



Monitorização e Análise Pessoal dos Estudantes Utilizando Smartphones

Norberto Pinto Paulo

Mestrado em Engenharia Informática

Orientador: Karolina Baras, PhD

Co-Orientador: Maria Luísa Pereira Soares, PhD

Funchal – Portugal

Novembro 2015

Abstract

This thesis describes the research conducted by integrating a data collection system on students' smartphones to detect their behavioral changes, in order to use it as a tool to infer their state of mind.

In recent years, education has been increasingly adapting to technological advances and the needs of students who increasingly use technology and technological resources. Therefore, there was a great interest in measuring the state of mind of students through their behavior, in order to help them get a better academic performance.

During the investigation, a two-stage experimental study was performed, where the system developed was installed in smartphones of participants, to determine their behavior. The first phase of the study aimed at verifying the students' behavioral changes in stressed periods, by collecting usage data of the device and the state of mind of students. The second phase of the study also was to verify behavioral changes of students but in this case during periods with less stress. However, the findings of this exploratory approach proved to be limited to fully understand the behavioral changes of the students between the more stressed and quieter periods.

Keywords: smartphone usage, stress, mood, sensors, ubiquitous computing, behavioral changes, privacy.

Resumo

Esta tese descreve a investigação realizada integrando um sistema de recolha de dados nos smartphones dos estudantes, de forma a detetar as mudanças de comportamento dos mesmos, com o objetivo de utilizá-la como uma ferramenta para inferir o estado de espírito dos estudantes.

Nos últimos anos a educação tem vindo a adaptar cada vez mais aos avanços tecnológicos e as necessidades dos alunos que recorrem cada vez mais, a tecnologia e aos seus recursos. Visto isto, despertou-se um grande interesse em mensurar o estado de espírito dos estudantes através dos seus comportamentos, com a finalidade de os ajudar a obter um melhor aproveitamento académico.

Durante a investigação, duas fases do estudo experimental foram realizadas, onde o sistema desenvolvido foi instalado nos smartphones dos participantes, para determinar o comportamento dos próprios. A primeira fase do estudo teve como objetivo verificar as mudanças de comportamento dos estudantes em épocas de stresse, através da recolha de dados sobre o uso do dispositivo e sobre o estado de espírito dos alunos. A segunda fase do estudo também consistiu em verificar as mudanças de comportamento dos estudantes mas neste caso em épocas com menos stresse. No entanto, as conclusões desta abordagem exploratória mostraram-se limitadas para compreender plenamente as mudanças de comportamentos dos estudantes entre a época de maior stresse e a época mais calma.

Palavras-chave: uso do smartphone, stresse, estado de humor, sensores, computação ubíqua, mudanças de comportamento, privacidade.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus orientadores professora Karolina Baras e professora Maria Luísa Pereira Soares pelo seu contínuo apoio e orientação ao longo desta jornada e durante a elaboração da tese.

Em segundo gostaria de agradecer aos meus pais pelo apoio emocional, encorajamento contínuo e compreensão durante este período.

Em terceiro lugar a toda a restante família que também sempre demonstrou o seu apoio.

Um agradecimento especial vai para as colegas de Psicologia Catarina Faria e Cristina Coelho pelos seus conselhos e colaboração no início da pesquisa e ao professor Sílvio Filipe Velosa pela sua valiosa ajuda na análise dos dados.

Finalmente, gostaria também de agradecer aos meus colegas de curso e amigos, com um agradecimento especial a Júlio Alves e Tiago Gonçalves, que sempre me apoiaram e sem os quais, o meu percurso académico teria sido para além de mais difícil, muito mais solitário. Obrigado.

Índice

Abstract	i
Resumo	iii
Agradecimentos	v
Índice	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Lista de Acrónimos	xv
1. Introdução	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Estrutura do Documento	2
2. Estado da Arte	3
2.1. Privacidade	3
2.1.1. Data protection Act 1998 (DPA 1998)	4
2.1.2. Privacidade na Engenharia	4
2.2. Alcançando a “felicidade” através da tecnologia	5
2.2.1. MoodScope	6
2.2.2. StudentLife	8
2.2.3. BeWell	10
2.2.4. deStress	12
2.2.5. EmotionSense	13
2.3. Conclusão	15
3. Visão Geral do Sistema	17
3.1. Abordagem de monitorização e análise pessoal dos estudantes	17
3.2. Tecnologias	18
3.2.1. Hardware	18
3.2.2. Software	19

3.3. Implementação e Sistema Resultante	19
3.3.1. Base de Dados SQLite	21
3.3.2. Módulos do EmotionStore	22
3.3.3. EmotionStore	23
4. Testes e Resultados	25
4.1. Introdução	25
4.2. Métodos	25
4.2.1. Participantes	25
4.2.2. Procedimento do Estudo	26
4.2.3. Recolha de Dados	26
4.2.4. Considerações de Privacidade.....	28
4.2.5. Análise Estatística.....	29
4.3. Resultados.....	29
4.3.1. Primeira fase do estudo.....	30
4.3.2. Segunda parte do estudo	38
4.4. Conclusão	46
5. Discussão e Conclusão.....	47
6. Referências.....	49

Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo do estado de espírito Circumplex [12].	8
Figura 2 - Arquitetura do sistema StudentLife [13].	9
Figura 3 - Arquitetura do sistema deStress [21].....	13
Figura 4 - Interface de desenvolvimento do Eclipse	19
Figura 5 - Base de dados SQLite utilizado no dispositivo Android.....	21
Figura 6 - Diagrama de divisão em módulos da aplicação	22
Figura 7 - Layout do inquérito apresentado aos utilizadores do EmotionStore	24
Figura 8 - Diagrama do processamento dos dados.....	24
Figura 9 - Serviços de localização que deveriam estar ativos para determinar as coordenadas do utilizador.....	28
Figura 10 - Combinação dos dados da manhã de um utilizador aleatório do estudo referente a época de exames.....	33
Figura 11 - Combinação dos dados da tarde de um utilizador aleatório do estudo referente a época de exames.....	34
Figura 12 - Combinação dos dados da manhã de um utilizador aleatório do estudo referente ao início do ano académico	41
Figura 13 - Combinação dos dados da tarde de um utilizador aleatório do estudo referente ao início do ano académico	42

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Uso geral do smartphone durante a manhã (1ª parte do estudo)	30
Tabela 2 - Uso geral do smartphone durante a tarde (1ª parte do estudo)	30
Tabela 3 - Comportamentos ativos da manhã (1ª parte do estudo)	31
Tabela 4 - Comportamentos ativos da tarde (1ª parte do estudo)	31
Tabela 5 - Diversidade do comportamento dos utilizadores (1ª parte do estudo)	32
Tabela 6 - Média das respostas dos inquiridos da manhã (1ª parte do estudo)	32
Tabela 7 - Média das respostas dos inquiridos da tarde (1ª parte do estudo)	33
Tabela 8 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” ” no período da manhã (1ª fase do estudo)	35
Tabela 9 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” ” no período da manhã (1ª fase do estudo)	35
Tabela 10 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” ” no período da manhã (1ª fase do estudo)	35
Tabela 11 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” ” no período da manhã (1ª fase do estudo)	35
Tabela 12 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” ” no período da manhã (1ª fase do estudo)	36
Tabela 13 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” no período da manhã (1ª fase do estudo)	36
Tabela 14 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” no período da tarde (1ª fase do estudo)	36
Tabela 15 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” no período da tarde (1ª fase do estudo)	36
Tabela 16 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” no período da tarde (1ª fase do estudo)	37

Tabela 17 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” no período da tarde (1ª fase do estudo)	37
Tabela 18 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” no período da tarde (1ª fase do estudo)	37
Tabela 19 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” no período da tarde (1ª fase do estudo)	37
Tabela 20 - Uso geral do smartphone durante a manhã (2ª parte do estudo)	38
Tabela 21 - Uso geral do smartphone durante a tarde (2ª parte do estudo).....	38
Tabela 22 - Comportamentos ativos da manhã (2ª parte do estudo)	39
Tabela 23 - Comportamentos ativos da tarde (2ª parte do estudo).....	39
Tabela 24 - Diversidade do comportamento dos utilizadores (2ª parte do estudo)	40
Tabela 25 - Média das respostas dos inquéritos da manhã (2ª parte do estudo).....	40
Tabela 26 - Média das respostas dos inquéritos da tarde (2ª parte do estudo)	41
Tabela 27 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” ” no período da manhã (2ª fase do estudo).....	43
Tabela 28 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” ” no período da manhã (2ª fase do estudo).....	43
Tabela 29 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” ” no período da manhã (2ª fase do estudo).....	43
Tabela 30 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” ” no período da manhã (2ª fase do estudo).....	43
Tabela 31 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” ” no período da manhã (2ª fase do estudo).....	44
Tabela 32 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” ” no período da manhã (2ª fase do estudo).....	44
Tabela 33 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” ” no período da tarde (2ª fase do estudo)	44
Tabela 34 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” ” no período da tarde (2ª fase do estudo)	45

Tabela 35 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” ” no período da tarde (2ª fase do estudo)	45
Tabela 36 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” ” no período da tarde (2ª fase do estudo)	45
Tabela 37 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” ” no período da tarde (2ª fase do estudo)	45
Tabela 38 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” ” no período da tarde (2ª fase do estudo)	46

Lista de Acrónimos

API	<i>Application Programming Interface</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CSV	<i>Comma-separated values</i>
DPA	<i>Data Protection Act</i>
EMA	<i>Ecological Momentary Assessment</i>
FIPs	<i>Fair Information Practices</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
ICO	<i>Information Commissioner's Office</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
PAM	<i>Photographic Affect Meter</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>

1. Introdução

1.1. Motivação

O humor ou o estado de espírito desempenha um papel importante nas nossas vidas, influenciando o nosso comportamento do dia-a-dia. Para a maioria das pessoas, o motivo secreto para tudo o que fazem, é saber como ganhar, manter e recuperar a felicidade. O método mais rápido para saber se um indivíduo está feliz é simplesmente perguntando-lhe. Até ao início dos anos 2000, as entrevistas ou inquéritos em papel, eram considerados a melhor maneira de medir o estado emocional de uma pessoa, mas hoje em dia verifica-se que a grande maioria da comunicação humana não é verbal e que as entrevistas e os inquéritos não conseguem captar as emoções.

Com o avanço das tecnologias, os dispositivos móveis, como smartphones e *tablets*, tornaram-se recentemente poderosos dispositivos de deteção centrada em humanos graças às crescentes variedades de sensores embutidos, tais como GPS (*global positioning system*), Bluetooth, Wi-Fi, acelerómetro, e muitos outros. Os dispositivos também têm evoluído significativamente em termos de capacidade computacional, incluindo o desempenho da CPU (*Central Processing Unit*), memória e armazenamento. Tais avanços têm vindo a acelerar o crescimento da computação ubíqua, que tem como objetivo tornar a interação homem-computador invisível, ou seja, integrar a informática com as ações e comportamentos naturais das pessoas de uma forma que elas nem percebam que estão dando comandos a um computador, mas como se estivessem interagindo com alguém [1].

Entre as aplicações da computação ubíqua, a educação tem vindo a ganhar espaço perante a necessidade de adaptação aos avanços tecnológicos e as necessidades dos alunos que recorrem cada vez mais, a tecnologia e aos seus recursos. Visto isto, despertou-se um grande interesse em mensurar o estado de espírito dos estudantes através dos seus comportamentos, com a finalidade de os ajudar a obter um melhor aproveitamento académico.

1.2. Objetivos

Esta tese tem como objetivo primordial pesquisar novos métodos capazes de inferir o comportamento dos estudantes, através do desenvolvimento de uma aplicação Android para smartphones que integra diversos sensores. No entanto, a tese não abrange apenas o processo

de implementação técnica do sistema, mas centra-se principalmente na pesquisa feita com o sistema e os seus resultados num contexto de inferência comportamental.

O objetivo da pesquisa é implementar uma aplicação com base no atual estado da arte para ser usada como uma ferramenta de recolha de dados relevantes ao estado de espírito dos estudantes, nas épocas de maior acumulação de stresse. Em termos de tecnologia, a aplicação deve ser desenvolvida para o sistema operativo Android, através do IDE (*Integrated Development Environment*) *Eclipse*. O sistema final deve ser capaz de detetar as mudanças de comportamento do utilizador ao longo do tempo e, portanto, poderá servir como uma ferramenta para inferir o estado de espírito dos estudantes. Para a comprovação do conceito, o sistema teve de ser validado em estudos experimentais com os utilizadores em ambiente académico. A partir desta validação, e com base nos resultados encontrados, a integração com outra aplicação para detetar e melhorar o estado de espírito dos estudantes é proposta, com a finalidade de os ajudar a obter um melhor aproveitamento académico.

1.3. Estrutura do Documento

Este documento está organizado em cinco capítulos, tendo a seguinte estrutura. No capítulo 1, o contexto e motivação para a tese são introduzidas, bem como os objetivos focais da investigação e da organização geral do documento. O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre as questões de privacidade a ter em conta no desenvolvimento e utilização de aplicações móveis e de como os dados dos utilizadores devem ser tratados e sobre como alcançar a felicidade através da tecnologia. Posteriormente, são destacadas algumas abordagens tecnológicas inovadoras relevantes para a pesquisa. Conclui-se com a direção tomada a partir da revisão de literatura. No capítulo 3, o sistema desenvolvido para a pesquisa é descrito, explicando a abordagem utilizada para monitorizar e analisar o comportamento dos estudantes, e sua implementação detalhada em termos de *hardware* e *software*. No capítulo 4, o estudo com estudantes universitários em duas fases distintas do ano académico é descrito, apresentando seus resultados e conclusões. Finalmente, o capítulo 5 termina com a discussão e conclusões principais tomadas a partir da pesquisa desenvolvida, de acordo com os objetivos inicialmente fixados.

2. Estado da Arte

Este capítulo inclui a revisão da literatura sobre o tema principal da tese, que visa dar uma melhor compreensão dos métodos e abordagens atuais envolvidos na detecção e inferência do estado de espírito das pessoas através dos smartphones. Numa primeira instância recorre-se à abordagem do estudo da privacidade, ou seja, será feita referência à informação sobre as questões de privacidade, de forma a perceber a sua importância no desenvolvimento e utilização de aplicações móveis e de como os dados dos utilizadores devem ser tratados. Segue-se uma breve apresentação da visão geral sobre o bem-estar das pessoas e os fatores relacionados para alcançar tal felicidade, e em seguida, descreve-se o papel dos dispositivos móveis como um novo meio para melhorar o estado de espírito dos indivíduos, focando-se principalmente na sua utilização para detecção de stresse. Posteriormente, são destacadas algumas abordagens tecnológicas inovadoras que usam os sensores e padrões de utilização dos smartphones para reconhecer o stresse do utilizador e inferir o seu bem-estar. O capítulo conclui com a direção tomada pela pesquisa do estado da arte atual.

2.1. Privacidade

No início do estudo foi feita uma pesquisa de forma a perceber a importância da privacidade no desenvolvimento e utilização de aplicações móveis.

Um blog da ICO (*Information Commissioner's Office*) [2], fala sobre o porquê dos *developers* deverem respeitar a privacidade ao criar uma aplicação. A publicação dá ênfase a um inquérito realizado em Dezembro de 2013, que destacou as preocupações em torno de como as aplicações estão a usar os dados pessoais dos utilizadores, e como isso afeta as suas vendas e utilização. O inquérito constatou que 62% das pessoas que fizeram o *download* de aplicações móveis estão preocupados com a forma como essas aplicações usam os seus dados pessoais e com quase metade (49%) dos utilizadores terem escolhido não fazer o *download* de uma aplicação devido a preocupações com a privacidade.

Para ajudar os *developers* a garantirem que estão a cuidar dos dados pessoais corretamente, cumprindo com a DPA (*Data Protection Act*) [3], que existe no Reino Unido para proteger a privacidade dos indivíduos, foi publicada uma orientação detalhada que explica os principais requisitos que se devem ter em conta no processamento de dados pessoais através de uma

aplicação, que abrange questões como a segurança e a retenção de dados. Os utilizadores terão mais confiança em aplicações que respeitem claramente a sua privacidade.

2.1.1. Data protection Act 1998 (DPA 1998)

O DPA [3] constitui um ato do Parlamento do Reino Unido, que define as formas pelas quais as informações sobre a vida das pessoas devem ser legalmente utilizadas e manipuladas. A principal intenção é a de proteger os indivíduos contra a utilização indevida ou abuso de informações sobre eles. O DPA foi composto pela primeira vez em 1984 e foi atualizado em 1998.

Os princípios fundamentais do DPA 1998 especificam que os dados pessoais:

- Devem ser tratados equitativa e licitamente;
- Devem ser obtidos apenas para fins legais e não processados de qualquer forma incompatível com essas finalidades;
- Devem ser adequados, pertinentes e não excessivos;
- Devem ser precisos e atuais;
- Não devem ser mantidos por mais tempo do que o necessário;
- Devem ser tratados em conformidade com os direitos e liberdade das pessoas em causa;
- Devem ser protegidos contra processamento não autorizado ou ilegal e contra a perda acidental, destruição ou danos;
- Não devem ser transferidos para um país ou território fora do Espaço Económico Europeu, a menos que esse país ou território proteja os direitos e liberdades das pessoas em causa.

