

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

**MODELO DE AQUISIÇÃO DE
CONTEXTO AFETIVO BASEADO EM
AUTOANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO DE
TAREFAS E ASPECTOS DO ESTRESSE
PARA A ARQUITETURA CLINICSPACE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

André Fiorin

Santa Maria, RS, Brasil

2012

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fiorin, André

Modelo de aquisição de Contexto Afetivo baseado em autoanálise, classificação de tarefas e aspectos do estresse para a arquitetura ClinicSpace / André Fiorin.- 2012.

96 p.; 30cm

Orientadora: Iara Augustin

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Informática, RS, 2012

1. Computação Afetiva 2. Computação Pervasiva 3. contexto 4. estresse 5. ClinicSpace I. Augustin, Iara II. Título.

**MODELO DE AQUISIÇÃO DE CONTEXTO AFETIVO
BASEADO EM AUTOANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO DE
TAREFAS E ASPECTOS DO ESTRESSE PARA A
ARQUITETURA CLINICSPACE**

por

André Fiorin

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para
a obtenção do grau de
Mestre em Computação

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Iara Augustin

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Informática**

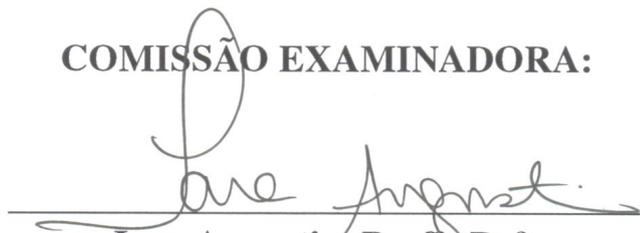
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**MODELO DE AQUISIÇÃO DE CONTEXTO AFETIVO BASEADO EM
AUTOANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO DE TAREFAS E ASPECTOS DO
ESTRESSE PARA A ARQUITETURA CLINICSPACE**

elaborada por
André Fiorin

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:



Iara Augustin, Prof^a. Dr^a.

(Presidente/Orientadora)



Luiz Antônio Moro Palazzo, Prof. Dr. (UFSC)



Roseclea Duarte Medina, Prof. Dr^a. (UFSM)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, Luiz Antônio dos Santos Fiorin e a minha mãe, Telma Lúcia Michellon, cujo exemplo de honestidade e trabalho sempre guiaram a minha vida por bons caminhos.

AGRADECIMENTOS

Acredito que a melhor parte do processo de realização de um trabalho, é chegar ao final e poder agradecer a quem participou ou acompanhou este processo. Porém, não é uma tarefa trivial, pois palavras não são capazes de expressar tamanha gratidão a tantos seres que, de alguma forma ou outra, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e, principalmente para o crescimento intelectual e acadêmico deste que vos escreve. A esses tantos, dedico um singelo agradecimento.

Agradeço, de forma especial, a professora Iara Augustin por ter me acolhido como orientando em tempos de desespero, e principalmente por ter acreditado neste trabalho. Agradeço também por abrir novos horizontes de pesquisa nesta tão fascinante área de pesquisa que é a informática.

Agradeço aos colegas do Grupo de Sistemas de Computação Móvel – GMob – Vinícius Maranhão, Alexander Fiabane e Alencar Machado pelas sugestões, conselhos e contribuições durante esta jornada. Parabéns e sucesso a todos!

Aos amigos de infância, aquele agradecimento especial pela compreensão e um pedido de desculpas pelos diversos momentos em que não pude estar presente. Melhor não citar nomes, pois estes tomariam todo este espaço.

Um agradecimento caloroso à turma 102 do IFRS – Câmpus Ibirubá (2012) pelo imenso acolhimento, carinho, compreensão e pelo movimento #FiorinFica. Muito obrigado e sucesso a todos vocês!

Aos companheiros da #QuartaGelada - Bruno Mozzaquatro, Leandro Freitas, Renato Azevedo, Jeferson Kasper, Samuel Vizzotto, Ricardo Martini, Rafael Pereira (Pulga), Henrique Pereira, Camilo Moro e ao professor Giovanni Librelotto.

Um muchas gracias aos grandes companheiros do Rancho Puesta del Sol e do Periódico El Cajón. Tiago Ferreira, Edimilson Porto, Claudimir Siqueira, Cristiano Wend, Luciano Cirino, Camila de Carli, Eracilda Fontanela e Daiane Trentin.

Família e lar! Aos meus pais, irmão e avós, os quais foram pacientes e nunca deixaram de acreditar em mim e neste sonho. Aos padrinhos e ao “cumpadre”, que me acompanham desde que fui piá.

Enfim, agradeço profundamente a Gabrieli de Souza Bandeira, que esteve ao meu lado nesta última etapa, teve paciência, apoiou nos momentos de dificuldade, sempre motivando com o seu simples e estonteante sorriso. Muito obrigado por tudo, paixão!

*“Eu não sei pra onde eu to indo,
mas sei que estou no meu caminho!”*

— RAUL SEIXAS

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Informática
Universidade Federal de Santa Maria

MODELO DE AQUISIÇÃO DE CONTEXTO AFETIVO BASEADO EM AUTOANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO DE TAREFAS E ASPECTOS DO ESTRESSE PARA A ARQUITETURA CLINICSPACE

AUTOR: ANDRÉ FIORIN

ORIENTADORA: IARA AUGUSTIN

Local da Defesa e Data: Santa Maria, 09 de Novembro de 2012.

As pesquisas na área da Computação Pervasiva têm direcionado seus esforços para a modelagem e desenvolvimento de ambientes programáveis e interativos capazes de auxiliar os usuários em suas atividades rotineiras. O Grupo de Sistemas de Computação Móvel (GMob) da Universidade Federal de Santa Maria, desenvolve o projeto ClinicSpace, um sistema de auxílio à tarefas clínicas em ambientes hospitalares baseado em tecnologias da Computação Pervasiva. Por outro lado, a Computação Afetiva, que é um campo de pesquisa relativamente novo na informática, surgiu com a proposta de identificar e sintetizar sentimentos humanos em máquinas, com a finalidade de tornar a interação com dispositivos computacionais mais agradável e menos frustrante. Tendo em vista que sistemas pervasivos trabalham com informações de contexto para adaptar suas aplicações de acordo com as necessidades do usuário, torna-se viável através da Computação Afetiva, identificar características emocionais de uma pessoa para que esse tipo de informação possa ser usada como dados de contexto, tornando a adaptação das aplicações pervasivas mais precisas. Neste contexto, o presente trabalho propõe um modelo de aquisição de contexto afetivo utilizando técnicas de inferência de estresse a partir de ferramentas psicológicas, autoanálise emocional e classificação estressora de tarefas clínicas. Integrando os conceitos de Computação Afetiva e Computação Pervasiva, este modelo visa classificar o estado de estresse dos usuários do ClinicSpace e utilizá-lo como elemento de contexto afetivo, aumentando a riqueza de informações de contexto utilizadas neste sistema. Para o desenvolvimento do modelo proposto, foram realizados estudos sobre a Escala de Estresse Percebido (PSS – *Perceived Stress Scale*), responsável pela identificação de estresse em um indivíduo, o uso de *AffectButtons* para identificar o estado emocional do usuário, e o desenvolvimento de um questionário, aplicado em profissionais da área da saúde, para identificar e classificar o grau de estresse de atividades clínicas. Com base nessas três abordagens foi possível elaborar um modelo de classificação de estresse para os usuários do ClinicSpace (médicos). Para validar a proposta, foi implementado um protótipo de Serviço de Contexto Afetivo para a arquitetura ClinicSpace, que foi testado no Hospital Annas Dias (Ibirubá – RS). Os resultados mostraram que o modelo proposto neste trabalho é capaz de classificar o estado de estresse de profissionais clínicos para que este tipo de informação possa ser utilizado como elemento de contexto em sistemas pervasivos.

Palavras-chave: Computação Afetiva, Computação Pervasiva, contexto, estresse, Atividades Clínicas, ClinicSpace.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Pos-Graduate Program in Computer Science
Universidade Federal de Santa Maria

ACQUISITION MODEL OF AFFECTIVE CONTEXT BASED INT SELF-ANALYSIS, TASK CLASSIFICATION AND ASPECTS OF STRESS FOR THE CLINICSPACE ARCHITETURE

AUTHOR: ANDRÉ FIORIN
ADVISOR: IARA AUGUSTIN

Defense Place and Date: Santa Maria, November 09th, 2012.

The research in Pervasive Computing have directed their efforts to the modeling and development of programmable and interactive environments, able to assist users in their daily activities. The Systems Group of Mobile Computing (gMob) of Federal University of Santa Maria, developed the project ClinicSpace, a system to aid clinical tasks in hospitals based on Pervasive Computing technologies. On the other hand, the Affective Computing, which is a relatively new field of research in computer science, came up with the proposal to identify and synthesize human feelings in machinery, in order to make the interaction with computing devices more enjoyable and less frustrating. Given that pervasive systems work with context information to adapt their applications according to user needs, it becomes feasible through the Affective Computing, identify emotional characteristics of a person for this type of information can be used as context element, making the adjustment more precise applications pervasive. In this context, this research proposes a model of acquisition of affective context using techniques of inference of stress from psychological tools, emotional self-analysis and stressful classification of clinical tasks. Integrating the concepts of Affective Computing and Pervasive Computing, this model aims to classify the state of stress of the users of ClinicSpace and use it as an affective context, increasing the wealth of contextual information used in this system. To develop the proposed model, studies were performed on the Perceived Stress Scale (PSS), responsible for identifying stress in an individual, the use of AffectButtons to identify the user's emotional state, and the development of a questionnaire, applied to health care professionals to identify and classify the degree of stress of clinical activities. Based on these three approaches was possible to develop a classification model of stress for ClinicSpace users (doctors). To validate the proposal, was implemented a prototype of Affective Context Service for architecture ClinicSpace, which was tested in the Annas Dias Hospital (Ibirubá - RS). The results showed that the model proposed in this work is able to classify the state of stress for clinicians that this type of information can be used as an element of context in pervasive systems.

Keywords: Affective Computing, Pervasive Computing, context, stress, Clinical Activities, ClinicSpace.

LISTA DE FIGURAS

2.1	Ramos da Computação Afetiva (adaptado de (Jaques, 2004))	23
2.2	Modelo OCC, adaptado de (Ortony; Clore; Collins, 1988)	25
2.3	Exemplo de testes de avaliação de estresse encontrados na <i>Internet</i>	34
2.4	Resultado baseado em escore	35
3.1	Conceito de tarefas na arquitetura ClinicSpace (adaptado de (Kroth, 2011)) .	42
3.2	Arquitetura para programação e gerenciamento de tarefas (Kroth, 2011)	43
3.3	Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (adaptado de (Kroth, 2011))	45
4.1	Integração do Serviço de Contexto Afetivo na arquitetura do ClinicSpace ...	54
4.2	Adaptação do modelo OCC	55
4.3	Representação dos quatro estados emocionais (tranquilo, feliz, triste e raivoso) através de <i>AffectButtons</i>	56
4.4	Estrutura do Serviço de Contexto Afetivo	64
4.5	Pacotes e classes do Serviço de Contexto Afetivo	65
4.6	Diagrama de Classes do Serviço de Contexto Afetivo	68
5.1	Tela de Inferência Emocional (<i>AffectButtons</i>)	70
5.2	Tela de Inferência de Estresse (questionário da PSS)	71
5.3	Diagrama de sequência do Serviço de Contexto Afetivo	72
5.4	Nova tela de coleta de informação emocional	75
6.1	Ilustração indicando a posição dos sensores (Healey; Picard, 2000)	78

LISTA DE TABELAS

2.1	Perguntas da Escala de estresse Percebido	37
2.2	Dados normativos da população americana, adaptado de (Cohen; Karmack; Mermelsteinm, 1983).....	37
2.3	Médias de estresse percebido em idosos, adaptado de (Luft et al., 2007).....	38
4.1	A Escala de estresse Percebido alterada	57
4.2	Médias de estresse percebido na população da região sul do Brasil, adaptado de (Reis; Hino; Rodriguez-Añes, 2010).....	58
4.3	Médias de estresse de atividades clínicas	60
4.4	Médias de estresse obtidas na segunda etapa da pesquisa	60
4.5	Classificação de estresse das tarefas clínicas	61
4.6	Modelo de estados do usuário resultante do relacionamento binário dos resultados	62
5.1	Resultado da aplicação do SCA no hospital Annas Dias (Ibirubá - RS)	73
5.2	Resultados com a nova média da PSS (21,3)	74
6.1	Eventos de condução e média de estresse (adaptado de (Healey; Picard, 2000))	79
6.2	<i>ranking</i> individual das características observadas (adaptado de (Healey; Picard, 2000)).....	80
6.3	Coefficientes de precisão atingidos com o algoritmo SFFS (adaptado de (Healey; Picard, 2000))	80
6.4	Comparação do SCA com os trabalhos relacionados	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	<i>Affective Computing</i>
AVU	Ambiente Virtual do Usuário
BDA	Base de Dados da Aplicação
BMA	<i>British Medical Association</i>
EHR	<i>Electronic Health Record</i>
EHS	<i>Electronic Health System</i>
ESM	<i>Experience-Sampling Methodology</i>
EXEHDA	<i>Execution Environment for Highly Distributed Applications</i>
GMob	Grupo de Sistemas de Computação Móvel
IA	Inteligência Artificial
IETC	Interface de Edição de Tarefas e Contexto
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
pEHS	<i>pervasive Electronic Health System</i>
PSS	<i>Perceived Stress Scale</i>
SAG	Síndrome Geral de Adaptação
SAL	Síndrome de Adaptação Local
SAT	Serviço de Acesso a Tarefas
SATA	Serviço de Acesso a Tarefas Ativas
SC	Serviço de Colaboração
SCA	Serviço de Contexto Afetivo
SCT	Serviço de Contexto de Tarefas
SFFS	<i>Sequential Forward Floating Selection</i>
SGT	Serviço de Gerenciamento de Tarefas
SGDT	Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas
SI	Serviço de Inferência
SID	Serviço de Identificação de Contexto
SIS	Sistema de Informação de Saúde
SPC	Serviço de Persistência de Contexto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Possíveis soluções	16
1.2	Objetivos	17
1.3	Apresentação do Documento	18
2	COMPUTAÇÃO PERVASIVA E AFETIVA: NOVOS PARADIGMAS COMPUTACIONAIS	19
2.1	A Computação Pervasiva	19
2.1.1	Computação sensível ao contexto	20
2.2	A Computação Afetiva	22
2.2.1	Síntese de Emoções	23
2.2.2	Emoções na Interação Humano-Computador	23
2.2.3	Teorias psicológicas e o modelo emocional OCC	24
2.2.4	Estresse como manifestação de emoções	27
2.2.5	Métodos de detecção de estresse	33
2.2.6	A Escala de Estresse Percebido	36
2.3	Análises	38
3	O PROJETO CLINICSPACE	40
3.1	Sistemas de Informação de Saúde	40
3.2	Tarefas	41
3.3	A Arquitetura ClinicSpace	42
3.3.1	Sistema de Informação Pervasivo de Saúde (pEHS – <i>pervasive Electronic Health System</i>)	45
3.3.2	<i>Middleware</i> de Gerenciamento para Ambientes Pervasivos (EXEHDA)	46
3.3.3	Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IECT)	47
3.3.4	Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT)	48
3.3.5	Serviço de Contextos de Tarefas (SCT)	48
3.3.6	Serviços de Inferências (SI)	49
3.3.7	Serviço de Acesso a Tarefas (SAT)	49
3.3.8	Serviço de Acesso a Tarefas Ativas (SATA)	49
3.3.9	Serviço de Colaboração (SC)	50
3.3.10	Serviço de Persistência de Contexto (SPC)	50
3.3.11	Serviço de Identificação de Contexto (SID)	50
3.4	A importância das informações de contexto	51
4	MODELO DE CONTEXTO AFETIVO PARA A ARQUITETURA CLINICSPACE	52
4.1	Motivação para o projeto de um novo serviço	52
4.2	Estresse como informação de contexto	53
4.3	Modelo para o serviço de identificação de estresse	53
4.3.1	Autoavaliação emocional	56
4.3.2	Escala de Estresse Percebido (PSS)	57
4.3.3	Classificação de estresse de Atividades Clínicas	58
4.3.4	Definição do modelo	61

4.4	Detalhes de implementação	63
4.4.1	Módulos do Serviço de Contexto Afetivo	63
4.4.2	Arquivos Auxiliares	64
4.4.3	Detalhes da Modelagem	65
4.4.4	Alterações nos Serviços Existentes	68
5	EXPERIMENTO E RESULTADOS	70
5.1	Cenário de uso	70
5.2	Dados do experimento	72
5.3	Discussões	75
6	TRABALHOS RELACIONADOS	77
6.1	Detecção de estresse em motoristas	77
6.1.1	Análise	79
6.2	Detecção de estresse através do comportamento ao digitar	80
6.2.1	Análise	82
6.3	Identificando estados emocionais usando dinâmicas de <i>keystroke</i>	82
6.3.1	Análise	84
6.4	Análise comparativa	84
7	CONCLUSÕES	87
7.1	Contribuições	87
7.2	Trabalhos futuros	88
	REFERÊNCIAS	90

1 INTRODUÇÃO

Não é novidade que fatores emocionais podem influenciar diretamente na execução de tarefas rotineiras. O estresse ocupacional, por exemplo, é um problema que vem chamando atenção de grandes organizações e empresas por afetar o desempenho dos seus trabalhadores, e, por isso, tornou-se um tema que vem ganhando mais espaço entre os pesquisadores. Segundo (Lipp; Malagris, 1995), um indivíduo afetado pelo estresse pode apresentar comportamentos de agressividade, irritação e falta de paciência, que acabam influenciando negativamente no relacionamento com outras pessoas, levando-o a ter certa dificuldade para pensar em assuntos diferentes dos relacionados ao seu estressor.

A qualidade dos serviços prestados por profissionais da área da saúde, por exemplo, depende, além de outros fatores, de um bom estado físico, mental e principalmente emocional do médico. Existem situações na relação entre o profissional e o usuário do serviço que causam certo gasto de energia, podendo influenciar no desempenho das tarefas do médico. O contato direto com a realidade e o sofrimento dos pacientes, alguns fatores específicos do ambiente de trabalho, como certa identificação ou laços afetivos que se estabelecem entre o profissional e o usuário, são situações que, somadas às características individuais de cada trabalhador, geralmente, acabam desencadeando o processo de estresse (Amaral et al., 2008).

Como citado anteriormente, na prática médica, o fator emocional sempre foi uma questão de grande preocupação (BMA, 1993), pois se trata de um serviço que envolve o cuidado com a vida de outras pessoas, onde erros ou enganos podem ser muito custosos e, muitas vezes, irreversíveis. Sendo assim, é esperado que o profissional de saúde trabalhe sempre em perfeito estado físico (sem fadiga) e em perfeito estado mental (sem estresse cognitivo), desprovido de preocupações e ansiedades que possam afetar o desempenho de suas atividades.

Como em todo ambiente de trabalho, no ambiente clínico existem muitos fatores estressantes, também conhecidos como “estressores”. De acordo com (Familoni, 2008) e a Associação Médica do Texas (Texas Medical Association, 2011), para os profissionais desta área, entre os fatores mais preocupantes no ambiente de trabalho destacam-se a falta de tempo e espaço para descanso emocional, o contato excessivo com pacientes, a hostilidade no ambiente de trabalho, o excesso de pacientes atendidos.

As consequências causadas pelo estresse na atuação dos profissionais da área de saúde é um problema preocupante. O estresse pode afetar de negativamente o desempenho das atividades

clínicas. Uma vez que o trabalho deste tipo de profissional implica no cuidado da vida de outras pessoas, torna-se importante que sua capacidade cognitiva esteja em perfeito estado, livre de estresse.

Um ponto que deve ser destacado é que, até pouco tempo atrás, era necessário que médicos e enfermeiros monitorassem de forma presencial o estado dos vários pacientes nos hospitais. Desta maneira, o serviço realizado pelos clínicos, como verificar os sinais vitais de cada paciente, tornava-se cansativo, estressante e, por vezes, demorado, principalmente em horários de plantão, quando existem poucos profissionais no ambiente para atuar em diversas tarefas simultaneamente. Com o passar do tempo e o crescente avanço da tecnologia foram surgindo meios alternativos de realizar certas tarefas. Assim, tornou-se possível monitorar os pacientes de forma remota, através de centrais de monitoramento, que emitem alertas para diferentes eventos (Leão, 2007).

Desta forma, as atividades de rotina do enfermeiro foram simplificadas, de verificar problemas dos pacientes em cada leito para cuidar do conforto do paciente, administrar a medicação, fazer a reposição do soro, etc. Porém, quando dois ou mais leitos são alarmados, seja pela alteração na frequência cardíaca ou por causa do término do soro de um paciente, a equipe se dispersa para atender todos os leitos que necessitam de atenção, correndo o risco de atrasar o atendimento de pacientes com necessidades urgentes, como aqueles que podem estar em risco de morte. Os chamados de pacientes, que também são alarmados, muitas vezes não possuem diferenciação de urgência.

Outro inconveniente desta solução é a necessidade de fixar um funcionário próximo à central para atender aos alarmes, limitando a movimentação da equipe para atender os chamados. Além disso, em caso de alteração na situação do paciente, dependendo da gravidade, só é levada ao conhecimento do médico ou da equipe na sua próxima visita, ou através de avisos tardios da equipe de plantão. Essas situações acabam aumentando os fatores estressantes para os profissionais em questão.

A utilização de SIS (Sistemas de Informação de Saúde) em ambientes clínicos ainda é pouco difundida em clínicas e hospitais (Bardram, 2003). Isso acontece porque os sistemas disponíveis no mercado muitas vezes não atendem aos requisitos dos profissionais desta área. Um dos grandes problemas identificados neste ponto é a baixa possibilidade de personalização das tarefas (Augustin; Lima; Yamin, 2006) (Silva, 2009), o que torna inadequada a utilização do sistema. De acordo com a bibliografia (Rizzetti, 2008), é desejável uma ferramenta que permita

que o profissional gerencie as suas atividades clínicas de maneira simples e eficaz.

Visando contribuir para a resolução do problema de mobilidade e o uso inadequado dos atuais SIS – Sistemas de Informação de Saúde¹ – no ambiente clínico hospitalar, o projeto ClinicSpace, em desenvolvimento pelo Grupo de Sistemas de Computação Móvel (GMob) da Universidade Federal de Santa Maria, oferece uma ferramenta de auxílio aos clínicos para realização das suas tarefas. Dentro de um ambiente pervasivo, o ClinicSpace tem como objetivo permitir que o médico organize o fluxo de suas tarefas de acordo com o contexto no qual ele está inserido a partir de dispositivos móveis e terminais espalhados pelo ambiente (Kroth, 2011) (Machado, 2010) (Vicentini, 2010) (Ferreira, 2009) (Silva, 2009) (Rizzetti, 2008).

1.1 Possíveis soluções

Para que sistemas pervasivos cumpram suas tarefas de maneira eficiente e atuem de maneira “transparente”, é necessário que exista uma captação de informação de contexto automática. Estas informações de contexto podem incluir diversas características, como localização geográfica do usuário, temperatura do ambiente, número de pessoas no ambiente, objetos, dispositivo que usuário está utilizando, entre outros. Também podem ser consideradas informações de contexto características mais particulares, como sinais fisiológicos (pressão sanguínea, temperatura da pele, frequência cardíaca).

A partir deste ponto de vista, infere-se que as características psicológicas de uma pessoa também podem fornecer informações de contexto de grande relevância para sistemas pervasivos. Derivada da Inteligência Artificial, a Computação Afetiva (*Affective Computing – AC*), proposta pela professora (Picard, 1997), dispõe de métodos e ferramentas capazes de fazer inferência sobre o estado emocional de uma pessoa.

Para resolver o problema da rejeição dos SIS é necessário torná-lo mais eficaz e adaptável ao usuário. Uma forma de aprimorar essas características é tornar a captura de informações de contexto mais ampla, enriquecendo a quantidade de informações para que o sistema possa se adaptar com mais acurácia ao usuário.

Um tipo de informação bastante particular e que influencia bastante na interação do usuário com o sistema são as características emocionais do usuário no momento da utilização da ferramenta. Com o contexto afetivo é possível adaptar o sistema de acordo com o estado emocional do usuário, fazendo com que o uso da ferramenta seja menos frustrante e/ou repudiante.

¹Antigamente conhecido com EHR (*Electronic Health Record – Registro Eletrônico de Saúde*) ou EHS (*Electronic Health System – Sistema de Eletrônico de Saúde*).

A captura de contexto afetivo também pode ser utilizada para alertar os profissionais de saúde sobre seu próprio estado emocional. Desta maneira, erros provenientes de acidentes causados pela influência do estresse, por exemplo, podem ser evitados. Assim, o serviço prestado por estes profissionais tende a se tornar mais seguro.

Apesar de anos de estudos psicológicos, as emoções e suas origens ainda são um grande mistério para a humanidade. Existem diversas teorias e modelos psicológicos, como por exemplo o modelo OCC (Ortony; Clore; Collins, 1988), que tentam explicar o surgimento e outros aspectos das emoções humanas. Porém, o estudo sobre emoções é complexo e subjetivo, o que torna muitas teorias contraditórias e imprecisas. Outro problema é que estado emocional humano pode variar drasticamente no decorrer do dia ou mesmo durante a realização de uma tarefa, o que torna mais complicada a captura deste tipo de informação.

Devido a complexidade do assunto e da diversidade de teorias psicológicas, torna-se desafiador a elaboração de um modelo computacional para identificação de emoções humanas que seja preciso e confiável. Algumas teorias emocionais envolvem aspectos fisiológicos que podem ser monitorados através de sensores. Com isso, é possível identificar a presença de estresse ou fazer inferências sobre o estado emocional de um ser humano. Neste tipo de abordagem, é necessário que sejam “atrelados” sensores no usuário, o que torna a captura deste tipo de informação de contexto invasiva, desconfortável, além de limitar a movimentação do usuário.

Considerando estas questões, o presente trabalho visa buscar uma alternativa menos invasiva para a coleta de informações emocionais com a finalidade de usá-las como contexto afetivo na arquitetura ClinicSpace. Para isso, pretende-se, ao invés de fazer inferências do estado emocional de uma pessoa através dos sinais fisiológicos, avaliar o estado cognitivo do usuário.

1.2 Objetivos

No contexto do projeto ClinicSpace, este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo para um serviço que insira a Computação Afetiva em sua arquitetura, o qual seja capaz de identificar o estado afetivo dos médicos, e informar, de acordo com o contexto no qual ele está inserido (situação), se o médico está apto ou não a realizar as atividades previstas (como procedimentos de risco e outras tarefas rotineiras). Vinculado ao Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT) do ClinicSpace, este módulo pode auxiliar os profissionais da área da saúde na tomada de decisões, o que pode evitar resultados indesejados quando o médico está com o seu estado afetivo/cognitivo alterado.

