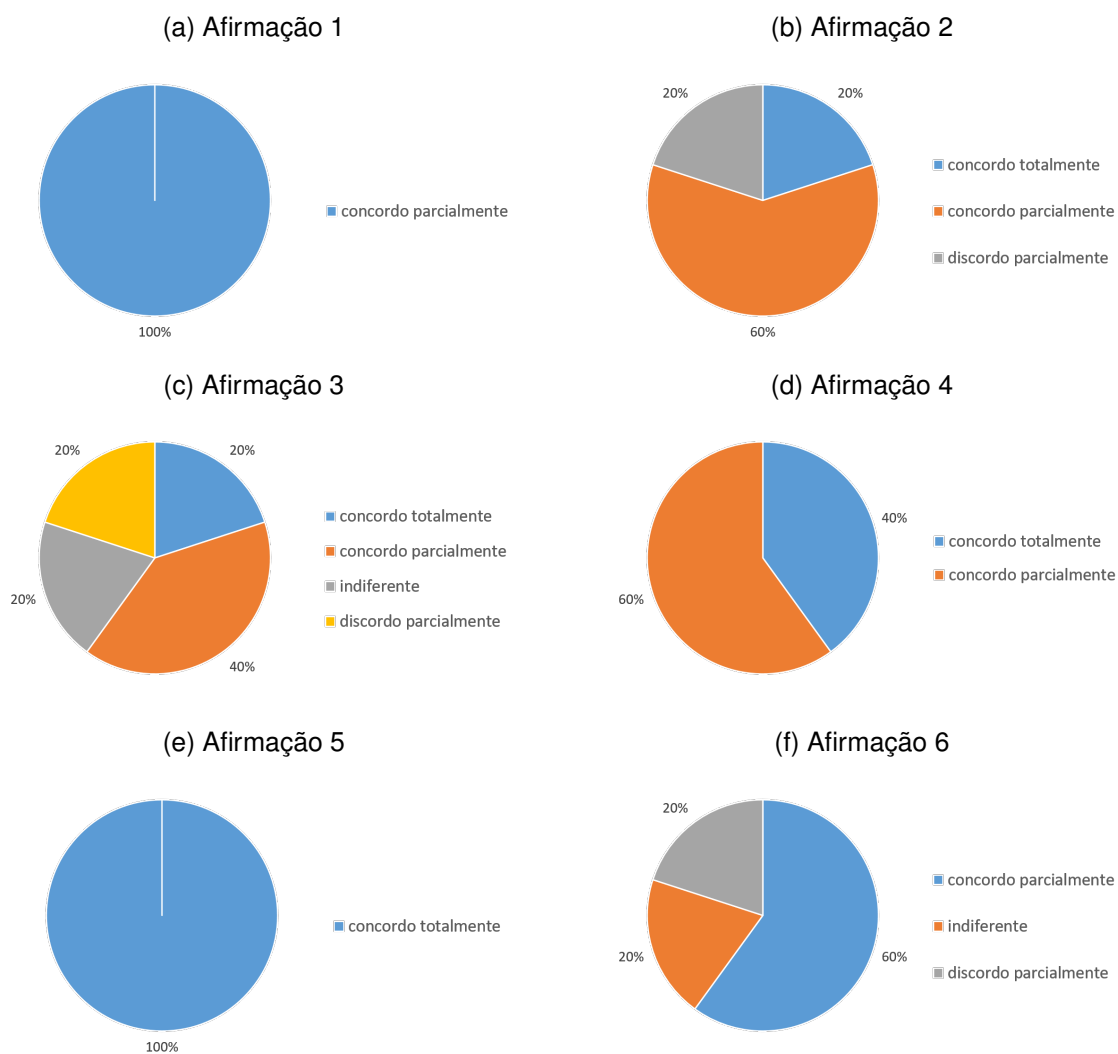
Tabela 5: Afirmações aplicadas aos especialistas

	Afirmação
1	Concordo que existe uma relação entre o Estresse mental, a Ansiedade e os lugares que o indivíduo frequenta.
2	A atividade de identificar lugares que o indivíduo frequenta induz a um diálogo sobre a rotina do mesmo, facilitando a compreensão sobre seus hábitos.
3	Ter conhecimento prévio às consultas sobre os níveis de Estresse ou Ansiedade do indivíduo traria benefícios para minha tomada de decisão.
4	Os gráficos gerados poderão me ajudar no diagnóstico e no decorrer das terapias.
5	Concordo que é possível identificar uma melhora no quadro clínico do indivíduo por meio da comparação de dois gráficos gerados.
6	Mediante indicação, meus pacientes usariam o sistema.

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE M – GRÁFICOS COM RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Figura 17: Resultados das afirmações 1 até 6 dos especialistas



Fonte: Elaborado pelo autor