2.1.2. Privacidade na Engenharia

A privacidade tem sido anunciada como um assunto morto por alguns, mas por outros é visto como um requisito fundamental para o negócio. As empresas têm vindo a considerar mais políticas favoráveis à privacidade, por causa das novas exigências e preocupações dos utilizadores, mas tais políticas muitas vezes entram em conflito com o desejo de aproveitar os dados dos clientes.

As pesquisas sobre a privacidade têm vindo a demonstrar que as pessoas estão profundamente preocupadas com a privacidade e não acreditam que os seus dados pessoais estão devidamente protegidos.

Os engenheiros mal reconheciam a importância de considerar a privacidade na conceção da tecnologia. Num estudo [4] descobriram que, quando os engenheiros foram questionados sobre como as questões de privacidade eram relacionadas com o desenvolvimento do protótipo, as questões eram vistas ou como “um problema abstrato e não um problema imediato, ou simplesmente não faziam parte das entregas do projeto”. Por outro lado, os engenheiros conscientes da privacidade muitas vezes esforçam-se para obter um elevado grau de proteção da privacidade que pode levar a mecanismos que prejudicam a usabilidade do sistema [5] [6].

Num artigo [7] referente à privacidade na engenharia, os autores introduzem o modelo *three-sphere* das preocupações com a privacidade do utilizador e relacionam-no com as operações do sistema (transferência de dados, armazenamento e processamento). Em seguida, descrevem dois tipos de abordagem para a privacidade na engenharia: “*privacy-by-policy*” e “*privacy-by-architecture*”. A primeira abordagem, “*privacy-by-policy*” centra-se na implementação dos princípios de aviso e escolha de FIPs (*Fair Information Practices*), enquanto a segunda, “*privacy-by-architecture*”, minimiza a recolha de dados pessoais identificáveis, enfatizando o anonimato e o armazenamento e processamento de dados do lado do cliente.

Assim sendo, a pesquisa realizada sobre a privacidade vai influenciar no desenvolvimento do projeto, mais precisamente nos cuidados a ter na recolha dos dados pessoais dos participantes.

2.2. Alcançando a “felicidade” através da tecnologia

A felicidade é um fator muito importante para o nosso dia-a-dia, visto que tudo o que fazemos depende muito do nosso estado de espírito. A forma mais habitual de saber se uma pessoa está feliz é perguntando diretamente, mas o grande interesse está em descobrir o que a faz feliz, ou seja, quais são os determinantes, os indicadores, os fatores ou as variáveis para prever a felicidade.

Em [8], Muaremi, et al. fizeram referência ao *World Database of Happiness* que é uma coleção de investigação científica sobre a apreciação subjetiva da vida, que consiste em mais de 1300 estudos empíricos. Mais de 700 determinantes encontram-se estatisticamente associados à felicidade. Foi demonstrado que a felicidade de uma pessoa depende de uma série de fatores e

que é fundamental continuar a tendência de substituição de questionários em papel para medir alguns dos determinantes de felicidade usando smartphones [8].

Os dispositivos móveis têm vindo a melhorar significativamente com a ajuda do avanço das tecnologias. Como consequência dessa melhoria, vários investigadores como engenheiros, cientistas de computação, psicólogos, etc. têm vindo a demonstrar que, na última década, a tecnologia tem vindo a ajudar as vidas das pessoas. Especificamente, por meio da monitorização e análise dos padrões de sono, exercício e hábitos alimentares de uma pessoa, e através de estatísticas vitais tais como a temperatura corporal, pressão arterial e a frequência cardíaca, podem ser identificados pontos de conflito na rotina diária da pessoa e, em seguida, sugerir modificações para melhorar o seu bem-estar [9].

A acumulação de stresse pode desempenhar um papel numa variada gama de condições físicas, psicológicas e comportamentais, como ansiedade, depressão, isolamento social, alterações do padrão de sono, entre outras. Este problema é visível em várias organizações, onde os trabalhadores têm problemas psicológicos relacionados com o stresse. Isto deve-se à natureza competitiva da economia mundial e da utilização das tecnologias de informação e comunicação avançadas ter mudado a natureza do ambiente de trabalho, garantindo uma maior conectividade e, conseqüentemente, a acessibilidade dos funcionários, mesmo fora do horário de trabalho [10].

Hoje em dia, os smartphones proporcionam uma nova oportunidade de acesso discreto e eficiente em termos de custo para fontes de dados anteriormente inacessíveis, relacionados com o comportamento social diário. Em [11], Bogomolov, et al. apresentam a prova de que o stresse diário pode ser reconhecido de forma fidedel com base em métricas do comportamento humano, derivados de atividades registadas no telemóvel (registo de chamadas e SMS, interações Bluetooth, etc.).

Nos últimos anos, vários estudos têm tentado demonstrar a viabilidade de dispositivos móveis que incorporam sensores, na inferência automática do estado de espírito das pessoas. A seguir é apresentada uma breve revisão dos trabalhos mais relevantes para esta pesquisa.

2.2.1. MoodScope

Em [12], LiKamWa, et al. descrevem o primeiro sistema de *software* para smartphone, capaz de inferir o estado de humor do utilizador com base na utilização do smartphone. Este sistema aproveita os padrões de uso do smartphone, para aprender mais sobre o utilizador e tenta

associá-los a certos estados de humor. Para validar tal abordagem, foram realizados vários estudos com 32 participantes ao longo de dois meses. Para ganhar motivação e intuição da inferência de humor automática e para reunir conhecimento sobre quais os dados que devem ser recolhidos a partir dos smartphones, foi realizado um pré-estudo de *focus group*, que por sua vez foi dividido em duas partes. A primeira parte tratou do impacto das mudanças de humor sobre os hábitos de uso dos smartphones. Para isso foi questionado aos participantes se eles usam diferentes aplicações ou comunicam com pessoas diferentes, dependendo do seu humor. A segunda parte do *focus group* consistiu em pedir opiniões dos participantes sobre a partilha de humor, mais precisamente, foi pedido como eles iriam publicar o seu estado de espírito, com quem o iriam partilhar, quando gostariam que as outras pessoas o vissem, quais estados de espírito estariam interessados em ver, como gostariam que seu smartphone se adaptasse automaticamente ao seu estado de espírito, e como a partilha de humor afetaria a suas vidas.

No estudo de campo foram recolhidos 2 meses de dados de todos os participantes, proporcionando estudar a correlação entre o humor e as interações do smartphone. O estudo envolveu o desenvolvimento de duas ferramentas de *software* personalizadas, que foram a aplicação *mood journaling* e o *background logger*. O *mood journaling* permite aos utilizadores informar o estado de espírito, pelo menos, quatro vezes por dia, com aproximadamente três horas de diferença entre cada entrada. O *background logger* permite recolher características do comportamento do utilizador através das funcionalidades do smartphone, sem a necessidade de interação do utilizador. As informações reunidas foram o uso de aplicações, as chamadas, as SMS, o histórico de navegação na *web* e as mudanças de localização.

Após o estudo de campo, foi realizado outro debate do *focus group* com alguns participantes, de forma a pedir as suas opiniões sobre a usabilidade e efetividade da aplicação *mood journaling*. Na figura 1 podemos ver o modelo do modo *circumplex* aplicado para descrever e medir o estado de espírito através das dimensões *pleasure* e *activeness*. A dimensão *pleasure* mede o quão positivo ou negativo a pessoa se sente e a dimensão *activeness* mede se a pessoa é suscetível de tomar uma ação sob o estado de espírito, de ativo para passivo.

Os resultados mostraram que o MoodScope é uma abordagem prática e promissora para inferir o estado de espírito através do smartphone. No entanto, existem algumas limitações neste estudo que devem ser ultrapassadas. Algumas das limitações mais relevantes foram: a insuficiência do número de utilizadores, a entrada de humor quatro vezes ao dia pode ser muito exigente para o utilizador comum, alguns dos fatores externos podem passar despercebidos com

a abordagem apresentada, já que nem todos os fatores que têm impacto sobre o estado de espírito do utilizador podem ser capturados por um smartphone, e os mecanismos para preservar a privacidade existentes dentro do projeto MoodScope são insuficientes para um lançamento desta aplicação para o público geral.

Os autores previram a inferência de humor como um próximo passo vital para aplicações sensíveis ao contexto. Tal inferência iria melhorar a utilidade do smartphone e diminuir a barreira social para a partilha de humor. Com base nesses resultados, os autores concluíram que irão construir um mecanismo de inferência do estado de espírito, capaz de aplicar modelos de humor aos dados do utilizador do smartphone em tempo real.

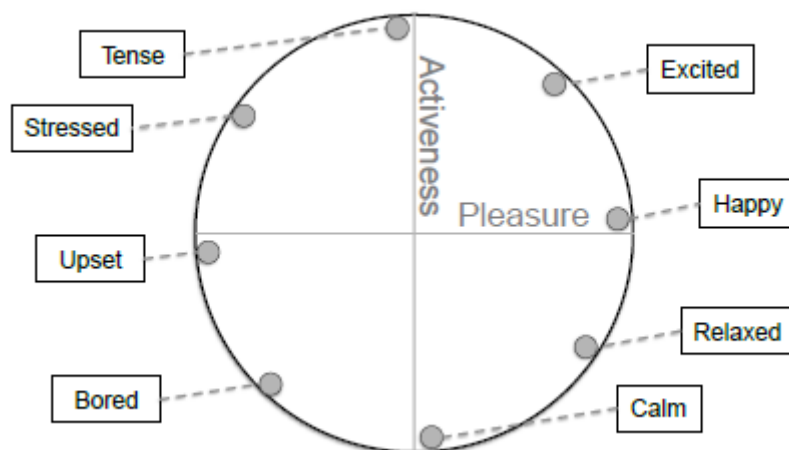


Figura 1 - Modelo do estado de espírito Circumplex [12].

2.2.2. *StudentLife*

Em [13], Wang, et al. apresentam uma aplicação *Android* que avalia o impacto dia-a-dia e semana-a-semana da carga de trabalho sobre o stresse, sono, atividade, humor, sociabilidade, bem-estar mental e desempenho académico de uma única turma de 48 alunos num período de 10 semanas na Universidade de *Dartmouth*, situada nos Estados Unidos da América. Na Figura 2 podemos ver a arquitetura do sistema onde esta aplicação se insere. As funcionalidades existentes nesta aplicação são divididas em dois tipos de recolha de dados, os dados recolhidos automaticamente através de sensores: atividade física (duração), conversação (duração e frequência), sono (duração, início do sono e tempo acordado) e localização (*GPS/Bluetooth*); e os dados introduzidos manualmente pelos utilizadores, através da integração da componente *MobileEMA* [14] e do *SurveyMonkey* [15].

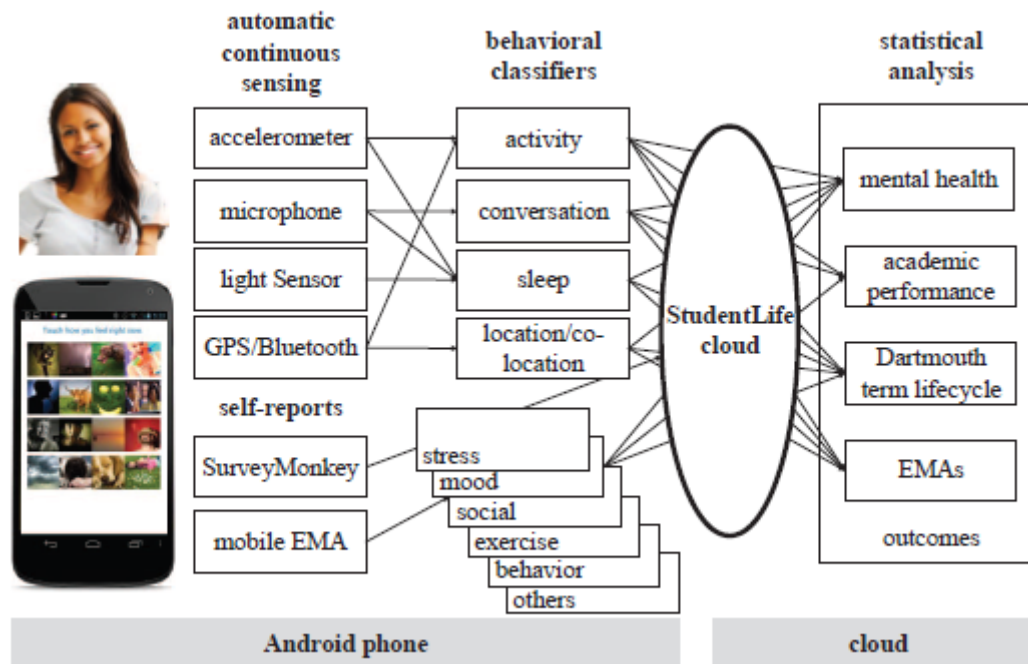


Figura 2 - Arquitetura do sistema StudentLife [13].

De forma a detetar a atividade física, conversação e sono, foram utilizados classificadores desenvolvidos em trabalhos anteriores [16, 17]. O classificador de atividade física infere as funcionalidades extraídas a partir de fluxos do acelerómetro classificando as atividades do utilizador como estacionário, caminhada, corrida, ciclismo ou condução. Para a deteção da conversa o StudentLife implementa dois classificadores no telemóvel, um classificador de áudio para inferir a voz humana, e um classificador de conversação para detetar a conversa. O classificador de sono permite inferir discretamente a duração do sono através do smartphone sem qualquer interação com o mesmo (por exemplo, o utilizador não tem que dormir com o dispositivo). O classificador do sono do StudentLife extrai quatro tipos de funcionalidades: funcionalidades da luz, funcionalidades do uso do smartphone, incluindo o estado de bloqueio do telemóvel, as funcionalidades da atividade (por exemplo, estacionário), e as funcionalidades do som do microfone.

De forma a captar o comportamento humano adicional além do que os inquéritos e a deteção automática fornecem, os autores integraram uma componente EMA (*Ecological Momentary Assessment*) na aplicação StudentLife baseado em extensões para o Google PACO [18]. PACO é uma *framework* extensível para experiências de auto-quantificação (*quantified self*) com base na EMA. A PACO foi estendida de modo a incorporar:

- PAM (*Photographic Affect Meter*) [19] para capturar o humor instantâneo do participante;

- Pop-up EMAs para apresentar automaticamente um pequeno inquérito para o utilizador quando eles desbloqueiam ou usam o telemóvel; e,
- Funcionalidades de sincronização e programação EMA para enviar automaticamente um novo programa EMA a todos os participantes e sincronizar o novo programa com a *cloud* do StudentLife.

Os dados foram recolhidos sem qualquer interação do utilizador e enviados para a *cloud* quando o smartphone estivesse a carregar e se encontrasse ligado ao WiFi. Durante a fase de recolha, os alunos foram convidados a responder a várias questões EMA à medida que usavam seus smartphones, permitindo fornecer informações adicionais sobre o estado, tais como stresse, estado de espírito, felicidade, eventos atuais, etc. Os relatórios EMA foram fornecidos por um médico e um grupo de psicólogos da equipa de investigação. Os autores também tiveram acesso aos dados académicos de todos os participantes como um meio de avaliar o desempenho dos mesmos.

Os resultados mostraram um número de correlações significativas entre os dados recolhidos automaticamente dos sensores do smartphone e os resultados académicos e da saúde mental do estudante. Na medida em que o semestre progride e a carga de trabalho aumenta, o stresse aumenta sensivelmente enquanto as emoções positivas, as horas de sono, as conversas e a atividade diminuem.

De acordo com os autores, este é o primeiro estudo deste tipo efetuado com os estudantes universitários usando smartphones. Na conclusão do estudo surgiu a pergunta natural sobre se era possível encontrar tendências e correlações semelhantes num corpo discente diferente. De forma a responder à pergunta, os autores começaram a trabalhar num estudo semelhante na Universidade do Texas Austin, para uma turma com um grande número de estudantes remotos. Um estudo futuro na Universidade Northeastern também está a ser planeado pelos autores.

2.2.3. BeWell

Em [17], Lane, et al. apresentam a BeWell, uma aplicação de saúde pessoal para smartphones que é projetada especificamente para ajudar as pessoas a gerir o seu bem-estar geral, monitorizando de forma contínua e simultânea, padrões de comportamento do utilizador por meio de sensores embutidos nos smartphones. A implementação inicial do BeWell é limitada a três medidas do bem-estar (padrões de sono, interação social e atividade física) e ainda não incorpora uma série de outros componentes importantes para a saúde, tais como a dieta e o

stress. Os utilizadores são capazes de adicionar manualmente novos comportamentos por meio de um diário mantido pelo portal web da BeWell, que mostram visualmente as inferências feitas pela aplicação e permite aos utilizadores corrigir os erros de classificação. Uma vez que os utilizadores precisam entender facilmente como o seu comportamento afeta diferentes dimensões do seu bem-estar pessoal, foram usadas as orientações existentes fornecidas pelos profissionais de saúde, permitindo assim, estimar pontuações de bem-estar multidimensionais que captam a relação entre os padrões de comportamento e os resultados da saúde.