Como passos para alcançar o objetivo proposto, procurou-se: i) estudar novas opções de informações de contexto para aplicações pervasivas; ii) analisar as ferramentas e modelos para inferência de estados emocionais; iii) propor um modelo de aquisição de contexto afetivo voltado ao estresse para a arquitetura ClinicSpace, e iv) desenvolver um estudo de caso para demonstrar a viabilidade do modelo proposto.

1.3 Apresentação do Documento

Para explanar as questões envolvidas e o tratamento dado a elas, o restante do texto tem sua estrutura organizada como segue. Os conceitos de Computação Pervasiva e Computação Afetiva são detalhados no capítulo 2. Neste capítulo também são apresentadas algumas teorias psicológicas e como as emoções podem influenciar na interação do usuário com o computador. O capítulo 2 também aborda o distúrbio emocional, também conhecido como estresse, além de métodos de detecção.

No capítulo 3 são apresentados a arquitetura ClinicSpace e seus componentes. Neste capítulo são detalhados os serviços que fazem parte do Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas, que é responsável pelo controle dos usuários (clínicos).

O capítulo 4 detalha o modelo proposto neste trabalho, os detalhes de implementação do Serviço de Contexto Afetivo. O estudo de caso é detalhado no capítulo 5, onde são apresentados o cenário de uso, os experimentos e os resultados obtidos nesta pesquisa. Os trabalhos relacionados são apresentados no capítulo 6, onde também é realizada uma análise comparativa do Serviço de Contexto Afetivo proposto neste trabalho com outras pesquisas de mesmo âmbito.

Por fim, no capítulo 7 são registradas as conclusões e apresentadas as contribuições desta dissertação. Também são sugeridos trabalhos futuros.

2 COMPUTAÇÃO PERVASIVA E AFETIVA: NOVOS PARADIGMAS COMPUTACIONAIS

Décadas atrás imaginava-se que a computação deveria funcionar de modo “invisível” ou “transparente” para o usuário. Ou seja, não seria necessário o usuário entender como a computação atua para realizar as tarefas por ela desempenhada. Derivada da Computação Ubíqua proposta por Mark Weiser, a Computação Pervasiva abrange campos de pesquisa que buscam atingir este objetivo. Também, imaginava-se que as máquinas seriam capazes de pensar, de expressar sentimentos e até mesmo de identificar emoções. Com o passar dos anos surgiu a Inteligência Artificial, e a partir dela, a Computação Afetiva, duas áreas que têm estudos voltados a tornar possível adicionar características humanas às máquinas. Aos poucos estas características computacionais estão se tornando realidade.

Neste capítulo são apresentadas informações relevantes para o bom entendimento deste trabalho. Aqui são descritos os conceitos de Computação Pervasiva e Computação Afetiva, dois novos paradigmas computacionais que vêm promovendo grandes desafios de pesquisas na comunidade acadêmica nos últimos anos.

2.1 A Computação Pervasiva

O termo Computação Ubíqua (*Ubiquitous Computing*) foi apresentado pela primeira vez no ano de 1991, por Mark Weiser, cientista chefe do Centro de Pesquisa Xerox Park. Em seu artigo “O computador do século 21” (*The Computer for the 21st Century*), Weiser já previa um aumento nas funcionalidades e na disponibilidade de serviços da computação para usuários finais. Porém, imaginava-se que a visibilidade dos serviços oferecidos pela computação seria a menor possível (Weiser, 1991).

De acordo com a bibliografia, a Computação Ubíqua é considerada a terceira onda da informática (Jansen et al., 2005), sucedendo a segunda onda, caracterizada pelos PC's e servidores, e primeira onda, caracterizada pelos *Mainframes*. Ela tem como objetivo a comunicação proativa entre os diversos dispositivos e recursos existentes e totalmente integrados no ambiente real, de forma a auxiliar o usuário na realização de suas atividades cotidianas (Satyanarayanan, 2001).

Atualmente os conceitos de ubíquo e pervasivo se fundem e, muitas vezes, são tratados como sinônimos. Segundo o dicionário, ubíquo, do latim *ubiquu* – adjetivo – é aquilo que está ao mesmo tempo em toda a parte, ou seja, onipresente. Na informática, o conceito de pervasivo

define que os dispositivos computacionais estejam distribuídos no ambiente de trabalho dos usuários, de forma perceptível ou não.

Apesar de parecer uma utopia na época em que foi proposta, nos dias de hoje, com o avanço tecnológico por parte de dispositivos móveis, sensores, *hardware* e redes sem fio, o investimento na pesquisa para desenvolvimento de projetos de Computação Pervasiva/Ubíqua tem aumentado consideravelmente. As primeiras pesquisas desta área foram direcionadas para o desenvolvimento de *middlewares* para gerenciar os recursos e ambientes pervasivos. Atualmente, os estudos têm como ênfase o desenvolvimento de aplicações para o usuário, que sejam capazes de reagir e se adaptar, de modo proativo, às informações de contexto do ambiente no qual o usuário se encontra (Augustin; Lima; Yamin, 2006).

O foco da Computação Pervasiva/Ubíqua está voltado ao processamento das atividades cotidianas dos seres humanos. Projetos de pesquisa em Computação Pervasiva, como Aura (Garlan et al., 2002) e Gaia (Román et al., 2002), que introduziram os conceitos de Computação Orientada a Tarefas/Atividades (*Task Oriented or Activity-Driven Computing*) e espaços/ambientes inteligentes (*SmartSpaces*) respectivamente, abordam os problemas relativos a um gerenciamento de tarefas do usuário de forma proativa, os quais induzem o usuário a agir de acordo com a forma pré-definida e pré-programada do sistema pervasivo.

Porém, considera-se que a proatividade do sistema não deve ser tão rigorosa, uma vez que este é projetado de uma forma genérica, e não personalizada. Se o usuário desejar fazer de forma diferente, ele deve ter a possibilidade de interagir, comandar e influenciar a execução das suas tarefas/atividades gerenciadas pelo sistema pervasivo (Augustin; Lima; Yamin, 2006).

2.1.1 Computação sensível ao contexto

Uma das principais características de sistemas pervasivos e ubíquos é a capacidade de adaptação às necessidades do usuário e características do ambiente. A habilidade de reconhecer e tratar as informações deste tipo permite que os sistemas sejam capazes de se adaptar às necessidades de cada usuário do sistema. Isso faz com que a interação entre o usuário e o sistema ocorra de maneira mais proveitosa e menos frustrante. Tendo ciência dos elementos e fatores que rodeiam o usuário, a aplicação pode agir de forma mais eficaz, adaptando-se automaticamente às mudanças no ambiente e às necessidades correntes do usuário de forma transparente, sem exigir a atenção do usuário (Augustin; Lima; Yamin, 2006).

Dentro da Computação Pervasiva, uma das mais recentes e principais áreas de pesquisa

é a Computação Ciente de Contexto (*context-aware computing*). Estas pesquisas apresentam desafios de implementação de grande importância e abordam aplicações em diversos cenários computacionais (Machado, 2010).

Um sistema é ciente do contexto se ele usa o contexto para promover informações relevantes e/ou serviços para o usuário. Segundo a definição de Dey; Abowd (2006), contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, lugar ou objeto que é considerado relevante para a interação entre a aplicação e o usuário, podendo estes também serem tomados como entidade. Desta forma, toda informação somente é útil quando existe relação entre ela e um contexto específico.

De acordo com Machado (2010), a definição de Dey; Abowd (2006) é a mais utilizada na bibliografia por ser mais dinâmica e abrangente, considerando objetos, aplicações e suas relações. Ela define contexto como qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Para este trabalho é utilizada a definição de contexto proposta por Augustin; Lima; Yamin (2006), que diz que contexto é toda informação relevante para a aplicação que pode ser obtida por ela, podendo se referir a informações comportamentais (perfil do usuário), funcionais (recursos lógicos) e ambientais (recursos físicos).

Informações de contexto podem abranger diversas características de um ambiente, tais como tempo, localização de objetos, número e posição de pessoas, identificação de dispositivos e suas características. Alguns desses elementos de contexto, como a temperatura, a posição de objetos e o número de pessoas no ambiente, podem ser facilmente identificados com a utilização de sensores. Outras informações de contexto podem ser fornecidas diretamente pelo dispositivo usado pelo usuário, como o tamanho do *display* do dispositivo ou o horário atual (Machado, 2010).

Alguns tipos de elementos de contexto apresentam maior complexidade quanto ao seu reconhecimento e modelagem. Informações sobre a natureza humana, como estado emocional ou o nível de estresse de uma pessoa são exemplos de elementos de contexto que são relevantes na interação com sistemas pervasivos. Sistemas que são capazes de inferir os aspectos emocionais dos usuários adquirem importantes informações que ajudam o sistema na tomada de decisões de como interagir e se adaptar às respostas do usuário (Epp; Lippold; Mandryk, 2011). Este tipo de informação pode melhorar consideravelmente a interação do usuário com a aplicação.

A inferência de aspectos emocionais com intuito de usá-los como elementos de contexto ainda é um desafio para a computação (Machado, 2010), pois envolve muitas teorias complexas

da área psicológica. Outro desafio na identificação de contexto afetivo é a captura não-invasiva deste tipo de informação. Como se trata de uma informação inerente ao usuário, é desejável que a captura aconteça de forma dinâmica, sem interferência de sensores que possam atrapalhar a realização das tarefas cotidianas do usuário.

2.2 A Computação Afetiva

Um dos objetivos da Inteligência Artificial – IA – é fornecer técnicas para o desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de expressar comportamento inteligente na execução de uma tarefa (Leonhardt, 2007). Exemplos de sistemas que tentam cumprir este objetivo são agentes conversacionais incorporados.

Pesquisadores da Inteligência Artificial têm considerado emoções na modelagem de sistemas inteligentes. Desta forma, surgiu um novo campo de pesquisa na Inteligência Artificial: a Computação Afetiva (*Affective Computing – AC*), uma área de pesquisa bastante recente e que vem crescendo muito nos últimos anos. A professora Rosalind Picard define esta área como “a computação que está relacionada com emoções, que surge de emoções ou que deliberadamente influencia emoções”. Baseada em alguns conceitos de Inteligência Artificial, um dos seus objetivos é a simulação e o reconhecimento de emoções/sentimentos humanos para aprimorar e facilitar a interação entre seres humanos e máquinas. Em outras palavras, a Computação Afetiva é a área da Inteligência Artificial que estuda a modelagem computacional de influências emocionais, ou outros tipos de fenômenos afetivos (Picard, 1997).

Segundo o Grupo de Pesquisas em Computação Afetiva do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), o trabalho nesta área pode ser definido como “a criação de sistemas de computação pessoal dotados com a habilidade de sentir, reconhecer e entender a natureza emocional (...)”. Acredita-se que, assim, possa-se ampliar a habilidade das ferramentas utilizadas para servir aos usuários (Machado; Miranda, 2006).

A Computação Afetiva é dividida em dois grandes ramos de pesquisa: a Síntese de Emoções e Emoções na Interação Humano-Computador (Figura 2.1). O primeiro investiga a simulação de emoções em máquinas, com objetivo de descobrir mais sobre emoções humanas e para desenvolver robôs mais realísticos. O segundo ramo estuda mecanismos para reconhecer afetos e/ou emoções humanas ou expressar emoções em máquinas na interação entre humanos e computadores.

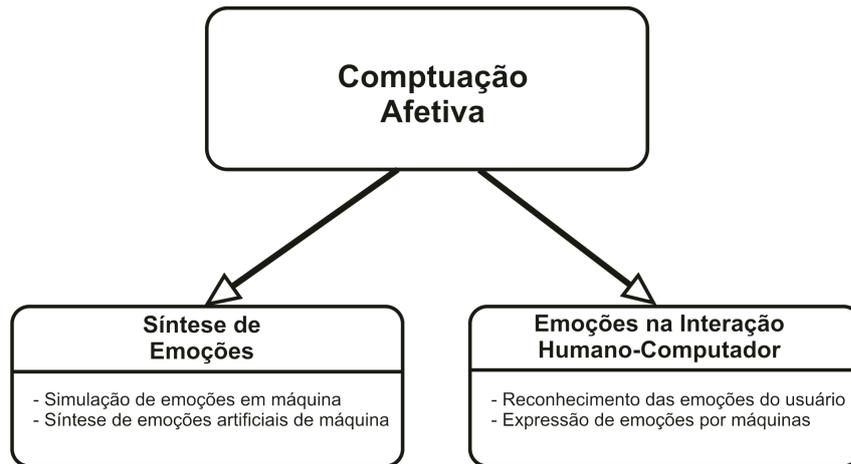


Figura 2.1: Ramos da Computação Afetiva (adaptado de (Jaques, 2004))

2.2.1 Síntese de Emoções

Como o próprio nome sugere, este ramo da Computação Afetiva é voltado para a modelagem sintética de emoções artificiais de máquinas e para a modelagem simulatória de emoções humanas em máquinas (Picard, 1997). Exemplos de trabalhos no ramo de Síntese de Emoções estão na aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para representar emoções simuladas (Scherer, 1993) e na proposta de arquiteturas cognitivo-afetivas para agentes artificiais (Elliot, 1992) (McCauley; Franklin, 2006) (Velásquez, 1997).

Segundo Pontarolo (2008), boa parte dos modelos em Síntese de Emoções têm como base abordagens de emoções básicas e em mecanismos de avaliação cognitiva ou estimativa da situação de disparo. Outro fator bastante utilizado são regras logarítmicas, como proposto por Picard (1997) em seu trabalho. O ramo de Síntese de Emoções não será abordado em maiores detalhes, pois este tem menor significância relativa ao escopo deste trabalho.

2.2.2 Emoções na Interação Humano-Computador

Os sistemas que fazem parte deste ramo são capazes de reconhecer e expressar emoções. Neste ramo da Computação Afetiva, a pesquisa é focada em projetos e na construção de interfaces para aplicações e dispositivos computacionais que consideram aspectos afetivos e as emoções na comunicação entre o usuário e o computador. Dessas pesquisas resulta um aparato de *hardware* e *software*, aplicado na expressão de emoções por um sistema computacional, no reconhecimento das emoções do usuário, ou na fusão de ambos (Pontarolo, 2008).

Os sistemas podem considerar vários meios de interação, tanto no sentido de um sistema computacional expressar emoções ou comportamentos afetivos, quanto no sentido de um sis-

tema computacional reconhecer emoções e outros estados afetivos do usuário. A seguir são abordados alguns aspectos da interação afetiva entre usuários e sistemas computacionais.

A partir de técnicas de interpretação de linguagem natural (Allen, 1995), emoções e outras características afetivas do usuário podem ser reconhecidos através de mensagens extraídas de diálogos escritos, ou seja, interpretação afetiva **do que** é dito pelo usuário para o sistema. Este recurso foi empregado por Graesser et al. (2001) como meio de expressão afetiva por parte do sistema computacional. A aplicação de diálogos falados amplia a complexidade da tarefa de reconhecimento de emoções, pois envolve reconhecimento de fala (*speech recognition*) (Scherer, 1981), onde é levada em consideração a entonação da voz e outros aspectos contextuais. Trata-se da interpretação da forma **como** uma frase é falada.

Outras pesquisas empregam sensores biométricos com a finalidade de capturar dados sobre alterações nos estados de excitação fisiológica resultante de emoções. O batimento cardíaco e da pressão sanguínea (Leonhardt, 2007) são exemplos de sinais que podem ser monitorados através de sensores biométricos. Também existem sensores capazes de captar a condutividade da pele e índice do nível de excitação (*arousal*) psicológica relacionado à atenção e a memória, como os utilizados por Picard; Scheirer (2001).

2.2.3 Teorias psicológicas e o modelo emocional OCC

Atualmente, a Psicologia tem bastante foco nas reações emocionais. Isso faz com que os aspectos emocionais da personalidade sejam altamente significativos para as pesquisas. Essa afirmação é reforçada pela constatação de que as emoções também são responsáveis por modular diversas formas de expressão na interação humana, como a postura, respiração, expressão facial, temperatura da pele e gestos (Picard, 1997).

Conforme Scherer (2000), emoção é uma ocorrência relativamente breve de mudanças coordenadas para avaliação de eventos externos ou internos. O modo como ocorrem essas mudanças é mais bem detalhado por Scherer *apud* (Jaques, 2004), onde são separados os estados afetivos que afetam as emoções em:

- atitudes – crenças, preferências e predisposições em relação a objetos ou pessoas (e.g. amar, desejar);
- traços de personalidade – disposições estáveis da personalidade ou tendências temperamentais típicas de uma pessoa (e.g. ansiedade, nervosismo);

- humor – estado afetivo difuso que consiste na mudança de pequena intensidade e de longa duração do sentimento, o qual é o reflexo de todas as mudanças no sistema nervoso central durante uma ocorrência (e.g. irritável, depressivo);
- posição em relação aos outros (interpessoal) – uma reação afetiva tirada da relação com outra pessoa de acordo com uma interação específica (e.g. frieza, apoiar).

Uma abordagem que se destaca no reconhecimento de emoções engloba a modelagem cognitiva dos antecedentes ou das situações de disparo de emoções (eventos em um determinado contexto) e do comportamento observável de uma pessoa, ou seja, suas ações na interface de um sistema (Marsh, 2000). A situação é definida segundo a avaliação (*appraisal*) cognitiva em relação a uma representação das preferências, expectativas, objetivos e normas do usuário. Segundo Pontarolo (2008), o modelo OCC (Ortony; Clore; Collins, 1988) tem sido bastante utilizado por pesquisadores como base teórica para a modelagem cognitiva de emoções.

Formado por 22 categorias, o modelo OCC engloba emoções como por exemplo: satisfação, amor, raiva, admiração, vergonha, esperança. Uma adaptação do modelo OCC e suas categorias é apresentada na Figura 2.2.

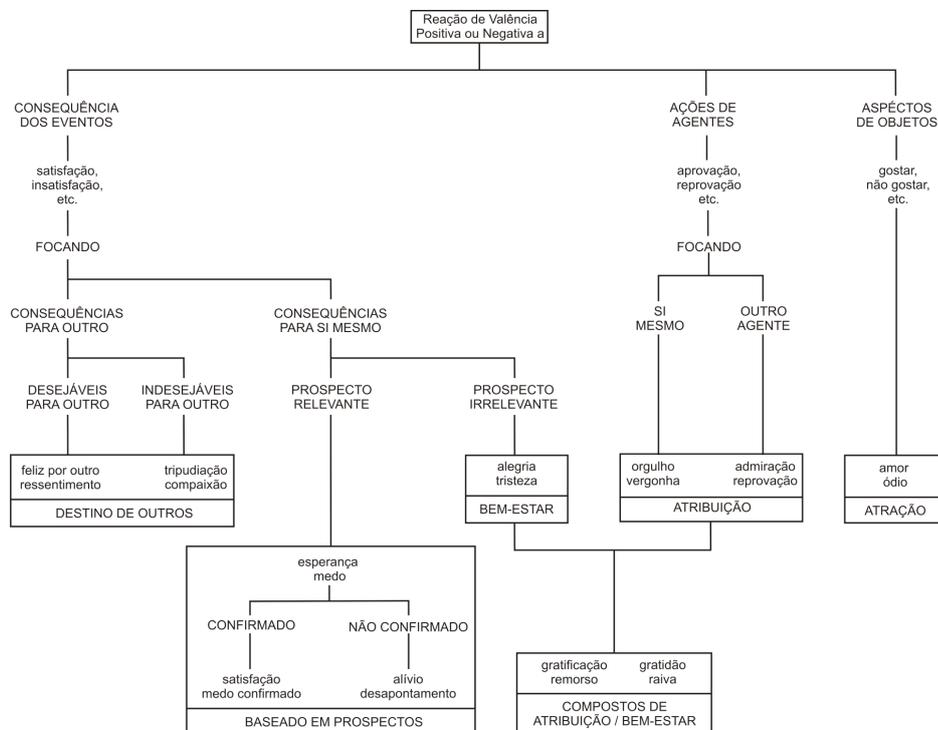


Figura 2.2: Modelo OCC, adaptado de (Ortony; Clore; Collins, 1988)

O objetivo principal deste modelo é especificar a estrutura psicológica das emoções por meio da descrição das situações pessoais e interpessoais como meio de inferência das emoções. As-

sim, não é necessário entrar em detalhes sobre o conceito de uma determinada emoção (Junior, 2008).

Para que o modelo seja estruturado, parte-se da hipótese de que existem três aspectos principais para que uma emoção seja inferida: objetos, eventos e agentes, sendo o último o próprio sujeito ou outros indivíduos. Quando o foco reside no objeto, o indivíduo passa a se interessar por características específicas que o objeto possui ou pode oferecer. Quando o foco está direcionado à eventos, o sujeito tende a ter interesse pelas consequências que eles possam gerar. Por fim, quando o aspecto está centrado no agente, o indivíduo analisa as ações que podem ser executadas por ele (Junior, 2008).

Um exemplo de inferência de emoção é quando um ser humano passa a ter medo de sofrer um acidente em uma viagem (prospecto relevante) após acompanhar várias notícias de acidentes nas estradas. Mesmo com o sentimento de medo, é necessário que ele faça uma viagem. Ao chegar ao seu destino, ele fica aliviado por não ter ocorrido nenhum acidente.

Para tornar a seleção e interação entre as diferentes categorias emocionais mais simples, o processo é dividido em cinco etapas (Bartneck, 2002). São elas:

1. **Classificação:** é realizada a avaliação de um evento, ação ou objeto que resulta na informação de qual categoria emocional deve ser afetada;
2. **Quantificação:** é calculada a intensidade com que a categoria emocional é afetada;
3. **Interação:** nas fases anteriores é definido um valor emocional para um determinado evento, ação ou objeto. Esse valor interage com o estado emocional corrente, podendo ou não fazer com que este sofra uma modificação significativa;
4. **Mapeamento:** oferece a possibilidade de mapear apenas as categorias que são mais utilizadas ou que estão disponíveis (caso não sejam utilizadas as 22 categorias);
5. **Expressão:** é a maneira como o estado emocional é expresso e pode influenciar no comportamento de uma pessoa.

O modelo OCC não deixa explícito como é realizada a influencia de outros elementos de personalidade com relação a emoções, deixando liberdade para adaptação de modelos diferentes. Outra facilidade na implementação computacional do modelo OCC, como citado anteriormente, é a possibilidade de não utilizar todas as 22 categorias de emoção do modelo OCC, se assim for necessário (Bartneck, 2002).

Utilizando os recursos oferecidos pela Computação Afetiva, como ferramentas de análise facial e outros tipos de sensores, é possível tentar identificar as emoções dos usuários, podendo assim utilizá-las como informações adicionais em sistemas pervasivos. Desta forma, ambientes pervasivos adquirem mais riqueza contextual, suprindo as necessidades e aprimorando os serviços oferecidos na área de cuidados clínicos. Neste trabalho não são utilizadas ferramentas deste tipo, pois são considerados “invasivas” e limitam a movimentação do indivíduo.

Como citado anteriormente, a presença de estresse durante a realização das tarefas desempenhadas por profissionais clínicos é uma questão de suma importância. Na próxima seção são apresentados as definições, conceitos, causas e sintomas deste tipo de emoção.

2.2.4 Estresse como manifestação de emoções

O primeiro cientista a utilizar o termo “estresse” na saúde foi o médico endocrinologista Hans Selye. Ele percebeu em suas consultas que vários pacientes que sofriam de doenças físicas reclamavam de sintomas comuns. Estas observações o levaram a realizar investigações científicas em laboratórios, que com os resultados ele pode definir o estresse como “o resultado inespecífico de qualquer demanda sobre o corpo, seja de efeito mental ou somático, e ‘estressor’ como todo agente ou demanda que evoca reação de estresse, seja de natureza física, mental ou emocional” (Camelo; Angerami, 2004).

A partir dos estudos realizados, Selye concluiu que o estresse desencadeava ações de defesa e adaptação frente ao agente estressor e, então, descreveu a Síndrome Geral de Adaptação (SGA). A SGA pode ser entendida como “o conjunto de todas as reações gerais do organismo que acompanham a exposição prolongada do estressor”. De acordo com Selye *apud* (Scherer, 2000), esta síndrome apresenta três estágios (Selye, 1956):

1. **Fase de alerta:** O organismo tem uma excitação de agressão ou de fuga ao estressor, que pode ser entendida como um comportamento de adaptação. Nos dois casos, reconhece-se uma situação de reação saudável ao estresse, porquanto possibilita o retorno à situação de equilíbrio após a experiência estressante. Essa fase é caracterizada por alguns sintomas, como: extremidades do corpo frias, pressão no peito, hipocloremia, sensação de esgotamento, dor de cabeça, tensão crônica, taquicardia;
2. **Fase de resistência:** Havendo persistência da fase de alerta, o organismo altera seus parâmetros de normalidade e concentra a reação interna em um determinado órgão-alvo, desencadeando a Síndrome de Adaptação Local (SAL). Nessa fase ocorre a manifestação

de sintomas da esfera psicossocial, como ansiedade, roer unhas, impotência sexual, medo, oscilação do apetite, isolamento social;

3. **Fase de exaustão:** O organismo se encontra extenuado pelo excesso de atividades e pelo alto consumo de energia. Então ocorre a falência do órgão mobilizado na SAL, manifestando-se sob a forma de doenças orgânicas.

Mais tarde, Lipp (1994) identificou mais uma fase no processo de estresse a qual chamou de fase de quase-exaustão. Localizada entre a fase de resistência e a de exaustão, ela se caracteriza pelo enfraquecimento da pessoa que não está conseguindo se adaptar ou resistir ao estressor. Nesta fase, algumas doenças começam a surgir, porém ainda não com tanta gravidade como na fase de exaustão.

As pesquisas de Lipp relatam possíveis reações físicas e emocionais frente ao estresse. Os sintomas mais relevantes no nível físico incluem tensão muscular, aumento da sudorese (suor), hipertensão, taquicardia, náuseas, ranger dos dentes, hiperatividade, aperto da mandíbula, mãos e pés frios. As reações psicológicas podem causar ansiedade, angústia, tensão, alienação, insônia, dúvidas quanto a si próprio, dificuldades interpessoais, inabilidade de concentrar-se em outros assuntos não relacionados ao estressor, preocupação excessiva, dificuldade em relaxar, hipersensibilidade emotiva e ira (Lipp, 1994).

Logo, o estresse pode ser definido por respostas exageradas, indevidas, inapropriadas para determinadas situações. Considerando que a ansiedade sobre uma situação pode ser positiva, o estresse é sempre negativo e tem participação psicológica negativa e mudanças fisiológicas que podem levar a baixa produtividade, doença e as vezes até a morte (Familoni, 2008).

O corpo de um ser humano afetado pelo estresse pode apresentar certos grupos de sinais que podem ocorrer ao mesmo tempo ou com predomínio de alguns deles. Estes sinais são divididos em três grandes grupos de sintomas: os musculares, os vegetativos (que indicam alterações no funcionamento das vísceras) e os mentais (referentes às atividades cognitivas e ao comportamento). Estes sintomas são indícios de que o organismo está tentando se adaptar aos estressores físicos ou emocionais (Masci, 2011).

