

UNIVERSIDADE DO MINHO - ESCOLA DE ENGENHARIA

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

APLICAÇÕES MULTIMÉDIA E UBÍQUAS

Lux Android App

Autores :

Gil Cunha (A77249)

Gonçalo Camaz (A76861)

Luís Ferraz (A70824)

Mariana Carvalho(A67635)

Sérgio Jorge (A77730)

25 de Abril de 2019

Conteúdo

1	Introdução	2
2	Definição do Sistema	3
2.1	Contextualização & Estado da Arte	3
2.2	Motivação e Objectivos	4
2.3	Benefícios para o utilizador	4
2.4	Benefícios para o sistema	5
3	Requisitos do sistema	6
4	Implementação do Sistema	7
4.1	Especificação e arquitetura	7
4.2	Base de dados	8
4.3	Projeto em <i>Android Studio (Java)</i>	10
4.4	Interface	13
5	Protocolos das experiências disponibilizadas	17
6	Plano de avaliação	23
6.1	Questões	23
6.2	Respostas	24
7	Conclusão e Trabalho Futuro	25
8	Referências	26

1 Introdução

Uma nova era da informação levou ao surgimento de um fenómeno a que se dá o nome de sensoriamento social, que se refere amplamente a um conjunto de paradigmas de deteção e coleta de dados a partir de seres humanos ou dispositivos eletrónicos em seu nome. Surgiu também daí, o sensoriamento participativo em que indivíduos são explícita e ativamente envolvidos em todo um processo de deteção de dados, no qual escolhem executar operações como manobrar sensores e executar determinadas tarefas, de modo a atender aos requisitos de algumas aplicações.

Ou seja, atualmente, cinco mil milhões de pessoas usam telemóveis e estes são, por isso, dispositivos cada vez mais ubíquos ou onnipresentes. Além disso, estes "pequenos computadores" são cada vez mais capazes de capturar, classificar e transmitir localizações, imagens, sons ou até mesmo outros dados, de forma muito interativa. Daí, a partir de uma arquitetura ou forma de captura correta, estes podem atuar como nós de sensores e instrumentos de coleta de dados.

A ideia de uma rede de sensores sem fios não é nova, de todo. Neste momento, há imensa capacidade para integrar sensores, computação e conectividade e fazer deles uma rede, no mundo físico, capaz de coletar dados a partir da proximidade física. Este tipo de redes, permitem a observação de fenómenos que eram anteriormente inobserváveis e, um sensoriamento distribuído deste género, tem sido e pode ser aplicado em operações de pesquisa ou usado na ciência, na indústria ou até mesmo em atividades relacionadas com forças armadas, por exemplo. Contudo, não sabemos muito acerca destas redes e sobre a função e utilidade que têm a partir do momento em que cada nó é propriedade e é operado por um utilizador comum.

Como se sabe, os telemóveis nesse papel de sensores, estariam conectados à rede e neste caso, seriam incorporados junto de ambientes mais complexos, como são as pessoas e o que as rodeia. Ou seja, os sensores, em vez de estarem nas mãos de um observador "central", estariam sempre sob o controlo de quem os possui.

Por isso, geri-los de uma forma eficaz e consciente, como desafia o projeto que o grupo pretende realizar, exige modelos que priorizem a participação do utilizador comum no processo do sensoriamento. Tal situação permitirá aos utilizadores recolher, analisar e partilhar o conhecimento local.

Deste modo, este projeto surge no âmbito da unidade curricular de Aplicações Multimédia e Ubíquas, que faz parte do Mestrado Integrado em Engenharia Informática, da Universidade do Minho.

Foi proposto, pelo docente da disciplina, que fosse criada uma aplicação móvel que permitisse a interação e a exploração de um sensoriamento participativo, que implementasse uma interação das pessoas com recolha de dados local, no sentido de melhorar as cidades indo também ao encontro do conceito de *Smart Cities* e daquilo que é preciso fazer para se melhorar o mundo e, neste caso, a cidade que nos rodeia e onde vivemos e estudamos.

Em suma, este documento descreve a definição do sistema a implementar, onde de certa forma, se explica a contextualização e aquilo que se pretende, de forma geral, com o projeto desenvolvido. Seguem-se os requisitos da aplicação e opta-se por abordar os aspetos técnicos da própria aplicação, ou seja, de que forma e como é que foi implementada. Neste relatório, são igualmente expostos os protocolos a seguir pelos utilizadores, o plano de avaliação e alguma análise de resultados que se conseguiram com a concretização e realização de algumas experiências. Por fim, termina-se o relatório com um balanço geral do trabalho que foi realizado, tanto ao nível de dificuldades encontradas como em relação ao nível de aprendizagem adquirido e trabalho futuro a realizar.