A aplicação BeWell e o suporte do sistema consistem num pacote de *software* executado em smartphones Android e em uma infraestrutura *cloud*. Foram instalados componentes de *software* nos telemóveis que incluem: i) *Sensing Daemon*, responsável pela deteção, classificação, processamento de dados e o *upload* de dados do sensor; ii) *Mobile BeWell Portal*, que exhibe os padrões de comportamento do utilizador e a pontuação do bem-estar associado a esses comportamentos; e por último iii) *Mobile Ambient Wellbeing Display*, que proporciona uma visualização permanente das classificações do bem-estar do utilizador. A infraestrutura *cloud* da BeWell fornece armazenamento, computação e acesso web aos dados do utilizador através do *Desktop BeWell Portal*.

Foram realizadas experiências para validar o desenho e implementação da aplicação BeWell. Primeiro foi feito um ponto de referência do consumo de recursos da BeWell operando num Android Nexus One, permitindo assim demonstrar que uma aplicação de monitorização de bem-estar automatizado, como a BeWell, pode ser implementada num smartphone *off-the-shelf*. Em seguida, foi analisada a precisão da monitorização do comportamento da BeWell através duma experiência com cinco pessoas e para finalizar foram mostradas as pontuações de bem-estar recolhidas ao longo de uma semana, por um único utilizador.

Os autores concluíram que o feedback da BeWell pode ajudar os utilizadores a compreender melhor o impacto no bem-estar do seu dia-a-dia da interação social, da atividade física e dos padrões de sono. O protótipo de implementação da BeWell também demonstra a viabilidade de aplicações de bem-estar pessoal, utilizando smartphones *off-the-shelf*. De forma a enfrentar os desafios identificados durante a implementação da aplicação inicial BeWell, os autores implementaram a aplicação BeWell+ [20] uma versão seguinte que incorpora novos mecanismos de bem-estar. Especificamente, os autores introduziram o mecanismo de feedback do bem-estar adaptado à comunidade, que generaliza automaticamente para diversas comunidades de utilizadores (por exemplo, idosos, adultos, jovens, crianças), equilibrando a

necessidade de promover um melhor comportamento, contudo permanecendo realista para os objetivos dos utilizadores, e o mecanismo de atribuição da energia adaptada ao bem-estar, que prioriza a fidelidade de monitorização e a capacidade de resposta do feedback sobre as dimensões específicas de saúde do bem-estar (por exemplo, a interação social) onde o utilizador precisa de mais ajuda. No entanto, um estudo a longo prazo e uma população de utilizadores mais diversificada são ambas desejadas pelos autores de forma a elaborar um estudo mais aprofundado do BeWell+.

2.2.4. *deStress*

Em [21], Zhang, et al. apresentam um sistema de gestão, alívio, e monitorização de stresse remoto e móvel, cujas principais funcionalidades são avaliar quantitativamente o nível de stresse do utilizador num intervalo contínuo, orientar os utilizadores a aliviarem o stresse utilizando uma abordagem baseada na respiração e, por último, fornece um sistema para a gestão e monitorização do stresse, permitindo que os dados possam ser gravados, analisados e partilhados com profissionais da área médica.

Na implementação do sistema foi usado apenas um sensor fisiológico *wearable* para aumentar o conforto do utilizador, de seguida foi construído um sistema *cloud* para a gestão dos dados de stresse, foi desenhado um algoritmo de monitorização de stresse eficiente capaz de monitorizar rapidamente o nível de stresse e aumentar a vida da bateria e, por último, foi implementada uma GUI (*Graphical User Interface*) em plataformas de smartphones com o objetivo de melhorar as experiências do utilizador. O sistema contém três componentes principais que são o *wearable stress monitor*, os terminais móveis (smartphones, *pads* ou *tablets*) e o *back cloud server* (sistema de telessaúde baseado na *web*). Os três componentes não estão conectados fisicamente e comunicam entre si através de *wireless*. A arquitetura do sistema é mostrada na Figura 3.

O servidor funciona como um sistema central que fornece serviços básicos para todo o sistema de gestão de stresse remoto, tal como a gestão dos dispositivos e dos utilizadores, o armazenamento e a segurança dos dados e a análise e o processamento da informação. O terminal refere-se ao telemóvel ou tablet, em que o algoritmo chave para avaliação e alívio de stresse é executado e que comunica com o monitor de stresse via Bluetooth e com o servidor central, através de 3G ou Wi-Fi. O monitor de stresse recolhe dados fisiológicos continuamente, comunica com o terminal via Bluetooth, e transmite os dados fisiológicos recolhidos para o terminal.

Foram realizadas experiências com 30 pessoas de forma a demonstrar a viabilidade e eficácia do sistema deStress. Os resultados mostraram que a avaliação do nível de stresse feita pelo sistema, indica corretamente os estados mentais dos utilizadores e, sob a orientação do deStress, os utilizadores poderiam aliviar drasticamente o seu nível de stresse.

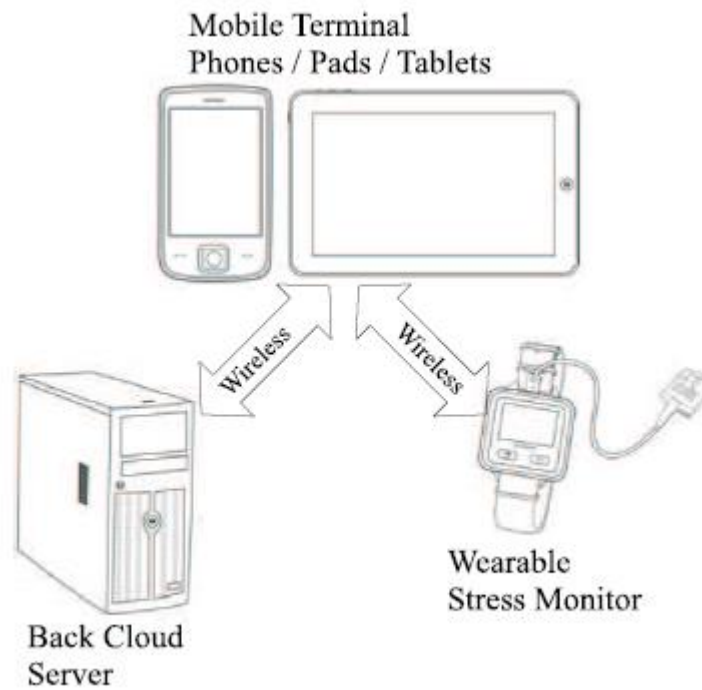


Figura 3 - Arquitetura do sistema deStress [21]

2.2.5. *EmotionSense*

Em [22], Rachuri, et al. ilustram o EmotionSense, uma *framework* para a recolha de dados em estudos de interação humana baseada em telemóveis. As suas principais características incluem a capacidade de deteção das emoções de forma individual, bem como as atividades, as interações verbais e de proximidade entre os membros dos grupos sociais. Em termos de desenho do sistema, as principais características são a programação e a adaptação em tempo de execução, permitindo que os cientistas sociais descrevam as tarefas de deteção utilizando uma linguagem declarativa e escrevam regras para ativar e desativar os sensores de acordo com o contexto do utilizador. Este é o primeiro trabalho a propor um sistema de deteção móvel programável sensível ao contexto para a pesquisa em psicologia social. Os cientistas sociais podem modificar o comportamento do sistema tanto em termos de operações de deteção com base na análise das informações disponíveis sobre o utilizador, como no ambiente. Por exemplo, os cientistas podem escrever uma regra para ativar um sensor de voz apenas se estiverem outras pessoas perto do utilizador.

O EmotionSense tem o potencial de mudar a forma como os cientistas sociais estudam o comportamento humano. Os psicólogos envolvidos no projeto apreciaram a flexibilidade do sistema, e principalmente, a possibilidade de explorar uma tecnologia discreta para suas experiências, bem como a capacidade de validação cruzada das informações obtidas por meio de métodos baseados em autorrelato de uma forma rigorosa e quantitativa. Os autores observaram que a privacidade não é uma preocupação importante para o sistema, uma vez que os utilizadores concordaram voluntariamente em transportar o dispositivo para monitorização constante. Em qualquer caso, tanto a gravação de voz como os identificadores do Bluetooth não foram armazenados uma vez que as amostras foram descartadas imediatamente após o processamento.

A experiência foi conduzida por um período de 10 dias, envolvendo 18 utilizadores, sendo estes membros do local do Departamento de Ciência da Computação. Para cada dia da experiência, os utilizadores preencheram um questionário sobre a atividade/evento em que estiveram envolvidos num determinado momento do dia. Também tiveram que responder se o evento ocorreu num ambiente fechado ou ao ar livre, a sua localização e se houve pessoas presentes, em particular os participantes envolvidos no estudo realizado. Além disso foi-lhes pedido para especificarem o seu estado de espírito naquele momento. O questionário foi concebido por um psicólogo social que integrou a equipa do estudo, seguindo a metodologia descrita em [23].

Foi realizada uma análise da distribuição das emoções detetadas e do efeito da altura do dia, da atividade e da localização sobre essa distribuição. Os autores inferiram que as pessoas tendem a exibir as emoções neutras muito mais do que outras emoções, sendo o “medo” a menor emoção mostrada de todas. A distribuição das emoções demonstrou que os utilizadores tendem a exibir as emoções não neutras com mais frequência durante a noite, provando ser particularmente verdade no que diz respeito à maioria dos utilizadores da experiência, já que estes mostraram estar mais relaxados à noite do que de manhã. Também foi possível descobrir que os utilizadores estavam mais felizes em áreas residenciais do que em locais de trabalho e no centro da cidade. Estes resultados mostram o potencial de uma análise mais profunda da correlação entre emoções e localização, na qual os autores pretendem investigar mais a partir da perspetiva sociopsicológica com estudos mais focados.

Os autores pretendem como trabalho futuro melhorar os classificadores emocionais, a fim de obter um reconhecimento das emoções de forma mais eficaz e também melhorar a robustez do sistema, considerando modelos de ruído mais realistas. Finalmente, têm como objetivo a longo

prazo, fornecer feedback e ajuda psicológica em tempo real aos utilizadores / pacientes de uma forma interativa, também através da monitorização diária das terapias e modificá-las se necessário.

2.3. Conclusão

A partir da perspetiva de inferir o bem-estar das pessoas, os métodos de deteção automática do estado de espírito não levam diretamente a considerações de mecanismos para a inferência e parecem ter atingido os seus melhores resultados possíveis. Por isso, são necessárias novas abordagens para continuar a melhorar o processo de inferência emocional atual. Com base no conceito do reconhecimento ubíquo do stresse, os investigadores reportaram evidências de que o uso dos smartphones se correlaciona bem com os estados de espírito dos seus utilizadores e que o stresse diário pode ser reconhecido de forma fiável baseado em métricas do comportamento dos próprios, derivados de atividades do telemóvel (registo de chamadas e SMS, localização, aplicações usadas, etc.). Esta é uma indicação clara de que as novas metodologias de pesquisa para a inferência emocional precisam de seguir esta direção.

Do ponto de vista tecnológico, a computação ubíqua tem permitido um acesso sem precedentes à informação do contexto humano profundo e enriquecido, através dos smartphones que geram fontes de dados ricos, incluindo o uso das aplicações (por exemplo, redes sociais, histórico e registos de chamadas e SMS) e dados dos sensores (por exemplo, localização e atividade física). O uso deste tipo de tecnologia tem vindo a crescer nas últimas décadas na pesquisa médica, principalmente como uma tecnologia de deteção da saúde mental. Nos últimos anos, no entanto, tem havido várias tentativas de olhar para novas abordagens que incorporam a deteção da saúde mental com os dados geridos pelos smartphones (como por exemplo o registo de chamadas e SMS) com o objetivo de modelar a inferência do comportamento dos utilizadores. Estas novas abordagens mostram resultados promissores, que demonstram a viabilidade do uso de smartphones num contexto de inferência emocional e que mais estudos precisam ser realizados para compreender melhor o potencial desta tecnologia.

A avaliação apresentada mostra que o uso de smartphones para facilitar tal intervenção é uma proposta interessante, uma vez que tem o potencial para uma maior compreensão do comportamento do indivíduo. No entanto, apesar dos progressos significativos no reconhecimento de stresse e do comportamento humano através de dispositivos móveis, ainda há uma falta de trabalho na área de investigação que combina, em particular com o uso de smartphones para criar um modelo de inferência emocional, capaz de intervir e aumentar o

bem-estar do utilizador. Como resultado, esta tese propõe seguir o caminho que os investigadores já têm feito até aqui, focando-se na área da educação, mais precisamente com estudantes universitários. É pretendido implementar um sistema para smartphone que integre algumas das funcionalidades destacadas nos estudos anteriores por se correlacionarem bem com o estado de espírito dos utilizadores.

As aplicações apresentadas em cima (MoodScope, StudentLife, Bewell, deStress e EmotionSense) permitiram uma leitura mais clara sobre o sistema a implementar para esta pesquisa. Desses estudos foi retirado o tipo de dados a recolher das diversas funcionalidades do smartphone, mais precisamente, o registo das chamadas e das SMS, o tipo de atividade física e as mudanças de localização, e a ideia de integrar uma componente que permita ao utilizador introduzir manualmente o seu estado de espírito.

3. Visão Geral do Sistema

Este capítulo descreve o sistema desenvolvido para esta pesquisa através da discussão do paradigma envolvido e a sua implementação. O capítulo começa por introduzir a abordagem geral utilizada para a criação do sistema e, em seguida, continua com uma descrição detalhada da tecnologia utilizada para o seu desenvolvimento. O capítulo termina com a implementação e o sistema resultante, que depois foi usado num ambiente experimental.

3.1. Abordagem de monitorização e análise pessoal dos estudantes

Vários sistemas de monitorização do estado de espírito através dos smartphones têm sido propostos para avaliar o nível emocional dos utilizadores. A maior parte tem adotado principalmente abordagens de reconhecimento de stresse através de padrões de utilização do telemóvel e dos dados recolhidos pelos sensores. Uma vez que existe um interesse considerável no estudo do comportamento e desempenho dos estudantes [24], e como há pouco trabalho em correlações entre dados recolhidos pelos sensores e resultados do estado emocional, há uma necessidade de um novo paradigma que pode complementar e melhorar tais abordagens. A fim de enfrentar essas limitações, a abordagem apresentada tem como objetivo explorar o potencial do uso de smartphone num ambiente académico para fins de recolha e avaliação de dados relevantes ao estado de espírito do aluno.

A rápida evolução tecnológica tem permitido desenvolver smartphones com recursos avançados em termos de poder computacional e disponibilidade de sensores. Como os smartphones proliferam por toda a sociedade e têm tido uma adoção generalizada, surgiu a oportunidade de projetar esses dispositivos para estudar, entender e influenciar positivamente o comportamento humano. Do ponto de vista da inferência emocional, a abordagem de Monitorização e Análise tem a intenção de criar um modelo de inferência comportamental num ambiente académico baseado em métricas do comportamento do aluno, derivadas das atividades do seu telemóvel.

A abordagem de monitorização e análise pessoal foi implementada com base em estudos previamente analisados [12, 13, 17, 21, 22] que usam a deteção contínua e automática através dos smartphones para monitorizar o comportamento humano. A aplicação é executada em *background* e continuamente de forma a recolher os dados automaticamente sem pedir a intervenção do utilizador, mantendo a base de dados atualizada ao longo da experiência e

permitindo que o estudante utilize o seu smartphone normalmente. A única tarefa requerida ao utilizador é responder a um inquérito sobre o seu estado de espírito que se sobrepõe automaticamente no ecrã do smartphone duas vezes ao dia. O sistema tem acesso às seguintes funcionalidades do dispositivo: i) acelerómetro, para determinar o tipo de atividade efetuada pelo utilizador ao longo do dia, ii) registo das chamadas e SMS, e iii) Wi-Fi, GPS e dados móveis, para registar as coordenadas da localização do utilizador. Os dados recolhidos são gravados e posteriormente analisados, esperando detetar algumas correlações entre as métricas utilizadas e consequentemente fazer a sua integração com uma outra aplicação de tutoria virtual aos estudantes, permitindo que os próprios utilizem os seus smartphones como uma ferramenta de autoajuda na vida académica, principalmente em épocas de mais stress e assim obterem um maior aproveitamento nas suas avaliações.

Tomando em consideração diretamente os mecanismos envolvidos no processo da recolha de dados sobre o estado de espírito do aluno, o que neste caso são medidos através dos recursos e sensores disponíveis nos smartphones, que foram considerados os mais precisos para este tipo de estudo, e os principais indicadores que determinam o estado emocional de um indivíduo, espera-se que esta abordagem seja mais eficaz e proporcione um maior impacto do que os métodos convencionais.