Os principais sinais de estresse do grupo muscular incluem cansaço maior que o habitual, tensão (também conhecido como “ombros levantados”), vistas cansadas, o ato de apertar ou ranger os dentes, pressão ou dores na nuca, peso ou dores nas costas e/ou ombros, peso ou dores nas pernas e/ou braços, dor de cabeça e tremor nas pálpebras (“fisgadas” ou “repuxos”).

No grupo de sintomas vegetativos, o estresse pode causar crises de palpitações no coração, diarreias frequentes, dificuldades de respirar, formigamento ou adormecimento em áreas do corpo, hipertensão arterial passageira e crises de pressão alta, náuseas ou mal-estar estomacal, digestão mais difícil que o habitual sem motivo aparente, tonturas e zumbidos no ouvido.

Os sintomas mentais se manifestam através de impaciência maior que o habitual, mau-humor ou irritação por pequenos motivos, sustos sem razão, sono agitado ou interrompido, falta de interesse pelas atividades rotineiras, apreensão exagerada em relação ao futuro, dificuldade de concentração, nervosismo, perda de interesse ou prazer sexual, tristeza ou depressão, esgotamento físico e/ou emocional, apatia e lentidão de movimentos, explosões emocionais, chorar mais que o habitual, dificuldade na tomada de decisões e perda de memória.

Ao considerar as relações entre estresse e o comportamento nas organizações, McGrath (1976) sugere seis classes de estresse ou fontes de situações estressantes (estressores):

1. estresse baseado na tarefa (dificuldade, ambiguidade, sobrecarga, etc);
2. estresse baseado no papel (conflito, ambiguidade, sobrecarga, etc);
3. estresse proveniente ao contexto do comportamento (efeitos do “*crowding*”¹, etc);
4. estresse proveniente do ambiente físico (ruídos ou frio excessivo, forças hostis, etc);
5. estresse proveniente do ambiente social (dificuldades e desacordos interpessoais, privacidade e isolamento, etc) e
6. estresse pessoal, que o próprio indivíduo “carrega consigo” para o ambiente de trabalho (traços de ansiedade, estilos perceptivos e cognitivos, etc).

Geralmente, o estresse ocupacional apresenta sintomas individuais, como crescente irritabilidade, aumento da pressão sanguínea, humor depressivo, consumo de álcool e tabaco, além de diversas queixas psicossomáticas. Conforme Melo; Gomes; Cruz (1997), diversos estudos têm evidenciado as implicações para a saúde e a relação entre estresse ocupacional, saúde mental e doenças coronárias.

2.2.4.1 *O estresse nos profissionais clínicos*

A qualidade do atendimento nos serviços prestados na área da saúde, além de outros fatores, depende do estado físico e mental do profissional responsável. Caso um médico ou uma

¹Tipo de estresse psicossocial induzido por um aumento da densidade de população

equipe confronte situações em que, de alguma forma, se confundam, excitem ou irrite, uma série de alterações psicofisiológicas podem ocorrer, causando reações nos componentes físicos e/ou psicológicos. Estas reações, anteriormente denominadas como estresse, tem se tornado bastante frequente em profissionais da área da saúde, como enfermeiros, médicos e psicólogos. O estresse apresentado por este tipo de profissional geralmente são acompanhados por grandes esforços de enfrentamento para gerenciar as consequências das fontes de estresse e retomar a um nível estável de funcionamento (Camelo; Angerami, 2004).

Médicos e enfermeiros constituem um grupo profissional que é afetado pelo estresse por razões específicas, como trabalhar com a pressão de ter que lidar com clientes face-a-face, situação que influencia fortemente na exaustão emocional. Outro grande fator é o fato de que estes profissionais muitas vezes, além de ter que testemunhar o sofrimento dos pacientes, através de procedimentos médicos e outros testes, são eles quem administram ou infligem tal sofrimento. Isto torna a relação com seus clientes completamente diferente das interações que ocorrem em outros grupos profissionais (Melo; Gomes; Cruz, 1997).

O estresse na prática médica tem sido uma questão de grande preocupação, pois o serviço clínico envolve o cuidado com a vida de pessoas. Enganos ou erros podem ser bastante custosos, e certas vezes, irreversíveis. Assim, é esperado que o médico trabalhe em perfeito estado de mente, desprovido de preocupações e ansiedades mórbidas. Porém, além de ser afetado pelas mesmas variáveis que impõem estresse na população em geral, o médico também é vulnerável ao estresse por causa das peculiaridades das situações de trabalho em que se encontra, além da pressão gerada pelas expectativas da sociedade em geral (Familoni, 2008).

A Associação Médica Britânica (*British Medical Association – BMA*) publicou um tratado sobre estresse em médicos em formação e, posteriormente, em médicos mais experientes. As conclusões foram semelhantes, no sentido de que o estresse existe em uma proporção significativa para ambos os grupos, e que é prejudicial a saúde do médico, podendo prejudicar o serviço prestado ao paciente (Familoni, 2008).

Particularmente comum em profissionais da área da saúde, o estresse ocupacional crônico pode evoluir para a chamada síndrome de *burnout*. Este fenômeno, popularizado por Felton (1998) consiste em três fatores principais: exaustão emocional, despersonalização e redução da realização pessoal ou baixa produtividade.

A exaustão emocional refere-se à falta de energia e recursos físicos e emocionais para lidar com as diferentes situações de trabalho. O segundo fator, a despersonalização, faz com que a

ocorra uma transformação negativa na relação entre o profissional e o paciente, demonstrando sentimentos de indiferença, ironia e cinismo por parte do trabalhador em relação ao outro. O terceiro fator causa a insatisfação do profissional, levando-o a não acreditar nas suas capacidades de trabalho, baixa auto-estima, inadequação e desmotivação, entre outros. Os efeitos deste fenômeno podem levar a insuficiência de saúde, dor/tristeza e sofrimento.

O desenvolvimento desses três aspectos da síndrome de *burnout* é, segundo Malagris (2004), progressivo e dinâmico, não ocorrendo do mesmo modo e com mesma intensidade em todas as pessoas. Além disso, observa-se uma evolução gradativa, referente à deterioração da relação do profissional com suas atividades. Estas consequências podem comprometer a qualidade do atendimento por ele prestado.

Outros sintomas organizacionais relacionados ao estresse podem incluir os seguintes aspectos: elevado absentismo, aumento do abandono do emprego, dificuldades nas relações industriais, fraco controle da qualidade, diminuição da motivação e diminuição da satisfação, rendimento e produtividade, entre outros (Melo; Gomes; Cruz, 1997). Porém, a principal preocupação no meio clínico são os erros ou acidentes que podem ser causados por um profissional estressado.

Estudos realizados sobre o estresse ocupacional em profissionais da saúde apontam que os níveis de pressão e estresse variam em função das diferentes profissões da saúde. Psiquiatras, cirurgiões, enfermeiros e técnicos de laboratório parecem evidenciar níveis mais elevados de pressão e estresse do que outros profissionais da saúde, como clínicos gerais, dentistas, técnicos de serviço e assistência social. Outro ponto a ser destacado é que os estudos apresentam evidências de diferenças sexuais referente ao estresse ocupacional em profissionais da área da saúde: mulheres evidenciam níveis significativamente mais elevados de estresse que em homens (Melo; Gomes; Cruz, 1997).

Apesar de muitos empregos apresentarem riscos para a saúde e para a vida, para o profissional da saúde, a possibilidade de contrair uma doença contagiosa é maior e menos sujeita a prevenção, comparadas a outras ameaças profissionais à saúde.

Segundo Melo; Gomes; Cruz (1997), vários estudos na área apontam que o estresse ocupacional possui grande relação com a responsabilidade por pessoas, mais do que por objetos. O estresse pode criar dificuldades na tomada de decisões, o que pode tornar mais difícil o cumprimento de suas responsabilidades. Portanto, isso acaba se tornando um estressor específico para o profissional da saúde, pois o seu próprio estresse pode gerar estresse e afetar aquele que é o

centro de sua atenção: o paciente.

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa de Melo; Gomes; Cruz (1997), as principais fontes de estresse em profissionais da área da saúde parecem estar relacionados ao clima e a estrutura organizacional, com o papel da chefia, com o sucesso na carreira e na realização profissional. Mais especificamente, as principais fontes de pressão constituem em “falta de promoção na carreira”, “conflitos com outros”, “trabalhar com insuficiência de meios e recursos humanos”, “valores pessoais em conflitos com outros” e “possuir uma carga excessiva de trabalho”.

Geralmente existe uma proporção muito alta de pacientes por médicos. Agendas lotadas e contato excessivo direto com pacientes não deixam tempo para um descanso emocional. Frequentemente não existem sistemas para cobrir o outro cuidador. De acordo com a Associação Médica do Texas, estes são alguns dos estressores mais comuns para os médicos (Texas Medical Association, 2011). Outros fatores que constituem importantes fontes de pressão e estresse nos profissionais em questão são (Melo; Gomes; Cruz, 1997):

- lidar com a morte e sofrimento;
- as relações com os diretores de serviços;
- os efeitos na vida pessoal e familiar;
- a possibilidade de contágio de doenças infecciosas;
- as relações interpessoais entre colegas e os próprios pacientes.

O estresse ocupacional pode afetar diretamente e de forma negativa no nível de funcionamento e no desempenho de um médico, pois este profissional trabalha sob situações estressantes não encontrados em outras profissões. Estas situações podem incluir perdas de diagnósticos ou até mesmo decisões de vida e morte, que podem levar a resultados negativos. Portanto, médicos possuem uma obrigação ética de controlar o estresse para que eles sejam capazes de tomar o cuidado ideal com os pacientes.

Em meio a tantos fatores estressantes, torna-se importante cuidar da saúde física e mental dos profissionais da saúde, pois estes, além de trabalharem expostos ao estresse, também estão vulneráveis a síndrome de *burnout*, que pode desencadear consequências desastrosas para a sua qualidade de vida e a qualidade de vida dos seus pacientes.

2.2.5 Métodos de detecção de estresse

De acordo com *Health Reviser* (2011), existem meios de mensurar o nível de estresse de uma pessoa, entre eles:

- testes de avaliação de estresse;
- sensor de vitalidade do *Nintendo Wii*;
- monitor de estresse;
- pontos biométricos;
- cartões de humor e estresse;
- termômetro de estresse.

Os testes de avaliação de estresse são ferramentas interativas que podem ser facilmente encontradas na *Internet* (Figura 2.3). Estes testes apresentam uma série de questões que visam determinar o nível de estresse do usuário através de um escore (Figura 2.4). Testes mais avançados são capazes de determinar os estressores.

O sensor de vitalidade do *Nintendo Wii* usa frequência cardíaca como medida de estresse. Para usá-lo, basta posicionar os dedos no sensor que é conectado ao controle. Através da frequência cardíaca e condutividade da pele, a informação é enviada ao console e projetada na tela para que o usuário possa tomar conhecimento. Este é um dos dispositivos de mais alta tecnologia usado para mensurar o nível de estresse.

Os monitores de estresse funcionam ligados na entrada USB de um computador. Com um sensor preso no dedo ou no lóbulo da orelha, o *software* é capaz de determinar o nível de estresse do usuário. Um diferencial neste tipo de monitor é que ele pode recomendar uma seção de relaxamento caso o nível de estresse esteja muito elevado. Segundo informações no site *Health Reviser* (Health Reviser, 2011), esta é a melhor ferramenta para monitorar o estresse. Essa alternativa não será utilizada neste trabalho devido ao grau de invasividade e a limitação de mobilidade resultantes da necessidade do uso de um sensor.

Os pontos biométricos são pequenos adesivos circulares de plástico que são fixados na pele, preferencialmente entre o indicador e o polegar. Estes sensores determinam o nível de estresse através da temperatura da pele, mudando a cor do adesivo conforme a pele esquenta ou esfria. É um dispositivo barato e de fácil entendimento. Uma caixa contendo cem adesivos pode

How stressed are you? - Mozilla Firefox
Arquivo Editar Exibir Histórico Favoritos Ferramentas Ajuda

How stressed are you? +
www.lessons4living.com/stress_test.htm

Stress Test

[[Awakenings Home](#)] [[Depression Test](#)] [[Burnout Test](#)] [[Undoing Stress](#)]

Bolinhas Anti Stress Para eventos da CIPA e SIPAT Divulgue sua marca! (11)2865-6568 www.brindesdrica.com.br

DealExtreme.com 2012 Latest Items at DealExtreme™ Free Shipping, Order Now! www.DealExtreme.com

CSF for Depression Study Associated Detailed Clinical Data Diseased & Normal Control Subjects www.precisionm.com AdChoices ▶



BRAIN TRAINING GAMES

- Intelligence
- Memory
- Attention
- Focus
- Speed
- Language

- Visual
- Spatial
- Math
- Intelligence
- Stress
- Response

▶ Play



Are you stressed? Find out by taking the test below.

(This test is not meant to replace a clinical assessment but to help you judge how you are doing. If you score as stressed you may need to seek help.)

Answer these twenty questions: Yes or No.

1. Do you frequently neglect your diet?
 - Yes
 - No
2. Do you frequently try to do everything yourself?
 - Yes
 - No
3. Do you frequently blow up easily?
 - Yes
 - No
4. Do you frequently seek unrealistic goals?
 - Yes
 - No
5. Do you frequently fail to see the humor in situations others find funny?
 - Yes
 - No
6. Do you frequently get easily irritated?
 - Yes
 - No
7. Do you frequently make a "big deal" of everything?
 - Yes
 - No
8. Do you frequently complain that you are disorganized?
 - Yes
 - No
9. Do you frequently keep everything inside?
 - Yes
 - No
10. Do you frequently neglect exercise?
 - Yes
 - No
11. Do you frequently have few supportive relationships?

Figura 2.3: Exemplo de testes de avaliação de estresse encontrados na *Internet*

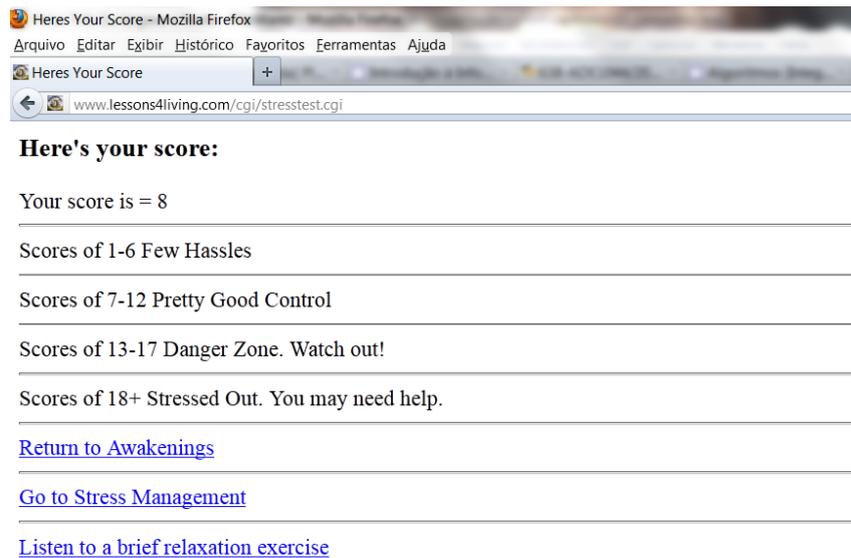


Figura 2.4: Resultado baseado em escore

ser comprada por dez dólares americanos através do *site* <http://www.biodots.net>. A desvantagem deste dispositivo é o tempo para obter o resultado. Às vezes pode levar cerca de meia hora para medir o nível de estresse.

Os cartões de humor e estresse são cartões plásticos que variam de uma a duas polegadas. Eles contêm um *chip* que, semelhante aos pontos biométricos, usam a temperatura do corpo para determinar o estado do usuário. Se o *chip* muda a sua cor para vermelho ou marrom, significa que o usuário está estressado. Verde significa que o cérebro está ativo, porém sem nível de estresse significativo. A cor azul significa que o usuário está relaxado. Assim como os pontos biométricos, os cartões de humor e estresse podem levar um certo tempo para identificar o nível de estresse.

Como os outros, o termômetro de estresse mede a temperatura da pele para determinar o nível de estresse. Se o termômetro acusar uma temperatura entre 87 e 91 graus *Fahrenheit*, o usuário pode ser classificado como nervoso ou estressado. Este dispositivo é fácil de usar e possui pequeno tempo de resposta, com frequência de 2 segundos.

Considerando que a proposta da arquitetura ClinicSpace é reduzir ao máximo o grau de invasividade, para este trabalho são utilizados testes de avaliação de estresse com perguntas e respostas rápidas, semelhantes aos questionários encontrados na *Internet*. O uso deste tipo de ferramenta visa a inferência do estado afetivo do usuário através dos aspectos cognitivos, e não através dos sinais fisiológicos, pois estes são considerados invasivos devido à necessidade do

uso de sensores por parte usuário.

2.2.6 A Escala de Estresse Percebido

Em 1983, Cohen; Karmack; Mermelsteinm (1983) propuseram uma escala para mensurar o grau no qual os seres humanos percebem as situações como estressantes. A Escala de Estresse Percebido – PSS (*Perceived Stress Scale*) – envolve um teste com quatorze questões com itens que foram designados para verificar o quão imprevisível, incontrolável e sobrecarregada as pessoas consideram as suas vidas. Para isso são utilizadas perguntas sobre os sentimentos e pensamentos que o entrevistado vivenciou no último mês antes de realizar o teste. Em certos casos, os entrevistados podem ser questionados quanto à frequência que ele se sentiu de uma determinada maneira.

A escala inclui questões diretas sobre o atual nível de estresse experimentado. Tanto as questões quanto as alternativas de resposta são de fácil entendimento. Por não conter questões específicas, a PSS pode ser utilizado em diversas faixas etárias, abrangendo desde adolescentes com educação escolar secundária até idosos. De acordo com Luft et al. (2007), a ausência de questões específicas de contexto é um fator bastante importante na escala, razão pela qual a PSS tenha sido validada em várias culturas (Cohen; Karmack; Mermelsteinm, 1983) (Cohen; Williamsom, 1988) (Mimura; Griffiths, 2004) (Remor, 2006).

Segundo Goldman et al. (2005), o alto nível de estresse percebido, mensurado através da PSS, está associado diretamente a desequilíbrios fisiológicos. Pesquisas deste âmbito aumentam o interesse de pesquisadores sobre esse tema. Porém, para que esses estudos possam ser realizados em uma perspectiva epidemiológica, faz-se necessário um instrumento que apresente características psicométricas satisfatórias e não necessite muito tempo para o seu preenchimento. Outra característica bastante relevante é a possibilidade de avaliar o estresse em uma perspectiva internacional. Considerando essas questões e a falta de instrumentos em português para mensurar o nível de estresse, Luft et al. (2007) realizaram uma pesquisa com o objetivo de traduzir e validar a PSS para a língua portuguesa, observando a clareza e a validade da tradução.

A Escala de estresse Percebido – PSS – é composta por 14 questões com 5 opções (Tabela 2.1) de resposta numeradas de zero a 4, onde 0 = nunca; 1 = quase nunca; 2 = às vezes; 3 = quase sempre; e 4 = sempre. Para a soma do resultado, as respostas das questões com conotação positiva (questões 4, 5, 6, 7, 9, 10 e 13) possuem sua pontuação somada de forma invertida (0 = 4, 1 = 3; 2 = 2; 3 = 1; e 4 = 0). As demais respostas devem ser somadas diretamente.

Neste último mês, com que frequência...	
1	Você tem ficado triste por causa de algo que aconteceu inesperadamente?
2	Você tem se sentido incapaz de controlar as coisas importantes em sua vida?
3	Você tem se sentido nervoso e estressado?
4	Você tem tratado com sucesso dos problemas difíceis da vida?
5	Você tem sentido que está lidando bem com as mudanças importantes que estão ocorrendo em sua vida?
6	Você tem se sentido confiante na sua habilidade de resolver problemas pessoais?
7	Você tem sentido que as coisas estão acontecendo de acordo com sua vontade?
8	Você tem achado que não conseguiria lidar com todas as coisas que você tem que fazer?
9	Você tem conseguido controlar as irritações em sua vida?
10	Você tem sentido que as coisas estão sob o seu controle?
11	Você tem ficado irritado porque as coisas que acontecem estão fora do seu controle?
12	Você tem se encontrado pensando sobre as coisas que deve fazer?
13	Você tem conseguido controlar a maneira como gasta seu tempo?
14	Você tem sentido que as dificuldades se acumulam a ponto de você acreditar que não pode superá-las?

Tabela 2.1: Perguntas da Escala de estresse Percebido

Como resultado, a PSS tem a soma das pontuações obtidas a partir das 14 questões. Os escores podem variar de zero a 56. Essa média deve ser comparada com uma média pré-calculada de uma população específica. Para a comparação dos resultados, Cohen; Karmack; Mermelsteinm (1983) elaboraram uma tabela com os dados normativos obtidos com a realização do teste em uma população americana. Participaram do teste 2332 pessoas, sendo 1406 do sexo feminino e 926 do sexo masculino. As médias e o desvios-padrão são apresentados na Tabela 2.2.

	n	Média	dp
Gênero			
Masculino	926	12,1	5,9
Feminino	1406	13,7	6,6
Idade			
19 - 29	645	14,2	6,2
30 - 44	750	13,0	6,2
45 - 54	285	12,6	6,1
55 - 64	282	11,9	6,9
55 e acima	296	12,0	6,3

Tabela 2.2: Dados normativos da população americana, adaptado de (Cohen; Karmack; Mermelsteinm, 1983)

Para a validação inicial da tradução da PSS feita no trabalho de (Luft et al., 2007), os autores realizaram a pesquisa com 76 idosos (70 mulheres e 6 homens), com idade média de 70,04 anos

(desvio-padrão = 6,34), sendo a idade mínima 60 anos e a máxima 84 anos. Os dados foram coletados na cidade de Florianópolis em três dias. Os autores ainda utilizaram, além do gênero, mais 13 variáveis, que incluem a escolaridade, estado civil, local de residência, condições de moradia, entre outros. Como o trabalho em questão tem como foco os idosos, os autores não discriminaram faixas de idade na tabela. As médias para os gêneros masculino e feminino são apresentados na tabela 2.3.

Gênero	n	Média	dp
Masculino	6	16,0	5,7
Feminino	70	21,8	7,7

Tabela 2.3: Médias de estresse percebido em idosos, adaptado de (Luft et al., 2007)

Por ser um teste bem conceituado, a PSS será utilizada neste trabalho como ferramenta parcial para identificar se os indivíduos (profissionais de saúde) apresentam sinais de estresse no seu ambiente de trabalho.

2.3 Análises

As pesquisas da Computação Pervasiva trabalham para desenvolver ferramentas que possibilitem aos usuários realizar as suas atividades a qualquer hora, em qualquer lugar com qualquer dispositivo (*anytime, anywhere e anydevice*). Em outras palavras, este tipo de tecnologia permite que um usuário que está em seu escritório, trabalhando em um *desktop*, possa continuar desempenhando suas tarefas (caso seja o desejo dele) em um dispositivo móvel enquanto transita por outras salas ou corredores do seu ambiente de trabalho, ou em outra estação, que se adapta automaticamente ao usuário, configurando o sistema de maneira que ele possa continuar trabalhando no mesmo ponto onde ele havia parado. A adaptação do sistema ocorre de acordo com as informações de contexto do ambiente que cerca o usuário, como por exemplo as pessoas que estão por perto do usuário, o espaço físico onde ele se encontra, o dispositivo o qual ele está usando, temperatura do ambiente, entre muitas outras.

A Computação Afetiva tem os seus estudos voltados para duas grandes metas: i) a síntese de emoções em máquinas, voltada principalmente para o desenvolvimento de robôs e outros agentes computacionais, para que estes sejam capazes de expressar sentimentos com a finalidade de torná-los cada vez mais semelhantes a um ser humano; e ii) o uso das emoções na interação entre humanos e o computador. Este segundo ramo da Computação Afetiva tem como objetivo principal tornar menos frustrante a interação entre as máquinas e os seres humanos.

Uma vez que identificado o estado emocional de um usuário, o sistema pode ser adaptado de maneira que torne o seu uso o mais agradável possível naquele momento.

A partir dos estudos realizados, foi constatado que o estado emocional de uma pessoa pode ser uma informação de contexto muito relevante para a adaptação proativa de um sistema pervasivo. Para que pudessem ser utilizados os conceitos de Computação Afetiva em conjunto com os recursos da Computação Pervasiva, foram necessários estudos na área da psicologia para entender melhor as emoções humanas, como elas surgem e as suas características. Com o modelo desenvolvido por Ortony; Clore; Collins (1988) (Modelo OCC) descobriu-se que as emoções podem ser inferidas a partir de três aspectos principais: agentes (o próprio sujeito ou outros indivíduos), eventos e objetos.

Neste trabalho são utilizados alguns conceitos da Computação Afetiva para a elaboração de um modelo que tem como finalidade a captura de características emocionais de uma pessoa que possam ser utilizadas como informação de contexto em um Sistema de Informação de Saúde (SIS) pervasivo. O modelo de aquisição de contexto afetivo desenvolvido neste trabalho será adaptado à arquitetura ClinicSpace para aprimorar os serviços por ela prestado. A arquitetura ClinicSpace será detalhada no próximo capítulo deste documento.

3 O PROJETO CLINICSPACE

Este capítulo registra os principais aspectos envolvidos no Projeto ClinicSpace, escopo desse trabalho.

3.1 Sistemas de Informação de Saúde

Atualmente, os Sistemas de Informação de Saúde (SIS), anteriormente conhecidos como Sistemas de Eletrônicos de Saúde (*Electronic Health Systems – EHS*), são modelados e desenvolvidos a partir de uma visão corporativa hospitalar que procura prover o gerenciamento das atividades hospitalares. Pesquisas recentes demonstram que existe grande rejeição aos SIS por parte dos profissionais clínicos (Bardram, 2003). Logo, a construção de SIS centrado ao médico se torna um requisito básico para a redução da rejeição de sistemas de saúde. Isso se torna um desafio devido ao alto grau de dinamicidade em ambientes clínicos.

Os ambientes clínicos possuem como características relevantes o trabalho colaborativo e a mobilidade. É necessário que os profissionais se desloquem pela instituição e que tenham acesso aos dados dos pacientes em qualquer ponto do hospital. Logo, torna-se necessário que o SIS acompanhe o médico (migração) e se adapte às situações onde ele se encontra (contexto). Também é necessário que o sistema disponibilize informações dos pacientes disponíveis em uma base de dados pervasivo, ou seja, a qualquer momento (*always on, anytime, anywhere, anydevice e anynetwork*) (Augustin; Lima; Yamin, 2006) (Machado, 2010).