3.2. Tecnologias

Os itens que tiveram maior influência na decisão das tecnologias a usar para o desenvolvimento do sistema foram a disponibilidade de documentação, escolha por *software* de código livre, e a diversidade de equipamentos suportados.

3.2.1. Hardware

Em termos de *hardware*, os dispositivos utilizados para a aquisição dos dados foram smartphones com sistema operativo Android. Os smartphones possuem características e funcionalidades avançadas e, atualmente, são um acessório indispensável na vida de um estudante, tornando-o ideal para a abordagem tomada para a pesquisa.

O dispositivo fornece uma variedade de sensores, a capacidade de conexão com redes de dados para acesso à Internet, capacidade de armazenamento, que pode ser interno ou externo e é altamente portátil, permitindo assim uma recolha de dados automática e contínua, garantindo um comportamento natural do utilizador e resultados válidos para a pesquisa.

3.2.2. Software

Em termos de *software* foi escolhida a plataforma Eclipse para apoiar a implementação da aplicação do sistema. O Eclipse é uma plataforma de desenvolvimento de *software* livre, baseada em *Java* (ver figura 4), porém suporta várias outras linguagens a partir de *plugins*. Como *C/C++*, *PHP*, *ColdFusion*, *Python*, *Scala* e plataforma Android, também permite uma rápida implementação do conteúdo criado em várias plataformas. Esses recursos, combinados com a sua acessibilidade e documentação abrangente, tornaram-se numa opção clara para a implementação do sistema.

Com base no paradigma previamente definido, esta secção descreve a aplicação desenvolvida no Eclipse e a sua integração com o dispositivo Android. Esta integração foi possível graças ao Android SDK que permite criar as mais diversas aplicações para as diversas plataformas do sistema Android, graças ao seu leque de pacotes disponíveis. A aplicação é suportada até à versão 4.4 do Android.

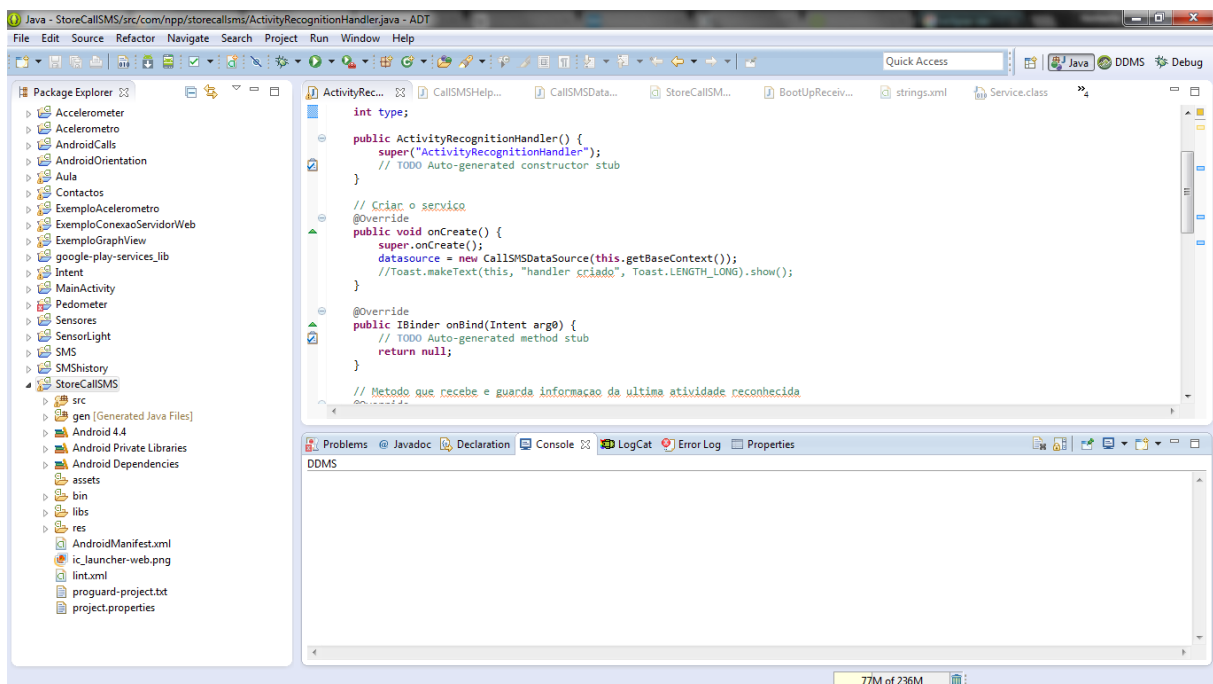


Figura 4 - Interface de desenvolvimento do Eclipse

3.3. Implementação e Sistema Resultante

Após análise dos estudos relacionados com o nosso tema e do tipo de tecnologia usados, seguiu-se a fase de realização de tutoriais [25, 26, 27, 28, 29] baseados nesses estudos, com a finalidade

de aperfeiçoar os conhecimentos sobre a plataforma Eclipse e sobre a linguagem de programação *Java* usada para a implementação do sistema.

Na fase de realização de tutoriais, várias aplicações que utilizavam os diversos tipos de funcionalidades integradas no sistema final foram implementadas, permitindo uma visão do funcionamento das mesmas.

Para uma implementação preliminar, as diferentes funcionalidades integradas no sistema foram construídas e testadas individualmente, permitindo encontrar e corrigir os possíveis erros com maior precisão, garantindo uma melhor organização na sua implementação. Antes de começar a implementar as funcionalidades para a recolha de dados, foi criada em primeiro lugar uma base de dados de modo a armazenar os dados recolhidos de forma organizada em diversas tabelas. Uma vez criada a base de dados, foi implementada uma funcionalidade para ter acesso ao histórico das chamadas e das SMS de um utilizador, de forma a obter o tipo da chamada (recebida, efetuada ou perdida) e do SMS (enviada ou recebida), bem como o dia e a hora em que ocorreram e a sua duração no caso das chamadas, permitindo assim guardar de forma contínua e automática o registo de chamadas e SMS do utilizador. Em seguida, incorporámos um inquérito que se sobrepõe ao ecrã do dispositivo duas vezes ao dia, permitindo que o aluno introduza como se está a sentir durante a manhã e durante a tarde. A elaboração do inquérito foi baseada na escala de humor de Brunel [30] com a orientação de uma colega de psicologia, onde foi selecionado um conjunto de parâmetros que foram considerados essenciais para medir o estado de espírito do utilizador. Depois, foi agregada uma funcionalidade para obter a localização do utilizador, extraíndo a latitude e longitude a cada 20 minutos através da conexão a redes WiFi, dados móveis ou GPS. Foi predefinido o tempo de 20 minutos para atualizar a latitude e longitude de forma a não ter um intervalo de tempo muito significativo entre as localizações. Por último, usámos a *ActivityRecognitionApi* do Google [31] para determinar o tipo de atividade realizada pelo estudante ao longo do dia. Mais precisamente, permite que a aplicação monitorize as atividades em *background* e armazene na base de dados a atividade mais provável de uma lista de atividades que o utilizador pode ter vindo a fazer num determinado momento. Na base de dados foi armazenado o tipo de atividade, bem como o dia e a hora em que a atividade foi detetada. Depois de testar, em conjunto, o total funcionamento destas funcionalidades, surgiu a aplicação final utilizada para a pesquisa, com o nome EmotionStore.

3.3.1. Base de Dados SQLite

De modo a guardar as informações provenientes dos dados recolhidos pela aplicação, utilizou-se uma base de dados local no dispositivo. Para isso, implementou-se a base de dados em *SQLite*, sendo este o procedimento recomendado pelo *website* da *Android Developers*. Na figura 5 pode-se observar a estrutura da base de dados local.

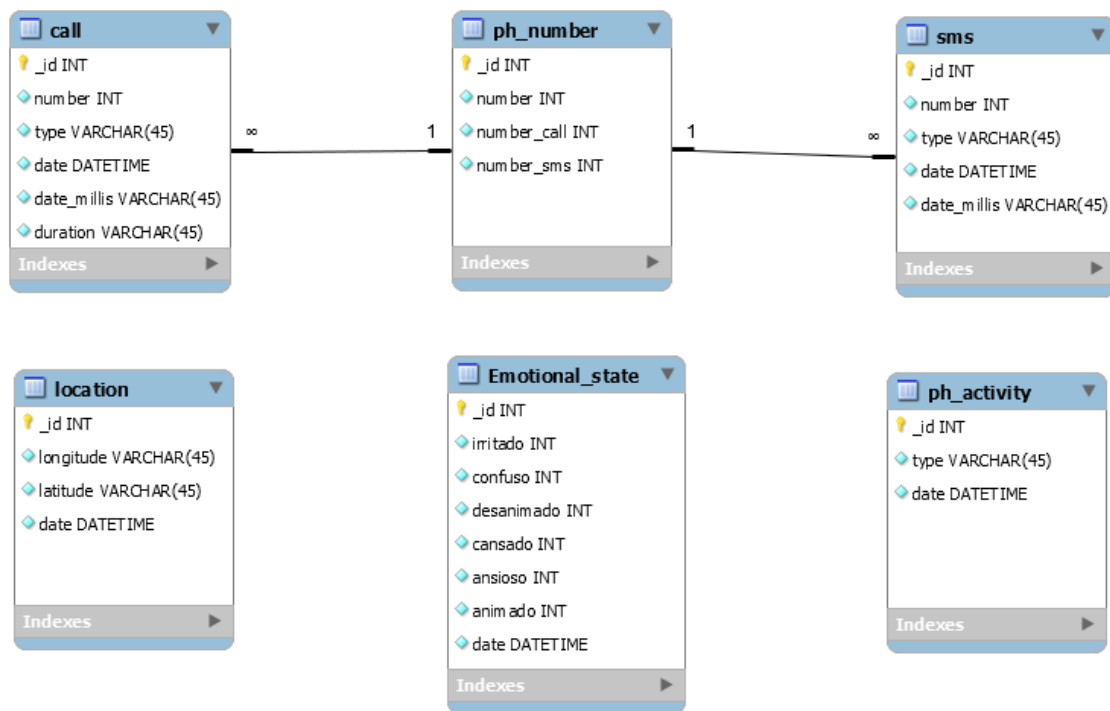


Figura 5 - Base de dados SQLite utilizado no dispositivo Android

Como é possível observar na Figura 5, o modelo de dados é composto pelas seguintes entidades:

- **Call**: Nesta entidade é guardada informação das chamadas de cada utilizador. Os campos desta entidade são: o número de identificação da chamada - `_id`; o número de identificação do contato a quem o utilizador efetuou a chamada ou vice-versa - `number`; o tipo da chamada (efetuada, recebida ou perdida) - `type`; a data em formato `datetime` de uma determinada chamada - `date`; a data em milissegundos da chamada - `date_millis`; e o campo `duration`, que possibilita verificar a duração de cada chamada.
- **SMS**: Contém informação sobre as sms recebidas e enviadas por cada utilizador, como: o número de identificação da sms - `_id`; o número de identificação do contato a quem o utilizador enviou uma sms ou vice-versa - `number`; o tipo da sms (enviada ou recebida) - `type`; a data em formato `datetime` de uma determinada sms - `date`; e a data em milissegundos da sms - `date_millis`.

- **Ph_number:** contém informação sobre os contatos que comunicaram com o utilizador, através de chamadas e sms, como: o número de identificação de cada contato - *_id*; o número de telemóvel de cada contato que interagiu com o utilizador (o número do contato é guardado de forma encriptada) - *number*; o número total de chamadas efetuadas e recebidas para um determinado contato - *number_call*; e o número total de sms enviadas e recebidas para um determinado contato - *number-sms*.
- **Location:** Esta entidade é utilizada para armazenar as localizações geográficas do possuidor da aplicação.
- **Emotional_State:** Guarda a informação relativamente as respostas dos inquéritos.
- **Ph_Activity:** Detém a informação do tipo de atividade efetuada pelo utilizador.

3.3.2. Módulos do EmotionStore

No decorrer da aplicação foram desenvolvidos diversos módulos, como podemos ver na figura 6.

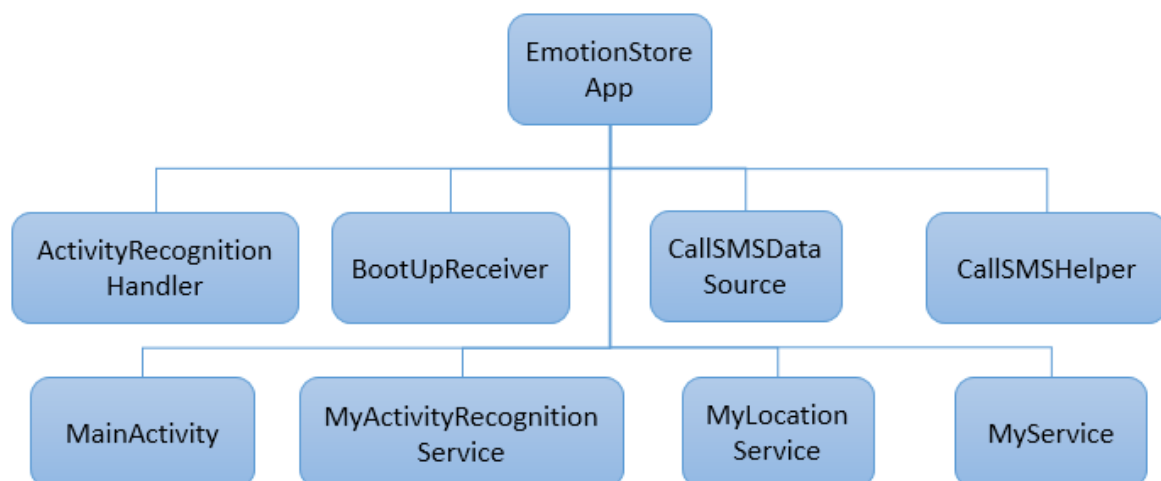


Figura 6 - Diagrama de divisão em módulos da aplicação

Os módulos desenvolvidos foram:

- **ActivityRecognitionHandler:** responsável por receber as informações da atividade física.
- **BootUpReceiver:** responsável pelo escalonamento dos serviços (ativa os alarmes que correm os serviços). Neste módulo são ativados os serviços periodicamente através de alarmes e é definido o intervalo de tempo entre os alarmes dos serviços de localização, chamadas e sms.
- **CallSMSDataSource:** responsável pela interação com a base de dados.

- ***CallSMSHelper***: responsável pela criação da base de dados.
- ***MainActivity***: Atividade responsável pela criação do questionário e inicialização dos serviços (através do *receiver*). Também é responsável por validar e recolher os dados do questionário.
- ***MyActivityRecognitionService***: responsável pela ligação ao serviço de reconhecimento de atividade física (*ActivityRecognitionHandler*).
- ***MyLocationService***: responsável por obter a localização do utilizador.
- ***MyService***: responsável por guardar registos de chamadas e sms. Também é responsável por exportar a base de dados para o cartão SD ou para o armazenamento interno do dispositivo e pela encriptação do número de telemóvel.

3.3.3. *EmotionStore*

A aplicação *EmotionStore* é executada em *background* permitindo aos utilizadores uma utilização normal do telemóvel. Através das funções de *tracking*, a aplicação regista o histórico das chamadas e SMS (tipo, data, hora e duração), os números dos contactos são encriptados e o conteúdo das SMS não é guardado de forma a respeitar a privacidade do utilizador. Por intermédio dos sensores de WiFi, dados móveis e GPS (de forma a diminuir o gasto da bateria, a ligação ao sensor para obter os dados é feita por prioridade pela ordem mencionada) é guardada a latitude e longitude ao longo do dia que determina a localização do utilizador e, por meio do acelerómetro (utilizando a *ActivityRecognitionApi* do Google [31]), é registado o tipo de atividade feita pelo utilizador. Ao recolher este tipo de dados a privacidade do utilizador não é preservada, uma vez que ao saber a localização de um indivíduo estamos a invadir a sua vida pessoal. No entanto, os utilizadores foram informados sobre este aspeto antes do início do estudo, e deram o seu consentimento. De forma a permitir aos utilizadores introduzirem como se estão a sentir, a aplicação mostra automaticamente um inquérito (ver figura 7), que é agendado para aparecer duas vezes por dia no ecrã do smartphone. Aparece, pela primeira vez, às 13h00 a perguntar como o utilizador se sentiu durante a manhã e, pela segunda vez, às 20h00 perguntando como se sentiu durante a tarde. Estes dados são armazenados numa base de dados e atualizados a cada 20 minutos no decorrer da experiência, evitando assim enviar muita informação de uma só vez. Um ficheiro com extensão *database* é criado no cartão SD se disponível, caso contrário é criado na memória interna do dispositivo, contendo todos os dados registados do *tracking*, dos sensores e das respostas do inquérito.

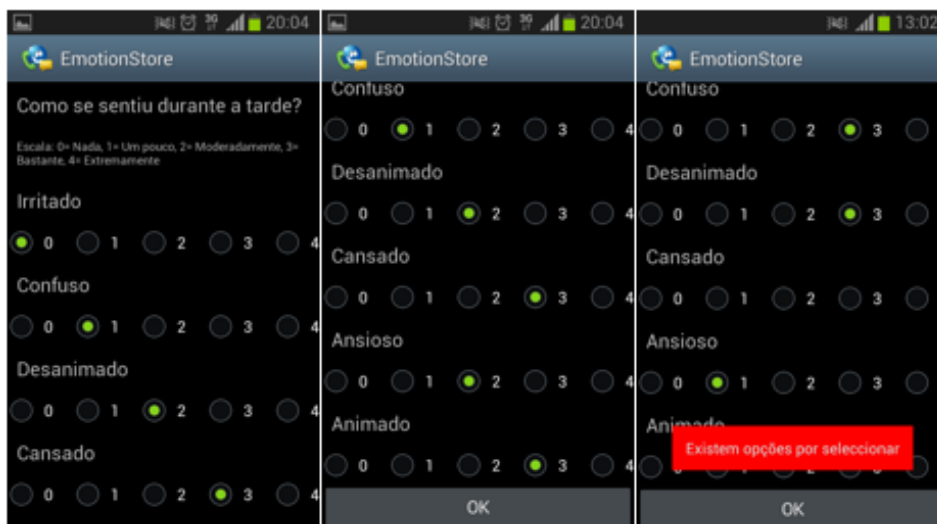


Figura 7 - Layout do inquérito apresentado aos utilizadores do EmotionStore

O processamento dos dados recolhidos pela aplicação é descrito na figura 8. O sistema recebe, de forma automática e contínua, os dados referentes ao histórico das chamadas e SMS, bem como os dados das atividades efetuadas pelo utilizador e da sua localização. Também recebe os dados referentes ao estado de espírito dos utilizadores, mas desta vez de uma forma manual, uma vez que o utilizador tem que responder ao inquérito que aparece no ecrã do smartphone duas vezes por dia ao longo do estudo. Posteriormente, os dados são armazenados numa base de dados interna ao dispositivo, ou seja, é criado um ficheiro com extensão *database* (.db) contendo todos os dados recolhidos pela aplicação. De forma a facilitar a análise dos dados, as bases de dados dos utilizadores foram exportadas para um ficheiro CSV (*Comma-separated values*) utilizando a ferramenta *SQLite Manager* do navegador Mozilla Firefox, permitindo assim analisar os dados através do Microsoft Office Excel e, conseqüentemente, exportá-los para o programa IBM SPSS [32] de modo a realizar uma análise estatística dos mesmos.

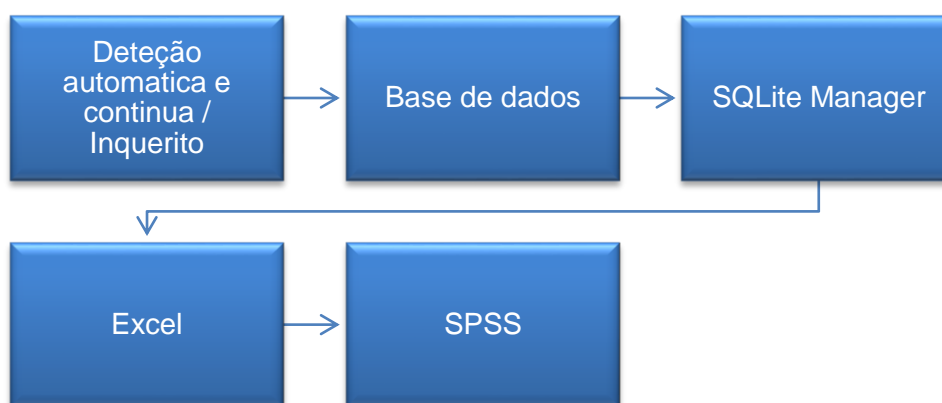


Figura 8 - Diagrama do processamento dos dados

4. Testes e Resultados

Este capítulo centra-se no estudo feito para explorar o potencial do sistema desenvolvido. O estudo foi dividido em duas fases e realizado com estudantes universitários, a primeira fase foi realizada na época de exames e a segunda fase foi realizada no início do ano académico, e teve como objetivo avaliar o nível de stresse dos estudantes em períodos opostos, onde a primeira fase representa o período com mais pressão e a segunda fase representa o período mais calmo.

4.1. Introdução

Como pode ser visto a partir do estado da arte, o conceito da inferência automática do estado de espírito das pessoas com base em métricas do comportamento humano, derivados de atividades registadas no telemóvel tem sido demonstrada através de uma série de estudos [11, 12, 13, 17, 21, 22]. No entanto, pouca pesquisa tem sido feita a respeito da área da educação. Este estudo aborda a deteção automática de informação acerca da forma como o estudante interage com o seu smartphone e determina como o aluno se está a sentir durante a manhã e durante a tarde através da introdução manual do seu estado de espírito.

Os participantes foram recrutados entre os estudantes universitários, e foi lhes pedido para instalarem e testarem a aplicação desenvolvida para recolha de dados durante a época de exames e no início do ano académico (utilizadores diferentes para cada fase do estudo). Durante a experiência, os estudantes tiveram que executar a simples tarefa de responderem a um inquérito sobre o seu estado de espírito duas vezes por dia.

Sob a hipótese de recolha de dados das funcionalidades do smartphone e das respostas dos inquéritos, espera-se detetar alguma associação entre os dados que podem, eventualmente, ser usados para fins de autoajuda aos estudantes, integrando o sistema desenvolvido com uma outra aplicação, que está a ser desenvolvida por outra colega, referente a uma agenda sobre os momentos de avaliação do estudante.

4.2. Métodos

4.2.1. *Participantes*

Um total de 22 utilizadores foram recrutados voluntariamente para instalarem a aplicação (18 do sexo masculino e 4 do sexo feminino), todos eles estudantes da Universidade da Madeira.

Destes, 12 testaram a aplicação numa primeira fase, nomeadamente, na época de exames e 10 na segunda e última fase, nomeadamente, no início do ano académico. Os utilizadores foram informados de que os seus dados seriam registados e utilizados para fins de investigação.

4.2.2. Procedimento do Estudo

Os participantes foram convidados a instalarem nos seus smartphones o sistema desenvolvido e, posteriormente, instruídos a realizar uma única e simples tarefa durante o período experimental, que consistiu em responder a um inquérito duas vezes por dia, durante três semanas, de forma a recolher informações sobre o estado de espírito dos próprios. Também foram recolhidos automaticamente, ou seja, sem qualquer intervenção do utilizador, dados referentes à utilização do smartphone através de diversos sensores integrados no dispositivo. O mesmo procedimento foi feito para as duas fases do estudo.

4.2.3. Recolha de Dados

O ciclo de recolha de dados durou aproximadamente 3 semanas e foi realizado durante a época de exames para a primeira fase do estudo, mais concretamente entre os meses de Maio e Junho e no início do ano académico para a segunda fase do estudo, entre os meses de Setembro e Outubro. A deteção automática dos dados foi recolhida sem qualquer interação do utilizador e os dados foram armazenados num ficheiro com extensão *database (.db)*, na memória interna ou cartão *SD* do telemóvel do próprio utilizador. Durante esta fase, os utilizadores responderam a um inquérito que continha indicadores sobre o estado anímico dos próprios, baseados na Escala de Humor de Brunel [30]. O inquérito foi programado para aparecer automaticamente no ecrã do smartphone do utilizador duas vezes por dia, mais precisamente, as 13h00 para saber como se sentiram durante a manhã e as 20h00 para saber como se estavam a sentir durante a tarde.

O conjunto de dados recolhidos de todos os componentes através do sistema estão divididos em dados automáticos dos sensores e dados comportamentais dos inquéritos. Para a primeira fase do estudo o tamanho total dos dados recolhidos foi de 2 MB, sendo 35 KB o tamanho mínimo de informações recolhidas de um utilizador e 480 KB o tamanho máximo. Em relação à segunda fase, foram recolhidos um total de 1.8 MB, sendo 68 KB o tamanho mínimo de informações recolhidas de um utilizador e 364 KB o tamanho máximo.

Dados Recolhidos Automaticamente

Os dados recolhidos automaticamente através dos smartphones dos utilizadores durante as 3 semanas do estudo, consistem em: i) dados de socialização, que inclui o registo de chamadas (duração, tipo e número total de chamadas) e o registo das SMS (tipo e número total das SMS); ii) dados da atividade física, recolhida através de uma API personalizada do Google [31], que inclui a duração da atividade (tempo total da duração), tipo de atividade (desconhecido, abanando o telemóvel, parado, andando, correndo e deslocando-se num veículo) e data da atividade (dia e hora), e finalmente, iii) os dados de localização, incluindo a latitude e longitude para determinar os locais visitados pelo utilizador, através dos sensores do smartphones, mais precisamente o WiFi, GPS e os dados móveis.

Relativamente aos dados da atividade física, verificou-se que os dados recolhidos não demonstraram concretamente o tipo de atividade efetuada pelo utilizador, já que os estados “desconhecido” e “abanando o telemóvel” apareceram com muita frequência, dificultando determinar que tipo de atividade física foi realizado nesses momentos. Uma forma de contornar este tipo de situação passa por utilizar o método *getConfidence()* ao detetar uma atividade, já que retorna um valor de 0 a 100, indicando a probabilidade de que o utilizador está executando essa atividade, quanto maior o valor, é mais provável que a atividade detetada é a correta, enquanto que um valor menor ou igual a 50 indica que pode haver uma ou outra atividade que é tão ou mais provável. Quanto aos dados de localização, surgiu um problema na deteção da localização da maioria dos utilizadores, na qual não foi possível determinar as coordenadas, devido a uma opção sobre o serviço de localização do próprio dispositivo que estaria desativada (ver figura 9).

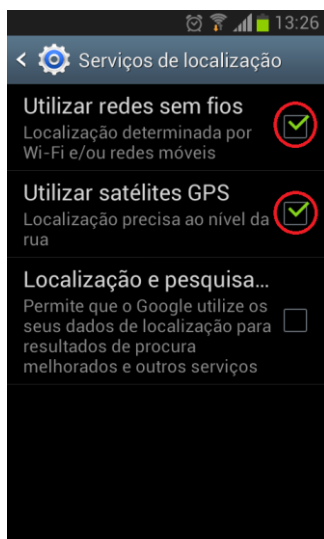


Figura 9 - Serviços de localização que deveriam estar ativos para determinar as coordenadas do utilizador

Dados do Inquérito

Através da Escala de Humor de Brunel [30], foram selecionados 6 indicadores (“irritado”, “confuso”, “desanimado”, “cansado”, “ansioso” e “animado”), considerados os mais essenciais para o estudo, dos 24 contidos na escala. Os indicadores foram escolhidos através dos seguintes fatores: 1) **Raiva** (irritado), que descreve sentimentos de hostilidade a partir de estados de humor relacionados com a antipatia em relação aos outros e a si mesmo; 2) **Confusão** (confuso), que pode ser caracterizado como sentimentos de incerteza, instabilidade para o controlo das emoções e atenção; 3) **Depressão** (desanimado), que representa sentimentos como autovalorização negativa, isolamento emocional, tristeza e dificuldade de adaptação; 4) **Fadiga** (cansado), este representa estados de esgotamento, apatia e baixo nível de energia. Os sintomas de fadiga crónica são descritos com alterações gradativas de atenção, concentração e memória; também nos distúrbios de humor e irritabilidade; 5) **Tensão** (ansioso) refere-se à alta tensão músculo-esquelética, que pode não ser observada diretamente ou por meio de manifestações psicomotoras: agitação, inquietação, etc.; e por último o fator 6) **Vigor** (animado), que caracteriza estados de energia, animação e atividade.

4.2.4. Considerações de Privacidade

A privacidade dos participantes é uma grande preocupação do nosso estudo. A fim de proteger as informações pessoais dos participantes, foi tornada anónima a identidade de cada participante através de um ID aleatório do utilizador. O registo de chamadas e SMS foram encriptadas para que ninguém possa obter os números dos contactos nem o conteúdo das SMS a partir dos dados.

4.2.5. *Análise Estatística*

A análise dos dados foi realizada com o programa IBM SPSS versão 23 [32] juntamente com o Microsoft Excel 2013. Os dados foram filtrados no Excel de forma a mantê-los organizados, permitindo uma melhor leitura dos mesmos. Os dados da localização não foram considerados para a análise, uma vez que estavam em falta para a maioria dos utilizadores, devido a uma opção de serviços de localização do dispositivo. Os dados da atividade física também não foram ponderados, já que não demonstravam claramente o tipo de atividade feita pelo utilizador.

Os dados referentes à parte da manhã e à parte da tarde foram divididos e organizados em diversas tabelas, consoante a sua categoria, permitindo simplificar a comparação entre os dados recolhidos pelos sensores e os dados recolhidos através dos inquéritos. As funcionalidades das chamadas e SMS que considerámos para a análise foram baseadas no artigo de Bogomolov et al. [11]. Essas funcionalidades foram divididas em 4 categorias: i) uso geral do smartphone, ii) comportamentos ativos, iii) regularidade e iv) diversidade.

As funcionalidades para o uso geral do smartphone consistem em: o número total de chamadas efetuadas/recebidas e o número total de mensagens enviadas/recebidas. Em seguida, de forma a obter os comportamentos ativos dos indivíduos, calculámos a percentagem e a média das seguintes funcionalidades: i) chamadas recebidas durante a manhã e durante a tarde, ii) chamadas efetuadas durante a manhã e durante a tarde, iii) SMS recebidas durante a manhã e durante a tarde, e iv) SMS enviadas durante a manhã e durante a tarde.

Relativamente às funcionalidades da regularidade, medimos o tempo decorrido entre as chamadas e o tempo decorrido entre as trocas de SMS. Mais precisamente, considerámos tanto a média como a variância do tempo entre eventos da própria chamada e SMS. No que diz respeito à diversidade do comportamento dos utilizadores, calculámos o número de contactos únicos, tanto em chamadas, como em SMS.

Em relação aos dados das repostas dos inquéritos sobre o estado de espírito, foram calculadas as médias para cada indicador do inquérito (irritado, confuso, desanimado, cansado, ansioso e animado).

4.3. Resultados

O procedimento de organização, cálculo e análise dos dados foi semelhante para ambas as fases do estudo. A seguir podemos ver os resultados referentes a cada fase do estudo.

4.3.1. Primeira fase do estudo

Nesta primeira fase do estudo participaram 12 utilizadores e foi realizada na época de exames, durante aproximadamente 3 semanas. Nas tabelas de 1 a 5 são mostrados os dados calculados referentes às chamadas e SMS e nas tabelas 6 e 7 estão representadas as médias das respostas aos inquéritos.

Tabela 1 - Uso geral do smartphone durante a manhã (1ª parte do estudo)

Uso Geral/manhã	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Total chamadas	6	24	5	11	50	18	2	18	2	7	8	29
Nº de chamadas Recebidas	2	8	4	4	14	10	2	3	1	5	6	15
Nº de chamadas Efetuadas	4	16	1	7	36	8	0	15	1	2	2	14
Nº de SMS Recebidas	41	71	32	342	261	83	33	18	12	25	34	279
Nº de SMS Enviadas	30	66	21	514	279	80	25	9	2	21	20	311
Total SMS	71	137	53	856	540	163	58	27	14	46	54	590

Tabela 2 - Uso geral do smartphone durante a tarde (1ª parte do estudo)

Uso Geral/tarde	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Total chamadas	39	42	22	31	49	55	15	44	10	13	52	58
Nº de chamadas Recebidas	25	19	21	17	19	41	7	10	7	5	29	19
Nº de chamadas Efetuadas	14	23	1	14	30	14	8	34	3	8	23	39
Nº de SMS Recebidas	135	141	18	649	496	124	30	90	10	56	25	717
Nº de SMS Enviadas	153	132	15	818	541	125	30	112	5	32	15	769
Total SMS	288	273	33	1467	1037	249	60	202	15	88	40	1486

Em relação ao uso geral do smartphone (ver tabelas 1 e 2), é claramente visível que a maioria dos utilizadores efetua e recebe mais chamadas durante a tarde, o mesmo acontece para as SMS.