As atividades desempenhadas em ambientes clínicos são exemplos de situações que podem ser gerenciadas por sistemas pervasivos (Bardram, 2003). Assim, o projeto ClinicSpace, em desenvolvimento pelo Grupo de Sistemas de Computação Móvel – GMob – da Universidade Federal de Santa Maria, com suporte de tecnologias fornecidas pela Computação Pervasiva, tem como objetivo o auxílio aos profissionais clínicos na execução de suas tarefas diárias no ambiente hospitalar.

É importante ressaltar que, mesmo que o sistema pervasivo tenha como característica essencial a proatividade (agir em nome do usuário), este deve levar em consideração que o usuário deseja manter o controle de como ele executa suas tarefas. Uma das principais características do projeto ClinicSpace é a possibilidade de personalização de como cada usuário executa suas atividades. Desta forma, não são necessários conhecimentos avançados sobre o sistema, o que, em um ambiente pervasivo hospitalar, pode diminuir a rejeição desse tipo de sistema por parte

dos profissionais clínicos.

Devido à complexidade computacional necessária para suprir as características do ambiente clínico, o projeto ClinicSpace procura realizar rotinas proativas, como a entrada de dados através da captura de informações de contexto, o que minimiza a complexidade para o usuário (Rizzetti, 2008). Porém, o projeto também dispõe de uma ferramenta com uma interface gráfica para a personalização de tarefas de acordo com as necessidades do médico. A personalização é realizada pelo próprio usuário (médico), para que ele possa gerenciar suas atividades clínicas relativas a tratamentos e diagnósticos, e também suas atividades administrativas e laboratoriais de maneira simples e eficaz. Assim, o ClinicSpace funciona como um assistente, auxiliando o médico a executar as tarefas cotidianas que compõem suas atividades profissionais.

3.2 Tarefas

A arquitetura ClinicSpace foi desenvolvida buscando prover o máximo de integração com o usuário. Para isso, ela foi projetada através da concepção da Teoria da Atividade (Ranganathan; Campbell, 2005). O termo “atividade” refere-se ao processo realizado por humanos, de forma colaborativa, coordenada e distribuída em um determinado espaço. Para modelar uma atividade, a Teoria da Atividade Humana faz o uso de seis componentes: sujeito, objeto, ferramentas, regras, comunidade e colaboração.

Aplicando o modelo proposto pela Teoria da Atividade de Ranganathan; Campbell (2005) ao ambiente clínico, o médico representa o *sujeito*, que tem como objetivo diagnosticar e/ou tratar pacientes, que, neste caso, é classificado como *objeto* da atividade. Para realizar as atividades, o médico utiliza *ferramentas* de mediação, que são representadas por registros, procedimentos, equipamentos e outros tipos de recursos. A mediação, geralmente, segue *regras* especificadas através guias clínicos. Por fim, a atividade é executada em um ambiente clínico (*comunidade*), onde existe uma diversidade de profissionais que, normalmente, dividem tarefas (*colaboração*) para a sua realização.

Na modelagem desses componentes na arquitetura ClinicSpace, a atividade clínica foi decomposta em um conjunto de tarefas. Essas tarefas dizem respeito a ações que são realizadas com o auxílio de recursos computacionais, e seguem a forma particular de cada indivíduo de realizá-las (Silva, 2009).

As tarefas são compostas por subtarefas, que são operações básicas do sistema, aplicações Java disponibilizadas para composição das tarefas pelo clínico. Quando agrupadas, as tarefas

simples formam uma tarefa composta, que segue um fluxo de execução (Figura 3.1).

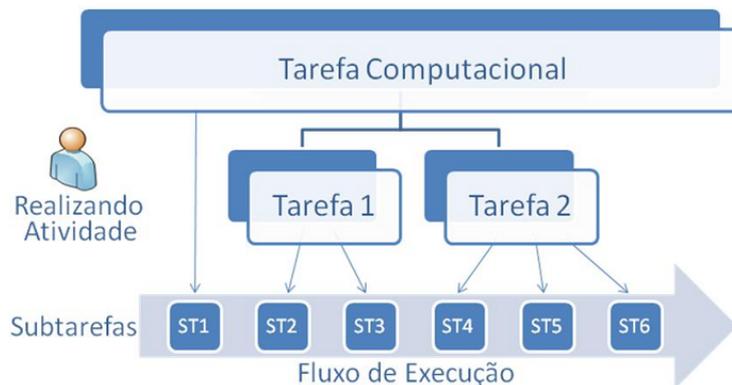


Figura 3.1: Conceito de tarefas na arquitetura ClinicSpace (adaptado de (Kroth, 2011))

A modelagem dá às tarefas as características de decomposição, recombinação e reutilização (Ferreira, 2009) (Vicentini, 2010). As subtarefas foram categorizadas por Silva (2009) como segue:

- **Identificação:** permitem identificação automática de profissionais e pacientes;
- **Busca:** responsáveis por recuperar informações de profissionais e pacientes;
- **Preenchimento:** registram as informações dos pacientes no sistema de saúde;
- **Visualização:** responsáveis por mostrar as informações dos pacientes.

Desta forma, o usuário interage com o sistema, personalizando suas tarefas, as quais são armazenadas com o vínculo a esse usuário. Portanto, cada médico possui um conjunto de tarefas vinculadas ao seu perfil no sistema. Assim sendo, o projeto ClinicSpace utiliza conceitos da Computação Pervasiva para gerenciamento e adaptabilidade dos sistemas ao meio clínico, buscando equilibrar a proatividade do sistema com a possibilidade de personalização.

3.3 A Arquitetura ClinicSpace

A arquitetura ClinicSpace é composta por: (i) Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IETC); (ii) Subsistema de Gerenciamento Distribuídos de Tarefas (SGDT); (iii) bases de suporte, onde se encontram o banco de dados de contexto e o banco de dados pervasivo de informações do paciente; (iv) pEHS – Sistema Eletrônico de Saúde Pervasivo (*Pervasive Electronic Health System*); e (v) o *middleware* de gerenciamento de ambiente pervasivo, EXEHDA.

A mediação entre o *middleware* de gerenciamento de ambiente pervasivo EXEHDA, o Sistema Eletrônico de Saúde Pervasivo (pEHS) e as bases de dados é realizada pelo Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas. Este permite o acesso transparente às informações das tarefas programadas pelo usuário.

A arquitetura ClinicSpace foi desenvolvida a partir da modificação e criação de novos serviços que foram adicionados como extensões ao *middleware* EXEHDA. Voltada para o gerenciamento e a programação personalizada das tarefas, a arquitetura ClinicSpace é organizada em níveis que refletem as visões do sistema (Figura 3.2). O nível superior é composto pelo usuário final (médico) que interage com a ferramenta para definir ou redefinir as suas tarefas que serão executadas no ambiente pervasivo. O nível intermediário é composto pelo mapeamento entre as tarefas definidas pelo usuário, subtarefas (aplicações pervasivas) e pelo gerenciamento de ambas. Por fim, o nível inferior é composto pelo serviço de serviços prestados pelo *middleware* EXEHDA, que é responsável pela gerência do ambiente pervasivo e presta suporte a execução das aplicações pervasivas (Silva, 2009) (Machado, 2010).

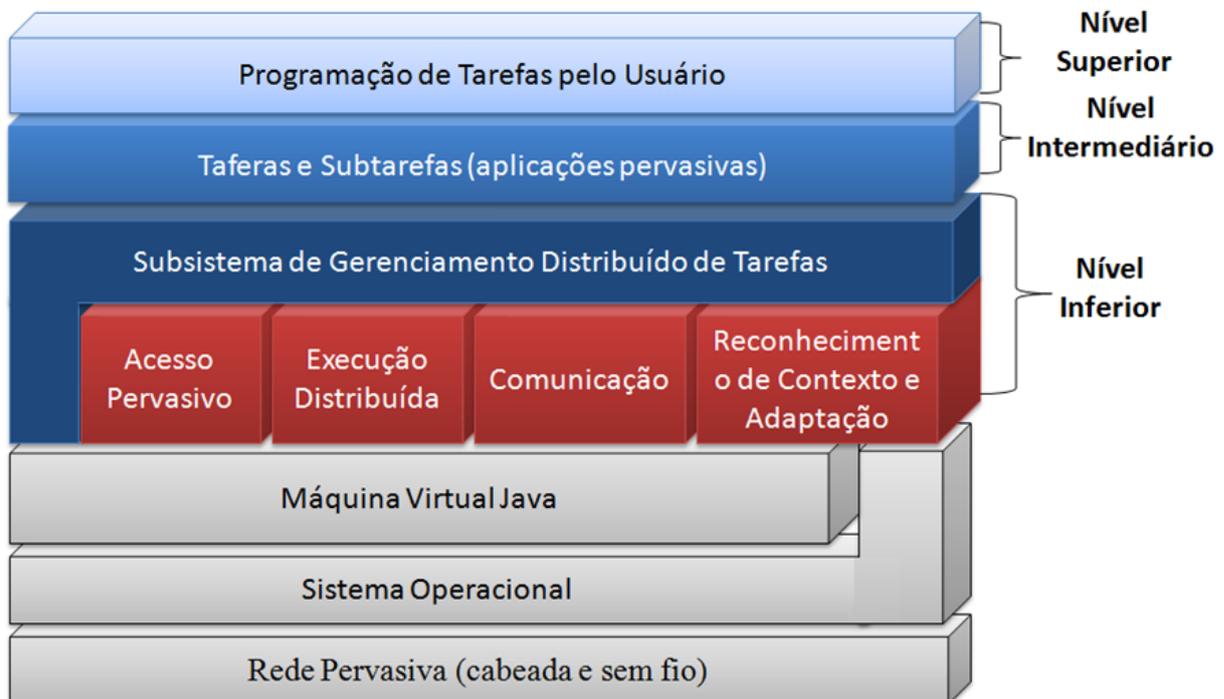


Figura 3.2: Arquitetura para programação e gerenciamento de tarefas (Kroth, 2011)

O *middleware* pervasivo EXEHDA não foi projetado para ter suporte a tarefas como se faz necessário no projeto ClinicSpace. Logo, foi desenvolvido um novo subsistema na infraestrutura computacional denominado Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT). Este subsistema tem a função de fazer a ligação entre tarefas e aplicações pervasivas, conforme

definidas na arquitetura do *middleware*. A extensão criada é responsável por gerenciar, em alto nível, as tarefas, delegando o gerenciamento das subtarefas (aplicações pervasivas) para os serviços atuais do EXEHDA.

Na interação do usuário com o ambiente pervasivo (hospital), mais especificamente na movimentação do usuário pelo ambiente, existe três casos a serem considerados:

1. O usuário pode se deslocar dentro do ambiente pervasivo portando um dispositivo móvel. Nesse caso não há desconexão e a sessão do usuário permanece ativa durante o deslocamento;
2. O usuário pode se deslocar pelo ambiente sem carregar um dispositivo. Nesse caso, ao sair do dispositivo onde estava trabalhando, o sistema encerra a sessão aberta, interrompendo e armazenando as tarefas que estavam em execução. Ao aproximar-se de outro dispositivo, seu login é habilitado nesse dispositivo, bastando o usuário logar-se para que sua sessão seja restaurada, e suas tarefas sejam mostradas na tela do dispositivo;
3. O usuário pode trocar de dispositivo sem se deslocar. Nesse caso, ele pode deslogar-se do dispositivo que está usando e logar-se no que irá usar. Ou, simplesmente, logar-se no dispositivo que irá utilizar, fazendo com que o sistema encerre sua sessão no dispositivo que estava sendo usado. Em ambos os casos, as tarefas em execução são interrompidas, armazenadas e disponibilizadas para continuação na tela do dispositivo no qual o usuário se logou.

Toda vez que a sessão do usuário é encerrada, o subsistema do EXEHDA faz a migração da sessão e das tarefas para um servidor, com o auxílio dos outros serviços do *middleware*. Da mesma forma, o SGGDT usa esses serviços para restaurar a sessão e as tarefas do usuário quando este logar em um dispositivo (Ferreira, 2009).

A arquitetura ClinicSpace foi desenvolvida para se tornar um ambiente voltado às atividades clínicas em conjunto com um Sistema de Informação de Saúde (pEHS – *pervasive Electronic Health System*) (Vicentini, 2010) e o ambiente de execução pervasivo, gerenciado pelo *middleware* EXEHDA.

Os componentes da arquitetura ClinicSpace são bem definidos, permitindo ao usuário final a modelagem de tarefas e o gerenciamento do ciclo de vida das tarefas. A Figura 3.3 mostra uma visão geral do Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas e os serviços que fazem parte da arquitetura.

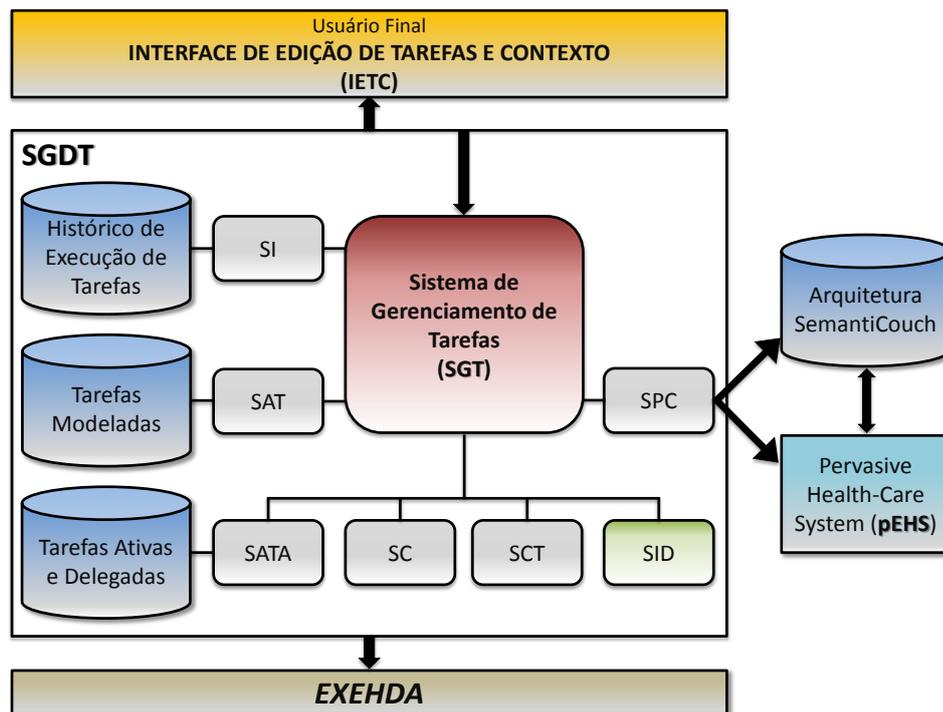


Figura 3.3: Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (adaptado de (Kroth, 2011))

A seguir são detalhados os componentes da arquitetura ClinicSpace.

3.3.1 Sistema de Informação Pervasivo de Saúde (pEHS – *pervasive Electronic Health System*)

Para viabilizar a utilização e validar a arquitetura ClinicSpace, foram realizadas pesquisas sobre Sistemas de Informação de Saúde (SIS) existentes. A partir desse estudo, foi projetado um novo sistema com características de pervasividade, chamado pEHS (Vicentini, 2010). Entre os principais requisitos desta aplicação estão: colaboração entre profissionais para a realização de tarefas, compartilhamento de informações e suporte à mobilidade.

As funcionalidades projetadas para o pEHS foram desenvolvidas na menor granularidade possível para que elas possam ser utilizadas isoladamente para os mais diversos fins na composição das tarefas dos usuários. Com isso, adotou-se o conceito de subtarefa que representa o mapeamento entre uma funcionalidade presente no pEHS e nos outros componentes da arquitetura ClinicSpace. Como exemplo de subtarefa, pode-se citar: “identificação de paciente”, “busca de exames visuais do paciente”, etc.

A composição de várias subtarefas compõe a tarefa a ser executada pelo usuário, representando o fluxo de execução necessário para a realização de uma ou várias atividades do seu cotidiano. A partir deste requisito, fica evidente que o pEHS deve ser altamente modularizado

para permitir que cada funcionalidade possa ser mapeada para uma sub tarefa e um conjunto de sub tarefas possam formar atividades. Caso o pEHS possua uma granularidade muito alta das suas funções, ou seja, agrupando várias funcionalidades que não podem ser decompostas, corre-se o risco de que as tarefas modeladas pelo usuário não representem a melhor forma de realização do seu trabalho (Vicentini, 2010).

A falta de flexibilidade de um sistema de informação hospitalar poderia levar a uma rejeição do sistema por parte dos usuários, contrariando o objetivo principal da arquitetura ClinicSpace, que é permitir que o usuário modele o sistema de acordo com as suas necessidades (Ferreira, 2009).

3.3.2 *Middleware* de Gerenciamento para Ambientes Pervasivos (EXEHDA)

O *middleware* EXEHDA (Yamin et al., 2005) fornece os serviços de mais baixo nível da arquitetura ClinicSpace, abstraindo do programador as sub tarefas e aplicações pEHS a dinamicidade e heterogeneidade do ambiente pervasivo, o controle da adaptação, a mobilidade física e lógica de recursos, a portabilidade e a conectividade no tratamento de conexões e desconexões realizadas por dispositivos de acesso sem fio (Kroth, 2011).

O EXEHDA disponibiliza os serviços básicos responsáveis pelo gerenciamento pervasivo de ambientes. Estes serviços são divididos nos seguintes subsistemas (Ferreira, 2009):

- **Subsistema de Reconhecimento de Contexto e Adaptação:** responsável pelo gerenciamento dos elementos do contexto, onde os dados coletados pelos sensores são fornecidos através de um serviço de subscrição (*publish/subscribe*¹);
- **Subsistema de Execução Distribuída:** responsável pelo suporte ao processamento distribuído no EXEHDA. Esse subsistema interage com os outros subsistemas, como o de reconhecimento de contexto e adaptação, para promover uma execução efetivamente pervasiva. Além disso, ele gerencia a execução e a migração das aplicações no ambiente pervasivo;
- **Subsistema de Comunicação:** responsável pelo gerenciamento da troca de mensagens e a descoberta dinâmica de outros serviços e recursos separados geograficamente. Disponibiliza mecanismos para atender os aspectos relacionados às desconexões existentes em

¹*Publish/subscribe* é um padrão de mensagens em que os remetentes (*publishers*) não enviam as mensagens diretamente a receptores específicos (*subscribers*).

um ambiente pervasivo, devido, tanto à infraestrutura de *hardware* sem fio, quanto às estratégias de economia de energia dos dispositivos móveis;

- **Subsistema de Acesso Pervasivo:** tem como finalidade dar suporte à premissa da Computação Pervasiva de acesso em qualquer lugar e todo o tempo a dados e código. É responsável por gerenciar a Base de Dados da Aplicação (BDA) e também o Ambiente Virtual do Usuário (AVU), disponibilizando-o para acesso a partir de qualquer dispositivo.

Os serviços prestados pelo SGGT serão descritos nas próximas seções.

3.3.3 Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IECT)

Com o intuito de disponibilizar ao usuário uma ferramenta de modelagem de suas tarefas, a arquitetura ClinicSpace dispõe de uma Interface de Edição de Tarefas e Contexto. Essa ferramenta-piloto é constituída de uma interface para que o usuário modele/ programe as suas tarefas de acordo com a sua forma particular/personalizada de realizar as atividades clínicas diárias.

Para fazer a composição de uma determinada tarefa, o usuário deve selecionar as subtarefas disponíveis (relacionadas às funcionalidades mínimas disponíveis no pEHS) e as ordena de maneira a refletir o seu fluxo de trabalho. Dessa forma, a execução das tarefas no sistema ocorrerá de acordo com o modo de trabalho de cada usuário, garantindo a personalização do sistema (Silva, 2009). Conforme a tarefa modelada, o usuário escolhe as subtarefas de seu interesse e especifica a ordem, através de setas, na qual o fluxo de execução das subtarefas deve ocorrer.

Como forma de implantar características do ambiente nas tarefas, o usuário tem a opção de anexar elementos do contexto disponível para cada subtarefa. A interface do sistema exibe quais os elementos do contexto podem ser introduzidos em cada subtarefa, bem como um formulário no qual o usuário especifica o comportamento do sistema em relação ao estado do contexto. A partir dessas configurações, o usuário pode escolher quais alertas serão emitidos quando uma determinada condição for satisfeita, permitindo que o sistema aja proativamente a seu favor. Assim, as características do contexto influenciam no comportamento da aplicação e podem auxiliar o usuário na tomada de decisões, por exemplo.

Após finalizar a modelagem da tarefa, o usuário salva a modelagem/programação realizada e o sistema a armazena como um descritor XML, contendo todas subtarefas envolvidas, bem

como a sequência configurada. No momento de execução de uma tarefa, o Sistema de Gerenciamento de Tarefas (SGT) identifica as subtarefas que compõem a tarefa e as instancia conforme a sua execução acontece, obedecendo às configurações realizadas na sua modelagem feita na IETC.

3.3.4 Serviço de Gerenciamento de Tarefas (SGT)

O objetivo desse serviço é realizar o mapeamento entre as subtarefas do ClinicSpace e os serviços da plataforma EXEHDA, usada para prover a pervasividade do sistema como um todo. Em alguns casos, uma subtarefa pode envolver a execução de diversos serviços EXEHDA para que a sua funcionalidade seja alcançada.

O principal papel desse serviço é tratar o mapeamento entre as funcionalidades do sistema pEHS e as subtarefas modeladas nas tarefas do usuário. Assim, sempre que uma subtarefa for executada, esse serviço identifica qual a respectiva funcionalidade do sistema pEHS deve entrar em execução e invoca os serviços EXEHDA. Também é responsabilidade do SGT gerenciar o ciclo de vida das tarefas. Caso o usuário necessite parar temporariamente ou finalizar uma tarefa, o SGT executa as operações necessárias para atualizar o seu estado ou terminá-la, mantendo assim o controle de execução do sistema (Ferreira, 2009).

O SGT utiliza a base de Tarefas Modeladas, que contém os descritores das tarefas modeladas de cada usuário armazenadas na forma de arquivos XML. No momento em que uma tarefa é iniciada, o SGT busca o seu descritor XML e identifica a sequência de subtarefas necessárias. De acordo com o andamento da execução, o sistema instancia as demais subtarefas necessárias até que a tarefa seja concluída.

O Serviço de Gerenciamento de Tarefas atua como servidor para a maioria dos demais componentes da arquitetura, uma vez que ele é o responsável por instanciar e executar as tarefas do usuário.

3.3.5 Serviço de Contextos de Tarefas (SCT)

Este serviço armazena o relacionamento das tarefas do usuário com o contexto configurado no momento da modelagem. Além disso, o SCT identifica elementos do contexto que podem servir para a diminuição da entrada manual de dados nos formulários do pEHS, facilitando o seu uso e diminuindo a propensão a erros humanos (Rizzetti, 2008). O usuário ainda pode agendar a execução de determinadas tarefas quando o contexto estiver em um estado predeterminado. O SCT também é responsável por suportar a execução dinâmica do contexto de interesse do

usuário (médico) (Machado, 2010).

3.3.6 Serviços de Inferências (SI)

Este serviço tem a responsabilidade de acessar e fazer inferências sobre as próximas tarefas do usuário de acordo com o seu histórico de execução e a situação do ambiente captada no momento da sua execução. Para isso, o SI possui uma forte interação com o SGT, assim como com os componentes do *middleware* EXEHDA e do Serviço de Permanência de Contexto (SPC).

As tarefas executadas pelos usuários são armazenadas em um Banco de Dados Relacional (base de Histórico de Execução). A partir desta base, juntamente com os dados de contexto armazenados no SemantiCouch, é possível traçar o perfil de utilização do usuário e fazer inferências sobre as tarefas a serem executadas no futuro.

Outra vantagem da utilização do histórico de atividades do usuário é a criação de *logs* da utilização do sistema. Informações como estas permitem realizar auditorias sobre as ações tomadas pelos usuários, considerando as circunstâncias (contexto) nas quais as tarefas foram realizadas.

3.3.7 Serviço de Acesso a Tarefas (SAT)

O Serviço de Acesso a Tarefas (SAT) é responsável por acessar e incluir as tarefas clínicas na base de Tarefas Modeladas. Este serviço é utilizado quando é necessário cadastrar novas tarefas no sistema, remover ou editar tarefas para adequar o sistema às necessidades do ambiente hospitalar e do médico.

3.3.8 Serviço de Acesso a Tarefas Ativas (SATA)

O Serviço de Acesso a Tarefas Ativas (SATA) tem como objetivo manter as tarefas em execução pelos usuários do sistema para realizar a migração entre dispositivos de acordo com o deslocamento do usuário. Para isso, o SATA utiliza serviços do *middleware* EXEHDA, para identificar a movimentação do usuário e realizar a semântica *follow-me*, trazendo dinamicidade ao sistema como um todo (Ferreira, 2009).

O Serviço de Acesso a Tarefas Ativas, pela sua natureza, possui uma forte ligação com o SGT. Ele é notificado sempre que uma tarefa entra em execução ou é finalizada.

As tarefas em execução por um usuário são armazenadas em um Banco de Dados Relacional. A base de Tarefas Ativas é responsável por manter essas informações.

3.3.9 Serviço de Colaboração (SC)

Recentemente foi incorporado à arquitetura ClinicSpace um Serviço de Colaboração (Kroth, 2011). Este serviço é responsável por prover a comunicação entre os usuários no que se refere as tarefas por eles desempenhadas. Assim é possível realizar a transferência ou delegações de tarefas não concluídas entre os usuários.

O Serviço de Colaboração foi modelado para atender ao requisito de colaboração exigido em ambientes clínicos (Bardram.; Christensen, 2007). O suporte à colaboração foi projetado com duas funcionalidades: Comunicação e Delegação de Tarefas em Execução.

3.3.10 Serviço de Persistência de Contexto (SPC)

O Serviço de Persistência de Contexto permite o armazenamento de dados de contexto e a recuperação dos mesmos pelos serviços internos do ClinicSpace. Além disso, baseado nas informações de contexto armazenadas, o SPC oferece acesso aos documentos armazenados de forma contextualizada. Desta forma, ele seleciona versões desses documentos de acordo com as informações de contexto descritas na consulta destes documentos, em comparação com as informações de contexto que estão integradas aos documentos armazenados na arquitetura ClinicSpace.

Para realizar a persistência dos dados de contexto e de informações clínicas, Maran (2011) desenvolveu a arquitetura SemantiCouch. Esta arquitetura permite a utilização de ontologias em bases de dados distribuídas, provendo acesso a dados semânticos por sistemas pervasivos.

3.3.11 Serviço de Identificação de Contexto (SID)

O serviço de Identificação permite a identificação automatizada dos elementos envolvidos no contexto das atividades clínicas do ClinicSpace. A partir da extração de informações do *QRCode* anexados aos objetos (medicamentos e materiais) e etiquetas (pacientes e prontuários), o SID também distingue o que é elemento da arquitetura ClinicSpace e o que não é.

Além disso, o Serviço de Identificação adapta a informação, quando esta é de um elemento da arquitetura ClinicSpace, através da análise do contexto em que a informação é requisitada. Essa análise tem como base, atualmente, o usuário que inicia a tarefa de identificação, o elemento e o dispositivo de exibição da informação. Com isso, o SID contextualiza a identificação permitindo a restrição de informações por usuário/grupo e cenário (dispositivo). O desenvolvimento desse serviço é tema da dissertação do mestrando Alexander Fiabane do Rego.

3.4 A importância das informações de contexto

Atualmente, o desenvolvimento de sistemas preocupa-se em ser cada vez mais orientado ao usuário-final, diminuindo a distância entre a forma como o usuário realiza as suas atividades rotineiras e a modelagem destas nos Sistemas de Informação de Saúde. Isso é feito buscando disponibilizar ao profissional de saúde formas adaptativas e personalizáveis de utilização, configuração e controle do sistema, sendo baseado em um histórico ou em um tipo de perfil.

Para atender a estes requisitos, o projeto ClinicSpace foi desenvolvido sob o ponto de vista do usuário (médico), orientado às atividades clínicas, baseado em tecnologias móveis e pervasivas consciente de contexto e utilizando técnicas de programação orientada ao usuário final. Portanto, um ponto essencial na modelagem da arquitetura ClinicSpace são as informações de contexto do usuário e do meio em que ele atua.

No trabalho de Machado (2010) foi trabalhada a identificação do contexto que influencia em uma atividade clínica dentro de um hospital, bem como as formas do médico expressar o seu interesse em um determinado contexto, associando o contexto às suas atividades diárias. As informações de contexto foram obtidas através de elementos básicos, como informações sobre o paciente, dispositivo utilizado e alguns recursos ambientais.

Tendo em vista a importância das informações de contexto em sistemas pervasivos, o presente trabalho foi desenvolvido com intuito de aprimorar a coleta de contexto para aumentar a acurácia dos serviços prestados pela arquitetura ClinicSpace. Para isso são consideradas as características emocionais dos profissionais de saúde, tornando a arquitetura ClinicSpace um Sistema de Informação de Saúde mais orientado ao usuário-final e reduzindo a rejeição deste tipo de sistema pelos usuários (médicos).

No próximo capítulo será definido o modelo para inferência de estresse e aquisição de contexto afetivo para a arquitetura ClinicSpace.

4 MODELO DE CONTEXTO AFETIVO PARA A ARQUITETURA CLINICSPACE

De acordo com a bibliografia (Massey et al., 2010) (Taleb; Bottazzi; Nasser, 2010), concluiu-se que a maioria dos estudos encontrados que relacionam a Computação Afetiva e Computação Pervasiva com a área da saúde são voltadas para o bem estar do paciente. Como fato de a efetividade do trabalho clínico depender bastante do estado afetivo do profissional, induz-se que as condições emocionais do profissional da área da saúde é fundamental para a qualidade de vida do mesmo e da população por ele atendida.

Este capítulo detalha o serviço adicionado à arquitetura ClinicSpace para captura do estado cognitivo-afetivo do médico.

4.1 Motivação para o projeto de um novo serviço

O presente trabalho tem como objetivo a criação de um modelo para identificar a presença de estresse em um indivíduo. A partir do modelo proposto, é possível criar um Serviço de Contexto Afetivo, incorporado ao Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas (SGDT) da arquitetura ClinicSpace, para fornecer apoio prévio ao médico na realização das suas tarefas clínicas.

Com um Serviço de Contexto Afetivo, novos serviços, como um sistema de recomendações, podem ser incorporados na arquitetura ClinicSpace. Com informações de contexto mais particulares, como as emoções, também é possível criar um serviço de configuração dinâmica da interface para adaptar o sistema de acordo com o estado afetivo do usuário. Assim contribui-se para diminuir a rejeição de SIS pelos profissionais clínicos.

Uma das principais características de um sistema pervasivo como o ClinicSpace é a capacidade de adaptação às necessidades e ao perfil de cada usuário. Para que esta adaptação aconteça de forma correta, faz-se necessário uma captação eficiente de informações de contexto. Essas informações podem constituir a localização do usuário, situação, perícia, etc. Porém, um tipo de informação de contexto frequentemente ignorado e que pode mudar as interações com o computador, é o estado emocional do usuário (Epp; Lippold; Mandryk, 2011).

Portanto, para que a interação entre humanos e máquinas possa ser otimizada, é necessário que o computador tenha conhecimento da natureza psicológica humana (Nunes; Bezerra; Oliveira, 2010). O estado emocional humano pode variar drasticamente no decorrer do dia ou mesmo

durante a realização de uma tarefa, o que torna mais complicada a captura deste tipo de informação.

Sistemas que são capazes de inferir o aspectos emocionais dos usuários adquirem importantes informações de contexto que ajudam a tomada de decisões de como interagir e se adaptar às respostas do usuário (Epp; Lippold; Mandryk, 2011). Considerando que hospitais são ambientes repletos de situações que estimulam vários e diversos tipos de emoções e sentimentos, torna-se importante a utilização deste tipo de informação na arquitetura ClinicSpace, permitindo que o sistema ofereça um apoio mais adequado ao profissional perante a realização de suas tarefas diárias.

4.2 Estresse como informação de contexto

No escopo do projeto ClinicSpace, optou-se por trabalhar especificamente com o estresse, um distúrbio emocional cuja manifestação pode influenciar diretamente e de maneira negativa o trabalho dos médicos. Para isso foi criado um Serviço de Contexto Afetivo, que é capaz de realizar inferências sobre o estado emocional, identificando a presença de estresse no profissional. A figura 4.1 apresenta o posicionamento do Serviço de Contexto Afetivo, inserido no Subsistema de Gerenciamento Distribuído de Tarefas, na nova arquitetura ClinicSpace.

Utilizando o estresse como informação de contexto afetivo, a arquitetura ClinicSpace dispõe de um conjunto de elementos de contexto mais rico, proporcionando uma adaptação mais precisa às necessidades do profissional de saúde.

4.3 Modelo para o serviço de identificação de estresse

Como metodologia, antes de partir para a inferência de emoções mais complexas, optou-se por trabalhar apenas com a sobrecarga emocional e outros eventos que originam o estresse em médicos. Ainda que afirmem que se trata de um processo e não uma emoção, Stanley; Burrows (2001) classificam o estresse como uma das principais emoções do adulto. Segundo os autores, a ativação psicológica ou física causada pela discrepância entre demandas situacionais e mecanismos de enfrentamento pode disparar uma série de emoções, como tensão, nervosismo, ansiedade, irritação, raiva, entre outros. A partir destas pesquisas, concluiu-se que é importante utilizar o fator emocional para identificar se o indivíduo apresenta distúrbios emocionais que possam desencadear estresse.

O desenvolvimento de instrumentos para a identificação, medida e avaliação de estresse

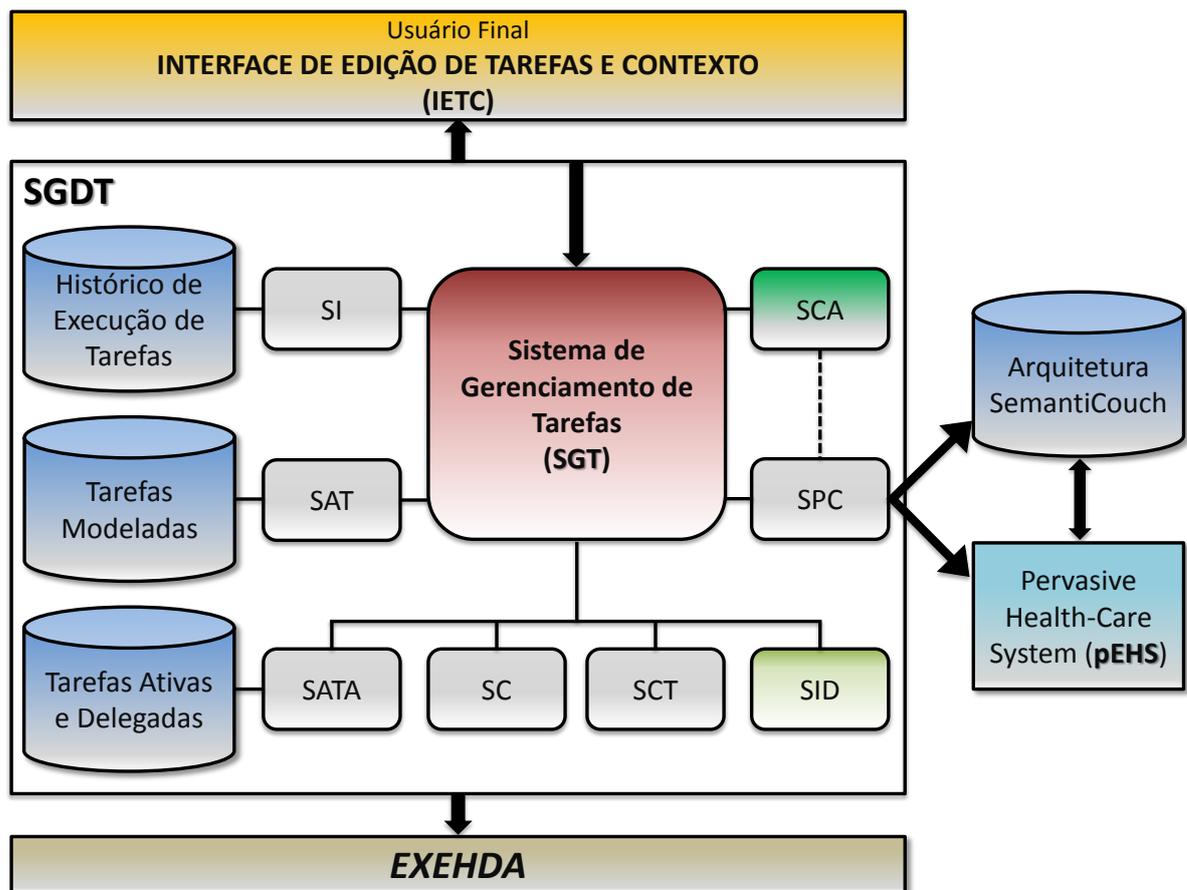


Figura 4.1: Integração do Serviço de Contexto Afetivo na arquitetura do ClinicSpace

ainda é um grande desafio para pesquisadores. O paradigma de identificação de estresse mais utilizado consiste em apresentar ao indivíduo uma lista de estressores, que são avaliados em uma escala de frequência, e uma lista com reações, que também são avaliadas em uma escala, independentemente dos estressores (Passchoal; Tamayo, 2004).

Levando em consideração estas questões, o modelo proposto neste trabalho funciona com base na integração de três abordagens: o uso de *AffectButtons* (Broekens; Brinkman, 2009) para realizar uma autoanálise sobre o estado emocional do usuário; o teste da Escala de estresse Percebido (PSS - *Perceived Stress Scale*) para verificar a presença de estresse; e, por fim, o fator de estresse que uma atividade prevista no ClinicSpace pode exercer sobre o médico. As três abordagens são utilizadas em conjunto para prover maior precisão na inferência.

Em um primeiro momento, pretendeu-se utilizar o modelo OCC, adaptando-o para identificar o estado emocional do usuário, dando ênfase às emoções que podem levar ao surgimento do estresse. Para esta abordagem seria necessária a elaboração de um instrumento na forma de um questionário, a ser realizado com ajuda de psicólogos especializados no assunto. O

modelo OCC adaptado levaria em consideração as emoções de valência negativa, representadas no modelo OCC pelo ódio, vergonha, reprovação, raiva, tristeza, remorso e medo. Desta maneira, considerou-se que algumas emoções não exercem influência no surgimento do estresse (emoções de valência positiva), como alegria, amor, admiração, orgulho, gratificação, gratidão, alívio, satisfação, e não são apresentadas na adaptação do modelo (Figura 4.2).

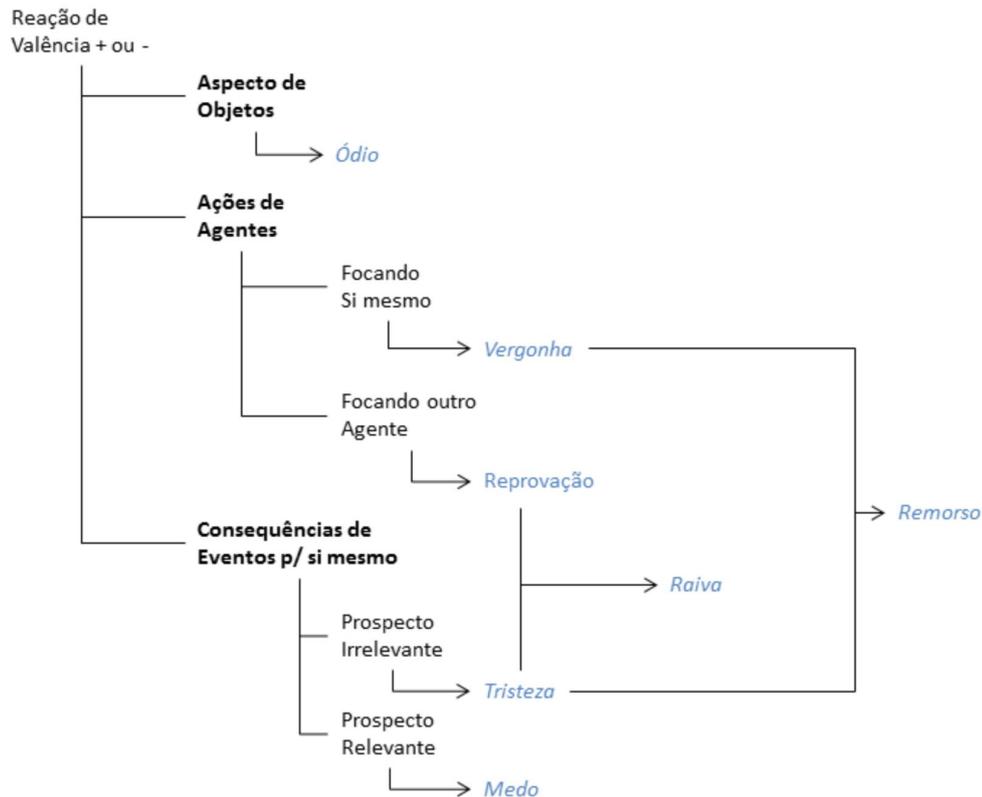


Figura 4.2: Adaptação do modelo OCC

Concluiu-se que, para esta abordagem, seria necessária a elaboração de uma ferramenta psicológica complexa para realizar a inferência em tempo real sobre o estado emocional de uma pessoa através do seu estado cognitivo. Através de reuniões realizadas com alguns profissionais da área da Psicologia, foi constatado que, mesmo dispondo do Modelo OCC, este tipo de ferramenta deve ser elaborada por um profissional especializado na área de emoções e demanda muito tempo para a sua elaboração e validação. É importante registrar que nenhum dos psicólogos contactados concordou em elaborar tal ferramenta devido ao tempo necessário para o desenvolvimento da mesma. Em função dessa dificuldade, optou-se por não utilizar o modelo OCC neste trabalho.

4.3.1 Autoavaliação emocional

Como alternativa ao modelo OCC, iniciou-se um estudo do tema na área de psicologia. Concluindo-se que é amplamente aceito o princípio de que o próprio sujeito tem ciência do seu estado emocional melhor do que qualquer outro ser humano ou testes e técnicas para identificação de emoções. Optou-se, então, por requisitar ao usuário uma autoavaliação quanto ao seu estado emocional, limitando a apenas quatro categorias: tranquilo, feliz, triste e raivoso. Estas emoções foram escolhidas pelo fato de que, de acordo com Holinquist (1998), emoções como tristeza e raiva (entre outras de valência negativa) interferem nas mensagens cerebrais para todas as partes do corpo e possuem grande influência no surgimento do estresse.

Logo, para identificar a presença de estresse no profissional clínico, primeiramente são utilizados *AffectButtons*¹. Estes botões são ilustrados com *emojicons* que representam os quatro estados emocionais básicos citados anteriormente (Figura 4.3).



Figura 4.3: Representação dos quatro estados emocionais (tranquilo, feliz, triste e raivoso) através de *AffectButtons*

Com esta técnica é possível identificar se o estado emocional do usuário é de valência positiva ou negativa. Os botões que representam as emoções “tranquilo” e “feliz” possuem valência positiva, não influenciando no surgimento de estresse, enquanto os botões que representam as emoções “triste” e “raivoso” correspondem à valência negativa, e podem ser consideradas “pontos de partida” para o desencadeamento do estresse. Como o objetivo do serviço proposto é identificar a presença de estresse, essas duas categorias foram classificadas em estados binários, onde 1 representa as emoções de valência negativa e 0 (zero) as emoções de valência positiva. A classificação binária dos estados afetivos é utilizada posteriormente em conjunto com o resultado das duas outras abordagens para definir o estado do usuário.

¹detalhes sobre *AffectButtons* são encontrados no artigo *AffectButton: Towards a standard for dynamic affective user feedback*, de (Broekens; Brinkman, 2009)

4.3.2 Escala de Estresse Percebido (PSS)

A segunda abordagem utilizada é o teste da Escala de Estresse Percebido (PSS) (Cohen; Karmack; Mermelstein, 1983). Para obter a média e os resultados da PSS referente a um período de tempo equivalente a jornada de trabalho dos médicos, foi alterada a frase inicial das questões apresentadas no teste. Portanto, no início das perguntas da PSS, a frase “*Neste último mês, com que frequência...*” foi substituída por “*Nos últimos dias, com que frequência...*” (Tabela 4.1).

Nos últimos dias, com que frequência...	
1	Você tem ficado triste por causa de algo que aconteceu inesperadamente?
2	Você tem se sentido incapaz de controlar as coisas importantes em sua vida?
3	Você tem se sentido nervoso e estressado?
4	Você tem tratado com sucesso dos problemas difíceis da vida?
5	Você tem sentido que está lidando bem com as mudanças importantes que estão ocorrendo em sua vida?
6	Você tem se sentido confiante na sua habilidade de resolver problemas pessoais?
7	Você tem sentido que as coisas estão acontecendo de acordo com sua vontade?
8	Você tem achado que não conseguiria lidar com todas as coisas que você tem que fazer?
9	Você tem conseguido controlar as irritações em sua vida?
10	Você tem sentido que as coisas estão sob o seu controle?
11	Você tem ficado irritado porque as coisas que acontecem estão fora do seu controle?
12	Você tem se encontrado pensando sobre as coisas que deve fazer?
13	Você tem conseguido controlar a maneira como gasta seu tempo?
14	Você tem sentido que as dificuldades se acumulam a ponto de você acreditar que não pode superá-las?

Tabela 4.1: A Escala de estresse Percebido alterada

Para cada pergunta o usuário pode escolher uma entre 5 opções:

- Nunca
- Quase nunca
- As vezes
- Quase sempre
- Sempre

O escore da PSS é obtido somando os resultados das questões e comparado com a média de estresse percebido de acordo com o gênero do usuário. Inicialmente, são usadas as médias de estresse percebido obtidas nas pesquisas de Reis; Hino; Rodriguez-Añes (2010), levando em

consideração apenas a variável gênero (masculino e feminino). A escolha destas medidas ocorreu devido a semelhanças de realidades, uma vez que a pesquisa de Reis e Petroski foi realizada com população da região sul do Brasil, e a de Cohen foi realizada na população norte-americana. Participaram da pesquisa de Reis e Petroski 785 pessoas, sendo 451 do sexo masculino e 334 do sexo feminino. Uma população consideravelmente maior para ambos os gêneros, comparado à pesquisa de (Luft et al., 2007), que foi realizada com 76 pessoas (6 homens e 70 mulheres). A discrepância entre os gêneros é outro motivo pelo qual decidiu-se usar as médias obtidas na pesquisa de Reis e Petroski (Tabela 4.2).

Gênero	n	Média	dp
Masculino	451	16,3	0,3
Feminino	334	18,3	0,3

Tabela 4.2: Médias de estresse percebido na população da região sul do Brasil, adaptado de (Reis; Hino; Rodriguez-Añes, 2010)

O resultado da soma é armazenado na base de contexto, junto ao perfil do profissional na arquitetura ClinicSpace, e é comparada com as médias da PSS disponíveis na base de contexto. A cada sete dias são geradas novas médias para ambas as categorias de gênero (masculino e feminino), que substituem os valores contidos na base de contexto que são usados para a comparação. Isso faz com que o sistema se mantenha atualizado em relação a situação psicológica dos funcionários do ambiente. Assim sendo, as médias anteriores são descartadas e as novas médias são usadas para a comparação com o escore obtido com a PSS. As médias são atualizadas a cada sete dias porque infere-se que, após um final de semana (geralmente usado para descanso), os fatores emocionais sofrem alterações significantes, podendo alterar o nível de estresse de uma pessoa.

Após a comparação do escore obtido através da PSS com a média, é possível identificar se o profissional está estressado. O resultado desta abordagem também é convertido em valores binários, onde 1 representa estresse detectado e 0 (zero) ausência de estresse, para ser combinada com o resultado das outras abordagens a fim de definir o estado do usuário.

4.3.3 Classificação de estresse de Atividades Clínicas

Segundo Passchoal; Tamayo (2004), estudos demonstram que existe um consenso de que as percepções dos indivíduos são mediadoras do impacto do ambiente de trabalho sobre o indivíduo. Portanto, para algo ser constatado como estressor no ambiente de trabalho, ele precisa ser percebido como tal pelos empregados. Desta forma, o estresse ocupacional pode ser definido

como um processo em que um indivíduo percebe demandas do trabalho como estressores, podendo exceder a habilidade de enfrentar tais situações, provocando reações negativas por parte do indivíduo. A partir dessas informações, optou-se por identificar quais as atividades no meio clínico podem ser consideradas estressores.

Para identificar o quanto uma atividade clínica pode influenciar de forma negativa nos fatores cognitivos de um médico, foi realizada uma pesquisa com pessoas que atuam no meio clínico. A pesquisa foi anônima, sendo requisitado apenas a idade e o tempo de trabalho em ambientes clínicos hospitalares. Participaram da pesquisa 34 profissionais, sendo que quatro deles possuem mais de 15 anos de experiência, nove atuam na área entre 5 e 10 anos, e os outros vinte e um participantes trabalham no ambiente clínico a menos de 5 anos. A média de idade dos entrevistados é de 30 anos. A pesquisa teve início no dia 29 de Novembro de 2011 e teve duração de 50 dias, sendo encerrada no dia 17 de Janeiro de 2012.

A pesquisa foi realizada através de um questionário *online* contendo vinte questões, sendo que onze delas descrevem as atividades clínicas previstas na base de Tarefas Modeladas na arquitetura ClinicSpace (Silva, 2009), e seis descrevem outras tarefas do cotidiano do médico. Para esta avaliação foi requisitado aos profissionais que marcassem, em uma escala de 1 a 5, o quanto cada item descrito pode ser estressante, onde 1 significa pouco estressante, e 5 significa muito estressante. Após o encerramento da pesquisa, foi calculada a média aritmética das respostas de cada item. Na Tabela 4.3 são apresentadas as tarefas descritas no questionário e as respectivas médias obtidas com a pesquisa.

A décima oitava e décima nona questões dizem respeito ao tempo de experiência do profissional e sua idade. Diferente de todas as outras, a resposta da última questão da pesquisa é facultativa. Esta questão pergunta sobre atividades que o participante considera estressante que não foram apresentadas na pesquisa. As respostas desta pergunta resultaram em cinco tarefas não descritas na pesquisa.

Com as cinco tarefas sugeridas, foi realizada uma segunda pesquisa semelhante à primeira. Esta teve duração de 14 dias, começando no dia 27 de Janeiro de 2012 e terminando no dia 10 de Fevereiro de 2012. A segunda pesquisa foi realizada com os mesmos participantes da primeira. As atividades sugeridas e as médias destas são apresentadas na Tabela 4.4.

Para finalizar, as tarefas foram classificadas em duas categorias: normal (0) e estressante (1). A definição da categoria de cada atividade foi definida de acordo com a média obtida na pesquisa. As atividades com média abaixo de 2,50 foram classificadas com grau normal,

Tarefa	média
Revisar os problemas do paciente	1,70
Procurar informações específicas no registro do paciente	3,29
Obter os resultados de novos testes e investigações	2,05
Adicionar notas diárias sobre as condições do paciente	2,41
Requisitar análises laboratoriais	1,65
Requisitar exames de video/filmagem (raio-x, tomografia, etc)	1,76
Obter resultados laboratoriais	2,41
Obter resultados de exames de video/imagem	2,82
Requisitar tratamentos	2,59
Escrever prescrições	2,29
Registro de códigos para diagnóstico e procedimentos executados	3,47
Trabalhar em atendimentos emergenciais	4,18
Realizar procedimentos de risco (cirurgias, endoscopias, colposco, etc)	3,88
Realizar consultas, exames, laudos ou perícias	2,18
Acompanhar gestações	2,18
Realizar consultas de puericultura	2,00
Ajustar medicações	1,71

Tabela 4.3: Médias de estresse de atividades clínicas

Tarefa	média
Requisitar dieta especial	2,00
Obter registros de sinais vitais	3,47
Obter medicações não padronizadas pelo hospital	4,18
Obter avaliação de profissional específico (neurologista, fisioterapeuta, psicólogo, nutricionista, nefrologista, etc)	3,88
Escrever anamneses e exames físicos	2,18

Tabela 4.4: Médias de estresse obtidas na segunda etapa da pesquisa

enquanto as atividades com média acima de 2,50 foram classificadas como estressantes. O limite entre as duas categorias foi definido pela média de classificação de estresse apresentado na pesquisa, que varia de 1 até 5. As atividades classificadas como “normal” receberam esta atribuição porque, de acordo com a pesquisa, todas as atividades previstas são estressantes, porém as atividades com média abaixo de 2,50 incitam um nível de estresse considerado normal no meio clínico hospitalar e não impactam de maneira significativa no desempenho dessas tarefas. Ao contrário destas, as atividades consideradas estressantes (com média superior a 2,50) podem desencadear estresse em certo nível que pode influenciar na tomada de decisões e realização de tarefas.

Considerando as duas categorias (normal e estressante) e as médias obtidas com os resultados das pesquisas, as tarefas foram classificadas como descrito na Tabela 4.5:

Para obter a classificação de estresse da tarefa, não é necessária interação explícita do

Tarefa	Classificação
Revisar os problemas do paciente	normal
Procurar informações específicas no registro do paciente	estressante
Obter os resultados de novos testes e investigações	normal
Adicionar notas diárias sobre as condições do paciente	normal
Requisitar análises laboratoriais	normal
Requisitar exames de video/filmagem (raio-x, tomografia, etc)	normal
Obter resultados laboratoriais	normal
Obter resultados de exames de video/imagem	estressante
Requisitar tratamentos	estressante
Escrever prescrições	normal
Registro de códigos para diagnóstico e procedimentos executados	estressante
Trabalhar em atendimentos emergenciais	estressante
Realizar procedimentos de risco	estressante
Realizar consultas, exames, laudos ou perícias	normal
Acompanhar gestações	normal
Realizar consultas de puericultura	normal
Ajustar medicações	normal
Requisitar dieta especial	normal
Obter registros de sinais vitais	estressante
Obter medicações não padronizadas pelo hospital	estressante
Obter avaliação de profissional específico	estressante
Escrever anamneses e exames físicos	normal

Tabela 4.5: Classificação de estresse das tarefas clínicas

usuário com o sistema. As atividades previstas para o usuário são obtidas na Base de Tarefas Ativas e Delegadas da arquitetura ClinicSpace.