Tabela 3 - Comportamentos ativos da manhã (1ª parte do estudo)

Comportamentos ativos/manhã	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Percentagem SMS enviadas	42%	48%	40%	60%	52%	49%	43%	33%	14%	46%	37%	53%
Percentagem SMS recebidas	58%	52%	60%	40%	48%	51%	57%	67%	86%	54%	63%	47%
Percentagem chamadas efetuadas	67%	67%	20%	64%	72%	44%	0%	83%	50%	29%	25%	48%
Percentagem chamadas recebidas	33%	33%	80%	36%	28%	56%	100%	17%	50%	71%	75%	52%
Média SMS enviadas	1,88	4,13	1,31	32,13	17,44	5,00	1,56	0,56	0,13	1,31	1,25	19,44
Média SMS recebidas	2,56	4,44	2,00	21,38	16,31	5,19	2,06	1,13	0,75	1,56	2,13	17,44
Média chamadas efetuadas	0,25	1,00	0,06	0,44	2,25	0,50	0,00	0,94	0,06	0,13	0,13	0,88
Média chamadas recebidas	0,13	0,50	0,25	0,25	0,88	0,63	0,13	0,19	0,06	0,31	0,38	0,94

Tabela 4 - Comportamentos ativos da tarde (1ª parte do estudo)

Comportamentos ativos/tarde	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Percentagem SMS enviadas	53%	48%	45%	56%	52%	50%	50%	55%	33%	36%	38%	52%
Percentagem SMS recebidas	47%	52%	55%	44%	48%	50%	50%	45%	67%	64%	63%	48%
Percentagem chamadas efetuadas	36%	55%	5%	45%	61%	25%	53%	77%	30%	62%	44%	67%
Percentagem chamadas recebidas	64%	45%	95%	55%	39%	75%	47%	23%	70%	38%	56%	33%
Média SMS enviadas	9,56	8,25	0,94	51,13	33,81	7,81	1,88	7,00	0,31	2,00	0,94	48,06
Média SMS recebidas	8,44	8,81	1,13	40,56	31,00	7,75	1,88	5,63	0,63	3,50	1,56	44,81
Média chamadas efetuadas	0,88	1,44	0,06	0,88	1,88	0,88	0,50	2,13	0,19	0,50	1,44	2,44
Média chamadas recebidas	1,56	1,19	1,31	1,06	1,19	2,56	0,44	0,63	0,44	0,31	1,81	1,19

No que diz respeito ao comportamento ativo (ver tabelas 3 e 4), para a maioria dos utilizadores o número de mensagens enviadas não é muito diferente do número de mensagens recebidas tanto de manhã como à tarde. O caso que sobressai é o utilizador 1.9, que recebe muito mais mensagens do que envia durante o período da manhã. No caso das chamadas efetuadas e recebidas, a diferença entre ambas é maior tanto de manhã como à tarde. Os utilizadores mais destacados na parte da manhã são os utilizadores 1.3, 1.7, 1.10 e 1.11, que recebem muito mais chamadas do que efetuam e os utilizadores 1.5 e 1.8, que efetuam mais chamadas do que recebem. Em relação ao período da tarde, os mais destacados são: o utilizador 1.8 para as chamadas efetuadas e os utilizadores 1.3, 1.6 e 1.9 para as chamadas recebidas.

Em média, os utilizadores enviam e recebem mais mensagens durante a parte da tarde, o mesmo acontece para as chamadas efetuadas e recebidas.

Tabela 5 - Diversidade do comportamento dos utilizadores (1ª parte do estudo)

Diversidade	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Nº de contactos únicos das chamadas (In+Out)	20	23	12	22	33	16	8	24	11	19	23	17
Nº de contactos únicos das SMS (Sent+Inbox)	19	20	14	60	26	28	14	14	9	25	19	26

Na tabela 5 são mostrados os dados da diversidade dos contactos do utilizador referentes às chamadas (recebidas e efetuadas) e às mensagens (recebidas e enviadas). Podemos ver que, em relação às chamadas, o utilizador 1.5 interagiu com mais contactos e em relação às SMS o utilizador 1.4 trocou mensagens com mais contactos do que os outros utilizadores.

Nas tabelas 6 e 7 estão apresentados os valores relativos à média das respostas do inquérito da manhã e do inquérito da tarde. Podemos observar, por exemplo, que o utilizador 1.2 esteve a maioria das vezes stressado no decorrer da experiência, ao contrário do utilizador 1.9 que esteve quase sempre animado.

Tabela 6 - Média das respostas dos inquéritos da manhã (1ª parte do estudo)

Inquérito/manhã	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Irritado	3,06	4,13	1,38	1,69	1,06	1,00	0,56	2,13	0,94	0,94	1,31	1,38
Confuso	2,81	3,88	1,31	1,06	0,94	1,00	0,69	2,19	0,94	0,94	1,50	1,25
Desanimado	2,88	4,38	2,38	2,00	0,94	0,94	0,63	2,13	0,94	1,00	1,63	1,19
Cansado	2,75	4,75	2,13	2,31	0,94	1,56	0,81	3,56	1,00	1,50	2,38	3,31
Ansioso	3,00	4,13	1,25	2,19	1,13	1,50	1,06	2,94	1,13	1,69	2,19	2,63
Animado	2,81	1,19	3,63	2,00	2,69	0,88	1,44	2,94	3,75	2,44	3,38	2,94

Tabela 7 - Média das respostas dos inquéritos da tarde (1ª parte do estudo)

Inquérito/tarde	U1.1	U1.2	U1.3	U1.4	U1.5	U1.6	U1.7	U1.8	U1.9	U1.10	U1.11	U1.12
Irritado	3,19	4,31	1,19	1,56	1,00	1,00	0,88	2,56	1,19	1,00	1,44	1,44
Confuso	3,06	4,31	1,31	0,94	1,00	1,63	1,00	2,19	0,88	1,00	1,56	1,38
Desanimado	3,06	4,56	2,06	2,13	1,00	1,19	0,94	1,88	0,94	1,06	1,81	1,31
Cansado	3,06	4,88	3,81	2,56	1,00	1,56	1,63	3,81	1,00	1,69	2,31	3,13
Ansioso	3,25	3,94	1,00	2,00	1,00	1,25	1,75	3,19	1,00	1,63	2,38	2,94
Animado	3,06	1,56	2,31	2,00	3,19	0,94	2,31	3,31	3,75	2,56	3,31	3,19

Uma primeira análise dos dados, comparando através de gráficos combinados as funcionalidades do uso geral do smartphone com as respostas do inquérito, não revelou uma relação clara entre cada um dos componentes, tanto na primeira como na segunda parte do estudo.

Nas figuras 10 e 11 podemos ver a combinação dos dados recolhidos de um utilizador na época de exames (manhã e tarde). As barras representam as respostas ao inquérito, cada cor corresponde a um indicador da escala de humor de Brunel [30], as linhas representam as funcionalidades das chamadas e SMS, as linhas contínuas correspondem às chamadas efetuadas e SMS enviadas e as linhas tracejadas correspondem às chamadas e SMS recebidas (as chamadas estão representadas pela cor laranja e as SMS pela cor verde).

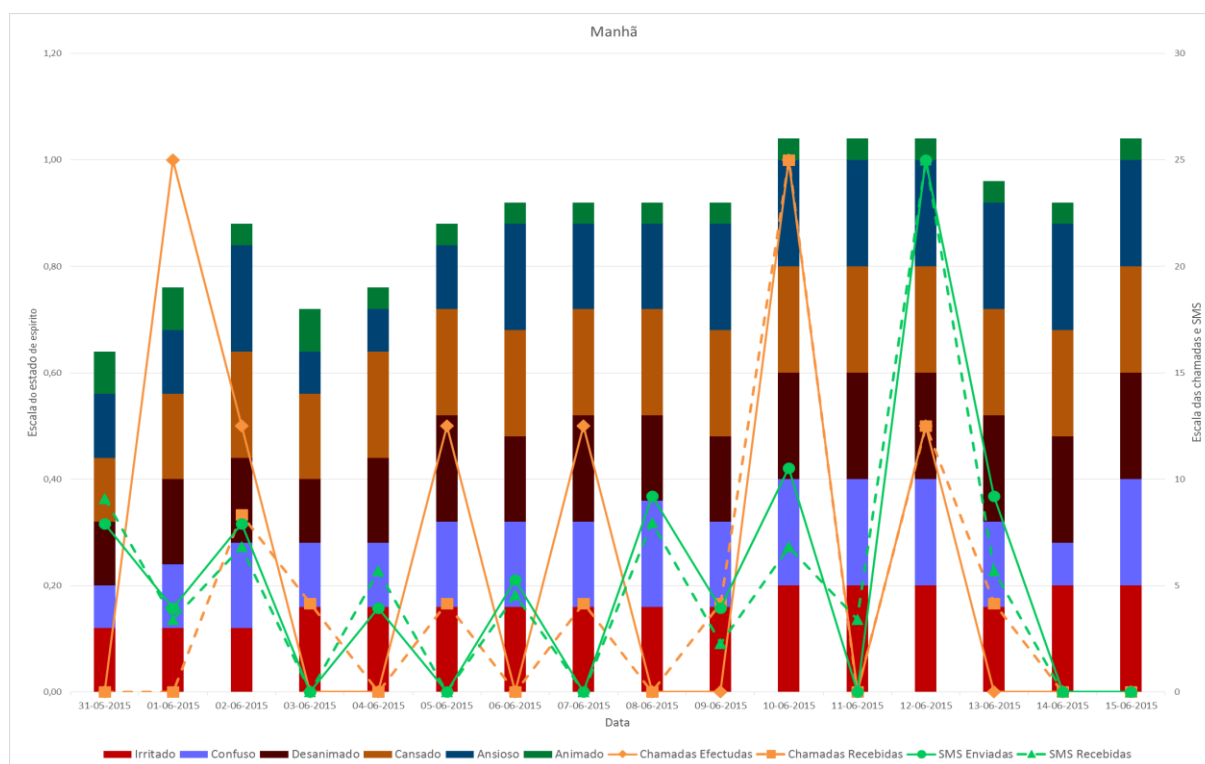


Figura 10 - Combinação dos dados da manhã de um utilizador aleatório do estudo referente a época de exames

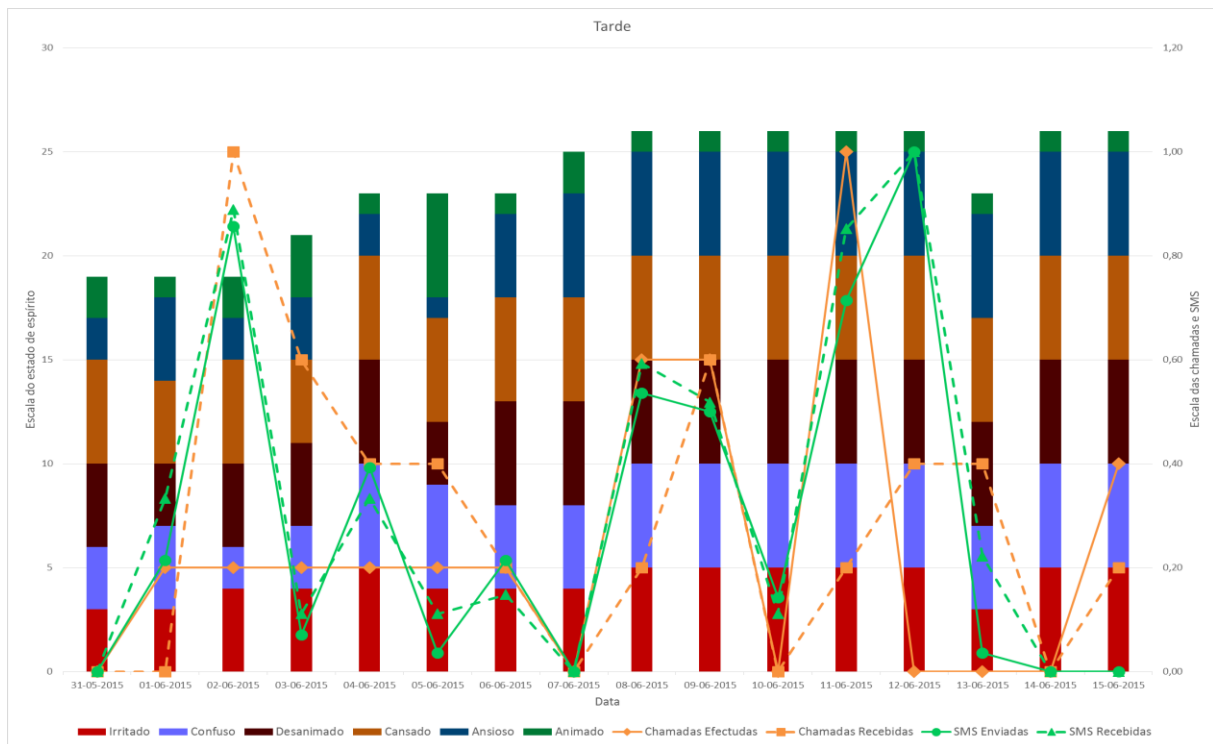


Figura 11 - Combinação dos dados da tarde de um utilizador aleatório do estudo referente a época de exames

Correlação com o estado de espírito:

Considerámos correlações entre os dados obtidos pelos sensores dos smartphones automaticamente e os diferentes indicadores do inquérito referente ao estado de espírito dos utilizadores. Especificamente, apresentamos um número de correlações entre as funcionalidades do uso geral do smartphone e as respostas dos inquéritos, tanto para o período da manhã como para o da tarde. Calculámos o grau de correlação entre os dados utilizando a correlação de Pearson [33] onde r ($-1 \leq r \leq 1$) indica a força e a direção da correlação, e p a importância do achado.

Da tabela 8 até a tabela 13 são mostradas as correlações entre os dados obtidos pelos sensores automaticamente e as respostas dos inquéritos referentes ao período da manhã. No entanto, não encontramos correlações significativas durante a parte da manhã ao longo da experiência da primeira fase do estudo.

Tabela 8 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” no período da manhã (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,118	,715
Nº de chamadas Recebidas	-,052	,871
Nº de chamadas Efetuadas	,184	,567
Nº de SMS Recebidas	-,065	,841
Nº de SMS Enviadas	-,055	,866
Total SMS	-,059	,855

Tabela 9 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” no período da manhã (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,088	,786
Nº de chamadas Recebidas	-,072	,824
Nº de chamadas Efetuadas	,152	,637
Nº de SMS Recebidas	-,224	,484
Nº de SMS Enviadas	-,229	,474
Total SMS	-,228	,477

Tabela 10 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” no período da manhã (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,004	,990
Nº de chamadas Recebidas	-,137	,671
Nº de chamadas Efetuadas	,068	,835
Nº de SMS Recebidas	-,114	,723
Nº de SMS Enviadas	-,084	,796
Total SMS	-,097	,764

Tabela 11 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” no período da manhã (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,162	,616
Nº de chamadas Recebidas	,134	,678
Nº de chamadas Efetuadas	,159	,622
Nº de SMS Recebidas	,038	,907
Nº de SMS Enviadas	,037	,910
Total SMS	,037	,909

Tabela 12 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” no período da manhã (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,142	,659
Nº de chamadas Recebidas	,071	,827
Nº de chamadas Efetuadas	,161	,617
Nº de SMS Recebidas	,022	,947
Nº de SMS Enviadas	,028	,931
Total SMS	,025	,937

Tabela 13 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” no período da manhã (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,156	,628
Nº de chamadas Recebidas	-,194	,545
Nº de chamadas Efetuadas	-,124	,701
Nº de SMS Recebidas	-,137	,670
Nº de SMS Enviadas	-,155	,631
Total SMS	-,148	,646

Da tabela 14 até a tabela 19 são mostradas as correlações entre os dados obtidos pelos sensores automaticamente e as respostas dos inquiridos referentes ao período da tarde. Na tabela 18 referente ao indicador “ansioso”, o número de chamadas efetuadas ($r = 0,548$, $p = 0,065$) apresenta correlação significativa positiva com o estado de espírito “ansioso”.

Tabela 14 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” no período da tarde (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,244	,445
Nº de chamadas Recebidas	,070	,830
Nº de chamadas Efetuadas	,283	,373
Nº de SMS Recebidas	-,073	,821
Nº de SMS Enviadas	-,071	,825
Total SMS	-,072	,823

Tabela 15 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” no período da tarde (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,332	,292
Nº de chamadas Recebidas	,248	,437
Nº de chamadas Efetuadas	,255	,424
Nº de SMS Recebidas	-,181	,572
Nº de SMS Enviadas	-,196	,542
Total SMS	-,189	,555

Tabela 16 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” no período da tarde (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,200	,532
Nº de chamadas Recebidas	,201	,530
Nº de chamadas Efetuadas	,110	,733
Nº de SMS Recebidas	-,061	,851
Nº de SMS Enviadas	-,050	,876
Total SMS	-,055	,864

Tabela 17 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” no período da tarde (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,247	,439
Nº de chamadas Recebidas	,084	,796
Nº de chamadas Efetuadas	,275	,387
Nº de SMS Recebidas	,000	,999
Nº de SMS Enviadas	,002	,996
Total SMS	,001	,998

Tabela 18 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” no período da tarde (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,408	,188
Nº de chamadas Recebidas	,028	,930
Nº de chamadas Efetuadas	,548	,065
Nº de SMS Recebidas	,108	,737
Nº de SMS Enviadas	,099	,760
Total SMS	,103	,749

Tabela 19 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” no período da tarde (1ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,094	,773
Nº de chamadas Recebidas	-,443	,149
Nº de chamadas Efetuadas	,244	,444
Nº de SMS Recebidas	,021	,949
Nº de SMS Enviadas	,007	,984
Total SMS	,013	,968

Nesta primeira fase do estudo não foram encontradas fortes correlações entre as diversas funcionalidades do uso geral do smartphone com os diferentes estados de espírito dos estudantes, no entanto, a tabela 8 nos permite concluir, que os alunos que efetuam mais chamadas são mais propensos a se sentirem ansiosos.