4.3.4 Definição do modelo

Tendo as três abordagens definidas e classificadas em resultados binários, é possível classificar o estado do usuário. É importante ressaltar que, apesar de utilizar uma medida explícita para identificar a presença de estresse em um indivíduo (modelo PSS), optou-se por utilizar duas abordagens adicionais (autoanálise emocional e classificação de tarefas) para credibilizar o modelo proposto e criar uma classificação de estresse de acordo com a natureza do ambiente no qual o sistema deve atuar.

Os resultados das abordagens utilizadas foram convertidos em estados binários, de maneira que o valor 0 (zero) representa um “estado normal”, e o valor 1 indica a presença de estresse ou possibilidade de estresse em todos os casos. A classificação dos estados foi definida através do cruzamento de todas as possibilidades de resultado das abordagens utilizadas. A Tabela 4.6 apresenta o relacionamento binário de todos os possíveis resultados e o estado definido para

cada caso².

A	B	C	Estado do usuário
0	0	0	Sem estresse
0	0	1	Normal
0	1	0	Baixa tendência ao estresse
0	1	1	Alta tendência ao estresse
1	0	0	Possivelmente estressado
1	0	1	Estresse controlável
1	1	0	Estresse considerável
1	1	1	Alto nível de estresse

Tabela 4.6: Modelo de estados do usuário resultante do relacionamento binário dos resultados

Os estados apresentados na tabela acima foram classificados em oito categorias, de acordo com os resultados obtidos através da interação do usuário com o sistema. Caso o resultado da PSS apresente como resultado o estado “normal” (0), o usuário identifique o seu estado emocional como tranquilo ou alegre (0) e a atividade prevista não seja considerada estressante (média abaixo de 2,50) de acordo com as pesquisas realizadas (0), o estado do usuário é definido como “Sem estresse”. Se o resultado da PSS e da autoavaliação apresentam o mesmo padrão descrito no caso anterior e a atividade prevista é considerada estressante (0, 0, 0), o estado do usuário é definido como “normal”, pois, como comentado anteriormente, as tarefas desempenhadas pelo profissional de saúde geralmente são consideradas estressores (Familoni, 2008) (Texas Medical Association, 2011). Neste caso, assume-se que o profissional é capaz de lidar com tais situações, pois estas fazem parte do seu cotidiano. Além disso, as outras abordagens não acusam fatores que possam intensificar o estresse causado pela atividade.

Se o teste obter como resultados “normal” na PSS, a autoavaliação do estado emocional apontar emoção equivalente a tristeza ou raiva e a atividade prevista não ser considerada estressante (0, 1, 0), o estado do usuário é definido como “Baixa tendência ao estresse”. A definição deste estado se dá devido ao estado emocional do usuário. Como citado anteriormente, emoções como raiva e tristeza tendem a desencadear estresse (Holinquist, 1998).

O estado do usuário é definido como “Alta tendência ao estresse” quando a PSS não indica a presença de estresse, mas a autoavaliação indica raiva ou tristeza e a atividade prevista é considerada estressante (0, 1, 1). Este estado leva esta definição porque, considerando um estado emocional de valência negativa e uma atividade estressante, existe uma grande chance de o profissional ficar estressado.

²A - Escala de Estresse Percebido (PSS); B - Autoavaliação Emocional (*AffectButton*); C - Classificação de estresse da atividade.

Em caso da PSS identificar estresse no usuário, ele não se considerar triste ou raivoso e atividade prevista ser considerada normal (1, 0, 0), o estado do usuário é definido como “Possivelmente estressado”. Como se trata de uma ciência humana, onde sempre existe a incerteza, e a identificação de estresse em seres humanos, mesmo que com a utilização de ferramentas psicológicas validadas, é uma questão que envolve dados empíricos, este estado foi definido desta maneira devido a possível imprecisão na identificação de estresse, pois o estado cognitivo e psicológico do ser humano é vasto e nebuloso demais para ser interpretado e classificado com precisão por tais ferramentas.

O sexto estado, representado pela presença de estresse identificada na PSS, classificação emocional neutra e atividade estressante (1, 0, 1), é definido como “Estresse controlável”. Esta atribuição foi definida levando em consideração que o ambiente clínico hospitalar, por si próprio, é caracterizado pelo estresse generalizado e que o profissional é capaz de lidar com o estresse proveniente dele e das tarefas, mesmo que estas possam ser consideradas estressantes.

Tendo a presença de estresse identificada pela PSS e emoção de valência negativa indicada pelo usuário, por mais que não esteja prevista uma atividade considerada estressante (1, 1, 0), o sétimo estado é definido como “Estresse considerável”. Este estado é definido como considerável uma vez que o estresse identificado pela PSS é validado através da confirmação emocional do usuário.

Por fim, quando as três abordagens apontarem a presença de estresse, emoção que tende ao estresse e atividade estressante (1, 1, 1), o usuário é classificado com “Alto nível de estresse”, pois todos os sinais apontados no modelo indicam que o médico está/estará sob o efeito de um distúrbio emocional, podendo afetar a sua capacidade cognitiva afetada e influenciar na realização de suas tarefas.

4.4 Detalhes de implementação

O modelo proposto foi implementado no Serviço de Contexto Afetivo – SCA – da arquitetura ClinicSpace. A estrutura do SCA, ilustrada na Figura 4.4, é composta por dois módulos: o Módulo de Inferência Cognitiva e o Módulo de Análise Binária.

4.4.1 Módulos do Serviço de Contexto Afetivo

O Módulo de Inferência Cognitiva possui dois submódulos que são responsáveis por identificar as características psicológicas do usuário. O Submódulo de Inferência de Estresse cor-

responde à PSS. Este submódulo é encarregado de administrar as perguntas e respostas relacionadas ao teste da PSS. Já o Submódulo de Inferência Emocional corresponde à autoavaliação emocional. Por meio deste que, através dos *AffectButtons*, o usuário informa o seu estado emocional.

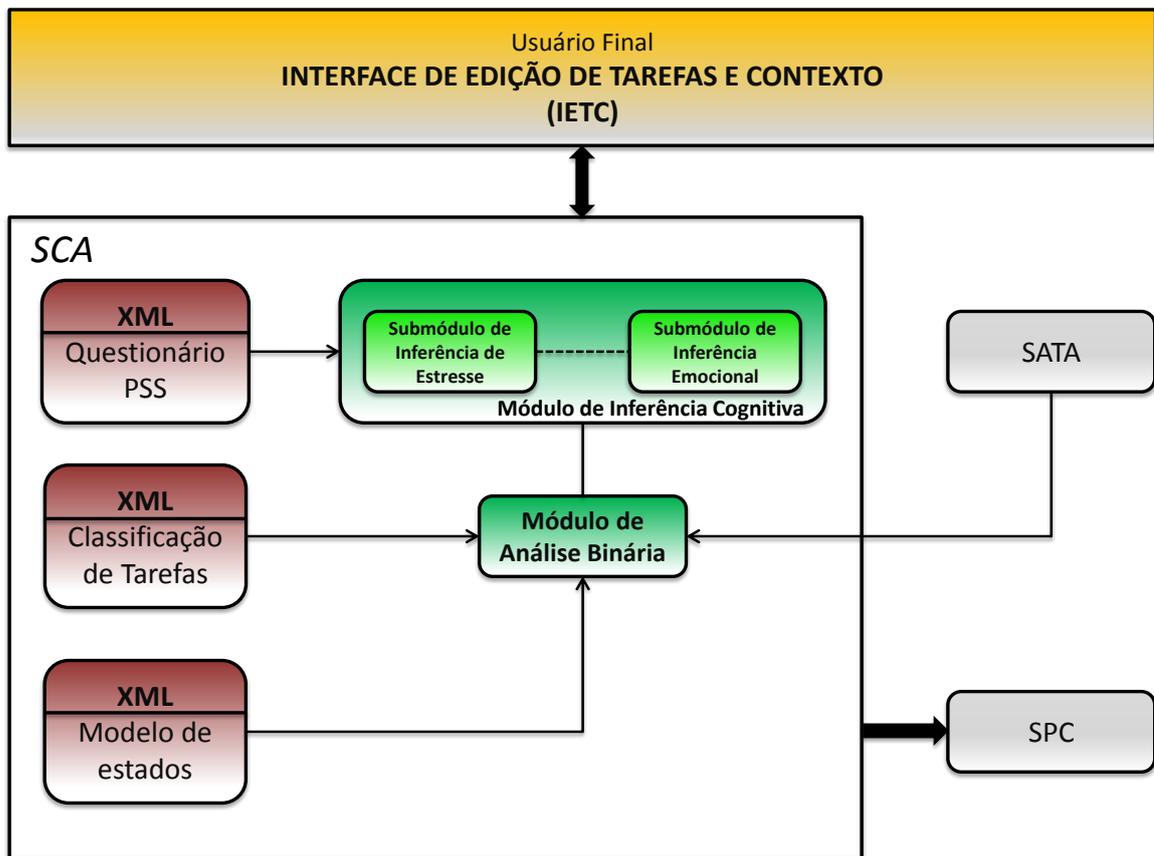


Figura 4.4: Estrutura do Serviço de Contexto Afetivo

O Módulo de Análise Binária é responsável por cruzar os dados obtidos pelos submódulos de inferência de estresse e emocional (estado emocional autodeclarado) com a classificação da tarefa. A partir da análise dos resultados, o estado do contexto afetivo do usuário é definido conforme as oito categorias especificadas anteriormente.

4.4.2 Arquivos Auxiliares

O SCA utiliza três arquivos XML: PSS.xml, TaskClassification.xml e BinaryModel.xml. O primeiro arquivo contém as 14 questões referentes à PSS. Este arquivo é acessado pelo Submódulo de Inferência de Estresse para que as questões sejam enviadas para o usuário. O segundo arquivo XML é responsável por informar a classificação de estresse de cada tarefa. É com base nas informações contidas neste arquivo que o Módulo de Análise Binária define a tarefa

do usuário como “Normal” ou “Estressante”. O terceiro e último arquivo XML do SCA contém a tabela binária que descreve os possíveis estados de estresse em que o médico pode ser enquadrado. As informações contidas neste arquivo definem o contexto afetivo do usuário.

Optou-se por usar arquivos xml devido à padronização e facilidade de acesso e alteração do conteúdo do documento. Logo, caso sejam necessárias mudanças nos documentos, seja por alterações, adição ou exclusão de perguntas, ou sejam modeladas novas tarefas para a arquitetura ClinicSpace, ou ainda novos estados sejam definidos mediante o uso de outras abordagens que possam ser consideradas para a inferência do contexto afetivo, a alteração do conteúdo dos arquivos pode ser feita de forma rápida, simples e prática.

4.4.3 Detalhes da Modelagem

O Serviço de Contexto Afetivo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação *Java*. Os códigos foram escritos na IDE *NetBeans 7.1.2 (Build 201204101705)*, utilizando *Java 1.7.0_03; Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM 22.1-b02*.

O projeto do Serviço de Contexto Afetivo, denominado *AffectiveContextService*, possui quatro pacotes: i) ACS; ii) AskScreens; iii) XMLdocs; iv) img. O pacote ACS contém as principais classes do projeto. O pacote AskScreens contém os *frames* (janelas) que apresentam as questões ao usuário. Os outros dois pacotes armazenam as imagens utilizadas pelo programa (*AffectButtons*) e os documentos XML, respectivamente. A Figura 4.6 apresenta os pacotes e classes desenvolvidos.

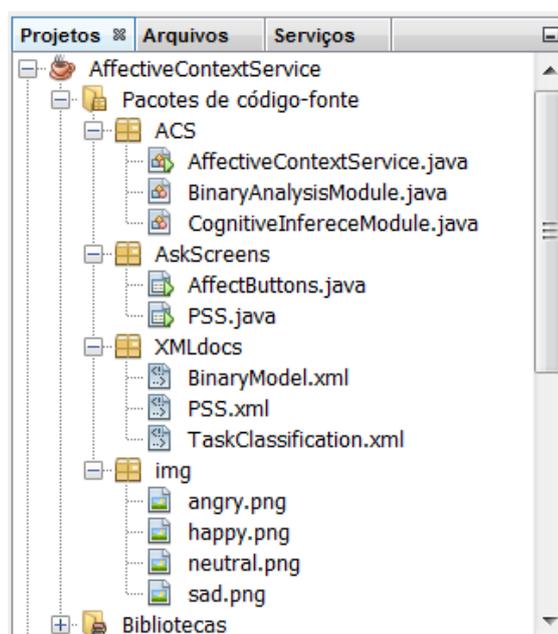


Figura 4.5: Pacotes e classes do Serviço de Contexto Afetivo

O SCA como um todo é representado pela classe *AffectiveContextService*, que inicializa os módulos e interage com o resto do sistema. Esta classe contém os métodos que responsáveis por fazer a comunicação com o SGT, o SATA e o SPC – serviços da arquitetura ClinicSpace.

Assim que o serviço é iniciado, a classe *AffectiveContextService* se comunica com o SATA, requisitando o código da tarefa ativa do médico que está operando o sistema. O código da tarefa é recuperado pelo método *getActiveTask()*, onde é passado como parâmetro o código do usuário (médico), e é armazenado no atributo *activeTask* para ser utilizado posteriormente pelo Módulo de Análise Binária. Logo após, é feita a comunicação com o SPC, requisitando a média da PSS de acordo com o gênero do médico. Como a média da PSS é diferente para cada gênero, o código do usuário é passado como parâmetro no método *getPssAverage()*, e o SPC se encarrega de retornar a média de acordo com o sexo do médico, que é armazenada no atributo *PSS_average*.

Depois de recuperar o código da tarefa ativa e a média da PSS para o usuário, é criada uma instância de um objeto da classe *CognitiveInferenceModule* (Módulo de Inferência Cognitiva). Após ser instanciada, esta classe invoca o *frame* *AffectButtons*, onde é apresentada a pergunta “Como você está se sentindo hoje?” e os quatro botões referentes aos estados emocionais tranquilo, feliz, triste e raivoso, respectivamente. Após selecionar um botão, a janela é fechada e o código da emoção³ é enviado para a classe principal, onde é armazenada no atributo *emotion*.

Na sequência, a classe *CognitiveInferenceModule* invoca o *frame* *PSS*, onde são apresentadas as questões referente ao teste da Escala de Estresse Percebido. Ao ser inicializada, a tela apresenta a primeira questão e as cinco alternativas de resposta. O botão “Confirma” só é habilitado depois de uma alternativa ser selecionada. Ao clicar neste botão, o *Radio Button* referente à resposta é desmarcado e a pergunta é alterada através do método *getElement()*, que é responsável por retornar o conteúdo do documento *PSS.xml*. Este método requer dois parâmetros, sendo o primeiro o código da pergunta e o segundo o tipo de elemento a ser retornado.

O elemento “*enunciation*” diz respeito ao enunciado da pergunta. Já o “*conotation*” é utilizado para definir o valor das alternativas de acordo com a conotação da pergunta (positiva ou negativa). Ao responder a última questão, a janela é fechada e o escore obtido é enviado para a

³código 1 - tranquilo; 2 - feliz; 3 - triste; 4 - raivoso

classe principal, onde é armazenado no atributo `PSS_result`.

O próximo passo é a ativação do Módulo de Análise Binária, onde os dados serão analisados e o contexto afetivo será definido. Para isso, a classe principal instancia um objeto da classe `BinaryAnalysisModule`. Depois de ser criada, o método `SetAffectiveContext()` é invocado, recebendo como parâmetros os dados obtidos anteriormente (atributos `emotion`, `PSS_result`, `PSS_average` e `activeTask`). A partir da análise dos resultados é criado um vetor binário, onde o primeiro elemento representa o resultado da PSS, o segundo elemento armazena o resultado emocional, obtido através dos *AffectButtons*, e o terceiro elemento armazena o resultado a classificação da tarefa ativa.

Primeiramente, o escore obtido com a PSS (`PSS_result`) é comparado com a média geral (`PSS_average`). Caso o resultado seja maior que a média (estresse identificado), o primeiro elemento do vetor `bin` é atribuído com o valor “1”. Se o resultado seja menor ou igual à média (ausência de estresse ou normal), o primeiro elemento do vetor `bin` recebe o valor “0” (zero). O segundo elemento do vetor recebe o valor “1” caso o código do *AffectButton* (`emotion`) selecionado pelo usuário seja 3 ou 4 (triste ou raivoso), ou “0” (zero) se o parâmetro recebido seja 1 ou 2 (tranquilo ou feliz). Para definir o último elemento do vetor, o método `getTaskClassification()` acessa o documento `TaskClassification.xml` e retorna o valor “1” (estressante) ou “0” (normal), de acordo com o código da tarefa ativa (`activeTask`) que é passado como parâmetro.

Após ter os elementos do vetor binário definidos, é feita a comparação de cada valor com os elementos `<pss>`, `<emotion>` e `<activity>` (respectivamente) do documento `BinaryModel.xml`. Como resultado, o método `defineContext()` retorna uma `String` com a definição do estado do médico de acordo com a análise realizada, que por sua vez é enviada para a classe principal, atribuindo o valor do atributo `affectiveContext`.

Por fim, a classe principal envia o estado do contexto afetivo (`affectiveContext`) para o SPC, que por sua vez persiste os valores na base de contexto (Arquitetura `SemantiCouch`) (Maran, 2011). Além do contexto afetivo do usuário, o estado emocional, a classificação da tarefa ativa, o escore obtido pela abordagem PSS, a data e hora da inferência também são persistidos. A Figura 4.6 apresenta o diagrama de classes do Serviço de Contexto Afetivo e seus relacionamentos.

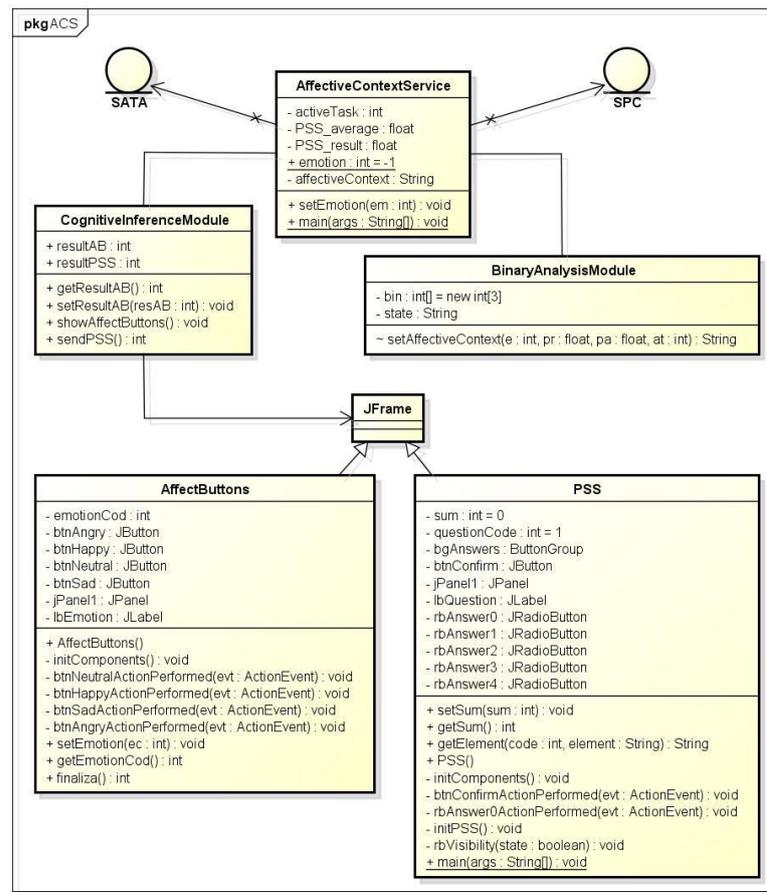


Figura 4.6: Diagrama de Classes do Serviço de Contexto Afetivo

4.4.4 Alterações nos Serviços Existentes

Foram necessárias pequenas alterações em alguns serviços da arquitetura ClinicSpace. As alterações mais significantes foram realizadas no Serviço de Persistência de Contexto (Maran, 2011). Foram implementados novos métodos para recuperar e atualizar as médias da PSS e para persistir o contexto afetivo. O método `getPSS_average()` é o responsável por retornar a média da PSS de acordo com o sexo do usuário, que é verificado na base de contexto e utilizado como parâmetro. O método `updatePSS_average()` gera as novas médias através de consultas a base de contexto, considerando o resultado e o sexo de e faz uma nova inserção para cada média. As médias antigas são mantidas na base de contexto para que, caso seja necessário, seja possível gerar um relatório das médias de cada semana. O método responsável por persistir o contexto afetivo na base de contexto é o `persistAffectiveContext()`. Este método recebe como parâmetro todos os dados gerados pelo Serviço de Contexto Afetivo e os salva junto às outras informações de contexto do usuário. Os dados inseridos por este método incluem os atributos `AffectiveContext`, `emotion`, `taskClassification` e

o timeStamp.

No capítulo 5 é apresentado o cenário de uso que exemplifica o SCA em funcionamento, os testes realizados e os resultados obtidos.

5 EXPERIMENTO E RESULTADOS

Após a definição do modelo de classificação de estresse e implementação do Serviço de Contexto Afetivo, foram realizados experimentos com o objetivo de validar o modelo proposto e como prova de conceito. Para isso, foi definido um cenário de uso que visa exemplificar o funcionamento do serviço e demonstrar como acontece a inferência do estado de estresse em profissionais clínicos.

5.1 Cenário de uso

Ao chegar em seu escritório no início do expediente, seja em um dispositivo móvel ou no computador do seu escritório, o sistema detecta automaticamente a presença do médico e apresenta uma tela de confirmação de identidade. Após a identidade ser confirmada, o sistema carrega o Serviço de Contexto Afetivo, que por sua vez apresenta uma tela de boas vindas e carrega o Módulo de Inferência Cognitiva.

Ao ser carregado, a tela de inferência emocional (Submódulo de Inferência Emocional – Figura 5.1) é apresentada. Neste momento o médico deve selecionar uma das quatro opções de enquadramento emocional (tranquilo, feliz, triste ou raivoso).

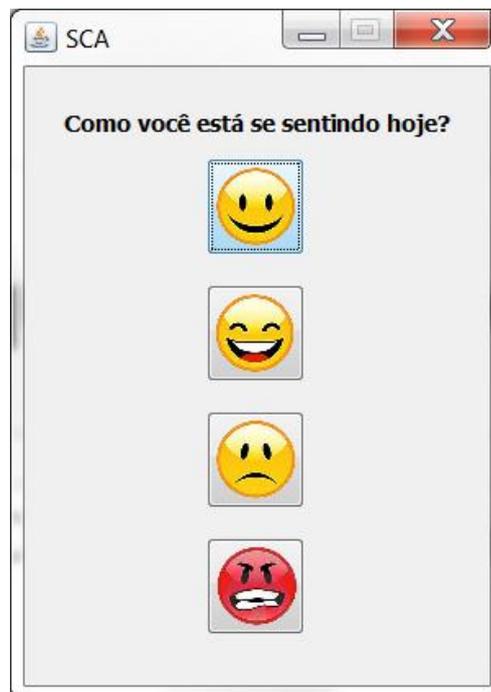


Figura 5.1: Tela de Inferência Emocional (*AffectButtons*)

Após selecionar o *AffectButton* correspondente ao estado emocional do usuário, o Submódulo de Inferência de Estresse é carregado e a tela apresenta a primeira questão do teste da Escala de Estresse Percebido. A Figura 5.2 apresenta a interface do Serviço de Contexto Afetivo durante a execução do Submódulo de Inferência de Estresse, onde são apresentadas as questões da PSS.

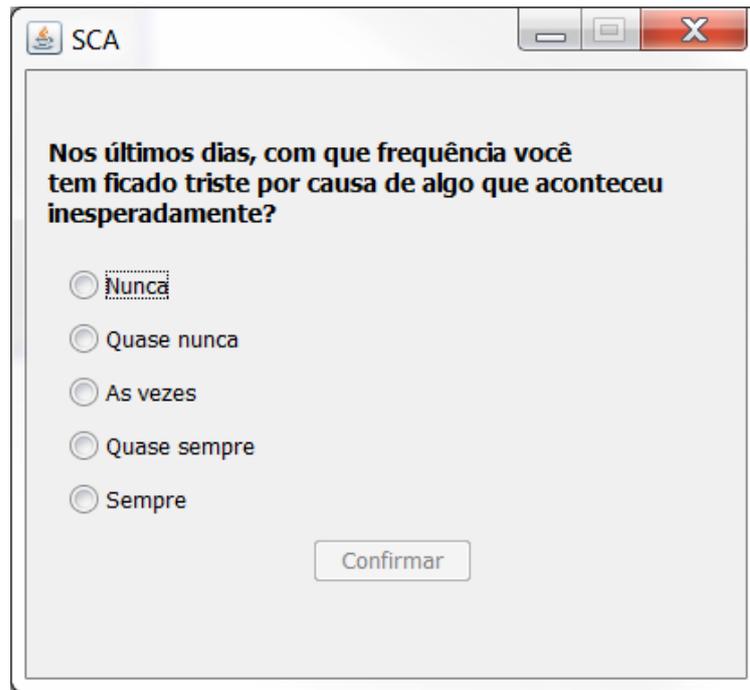
A screenshot of a software window titled "SCA". The window contains a question in bold black text: "Nos últimos dias, com que frequência você tem ficado triste por causa de algo que aconteceu inesperadamente?". Below the question are five radio button options: "Nunca", "Quase nunca", "As vezes", "Quase sempre", and "Sempre". The "Nunca" option is selected, indicated by a small square next to the radio button. At the bottom center of the window is a button labeled "Confirmar".

Figura 5.2: Tela de Inferência de Estresse (questionário da PSS)

Depois que a primeira pergunta da PSS é respondida e a sua resposta é confirmada, a segunda pergunta é apresentada, e assim sucessivamente até a última questão. No momento em que a resposta da última pergunta é confirmada, a tela de perguntas é encerrada e a Interface de Edição de Tarefas e Contexto é apresentada para que o médico possa iniciar o seu trabalho.

Se o médico optar por não responder as perguntas, a tela de inferência cognitiva pode ser encerrada, dando liberdade ao profissional para prosseguir com suas tarefas diárias. Neste caso, uma mensagem de confirmação é exibida e, se a saída for confirmada pelo usuário, a Interface de Edição de Tarefas e Contexto (IETC) é apresentada imediatamente. Em caso contrário, a execução do teste tem sequência até ser finalizado.

É importante salientar que o sistema não apresenta uma mensagem prévia, questionando o usuário se ele deseja responder as questões, pois é preferível que as questões sejam respondidas para que o sistema realize a inferência do estado de estresse do médico para adicionar esta informação na base de contexto. Desta forma, fica implícita a importância do cumprimento

desta etapa por parte do usuário, induzindo-o a responder as questões apresentadas pelo sistema.

A Figura 5.3 exemplifica os passos de execução do Serviço de Contexto Afetivo descritos no cenário de uso.

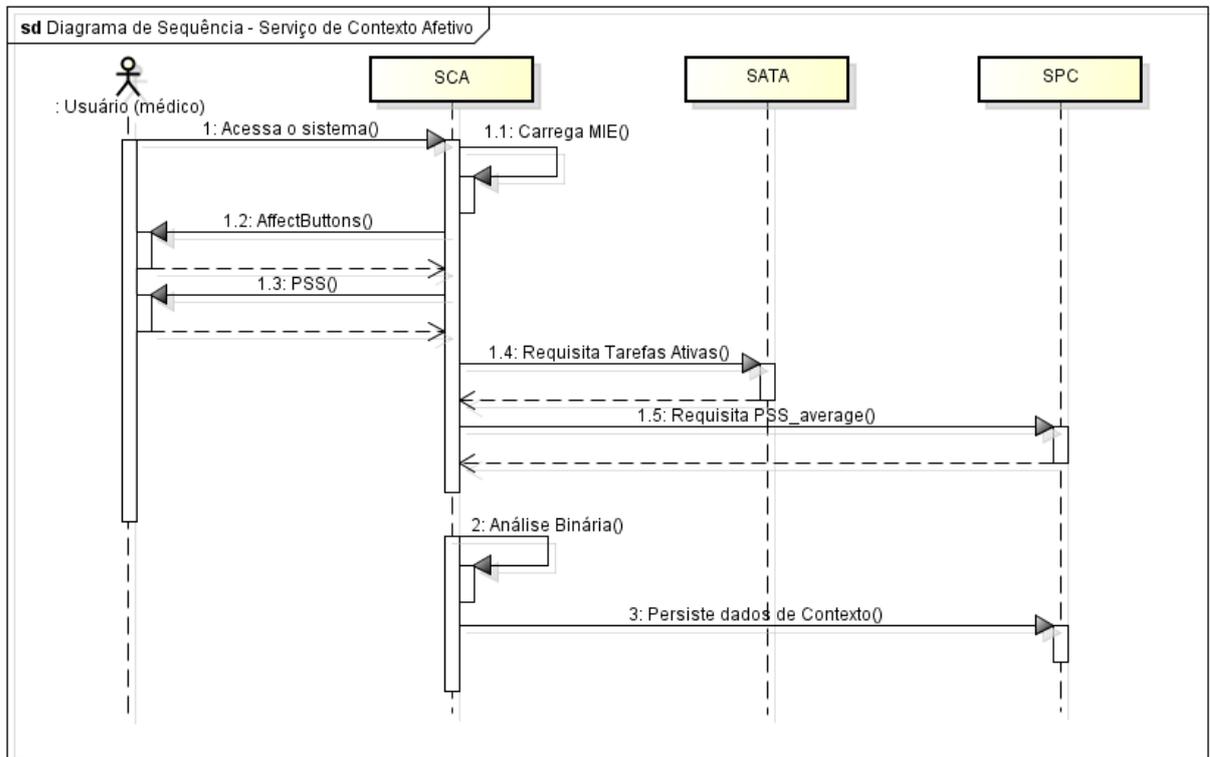


Figura 5.3: Diagrama de sequência do Serviço de Contexto Afetivo

A seção 5.2 apresenta resultados obtidos com os experimentos realizados.

5.2 Dados do experimento

A validação do modelo proposto no presente trabalho aconteceu mediante testes reais, aplicados em profissionais clínicos do hospital Annas Dias, na cidade de Ibirubá – RS. Para a realização dos experimentos, um protótipo do Serviço de Contexto Afetivo foi instalado em um *tablet* Motorola Xoom, com tela de 10.1", rodando o sistema operacional Android Honeycomb 3.0 e processador *Dual Core* de 1GHz. Participaram dos testes dez médicos voluntários, sendo seis do sexo masculino e quatro do sexo feminino. Os experimentos foram realizados aos oito dias do mês de Outubro de 2012, por volta das 8 horas da manhã.

Ressalta-se que o hospital em que os experimentos foram realizados não dispõe de um am-

biente pervasivo, portanto, os demais serviços prestados pela arquitetura ClinicSpace, como o Serviço de Acesso a Tarefas Ativas e o Serviço de Persistência de Contexto foram simulados. No que se refere às tarefas ativas, foi apresentada ao médico a lista de tarefas modeladas no ClinicSpace. Esta lista foi apresentada de maneira digital, na forma de um questionário (desenvolvido com a ferramenta *google docs*), onde foi requisitado ao profissional que ele selecionasse quais delas eram semelhantes às suas atividades do dia. Desta maneira foi possível classificar as tarefas do profissional voluntário de acordo com a definição de estresse das tarefas modeladas no ClinicSpace. Antes de começar o teste, o valor binário correspondente à classificação de estresse da atividade foi inserida no protótipo para que estas também fossem consideradas na definição do contexto afetivo.

Inicialmente, foi explicado aos participantes que o teste implicaria no uso de um protótipo de *software* no qual seria necessário responder quinze perguntas (uma sobre o estado emocional e 14 referente a Escala de Estresse Percebido). Também foi explicado que se fosse desejado, o teste poderia ser encerrado a qualquer momento. Os dez participantes responderam todas as questões apresentadas pelo SCA no início do expediente de trabalho e sem interrupção. A realização de cada teste durou em média três minutos e os participantes aparentemente não demonstraram aversão à utilização do serviço.

Utilizando como base as médias obtidas na pesquisa de Reis; Hino; Rodriguez-Añes (2010) (Masculino: 16,3; Feminino: 18,3), os resultados dos experimentos apontam que, possivelmente, sete dos médicos participantes dos testes estavam possivelmente estressados, enquanto dois apresentavam estresse controlável e apenas um foi classificado com alta tendência ao estresse. A Tabela 5.1 apresenta os resultados dos experimentos. Ao lado do resultado de cada abordagem do SCA é apresentada a sua classificação binária.

Teste	Sexo	Score PSS	Emoção	Atividade	Resultado
1	Masculino	22 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
2	Masculino	22 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
3	Masculino	17 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
4	Feminino	21 (1)	Feliz (0)	Estressante (1)	Estresse controlável
5	Feminino	22 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
6	Feminino	21 (1)	Feliz (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
7	Feminino	27 (1)	Tranquilo (0)	Estressante (1)	Estresse controlável
8	Masculino	16 (0)	Raivoso (1)	Estressante (1)	Alta tendência ao estresse
9	Masculino	19 (1)	Feliz (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
10	Masculino	26 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado

Tabela 5.1: Resultado da aplicação do SCA no hospital Annas Dias (Ibirubá - RS)

Como não foi possível contar com o acompanhamento de um psicólogo, para validar os resultados obtidos foi perguntado aos participantes se eles concordavam com os estados descritos ao final do teste. Dos dez participantes, apenas dois discordaram 4 do resultado obtido (experimentos n° 3 e n° 9). Tendo em vista este cenário, optou-se por calcular uma nova média para a PSS a partir dos resultados dos dez testes realizados, independente do sexo dos participantes. O novo valor obtido para a média foi de 21,3 para ambos os sexos. Com isso, foram gerados novos resultados (Tabela 5.2).

Teste	Sexo	Score PSS	Emoção	Atividade	Resultado
1	Masculino	22 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
2	Masculino	22 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
3	Masculino	17 (0)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Sem estresse
4	Feminino	21 (0)	Feliz (0)	Estressante (1)	Normal
5	Feminino	22 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado
6	Feminino	21 (0)	Feliz (0)	Normal (0)	Sem estresse
7	Feminino	27 (1)	Tranquilo (0)	Estressante (1)	Estresse controlável
8	Masculino	16 (0)	Raivoso (1)	Estressante (1)	Alta tendência ao estresse
9	Masculino	19 (0)	Feliz (0)	Normal (0)	Sem estresse
10	Masculino	26 (1)	Tranquilo (0)	Normal (0)	Possivelmente estressado

Tabela 5.2: Resultados com a nova média da PSS (21,3)

Após os novos resultados foi perguntado aos participantes que tiveram a definição do seu estado alterado se eles concordavam com sua nova classificação. Os dois profissionais que haviam discordado do resultado do primeiro teste e tiveram o seus estados alterados de “possivelmente estressado” para “sem estresse” (experimentos n° 3 e n° 9) concordaram com a nova classificação. O participante do teste n° 6, que também teve o seu estado alterado de “possivelmente estressado” para “sem estresse” também concordou com o novo resultado. Quando foi perguntado a este participante porque ele concordou com o novo estado, ele afirmou que se sentia “um pouco estressado, mas que é normal se sentir assim neste tipo de ambiente”. O participante que teve o estado “Possivelmente estressado” alterado para “Normal” (teste n° 4) também acabou concordando com sua nova classificação, confirmando que é normal ficar um pouco estressado dependendo da atividade a ser desempenhada. De acordo com as próprias palavras do médico participante do experimento, “é normal, pois a esta profissão proporciona diversas situações com que o profissional acaba aprendendo como administrar”.

5.3 Discussões

Após a realização dos testes foi possível destacar algumas considerações referentes ao Serviço de Contexto Afetivo. No que diz respeito ao Módulo de Inferência de Emoções, foi considerada a possibilidade de adicionar o botão *Confirmar* da tela de inferência emocional. Desta maneira o usuário pode alterar o seu estado emocional caso tenha se equivocado no momento da seleção. Além disso, três participantes sugeriram a alteração da ordem dos *AffectButtons* de maneira que as emoções fossem apresentadas variando de extremo a extremo. A Figura 5.4 apresenta as alterações realizadas na tela de inferência emocional, onde foi adicionado o botão *Confirmar* e a sequência dos botões foi alterada.

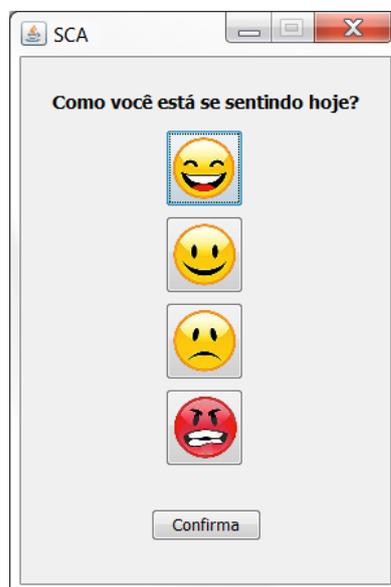


Figura 5.4: Nova tela de coleta de informação emocional

Outra questão levantada foi a definição do contexto afetivo quando o usuário opta por não responder as perguntas. Neste caso, o SCA foi alterado de maneira que, se o usuário encerra a tela de perguntas antes de terminar de respondê-las, o contexto afetivo é persistido na base de contexto como “não definido”.

Um fator que não foi considerado na fase de desenvolvimento, é a possibilidade de o médico possuir várias tarefas ativas definidas para o dia. Portanto, foi necessário alterar o SCA para receber os códigos das tarefas ativas e armazená-los em um vetor. Desta forma, a definição de estresse das tarefas leva em consideração todas as tarefas agendadas para o dia. Caso exista mais de uma tarefa ativa, a classificação binária só é considerada normal (0) se nenhuma das tarefas é considerada estressante. Caso haja pelo menos uma tarefa considerada estressante, o

valor binário de classificação de estresse das tarefas é definido com o valor 1.

Com os resultados obtidos após a realização dos experimentos foi constatado que as médias da PSS variam de acordo com as peculiaridades do ambiente. Utilizar as médias obtidas na pesquisa de Reis; Hino; Rodriguez-Añes (2010) como ponto de partida pode não ser a melhor alternativa. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o SCA obteve maior precisão na definição do contexto afetivo quando foi utilizada a nova média, calculada apenas com os experimentos realizados nesta pesquisa. Desta maneira, fica aberta a forma como a média inicial deve ser utilizada pelo serviço. Uma sugestão é a aplicação do questionário da Escala de Estresse Percebido com a população do ambiente no qual o ClinicSpace será utilizado, com a finalidade de gerar médias condizentes com o ambiente, e inseri-las previamente na base de contexto.

Como pontos negativos, podem ser destacados o problema de disposição e principalmente a disponibilidade do médico para responder as questões. Pensando nisso, o Serviço de Contexto Afetivo deve ser executado no início do expediente de trabalho, antes do médico dar início às suas atividades.

Em contraponto, os experimentos realizados com o SCA demonstraram que o uso das três abordagens (Escala de Estresse Percebido, estado emocional e classificação de atividades) é uma maneira eficaz para realizar a inferência do estado de estresse do profissional clínico. Desta forma, é possível utilizar este tipo de característica como contexto afetivo em um sistema pervasivo.

No capítulo 6 será feita uma análise comparativa entre o modelo proposto e alguns trabalhos semelhantes, que também têm como objetivo a identificação de estresse em um indivíduo.

6 TRABALHOS RELACIONADOS

Atualmente, são encontradas poucas pesquisas relacionando ambas áreas de Computação Pervasiva/Ubíqua e a Computação Afetiva com a área de Cuidados Clínicos. De acordo com os estudos realizados na literatura, dos poucos trabalhos encontrados, a grande maioria é voltada para o bem estar do paciente, e não do profissional (Machado, 2011) (Taleb; Bottazzi; Nasser, 2010) (Turner et al., 2009) (Prendinger; Ishizuka, 2004).

Os estudos relacionados à Computação Pervasiva na Saúde tem como objetivo prover ambientes inteligentes, como *Smart HomeCare*, para facilitar o tratamento dos pacientes e auxiliar os cuidadores (por exemplo, acompanhantes ou familiares) (Machado, 2011). Geralmente, estes projetos trabalham com dispositivos móveis que se adaptam ao ambiente no qual o usuário se encontra através de informações que podem ser relevantes ao tratamento do paciente. Para isso são utilizados sensores que monitoram e coletam os sinais fisiológicos do paciente para que, posteriormente, possam ser enviados ao médico que é responsável pelo paciente.

Evidências clínicas recentes demonstram a influência das emoções na saúde física e cognitiva através de uma série de sintomas e manifestações (Machado, 2011). Doenças como o *Alzheimer*, mal de *Parkinson*, e depressão possuem evidências de que causam distúrbios nos domínios emocional, cognitivo e psicossocial (Marsh, 2000) (Gupta; Bhatia, 2000). A Computação Afetiva é uma área recente que vem trabalhando para desenvolver ferramentas que tentam inferir sentimentos e emoções humanas. As informações adquiridas por estas ferramentas podem ser muito relevantes no tratamento de pacientes com doenças cognitivas, como *Alzheimer*, depressão e outras.

Neste capítulo serão apresentados alguns dos trabalhos estudados que são voltados para a identificação de emoções, tendo como foco o estresse.

6.1 Detecção de estresse em motoristas

Jennifer Healey e Rosalind Picard trabalharam em uma pesquisa para identificar o estresse emocional em motoristas. Em seu trabalho, as autoras procuraram identificar como as técnicas de reconhecimento de padrões podem ser aplicadas para identificar a melhor combinação de características para detectar o estresse em um motorista a partir de quatro tipos de sinais fisiológicos. Para isso foram utilizados quatro tipos de sensores: um eletromiograma (EMG),

um eletrocardiograma (EKG), um sensor para testar a resposta galvânica¹ da pele e um sensor que monitora a respiração através da expansão da caixa torácica. Estes sinais foram escolhidos porque segundo estudos anteriores, são úteis para a avaliação da excitação e do estresse (Ekman; Levenson; Friesen, 1983).

Os autores utilizaram sensores para monitorar os dados fisiológicos de motoristas em situações de direção natural (descansado, trânsito leve e trânsito pesado). Foram utilizadas também quatro câmeras que monitoram as condições da estrada e as expressões faciais do motorista para a confirmar e validar os dados coletados pelos sensores. A partir dos eventos de condução foram definidas quatro categorias através de uma análise definida por um questionário de classificação de estresse percebido. As categorias foram separadas em baixo estresse, neutro, estresse alto ou estresse muito alto.

Para a coleta dos dados foi desenvolvido um sistema denominado *SmartCar System* (Healey; Picard, 2000), que é composto por um computador com câmeras de vídeo, um microfone e quatro sensores fisiológicos. A Figura 6.1 mostra as imagens capturadas pelas câmeras e uma ilustração de como os sensores são instalados no motorista.

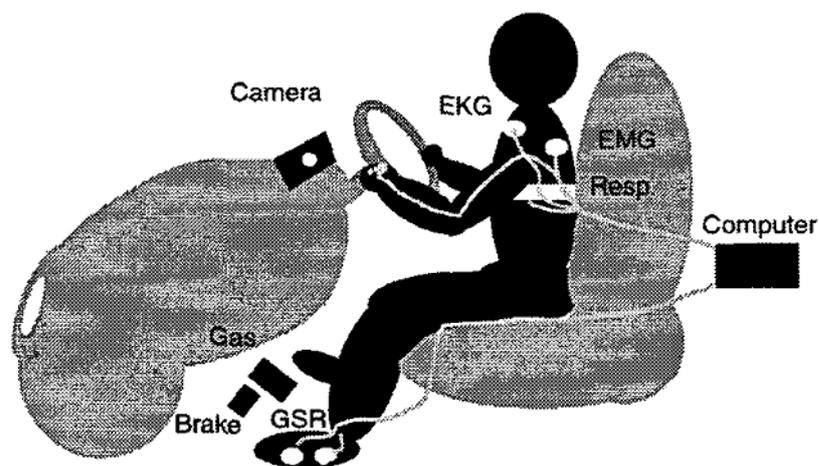


Figura 6.1: Ilustração indicando a posição dos sensores (Healey; Picard, 2000)

Na Tabela 6.1 é apresentada uma lista de eventos de condução na sequência em que eles ocorreram durante os testes e a classificação média de cada evento. A média foi calculada através do escore do questionário que varia de 1 até 7. A partir da classificação dos eventos,

¹Ação das correntes elétricas contínuas sobre os órgãos vivos

foram criados quatro categorias de estresse: muito alto (eventos 7 e 10), alto (eventos 3, 12 e 13), neutro (eventos 4, 5, 6, 8 e 9), e baixo (eventos 1, 2, 14 e 15).

No	Descrição do evento	Coefficiente de estresse
1	Período estacionário inicial	1
2	Sair da garagem	2
3	Dirigir na cidade	4
4	Pagar pedágio	3
5	Direção na estrada	3
6	Pagar pedágio	3
7	Volta na rampa de saída	5
8	Pagar pedágio	3
9	Direção na estrada	3
10	Mescla de duas pistas	5
11	Pagar pedágio	3
12	Travessia de ponte	4
13	Dirigir na cidade	4
14	Entrar na garagem	1
15	Período estacionário final	1

Tabela 6.1: Eventos de condução e média de estresse (adaptado de (Healey; Picard, 2000))

Os dados foram coletados de minuto em minuto, em 15 testes de aproximadamente 90 minutos (variando um pouco de acordo com as condições de trânsito). Foram monitoradas a média e a variância dos sinais coletados pelo Eletromiograma, pelo sensor galvânico e pelo sensor respiratório, representados respectivamente pelos sinais μE , σE ; μG , σG ; e μR , σR . As características de condutividade da pele ainda foram organizadas pela frequência de ocorrência (SF), a soma da duração (ΣSD), a soma da magnitude (ΣSM) e a soma das áreas estimadas (ΣSA). Do eletrocardiograma foram obtidas duas características: a taxa de batimentos (HR) e o balanço autonômico (AB). A Tabela 6.2 mostra as características ranqueadas de acordo com a taxa de acerto de cada característica.

Os dados foram obtidos através da análise das características selecionadas através do algoritmo de seleção sequencial flutuante para frente (*Sequential Forward Floating Selection*) (SFFS) (Jain; Zongker, 1997). Este algoritmo utiliza o k-ésimo vizinho mais próximo e deixa um de fora. Os resultados mostraram que a combinação das características fisiológicas (Tabela 6.3) possuem grande significância na identificação da presença de estresse do motorista.

6.1.1 Análise

Na pesquisa de Healey e Picard foi desenvolvido um sistema que é capaz de identificar a presença de estresse em motoristas com a precisão de 88.6%. Para isso foram utilizados

Ranking	Característica	Taxa de acerto
1	μR	62.2%
2	μG	62.0%
3	ΣSD	58.5%
4	μG	58.3%
5	SF	57.6%
5	ΣSM	57.6%
6	σE	53.5%
7	ΣSA	53.0%
8	HR	52.6%
9	AB	52.5%
10	σR	50.2%
11	σG	48.3%

Tabela 6.2: *ranking* individual das características observadas (adaptado de (Healey; Picard, 2000))

Conjunto de características selecionadas	SFFS k-ésimo vizinho mais próximo
AB, HR, ΣSD , ΣSM , μE , μR , σR	88.6%
AB, HR, ΣSD , ΣSM , SF, μG , σG	88.4%

Tabela 6.3: Coeficientes de precisão atingidos com o algoritmo SFFS (adaptado de (Healey; Picard, 2000))

sensores que monitoram diversos sinais fisiológicos. Os sensores utilizados foram um eletrocardiograma, um eletromiograma, um sensor de resposta galvânica e um sensor que monitora a respiração através da expansão da caixa torácica.

Apesar de ser um trabalho que apresenta uma precisão bastante alta na identificação da presença de estresse, a pesquisa de Healey e Picard não aborda os aspectos cognitivos. Outro ponto negativo é a necessidade de vários sensores conectados ao usuário, o que torna o processo de inferência muito invasivo, além de atrapalhar no desempenho de suas atividades. O trabalho em questão não utiliza conceitos de Computação Pervasiva, pois os sensores são ligados a um computador, o que torna limitada a movimentação e a locomoção do usuário.

6.2 Detecção de estresse através do comportamento ao digitar

Em 2009, a pesquisadora Lisa M. Vizer levantou uma questão interessante: existem meios de detectar estresse que não envolvam equipamentos especiais? Os estudos por ela realizados constataram que informações valiosas sobre o estado emocional e cognitivo dos seres humanos podem ser obtidos a partir da interação com computadores. Pesquisadores observaram que os padrões de digitação variam de acordo com situações de estresse (Vizer, 2009). Segundo

a autora, é possível identificar a presença de estresse físico e cognitivo baseado no tempo de digitação e nas características do texto digitado.

No trabalho denominado *Detecting Cognitive and Physical Stress through typing behavior* (Vizer, 2009) é proposta uma abordagem para a detecção de estresse apenas com o teclado de um computador. Esta abordagem é bastante atrativa porque não depende de equipamentos adicionais (sensores e outros tipos de *hardware*). Além de ter baixo custo, o uso de um teclado para identificar a presença de estresse físico e cognitivo é uma técnica não intrusiva e pode ser adaptado a diferentes tipos de usuário.

Como passo inicial, a autora realizou um estudo empírico para investigar o uso de padrões de digitação, padrões de comportamento e a análise de conteúdo para detectar a presença de estresse físico ou cognitivo. Os estudos realizados foram desenvolvidos a partir de duas condições de tratamento: condição de controle e condição inicial, ambas sem a presença de estresse. Os dados foram analisados com máquinas de aprendizagem (*machine learning*) e técnicas de regressão logística para analisar as características do texto digitado e do tempo de digitação. Depois de detectar os padrões de linguagem e de tempo a partir da condição inicial e condição de controle, foram utilizados métodos conhecidos para induzir estresse nos usuários². Após a indução de estresse, foram realizadas novas análises nos comportamentos de digitação dos usuários e comparados com os dados obtidos no primeiro teste.

Para a verificação dos tempos de digitação, foi desenvolvido um pequeno *software* na linguagem *Microsoft Visual Basic* que roda na plataforma *Windows*. O aplicativo desenvolvido possui uma interface simples, com apenas uma caixa de texto que permite a inserção de 800 caracteres. O *timestamp* entre as teclas é coletado através do *clock tic* chamado por uma função da linguagem *Visual Basic*.

Como resultados foram obtidas médias de precisão de 75% na identificação de estresse cognitivo a partir da condição de controle, e 66% na identificação de estresse físico a partir da condição de controle.

De acordo com a autora, existem teclados especiais que são capazes de medir a pressão realizada nas teclas (Dietz et al., 2009). Usualmente, as pessoas não possuem este tipo de equipamento em casa, portanto este dispositivo não foi utilizado porque está fora do contexto do seu trabalho, que é identificar a presença de estresse sem equipamentos especiais³.

²Os métodos de indução de estresse não são abordados no trabalho

³Algumas informações foram obtidas através do contato por e-mail com a autora

6.2.1 Análise

A grande vantagem apresentada na pesquisa de Vizer, é possibilidade de identificar a presença de estresse de uma forma não invasiva, pois apenas é utilizado um teclado como equipamento. Porém, a técnica utilizada neste trabalho não utiliza conceitos da Computação Pervasiva. É necessário que o usuário esteja utilizando um computador para que possa ser identificada a presença de estresse. Outra desvantagem observada é a necessidade de identificar os padrões de digitação do usuário (“treinar” o sistema) antes de fazer a inferência.

6.3 Identificando estados emocionais usando dinâmicas de *keystroke*

Na pesquisa de Epp; Lippold; Mandryk (2011) também é utilizado apenas um teclado para identificar o estado emocional de um usuário. A proposta dos autores tem como objetivo desenvolver uma técnica para identificação de emoções não intrusiva e que não dependam de equipamentos caros ou que não são encontrados em casa ou em outros ambientes comuns, como escritórios.

Em seu trabalho, os autores explicam que a dinâmica de *keystroke* é o estudo de padrões de digitação de um indivíduo. Esta técnica envolve tanto a duração que uma tecla fica pressionada quanto o tempo entre o ato de pressionar duas teclas.

Assim como no trabalho citado anteriormente, a pesquisa de Epp, Lippold e Mandryk possui duas etapas principais: i) o processo de coleta de dados e ii) o processamento dos dados para criar a classificação dos estados emocionais. O processo de coleta de dados consiste em adquirir e “etiquetar” as características de digitação do usuário. Já o processamento dos dados consiste na extração de características relevantes de digitação para construção dos classificadores.

Na coleta dos dados os autores utilizaram uma Metodologia de Amostragem de Experiência (*Experience-Sampling Methodology – ESM*) (Hektner; Schmidt; Csikszentmihalyi, 2007). A medida que os dados de digitação dos usuários eram coletados, um questionário era aplicado para identificar o seu estado emocional no momento em que o texto foi digitado. Foi pedido aos usuários que gravassem as suas experiências em tempo real durante as atividades diárias. Porém, os usuários tinham a opção de não realizar a coleta de dados em determinados momentos, como por exemplo, quando estavam muito ocupados ou quando não gostariam de compartilhar os dados digitados (como senhas e outras informações pessoais). Duas modalidades de texto foram utilizadas na coleta de dados: texto livre, coletado durante as atividades diárias do usuário e texto fixo, onde foram utilizados pedaços do texto do conto de Alice no país das maravilhas.