4.3.2. Segunda parte do estudo

A segunda e última fase do estudo envolveu 10 utilizadores e foi realizada no início do ano académico. O processo de organização, cálculo e análise de dados foi semelhante ao da primeira fase do estudo. Nas tabelas de 20 a 24 são mostrados os dados calculados referentes às funcionalidades das chamadas e SMS e nas tabelas 25 e 26 estão representadas as médias das respostas dos inquiridos.

Tabela 20 - Uso geral do smartphone durante a manhã (2ª parte do estudo)

Uso Geral/manhã	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Total chamadas	5	149	47	33	20	43	66	5	45	19
Nº de chamadas Recebidas	1	69	14	11	5	19	40	3	14	12
Nº de chamadas Efetuadas	4	80	33	22	15	24	26	2	31	7
Nº de SMS Recebidas	204	44	14	65	29	56	208	11	535	47
Nº de SMS Enviadas	227	26	11	50	29	48	158	6	680	41
Total SMS	431	70	25	115	58	104	366	17	1215	88

Tabela 21 - Uso geral do smartphone durante a tarde (2ª parte do estudo)

Uso Geral/tarde	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Total chamadas	57	217	61	84	54	110	104	4	110	40
Nº de chamadas Recebidas	6	84	37	46	11	53	64	3	37	16
Nº de chamadas Efetuadas	51	133	24	38	43	57	40	1	73	24
Nº de SMS Recebidas	557	77	10	112	111	96	442	20	1089	97
Nº de SMS Enviadas	580	51	6	92	111	78	357	18	1315	88
Total SMS	1137	128	16	204	222	174	799	38	2404	185

Em relação ao uso geral do smartphone (ver tabelas 20 e 21) os utilizadores, como mostrado na primeira fase do estudo, também efetuam e recebem mais chamadas durante a tarde, o mesmo acontece para as SMS.

Tabela 22 - Comportamentos ativos da manhã (2ª parte do estudo)

Comportamentos ativos manhã	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Porcentagem das SMS enviadas	53%	37%	44%	43%	50%	46%	43%	35%	56%	47%
Porcentagem das SMS recebidas	47%	63%	56%	57%	50%	54%	57%	65%	44%	53%
Porcentagem das chamadas efetuadas	80%	54%	70%	67%	75%	56%	39%	40%	69%	37%
Porcentagem das chamadas recebidas	20%	46%	30%	33%	25%	44%	61%	60%	31%	63%
Média das SMS enviadas	1,88	4,13	1,31	32,13	17,44	5,00	1,56	0,56	0,13	1,31
Média das SMS recebidas	2,56	4,44	2,00	21,38	16,31	5,19	2,06	1,13	0,75	1,56
Média das chamadas efetuadas	0,25	1,00	0,06	0,44	2,25	0,50	0,00	0,94	0,06	0,13
Média das chamadas recebidas	0,13	0,50	0,25	0,25	0,88	0,63	0,13	0,19	0,06	0,31

Tabela 23 - Comportamentos ativos da tarde (2ª parte do estudo)

Comportamentos ativos tarde	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Porcentagem das SMS enviadas	51%	40%	38%	45%	50%	45%	45%	47%	55%	48%
Porcentagem das SMS recebidas	49%	60%	63%	55%	50%	55%	55%	53%	45%	52%
Porcentagem das chamadas efetuadas	89%	61%	39%	45%	80%	52%	38%	25%	66%	60%
Porcentagem das chamadas recebidas	11%	39%	61%	55%	20%	48%	62%	75%	34%	40%
Média das SMS enviadas	9,56	8,25	0,94	51,13	33,81	7,81	1,88	7,00	0,31	2,00
Média das SMS recebidas	8,44	8,81	1,13	40,56	31,00	7,75	1,88	5,63	0,63	3,50
Média das chamadas efetuadas	0,88	1,44	0,06	0,88	1,88	0,88	0,50	2,13	0,19	0,50
Média das chamadas recebidas	1,56	1,19	1,31	1,06	1,19	2,56	0,44	0,63	0,44	0,31

Em relação ao comportamento ativo (ver tabelas 22 e 23), para a maioria dos utilizadores o número de mensagens enviadas não é muito diferente do número de mensagens recebidas tanto na manhã como na tarde, como mostrado também na primeira fase do estudo. No caso das chamadas efetuadas e recebidas, a diferença entre ambas é maior tanto na manhã como na tarde para alguns utilizadores, como é o caso dos utilizadores 2.1, 2.3, 2.5 e 2.9 para as chamadas efetuadas durante a manhã, os utilizadores 2.1 e 2.5 para as chamadas efetuadas durante a tarde e o utilizador 2.8 para as chamadas recebidas durante a tarde.

Assim como na primeira fase do estudo, em média a maioria dos utilizadores enviam e recebem mais mensagens durante a parte da tarde, o mesmo acontece para as chamadas efetuadas e recebidas.

Tabela 24 - Diversidade do comportamento dos utilizadores (2ª parte do estudo)

Diversidade	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Nº de contactos únicos das chamadas (In+Out)	13	95	20	14	33	38	12	4	19	23
Nº de contactos únicos das SMS (Sent+Inbox)	17	62	26	19	63	44	28	6	17	29

Na tabela 24 podemos ver a diversidade dos contactos do utilizador referentes às chamadas (recebidas e efetuadas) e às mensagens (recebidas e enviadas). Podemos ver que, em relação às chamadas, o utilizador 2.2 destaca-se claramente dos outros utilizadores, interagindo com 95 contactos diferentes e, em relação as SMS, os utilizadores 2.2 e 2.5 trocaram mensagens com mais contactos do que os outros utilizadores. Nesta fase do estudo, é facilmente comparável a diversidade de contactos entre os utilizadores 2.2 e 2.8, onde podemos observar a grande variedade de contactos com que o utilizador 2.2 interage tanto em chamadas como por mensagens, ao contrário do utilizador 2.8 que não interagiu com muitos contactos durante a experiência.

Nas tabelas 25 e 26 estão apresentados os valores relativos à média das respostas do inquérito da manhã e do inquérito da tarde. Podemos observar, por exemplo, que a maioria dos utilizadores não estiveram stressados durante início do ano académico.

Tabela 25 - Média das respostas dos inquéritos da manhã (2ª parte do estudo)

Inquérito/manhã	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Irritado	0,94	0,59	1,53	0,53	0,82	1,47	1,29	0,76	2,71	0,18
Confuso	1,12	0,41	1,00	0,53	0,47	2,18	1,53	0,76	3,88	0,18
Desanimado	1,29	0,47	1,94	0,53	1,35	1,59	1,24	0,82	3,24	0,18
Cansado	2,24	1,06	2,00	0,65	1,53	2,76	1,24	1,06	3,06	0,18
Ansioso	2,47	0,59	1,53	0,53	1,65	3,71	1,29	0,76	2,88	0,18
Animado	2,47	1,29	2,76	1,12	1,00	2,82	1,94	3,65	3,41	0,41

Tabela 26 - Média das respostas dos inquéritos da tarde (2ª parte do estudo)

Inquérito/tarde	U2.1	U2.2	U2.3	U2.4	U2.5	U2.6	U2.7	U2.8	U2.9	U2.10
Irritado	0,94	0,41	2,00	0,24	0,65	2,00	1,71	0,59	2,88	0,24
Confuso	0,94	0,35	1,12	0,24	0,41	2,24	1,41	0,59	3,35	0,24
Desanimado	1,18	0,35	2,29	0,24	1,00	2,00	1,18	0,65	2,76	0,24
Cansado	2,35	1,00	2,71	0,35	1,59	2,71	2,12	1,88	2,53	0,41
Ansioso	1,88	0,59	1,59	0,24	1,76	3,47	1,59	0,59	2,76	0,18
Animado	2,35	1,41	2,47	0,47	1,06	2,41	2,12	1,76	2,82	0,35

Para uma primeira análise dos dados nesta fase, utilizámos o mesmo processo que na fase anterior, comparando através de gráficos combinados as funcionalidades do uso geral do smartphone com as respostas do inquérito. Também não foi possível obter uma relação clara entre cada um dos componentes através dos gráficos.

Nas figuras 12 e 13 podemos ver a combinação dos dados recolhidos de um utilizador no início do ano académico (manhã e tarde). As barras representam as respostas do inquérito, cada cor corresponde a um indicador da escala de humor de Brunel [30], as linhas representam as funcionalidades das chamadas e SMS, as linhas contínuas correspondem as chamadas efetuadas e SMS enviadas e as linhas tracejadas correspondem as chamadas e SMS recebidas (as chamadas estão interpretadas pela cor laranja e as SMS pela cor verde).

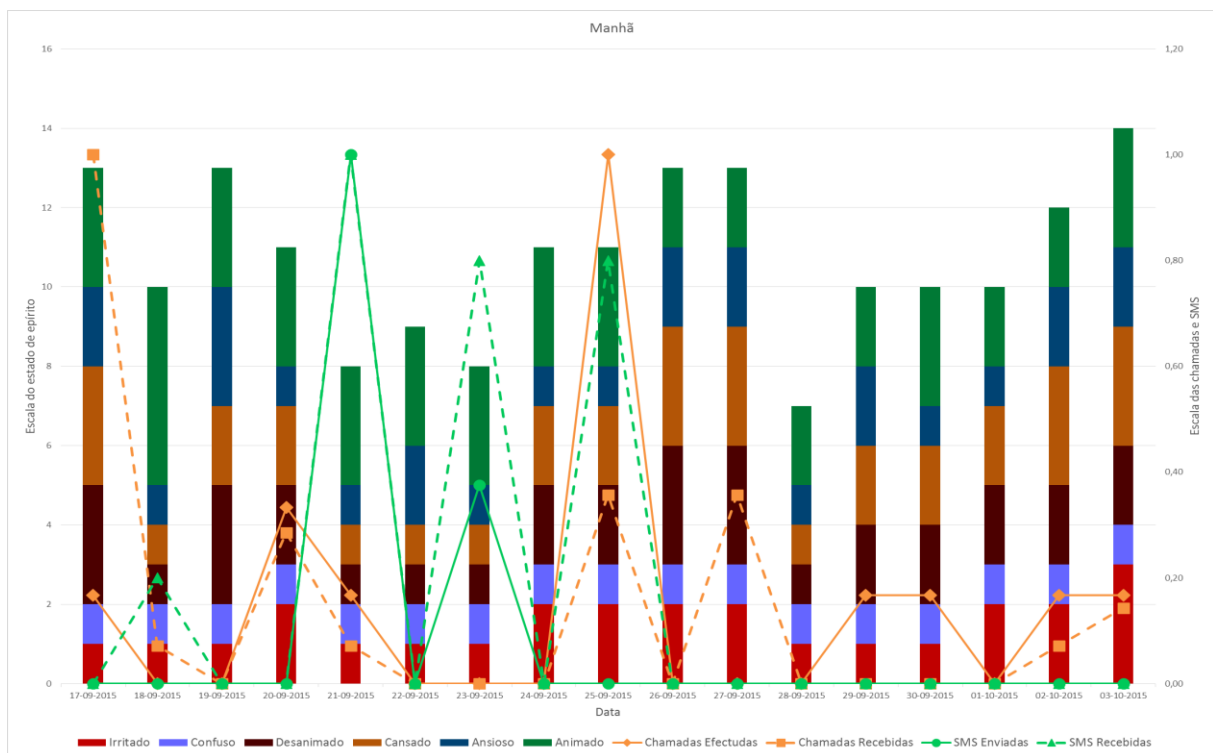


Figura 12 - Combinação dos dados da manhã de um utilizador aleatório do estudo referente ao início do ano académico

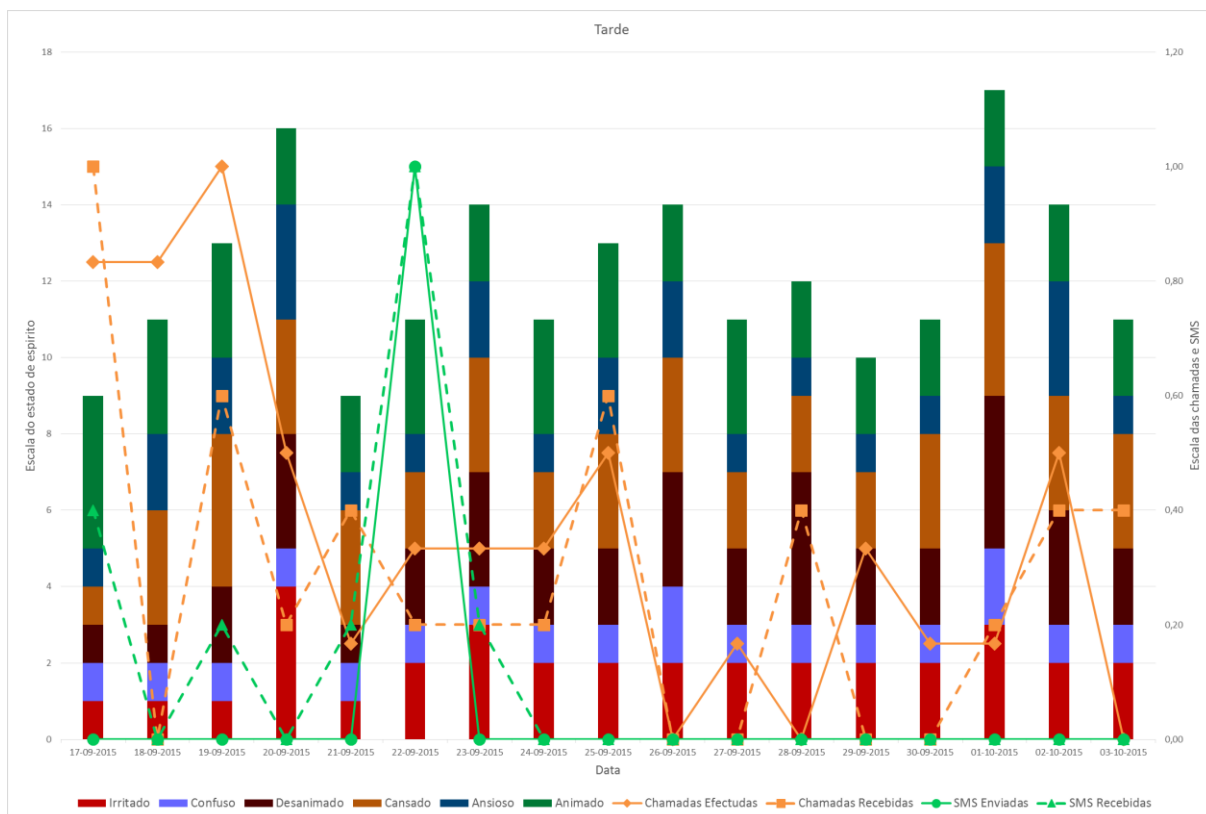


Figura 13 - Combinação dos dados da tarde de um utilizador aleatório do estudo referente ao início do ano académico

Correlação com o estado de espírito:

Nesta segunda fase do estudo também considerámos correlações entre os dados obtidos pelos sensores dos smartphones automaticamente e os diferentes indicadores do inquérito referente ao estado de espírito dos utilizadores. Especificamente, apresentamos um número de correlações entre as funcionalidades do uso geral do smartphone e as respostas dos inquéritos, tanto para o período da manhã como para o da tarde. Calculamos o grau de correlação entre os dados utilizando a correlação de Pearson [33], onde r ($-1 \leq r \leq 1$) indica a força e a direcção da correlação, e p a importância do achado.

Da tabela 27 até à tabela 32 são mostradas as correlações entre os dados obtidos pelos sensores automaticamente e as respostas dos inquéritos referentes ao período da manhã. O número de SMS recebidas ($r = 0,768$, $p = 0,009$) e o número de SMS enviadas ($r = 0,785$, $p = 0,007$) apresentaram correlação positiva com o estado de espírito “irritado”, o mesmo acontece para o estado “confuso” com o número de SMS recebidas ($r = 0,849$, $p = 0,002$) e com o número de SMS enviadas ($r = 0,858$, $p = 0,002$), o estado “desanimado” com o número de SMS recebidas ($r = 0,734$, $p = 0,016$) e com o número de SMS enviadas ($r = 0,770$, $p = 0,009$) e o estado “cansado” com o número de SMS recebidas ($r = 0,573$, $p = 0,084$) e com o número de SMS enviadas ($r = 0,607$, $p = 0,063$). Estas correlações são referentes ao período da manhã.

Tabela 27 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” no período da manhã (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,030	,934
Nº de chamadas Recebidas	-,064	,860
Nº de chamadas Efetuadas	,116	,749
Nº de SMS Recebidas	,768	,009
Nº de SMS Enviadas	,785	,007
Total SMS	,779	,008

Tabela 28 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” no período da manhã (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,009	,981
Nº de chamadas Recebidas	-,066	,856
Nº de chamadas Efetuadas	,045	,903
Nº de SMS Recebidas	,849	,002
Nº de SMS Enviadas	,858	,002
Total SMS	,856	,002

Tabela 29 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” no período da manhã (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,093	,798
Nº de chamadas Recebidas	-,211	,559
Nº de chamadas Efetuadas	,020	,955
Nº de SMS Recebidas	,734	,016
Nº de SMS Enviadas	,770	,009
Total SMS	,756	,011

Tabela 30 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” no período da manhã (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,056	,879
Nº de chamadas Recebidas	-,163	,652
Nº de chamadas Efetuadas	,047	,897
Nº de SMS Recebidas	,573	,084
Nº de SMS Enviadas	,607	,063
Total SMS	,593	,071

Tabela 31 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” no período da manhã (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,160	,658
Nº de chamadas Recebidas	-,222	,537
Nº de chamadas Efetuadas	-,095	,795
Nº de SMS Recebidas	,465	,175
Nº de SMS Enviadas	,484	,156
Total SMS	,477	,163

Tabela 32 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” no período da manhã (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,195	,590
Nº de chamadas Recebidas	-,242	,500
Nº de chamadas Efetuadas	-,140	,700
Nº de SMS Recebidas	,383	,275
Nº de SMS Enviadas	,413	,235
Total SMS	,401	,251

Da tabela 33 até à tabela 38 são mostradas as correlações entre os dados obtidos pelos sensores automaticamente e as respostas dos inquiridos referentes ao período da tarde. O número de SMS recebidas ($r = 0,618$, $p = 0,057$) e o número de SMS enviadas ($r = 0,627$, $p = 0,052$) apresentaram correlação positiva com o estado de espírito “irritado”, o mesmo acontece para o estado “confuso” com o número de SMS recebidas ($r = 0,739$, $p = 0,015$) e com o número de SMS enviadas ($r = 0,756$, $p = 0,011$), o estado “desanimado” com o número de SMS recebidas ($r = 0,542$, $p = 0,105$) e com o número de SMS enviadas ($r = 0,573$, $p = 0,083$) e o estado “animado” com o número de SMS recebidas ($r = 0,532$, $p = 0,114$) e com o número de SMS enviadas ($r = 0,528$, $p = 0,117$). Estas correlações são referentes ao período da tarde.

Tabela 33 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “irritado” no período da tarde (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,139	,701
Nº de chamadas Recebidas	,197	,585
Nº de chamadas Efetuadas	,077	,833
Nº de SMS Recebidas	,618	,057
Nº de SMS Enviadas	,627	,052
Total SMS	,625	,054

Tabela 34 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “confuso” no período da tarde (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,187	,605
Nº de chamadas Recebidas	,171	,637
Nº de chamadas Efetuadas	,173	,632
Nº de SMS Recebidas	,739	,015
Nº de SMS Enviadas	,756	,011
Total SMS	,750	,013

Tabela 35 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “desanimado” no período da tarde (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,036	,922
Nº de chamadas Recebidas	,039	,914
Nº de chamadas Efetuadas	,028	,939
Nº de SMS Recebidas	,542	,105
Nº de SMS Enviadas	,573	,083
Total SMS	,560	,092

Tabela 36 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “cansado” no período da tarde (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	-,069	,849
Nº de chamadas Recebidas	-,061	,867
Nº de chamadas Efetuadas	-,066	,856
Nº de SMS Recebidas	,378	,281
Nº de SMS Enviadas	,377	,283
Total SMS	,378	,281

Tabela 37 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “ansioso” no período da tarde (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,133	,713
Nº de chamadas Recebidas	,073	,841
Nº de chamadas Efetuadas	,160	,658
Nº de SMS Recebidas	,470	,171
Nº de SMS Enviadas	,473	,167
Total SMS	,472	,168

Tabela 38 - Correlação entre as funcionalidades e o estado de espírito “animado” no período da tarde (2ª fase do estudo)

Dados obtidos pelos sensores automaticamente	r	p-value
Total de chamadas	,124	,734
Nº de chamadas Recebidas	,099	,785
Nº de chamadas Efetuadas	,125	,731
Nº de SMS Recebidas	,532	,114
Nº de SMS Enviadas	,528	,117
Total SMS	,531	,114

Os nossos resultados mostram que, nesta segunda fase do estudo, há uma forte associação positiva entre as SMS recebidas e enviadas com os diferentes estados de espírito, tanto na manhã como na tarde, o qual não aconteceu na primeira fase do estudo, ou seja, no início do ano académico as mensagens recebidas e enviadas tiveram uma maior associação com os estados de espírito dos alunos do que na época de exames.

4.4. Conclusão

Os dados analisados mostraram uma maior congruência da segunda fase do estudo, onde as funcionalidades das SMS tiveram uma associação significativa com a maioria dos indicadores do estado de espírito dos estudantes. No entanto, analisar só os dados referentes às funcionalidades das chamadas e SMS e correlacioná-los com os dados referentes ao estado de espírito dos alunos não foram suficientes para obter resultados mais concretos. Era previsto obter dados sobre a localização e atividade física dos estudantes e, assim, ter uma maior variedade de dados e, conseqüentemente, associá-los ao estado de espírito dos próprios. Porém, não foi possível considerar tais dados por causa de algumas limitações referentes as essas funcionalidades encontradas ao longo da experiência. O número reduzido de utilizadores para ambas as fases do estudo também é uma limitação a ter em conta.

5. Discussão e Conclusão

Esta tese esteve focada na pesquisa de novos métodos capazes de inferir o comportamento dos estudantes, explorando o potencial dos sensores embutidos nos smartphones.

Os dispositivos móveis têm vindo a evoluir significativamente com a ajuda do avanço das tecnologias. Como consequência dessa melhoria, várias pesquisas têm vindo a demonstrar que, na última década, a tecnologia tem vindo a ajudar nas vidas das pessoas. O conceito de monitorização do estado de espírito através dos smartphones tem demonstrado desempenhar um papel importante nos mecanismos de avaliação do nível emocional dos utilizadores. Além disso, a prova de que o stresse diário pode ser reconhecido de forma fiável com base em métricas do comportamento humano, derivados de atividades registadas no telemóvel (registo de chamadas e SMS, interações Bluetooth, etc.) foi comprovada. Ao incorporar este conceito em ambientes académicos, pode-se melhorar o desempenho dos alunos, visto que a educação tem vindo a ganhar espaço perante a necessidade de adaptação aos avanços tecnológicos e as necessidades dos alunos que recorrem cada vez mais à tecnologia e aos seus recursos.

Com base nesta abordagem, o sistema EmotionStore foi criado para explorar o potencial dos smartphones através da utilização de algumas das suas funcionalidades num ambiente académico para fins de avaliação do comportamento dos estudantes. O sistema combina a recolha automática de dados sobre o uso do smartphone com a recolha de dados introduzidos pelo utilizador através de um inquérito mostrado pela aplicação.

O estudo foi realizado em duas fases, de forma a obter uma melhor compreensão do comportamento dos estudantes em diferentes etapas do ano académico, a primeira fase foi realizada na altura em que os alunos estão com mais stresse e a segunda fase foi realizada numa altura em os alunos estão com menos stresse.

A primeira fase do estudo foi feita com 12 estudantes na época de exames utilizando o sistema EmotionStore. Os participantes só tinham que executar uma única e simples tarefa que foi a de responder a um inquérito duas vezes por dia durante toda a experiência. Os resultados não mostraram congruência nas correlações de Pearson efetuadas entre os dados obtidos automaticamente pelos sensores e os dados obtidos através das respostas aos inquéritos.

A segunda fase do estudo foi feita com 10 estudantes durante o início do ano académico também usando o sistema EmotionStore. Os participantes também tiveram como única tarefa responder

a um inquérito duas vezes por dia durante toda a experiência. Ao contrário da fase anterior, os resultados mostraram congruência nas correlações de Pearson efetuadas entre os dados obtidos automaticamente pelos sensores e os dados obtidos através das respostas dos inquéritos.

Mesmo que diversas associações entre os dados tenham sido encontradas para a segunda fase do estudo, a abordagem experimental tomada para este estudo foi limitada pelo número reduzido de participantes no estudo; pelo facto de o tipo de atividade física do utilizador não ter sido detetado com muita precisão; e pelo facto de a localização dos estudantes não ter sido detetada para a maioria dos participantes. Portanto, como trabalho futuro um novo estudo com maior número de utilizadores é necessário para ultrapassar as limitações encontradas e compreender melhor a relação entre os dados referentes ao uso do smartphone com os dados referentes ao estado de espírito dos estudantes.

No geral, pode-se dizer que a pesquisa não foi além do atual estado da arte e que ultrapassando as limitações encontradas um novo sistema com potencial pode ser usado como ferramenta de avaliação de stresse para estudantes universitários. O sistema também pode ser estendido aumentando ainda mais a compreensão do papel que o uso dos smartphones tem em relação ao estado de espírito dos seus utilizadores, através da integração de novas funcionalidades disponíveis nos smartphones.

6. Referências

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," *Scientific American*, 1991.
- [2] "Information Commissioner's Office blog," 19 Dezembro 2013. [Online]. Available: <https://iconewsblog.wordpress.com/2013/12/19/ico-blog-why-developers-must-respect-privacy-to-have-an-appy-christmas/>. [Accessed 2014].
- [3] M. Rouse, "TechTarget," Janeiro 2008. [Online]. Available: <http://searchstorage.techtarget.co.uk/definition/Data-Protection-Act-1998>. [Accessed 2014].
- [4] S. Lahlou, M. Langheinrich and Röcker, "Privacy and Trust Issues with Invisible Computers," vol. 48, no. 3, pp. 59-60, 2005.
- [5] A. Whitten and J. D. & Tygar, "Why Johnny Can't Encrypt: A Usability Evaluation of PGP 5.0," *Usenix Security*, vol. 1999, p. Agosto, 1999.
- [6] R. Dingledine and N. Mathewson, "Anonymity Loves Company: Usability and the Network Effect," *WEIS*, p. Junho, 2006.
- [7] S. Spiekermann and L. F. Cranor, "Engineering Privacy," *Software Engineering, IEEE Transactions*, vol. 35, no. 1, 2009.
- [8] A. Muaremi, B. Anrich and G. Tröster, "A survey on measuring happiness with smart phones," *In 6th International Workshop on Ubiquitous Health and Wellness (UbiHealth 2012)*, 2012.
- [9] K. Yano, S. Lyubomirsky and J. Chancellor, "Can Technology Make You Happy," Dezembro 2012.

- [10 E. Ceja, V. Osmani and O. Mayora, "Automatic Stress Detection in Working Environments
] from Smartphones' Accelerometer Data: A First Step".
- [11 A. Bogomolov, B. Lepri, M. Ferron, F. Pianesi and A. S. Pentland, "Pervasive stress
] recognition for sustainable living," *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*, 2014 IEEE International Conference, pp. 345-350, Março 2014.
- [12 R. LiKamWa, Y. Liu, N. D. Lane and L. Zhong, "MoodScope: building a mood sensor
] from smartphone usage patterns," *In Proceeding of the 11th annual international conference on Mobile systems, applications, and services*, pp. 389-402, Junho 2013.
- [13 R. Wang, F. Chen, Z. Chen, T. Li, G. Harari, S. Tignor and A. T. Campbell, "StudentLife:
] assessing mental health, academic performance and behavioral trends of college students using smartphones," *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, pp. 3-14, Setembro 2014.
- [14 S. Shiffman, A. A. Stone and M. R. Hufford, "Ecological momentary assessment,"
] *ANNUAL REVIEW OF CLINICAL PSYCHOLOGY*, vol. 4, pp. 1-32, Fevereiro 2008.
- [15 "SurveyMonkey," [Online]. Available: <https://www.surveymonkey.com>.
]
- [16 H. Lu, J. Yang, N. D. Lane, T. Choudhury and A. T. Campbell, "The Jigsaw continuous
] sensing engine for mobile phone applications," *In Proceedings of the 8th ACM conference on embedded networked sensor systems*, pp. 71-84, Novembro 2010.
- [17 N. D. Lane, M. Mohammad, M. Lin, X. Yang, H. Lu, S. Ali, A. Doryab, E. Berke, T.
] Choudhury and A. T. Campbell, "Bewell: A smartphone application to monitor, model and promote wellbeing," *In 5th international ICST conference on pervasive computing technologies for healthcare*, pp. 23-26, Maio 2011.
- [18 "PACO," [Online]. Available: <https://code.google.com/p/paco/>.
]

- [19 J. P. Pollak, A. P. and G. Gay, "PAM: a photographic affect meter for frequent, in situ
] measurement of affect," *n Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in
computing systems ACM*, pp. 725-734, Maio 2011.
- [20 M. Lin, N. Lane, M. M. D., X. Yang, H. Lu, G. Cardone, S. Ali, A. Doryab, E. Berke, A.
] Campbell and T. Choudhury, "BeWell+: multi-dimensional wellbeing monitoring with
community-guided user feedback and energy optimization," *In Proceedings of the
conference on Wireless Health. ACM*, p. 10, Outubro 2012.
- [21 J. Zhang, H. Tang, D. Chen and Q. Zhang, "destress: Mobile and remote stress monitoring,
] alleviation, and management platform," *Global Communications Conference
(GLOBECOM), 2012 IEEE*, pp. 2036-2041, Dezembro 2012.
- [22 K. K. Rachuri, M. Musolesi, C. Mascolo, P. J. Rentfrow, C. Longworth and A. Aucinas,
] "EmotionSense: a mobile phones based adaptive platform for experimental social
psychology research," *Proceedings of the 12th ACM international conference on
Ubiquitous computing*, pp. 281-290, Setembro 2010.
- [23 N. Bolger, A. Davis and E. Rafaeli, "Diary methods: Capturing life as it is lived," *Annual
] review of psychology*, vol. 54, pp. 579-616, 2003.
- [24 A. Wilde, E. Zaluska and H. Davis, "Happiness': Can Pervasive Computing Assist Students
] to Achieve Success?," *UbiComp'13*, 2013.
- [25 [Online]. Available: [http://www.klebermota.eti.br/2010/11/22/utilizando-os-sensores-do-
\] android-em-sua-aplicacao-para-monitoramento-do-ambiente-externo/.](http://www.klebermota.eti.br/2010/11/22/utilizando-os-sensores-do-android-em-sua-aplicacao-para-monitoramento-do-ambiente-externo/)
- [26 "Google Developers," Google, [Online]. Available:
] [https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/start.](https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/start)
- [27 "Android Sensor - Tutorial," Vogella, [Online]. Available:
] [http://www.vogella.com/tutorials/AndroidSensor/article.html.](http://www.vogella.com/tutorials/AndroidSensor/article.html)

- [28 "Acelerometro no Android," [Online]. Available:
] <https://androiddevbr.wordpress.com/2012/11/25/acelerometro-no-android/>.
- [29 "How to Receive and Handle SMS on Android," apriorit, [Online]. Available:
] <http://www.apriorit.com/dev-blog/227-handle-sms-on-android>.
- [30 I. C. P. D. M. Rohlf, T. M. Rotta, C. D. B. Luft, A. Andrade, R. J. Krebs and T. D. &
] Carvalho, "A Escala de Humor de Brunel (Brums): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento," *Rev. bras. med. esporte*, vol. 14(3), pp. 176-181, 2008.
- [31 "Google Developers," Google, [Online]. Available:
] <https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionApi>.
- [32 "IBM," [Online]. Available: <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>. [Accessed 2015].
- [33 J. Cohen, *Statistical power analysis for the behavioral sciences.*, Academic press, 2013.
]
- [34 G. Bauer and P. Lukowicz, "Can smartphones detect stress-related changes in the
] behaviour of individuals?," *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2012 IEEE International Conference*, pp. 423-426, Março 2012.
- [35 A. Gruenerbl, V. Osmani, G. Bahle, J. C. Carrasco, S. Oehler, O. Mayora, C. Haring and
] P. Lukowicz, "Using smart phone mobility traces for the diagnosis of depressive and manic episodes in bipolar patients," *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference*, p. 38, Março 2014.
- [36 A. Grunerbl, A. Muaremi, V. Osmani, G. Bahle, S. Öhler, G. Tröster, O. Mayora, C. Haring
] and P. Lukowicz, "Smartphone-based recognition of States and state changes in bipolar disorder patients," *Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal*, vol. 19.1, pp. 140-148, 2014.

[37 A. Sano and R. W. Picard, "Stress recognition using wearable sensors and mobile phones,"
] *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2013 Humaine Association
Conference*, pp. 671-676, Settembre 2013.