Na segunda modalidade, foi desabilitado a funcionalidade de seleção de texto para evitar que o usuário copiasse e colasse os trechos de texto.

Os autores decidiram trabalhar com o ESM por dois motivos: primeiro porque o objetivo da pesquisa coletar dados emocionais no mundo real ao invés de utilizar testes em laboratórios para induzir estados emocionais; segundo, porque, como é uma nova técnica para detectar informações afetivas, desejou-se explorar diversos estados emocionais que não poderiam ser atingidos em laboratórios, onde seria limitado a um ou dois tipos de estados emocionais.

A coleta de dados foi feita através de um *software*, desenvolvido pelos próprios autores utilizando a linguagem C#, que roda na plataforma *Windows*. O programa é executado em *background*, captando as características de digitação do usuário, independente da aplicação que esteja em foco. Apenas um pequeno ícone na bandeja do sistema *System tray* indica que o aplicativo está em execução.

Foram utilizadas categorias de emoções discretas para coletar o estado emocional a partir das respostas fornecidas pelos usuários, pois estas categorias são mais próximas da linguagem natural, utilizada para descrever os estados emocionais. O questionário de estado emocional, desenvolvido pelos autores, contém 15 afirmações com escalas de 1 a 5 para identificar o estado emocional do usuário:

1. Estou frustrado;
2. Estou concentrado;
3. Estou com raiva;
4. Estou feliz;
5. Estou me sentindo oprimido;
6. Estou me sentindo confiante;
7. Estou me sentindo hesitante;
8. Estou me sentindo estressado;
9. Estou me sentindo relaxado;
10. Estou me sentindo animado;
11. Estou distraído;

12. Estou me sentindo entediado;
13. Estou triste;
14. Estou nervoso;
15. Estou cansado.

Para cada afirmação o usuário poderia:

- discordar fortemente;
- discordar;
- nem discordar, nem concordar;
- concordar;
- concordar fortemente.

Os estudos realizados nesta pesquisa demonstraram que cada pessoa possui um ritmo de digitação único para diferentes estados emocionais. Os resultados apontam que as dinâmicas de *keystroke* podem classificar precisamente pelo menos dois níveis (está ou não está) entre sete estados emocionais: confiança, hesitação, nervosismo, relaxamento, tristeza e cansaço.

6.3.1 Análise

Esta pesquisa se destaca por utilizar uma técnica não invasiva, pois os dados são coletados enquanto o usuário realiza as suas tarefas diárias que envolvem o uso de um computador. Porém, como no trabalho apresentado anteriormente, é necessário que o usuário esteja junto a um computador para que o estado emocional seja inferido, o que limita a sua movimentação. Por ser desenvolvido na linguagem C#, o sistema de coleta de dados não roda em qualquer tipo de plataforma. Portanto, não é um sistema portátil e não possui características pervasivas.

6.4 Análise comparativa

A comparação dos trabalhos relacionados foi realizada levando em consideração características importantes que um SIS deve apresentar perante a realização das tarefas clínicas hospitalares. Por exemplo, é preferível que o sistema suporte diferentes tipos de plataformas, pois em um ambiente hospitalar são utilizados diversos dispositivos com *hardware* e/ou *software*

diferentes. Outra característica importante é a inferência a partir do estado cognitivo. Este tipo de inferência permite uma captação mais ampla do que a inferência através de sinais fisiológicos, pois considera aspectos particulares de cada usuário. Outra característica que deve ser considerada é o uso de equipamentos especiais para a realização da inferência. Isso implica em custos elevados e limitação da movimentação do usuário devido ao uso de sensores. Por fim, são consideradas características pervasivas, como portabilidade, integração, comunicação e proatividade, aspectos que são fundamentais em Sistemas de Informação de Saúde. A Tabela 6.4 apresenta a comparação dos trabalhos estudados e o modelo de aquisição de contexto afetivo proposto neste trabalho, onde: 1) *Smartcar* (Healey; Picard, 2000); 2) *Keystroke* (Epp; Lippold; Mandryk, 2011); 3) *Keystroke* (Vizer, 2009); e 4) SCA.

	Multiplataforma	Inferência a partir do estado cognitivo	Não necessita equipamentos especiais	Características pervasivas
1	X			
2			X	
3		X	X	
4	X	X	X	X

Tabela 6.4: Comparação do SCA com os trabalhos relacionados

Considerando que uma das principais características de sistemas pervasivos é a comunicação proativa entre os diversos dispositivos de um ambiente, a interoperabilidade das aplicações de um sistema pervasivo é de grande importância. Em outras palavras, os serviços prestados por um sistema pervasivo devem ser executados, independentemente do tipo de plataforma. Dos trabalhos acima relacionados, apenas a proposta de Healey; Picard (2000) é multiplataforma. As propostas de Epp; Lippold; Mandryk (2011) e Vizer (2009) foram desenvolvidas nas linguagens de programação *C#* e *Microsoft Visual Basic* respectivamente, operando apenas na plataforma *Windows*. Como o projeto *ClinicSpace* é voltado para ambientes hospitalares pervasivos, sua arquitetura foi desenvolvida na linguagem *Java*, podendo ser executada em qualquer dispositivo que contenha uma Máquina Virtual Java (JVM – *Java Virtual Machine*).

A inferência de estresse (ou outros tipos de emoções) através de sinais fisiológicos pode não ser tão eficaz quanto a inferência cognitiva, pois alguns fatores, como a condutividade da pele e a expansão da caixa torácica (Healey; Picard, 2000) por exemplo, pode variar muito de um indivíduo para outro. Desta forma, pode ser necessária a calibração do sistema (sensores) para cada indivíduo. As pesquisas de Epp; Lippold; Mandryk (2011) e Vizer (2009) envolvem padrões de digitação. Este tipo de inferência pode ser impreciso uma vez que os padrões podem

ser influenciados por fatores externos e outras variáveis. Por também analisar a linguagem utilizada na digitação do texto, a pesquisa de Vizer (2009) também leva em consideração fatores cognitivos na identificação do estresse. O Serviço de Contexto Afetivo proposto neste trabalho considera os aspectos cognitivos, usando informações dinâmicas particulares de cada usuário (emoção), não sendo necessária qualquer tipo de calibragem. Desta forma, não é necessário inserir o usuário dentro de um padrão, limitando suas características para a um estado. Como as pesquisas de Healey; Picard (2000), Epp; Lippold; Mandryk (2011) e Vizer (2009) não são voltadas a ambientes clínicos, o fator de estresse das atividades não foram consideradas na comparação dos trabalhos.

Muitos dos trabalhos estudados envolvem a identificação das emoções através de sinais fisiológicos, o que implica na utilização de sensores. Isso torna a captação de contexto muito invasiva, pois alguns tipos de sensores devem ser vestidos ou fixados ao corpo do usuário para que seja possível realizar a coleta de dados. Neste capítulo foi apresentada uma pesquisa que envolve o uso de sensores (Healey; Picard, 2000), e duas pesquisas que tendem a ser menos invasivas, pois utilizam apenas o teclado de um computador para a coleta dos dados. O uso de sensores não é interessante para este trabalho, pois eles podem atrapalhar no desenvolvimento das atividades clínicas desempenhadas pelos profissionais alvo desta pesquisa. Apesar de apresentar uma solução barata e não invasiva, os trabalhos em questão (Vizer, 2009) (Epp; Lippold; Mandryk, 2011) não permitem o deslocamento dos usuários durante a coleta dos dados para identificar a presença de estresse e estados emocionais.

7 CONCLUSÕES

O uso de sistemas pervasivos na área de *HealthCare* tem tornado o ambiente clínico hospitalar mais inteligente e centrado ao profissional. Com a proposta de prover uma infraestrutura de aplicações e serviços personalizáveis que auxiliam os profissionais clínicos na realização de suas tarefas diárias, o projeto ClinicSpace busca diminuir a rejeição dos Sistemas de Informação de Saúde (SIS) por estes profissionais.

Como é sabido, as emoções são fundamentais para a experiência humana, influenciando na cognição, percepção e tarefas do dia-a-dia, como o processo de aprendizado, comunicação e tomadas de decisões importantes. A literatura tem apontado frequentemente os efeitos negativos do estresse, tanto para a saúde e o bem-estar individual quanto para a efetividade organizacional. Este tipo de distúrbio emocional pode afetar no desempenho das atividades do profissional e influenciar no modo como ele interage com o SIS.

Buscando tirar proveito desta adversidade, bastante observada em ambientes hospitalares clínicos, dentro do escopo do projeto ClinicSpace, o presente trabalho propôs um modelo para classificação do estado de estresse do profissional clínico. A partir deste modelo foi possível desenvolver um Serviço de Contexto Afetivo para a arquitetura ClinicSpace. Com este tipo de serviço, é possível realizar inferências sobre os aspectos emocionais de um usuário, a fim de utilizar este tipo de informação como elemento de contexto, o que torna o sistema pervasivo mais preciso e eficiente no que se refere a adaptação de suas aplicações.

Através da Computação Afetiva, o presente trabalho buscou inserir um novo tipo de elemento de contexto em sistemas pervasivos: as características emocionais do usuário. Este trabalho representa um passo inicial para o grupo GMob na área da Computação Afetiva, abrindo espaço para novas pesquisas no campo da informática e explorando novas tecnologias para aprimorar a interação entre o ser humano e o computador.

7.1 Contribuições

O desenvolvimento de ferramentas digitais válidas para a identificação de estresse não é uma tarefa trivial. O maior desafio é desenvolver uma ferramenta precisa, simples, que possa ser executada em qualquer plataforma e que não exija equipamentos especiais. Além disso, de acordo com Epp; Lippold; Mandryk (2011), existem dois grandes problemas na identificação de emoções que limitam a sua aplicação: as técnicas podem ser invasivas e podem requerer

equipamentos especiais e muito caros.

É importante ressaltar a complexidade de inserir elementos de uma ciência humana em uma pesquisa oriunda de uma ciência exata. Por se tratar de estudos empíricos, existe uma dificuldade muito grande em classificar as informações emocionais de maneira precisa e usá-las em um sistema computacional.

Assim sendo, os esforços desferidos nesta pesquisa atingiram seus objetivos, contribuindo na evolução das técnicas de aquisição de elementos de contexto para sistemas pervasivos. Neste sentido é possível destacar em alguns pontos as contribuições, tanto acadêmicas quanto para a arquitetura ClinicSpace, providas por este trabalho. Entre elas destacam-se:

- A elaboração de um modelo emocional para classificar o estado de estresse de um profissional clínico;
- O desenvolvimento de um serviço capaz de inferir características emocionais do usuário;
- Um serviço com características pervasivas (não invasivo, portátil e que não necessita equipamentos especiais);
- A realização da inferência emocional através de aspectos cognitivos, e não de sinais fisiológicos;
- A integração das áreas de Computação Afetiva e Computação Pervasiva, buscando inserir um novo tipo de elemento de contexto em sistemas pervasivos;

7.2 Trabalhos futuros

Considerando que o ambiente hospitalar é carregado de emoções das mais diversas naturezas e que este tipo de informação pode enriquecer os elementos de contexto de um sistema pervasivo, torna-se viável a elaboração de um serviço que seja capaz de inferir as características emocionais, tanto dos profissionais que atuam neste tipo de ambiente, quanto dos pacientes e acompanhantes.

Para trabalhos futuros, pretende-se aprimorar o Serviço de Contexto Afetivo, criando um modelo de inferência emocional mais completo. Assim, outras emoções podem ser utilizadas como elementos de contexto na arquitetura ClinicSpace, ajudando a fornecer serviços mais precisos em relação às necessidades do usuário.

Utilizando o Serviço de Contexto Afetivo, também pretende-se elaborar um serviço de recomendações baseado no estado emocional do usuário. Este tipo de serviço pode diminuir ou até mesmo evitar equívocos ou acidentes médicos provenientes de distúrbios emocionais ou outras emoções que podem interferir na capacidade cognitiva do profissional.

Também almeja-se implementar um serviço de adaptação de interface do sistema com base na emoção do usuário. Desta forma é possível reduzir ainda mais o problema da rejeição dos Sistemas de Informação de Saúde por parte dos médicos.

Como o projeto ClinicSpace ainda está em desenvolvimento, um próximo passo de grande importância seria uma avaliação da arquitetura como um todo, realizada por profissionais clínicos, focando os aspectos de usabilidade do sistema em um ambiente clínico hospitalar.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, J. **Natural Language Understanding**. Cambridge: Addison Wesley, 1995.
- AMARAL, M. X. G.; ACHETTE, D.; BARBOSA, L. N. F.; BRUSCATTO, W. L.; KAVABATA, N. K. Reações emocionais do médico residente frente ao paciente em cuidados paliativos. **Rev SBPH, ISSN 1516-0858**, [S.l.], 2008.
- AUGUSTIN, I.; LIMA, J. C. D.; YAMIN, A. C. Computação Pervasiva - Como programar aplicações. **X Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação (SBLP), 2006, Itatiaia, RJ**, [S.l.], v.1, p.11 – 33, 2006.
- BARDRAM, J. Hospitals of the Future - Ubiquitous Computing support for Medical Work in Hospitals. In: 2003, Magog, Canada. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2003.
- BARDRAM., J. E.; CHRISTENSEN, H. B. Pervasive Computing Support for Hospitals: an overview of the activity-based computing project. **IEEE Pervasive Computing**, Piscataway, NJ, USA, v.6, p.44–51, January 2007.
- BARTNECK, C. Integrating the OCC Model of Emotions in Embodied Characters. **Design**, [S.l.], 2002.
- BMA. British Medical Association. The Morbidity and Mortality of the Medical Profession. A literature review and suggestions for future research, 1993.
- BROEKENS, J.; BRINKMAN, W. P. AffectButton: towards a standard for dynamic affective user feedback. In: **AFFECTIVE COMPUTING AND INTELLIGENT INTERACTION AND WORKSHOPS, 2009. ACII 2009. 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2009. Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p.1 –8.
- CAMELO, S. H.; ANGERAMI, E. L. S. Sintomas de estresse nos trabalhadores atuantes em cinco núcleos de saúde da família. **Rev Latino-am Enfermagem**, [S.l.], 2004.
- COHEN, S.; KARMACK, T.; MERMELSTEINM, R. A global measure of perceived stress. **Journal of Health Social Behavior**, vol 24, n 4, [S.l.], p.385 – 396, 1983.

COHEN, S.; WILLIAMSOM, G. M. Perceived Stress in a Probability Sample of United States. **The Social Psychology of Health: Claremont Symposium on applied social psychology. Newbury Park, CA: Sage, [S.l.], 1988.**

DEY, A.; ABOWD, G. The Context Toolkit: aiding the development of context-aware applications. In: HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS: CHI 99, 2006. **Proceedings...** Pittsburgh: PA: ACM Press, 2006. p.434 – 441.

DIETZ, P. H.; EIDELSON, B.; WESTHUES, J.; BATHICHE, S. A practical pressure sensitive computer keyboard. In: ACM SYMPOSIUM ON USER INTERFACE SOFTWARE AND TECHNOLOGY, 22., 2009, New York, NY, USA. **Proceedings...** ACM, 2009. p.55–58. (UIST '09).

EKMAN, P.; LEVENSON, R. W.; FRIESEN, W. V. Automatic nervous system activity distinguishes among emotions. **Science**, **221**, [S.l.], p.1208 – 1210, 1983.

ELLIOT, C. **The Affective Reasoner**: a process model of emotions in a multi-agent system. 1992. Ph.D. Thesis — Institute for the Learning Sciences, Northwestern University.

EPP, C.; LIPPOLD, M.; MANDRYK, R. L. Identifying Emotional States using Keystroke Dynamics. **CHI 2011 - Session: Emotional States. Vancouver, BC, Canada, [S.l.], p.715 – 724, 2011.**

FAMILONI, O. **An overview of stress in medical practice.** Department of Medicine, Olabisi Onabanjo Unioversity Teaching Hospital, Sagamu, Nigeria, 2008.

FELTON, J. S. Burnout as a clinical entity – its importance in health care workers. **Occup. Med. Vol. 48, No. 4, [S.l.], p.237 – 250, 1998.**

FERREIRA, G. **Adicionando ao Middleware EXEHDA o suporte de aplicações orientadas a Atividades Humanas Cotidianas.** 2009. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

GARLAN, D.; SIEWIOREK, D. P.; SMAILAGIC, A.; STEENKISTE, P. Project Aura: toward distraction-free pervasive computing. **Pervasive Computing, IEEE, [S.l.], v.1, n.2, p.22 – 31, apr-jun 2002.**

- GOLDMAN, N.; GLEI, D. A.; SEPLAKI, C.; LIU, I. W.; WEINSTEIN, M. Perceived Stress and physiological dysregulation in older adults. **8(2):95-105**, [S.l.], 2005.
- GRAESSER, A. C.; VANLEHN, K.; ROSÉ, C. P.; JORDAN, P. W.; HARTER, D. Intelligent tutoring systems with conversational dialogue. **AI Magazine**, [S.l.], v.22, p.39 – 51, 2001.
- GUPTA, P.; BHATIA, D. Multiparametric analysis of the maximum tolerance in quadratic programming problems. **Opsearch**. **37(1)**, [S.l.], p.36 – 46, 2000.
- HEALEY, J.; PICARD, R. SmartCar: detecting driver stress. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PATTERN RECOGNITION - VOLUME 4, 2000, Washington, DC, USA. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2000. p.4218–. (ICPR '00).
- HEALTH REVISER, H. Health System for home and health club use: How to measure stress. <http://www.healthreviser.com/content/ways-measure-stress>. Acesso em Junho de 2011.
- HEKTNER, J.; SCHMIDT, J.; CSIKSZENTMIHALYI, M. Experience Sampling Method: Measuring the Quality of Everyday Life.
- HOLINQUIST, K. V. **Home Chiropractic Handbook**. [S.l.]: One 8 Inc, 1998.
- JAIN, A.; ZONGKER, D. Feature-selection: evaluation, application, and small sample performance. **PAMI**, **19(2)**, [S.l.], p.153 – 158, 1997.
- JANSEN, E.; ABDULRAZAK, B.; YANG, H.; KING, J.; HELAL, S. A Programming Model for Pervasive Spaces. **International Conference on Service-Oriented Computing**, [S.l.], p.86, 2005.
- JAQUES, P. A. **Using an Animated Pedagogical Agent to Interact Affectively with the Student**. 2004. Tese de Doutorado — Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.
- JUNIOR, A. F. L. J. **Buti**: um companheiro virtual baseado em computação afetiva para auxiliar na manutenção da saúde cardiovascular. 2008. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
- KROTH, M. L. **Serviço de Colaboração para a arquitetura ClinicSpace**. 2011. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

LEÃO, L. O. **Modelo integrado de Computação Pervasiva para ambiente médico hospitalar de tratamento intensivo**. 2007. Dissertação de Mestrado — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS.

LEONHARDT, M. D. **Affective computing and embodied conversational agents : exploring different modalities of communication**. 2007. Trabalho Individual de Doutorado — Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

LIPP, M. E. N. Stress, hipertensão arterial e qualidade de vida. **São Paulo - SP. Papyrus**, [S.l.], 1994.

LIPP, M. E. N.; MALAGRIS, L. E. N. O manejo do stress. **Comportamental e Cognitiva: pesquisa, prática, aplicações e problemas II. Campinas: Fundo Editorial Psy**, [S.l.], p.279 – 292, 1995.

LUFT, C. B.; O. SANCHES, S. de; MAZO, G. Z.; ANDRADE, A. Brazilian version of the Perceived Stress Scale: translation and validation for the elderly. **Revista Saúde Pública**. **41(4):606-15**, [S.l.], 2007.

MACHADO, A. **Associação do contexto de interesse do usuário às atividades clínicas na arquitetura ClinicSpace**. 2010. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

MACHADO, A. **Middleware para Smart HomeCare visando o apoio a pacientes idosos com deficiência cognitiva e seus cuidadores baseado na associação de tecnologias da Computação Ubíqua e Computação Afetiva**. 2011. Projeto de Doutorado — Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

MACHADO, F. B.; MIRANDA, L. L. O uso do construtivismo e da afetividade nas metodologias de ensino a distância. **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ**, [S.l.], 2006.

MALAGRIS, L. E. N. Burnout: o profissional em chamadas. **Pedagogia Institucional: fatores humanos nas organizações. Rio de Janeiro: ZIT Editores**, [S.l.], p.196 – 213, 2004.

MARAN, V. **Um Serviço de Persistência de Contexto e Seleção Contextualizada de Documentos para a Arquitetura ClinicSpace**. 2011. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

- MARSH, L. Neuropsychiatric aspects of Parkinson's disease. **Psychosomatics**, vol 41, [S.l.], p.15 – 23, 2000.
- MASCI, C. Estresse (Stress): Novas Abordagens Para um Velho Problema. <http://www.vitalidadeintegral.com.br/si/site/0306> . Acesso em Outubro de 2011.
- MASSEY, T.; MARFIA, G.; POTKONJAK, M.; SARRAFZADEH, M. Experimental Analysis of a Mobile Health System for Mood Disorders. **Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on**, [S.l.], v.14, n.2, p.241 – 247, 2010.
- MCCAULEY, L.; FRANKLIN, S. An Architecture for Emotion. **AAAI FALL Symposium Emotional and Intelligent: The Tangled Knot of Cognition**, [S.l.], 2006.
- MCGRATH, J. E. Stress and behavior in organizations. **Handbook of industrial and organizational psychology**, [S.l.], p.1351 – 1395, 1976.
- MELO, B. T.; GOMES, A. R.; CRUZ, J. F. A. Stress ocupacional em profissionais da saúde e do ensino. **Psicologia - Teoria, investigação e prática**, Vol. 2, nº 1, [S.l.], p.53 – 71, 1997.
- MIMURA, C.; GRIFFITHS, P. A Japanese version of the Perceived Stress Scale: translation and preliminary test. **Int. Journal Stud.**; 41(4):379-85, [S.l.], 2004.
- NUNES, M. A. D. N.; BEZERRA, J. J.; OLIVEIRA, A. A. Estendendo o conhecimento afetivo da EmotionML. **IHC 2010 - Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais**, [S.l.], p.197 – 200, 2010.
- ORTONY, A.; CLORE, G.; COLLINS, A. **The Cognitive Structure of Emotions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- PASSCHOAL, T.; TAMAYO, A. Validação da Escala de Estresse no Trabalho. **Estudos de Psicologia** 9(1), [S.l.], p.45 – 52, 2004.
- PICARD, R. **Affective Computing**. Cambridge: MIT Press, 1997.
- PICARD, R.; SCHEIRER, J. **The galvactivator**: a glove that senses and communicates the skin conductivity response, submitted to chi2000, the hague. 2001.
- PONTAROLO, E. **Modelagem probabilística de aspectos afetivos do aluno em um jogo educacional colaborativo**. 2008. Tese de Doutorado — Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

PRENDINGER, H.; ISHIZUKA, M. **What Affective Computing and Life-Like Character Technology Can Do for Tele-Home Health Care.** In: workshop on hci and homecare: connecting families and clinicians. 2004.

RANGANATHAN, A.; CAMPBELL, R. Supporting Tasks in a Programmable Smart Home. **Magog, Cadada. Anais**, [S.l.], 2005.

REIS, R. S.; HINO, A.; RODRIGUEZ-AÑES, C. R. Perceived Stress Scale: reliability and validity study in brazil. **Journal of Health Psychology**, v. 15; Série: 1; ISSN/ISBN: 13591053, [S.l.], p.107 – 117, 2010.

REMOR, E. Psychometric properties of a European Spanish version of the Perceived Stress Scale. **Spanish Journal of Psychology**; 9(1):86-93, [S.l.], 2006.

RIZZETTI, T. **Um ambiente de contexto personalizado e orientado a tarefas na arquitetura ClinicSpace.** 2008. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

ROMÁN, M.; HESS, C.; CERQUEIRA, R.; CAMPBELL, R. H.; NAHRSTEDT, K. Gaia: a middleware infrastructure to enable active spaces. **IEEE Pervasive Computing**, [S.l.], v.1, p.74 – 83, 2002.

SATYANARAYANAN, M. Pervasive computing: vision and challenges. **Personal Communications, IEEE**, [S.l.], v.8, n.4, p.10 – 17, August 2001.

SCHERER, K. R. SCHERER, K. R. **Speech and emotional states.** J. Darby.ed. New York: Grune & Stratton, 1981. 189-220p.

SCHERER, K. R. Studying the emotion-antecedent appraisal process: an expert system approach. **Cognition and Emotion**, [S.l.], v.7, p.323 – 355, 1993.

SCHERER, K. R. **Psychological models of emotion.** [S.l.]: Oxford University Press, 2000. 137 - 162p. v.137.

SELYE, H. **The Stress of Life.** [S.l.: s.n.], 1956. New York: MC Graw Hill.

SILVA, F. L. **ClinicSpace:** modelagem de uma ferramenta piloto para definição de tarefas clínicas em um ambiente de computação baseada em tarefas e direcionada ao usuário final. 2009. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

STANLEY, R.; BURROWNS, G. Varieties and functions of human emotion. In **R. L. Payne & C. L. Cooper (Orgs), Emotions at work: Theory research and applications for management. Chichester: John Wiley and Sons, [S.l.], p.3 – 19, 2001.**

TALEB, T.; BOTTAZZI, D.; NASSER, N. A Novel Middleware Solution to Improve Ubiquitous Healthcare Systems Aided by Affective Information. **Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, [S.l.], v.14, n.2, p.335 – 349, 2010.**

TEXAS MEDICAL ASSOCIATION, T. Common Physician Stressors. <http://texmed.org/template.aspx?id=4465>. Acesso em Maio de 2011.

TURNER, K. J.; DOCHERTY, L.; WANG, F.; CAMPBELL, G. Managing Home Care Networks. In: NETWORKS, 2009. ICN '09. EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, 2009. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p.354 – 359.

VELÁSQUEZ, J. D. Modeling Emotions and other Motivations in Synthetic Agents. In: AAAI97, 1997. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1997.

VICENTINI, C. F. **Arquitetura de um sistema pervasivo de informação em saúde orientado às atividades personalizadas pelo usuário clínico.** 2010. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

VIZER, L. M. Detecting Cognitive and Physical Stress through typing behavior. In: OF , 2009, Bostom, MA, USA. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2009. p.3113 – 3116.

WEISER, M. The Computer of the 21st Century. **Scientific American, [S.l.], v.3, p.3–11, 1991.**

YAMIN, A.; AUGUSTIN, I.; SILVA, L. C. da; FILHO, A. E. S.; GEYER, C. F. R. EXEHDA: adaptative middleware for building a pervasive grid environment. In: 2005. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2005. p.203 – 219.