2 Definição do Sistema

2.1 Contextualização & Estado da Arte

Os pesquisadores, políticos, ou até mesmo o público em geral, usam dados para entender e persuadir em relação a um assunto e, de certa forma, dados de maior qualidade nesse sentido tendem, geralmente, a gerar ações muito mais significativas e de melhor compreensão. Aliás, não há muito tempo, a cidade de Los Angeles reivindicou o facto de ser a área metropolitana mais poluída por partículas e isto constitui um exemplo daquilo que pode ser uma preocupação dos cidadãos em relação à qualidade do ar e à saúde pública, que foi descoberta pelo impulso da deteção ou sensoriamento de dados locais.

Também não há muito tempo atrás, tentava-se estudar, em Nova Iorque, na área de *Hunts Point* (localização de uma das maiores instalações de distribuição de alimentos do mundo), a relação entre o tráfego de camiões pesados e o efeito que isso poderia provocar nas taxas locais de asma. Esta monitorização foi possível graças a equipamentos especializados, mas também graças à colaboração da comunidade no sentido de documentar o próprio tráfego de camiões comerciais.

Além disso, um sensoriamento apoiado pela comunidade a partir de protocolos rígidos, pode melhorar a metodologia atualmente existente, no que diz respeito à deteção de dados, já que aumenta a quantidade, a qualidade e a credibilidade dos dados. Ou seja, num projeto de coleta de dados como no de *Hunts Point*, a quantidade de dados poderia ser aumentada ao criar-se aplicações de observação (contagem de tráfego de camiões) que poderiam ser pré-configuradas nos telemóveis dos membros da comunidade que estariam dispostos a ajudar projetos deste género. A qualidade dos dados poderia ser aumentada através da implementação de uma verificação de entrada básica, como por exemplo: "Viu, de facto, 20 camiões a passarem nos últimos cinco minutos?"... Nesse sentido, é possível também usar o tempo e trabalho da comunidade de forma mais efetiva através de medições como hora atual e localização, já que é possível pedir medições em zonas ou horas onde há falta de dados do género.

Por isso, com o uso dos telemóveis, novas possibilidades emergem no que diz respeito à coleta de dados e, mostrando às pessoas que, de facto, elas tiram algum proveito ao fazerem tais experiências. Conseguem-se, assim, imensos dados com qualidade que, de facto, podem levar a que políticos e pessoas de interesse possam descobrir fenómenos ou algo que acontece no ambiente que rodeia a população de uma determinada região. E, por exemplo, se na área de *Hunts Point*, se se verificar que há de facto mais asma quando os camiões passam com mais frequência, será uma boa oportunidade para melhorar a vida dos doentes. Situações como esta, e até nem diretamente ligadas com doenças, estão espalhadas por toda a parte do globo.

À luz destes exemplos, este projeto tentará melhorar a iluminação das passadeiras e a luminosidade de uma região, de forma geral, e de maneira a que haja um consumo energético de luz mais eficiente, no sentido económico mas também no seu papel mais fundamental, que é iluminar as ruas.

2.2 Motivação e Objectivos

A falta de luz ou iluminação inapropriada em períodos noturnos são duas causas diretamente relacionadas com muitos acidentes recorrentes. Um dos exemplos mais preocupantes é nas passadeiras, em que a falta de iluminação pode fazer com que os pedestres apareçam de zonas escuras, pelo que os condutores não estarão em alerta para a sua presença. É por isso importante garantir que tanto as passadeiras como as zonas que rodeia o início do trajeto das mesmas, se encontram devidamente iluminadas não caindo numa zona de iluminação uniforme consoante o resto das ruas, dado que assim não se dá nenhum contraste entre o pedestre e o ambiente que o envolve. Não só as passadeiras, mas também ruas, passeios, ciclovias, paragens e parques são locais cujas instalações de luz devem ter como objetivo principal o de assegurar a segurança de quem os frequenta, pelo que a recolha de informação sobre os mesmos é vital para garantir o rigor nas instalações para melhorar a segurança.

Neste trabalho, o foco centra-se no que poderia ser a fase inicial da agregação de dados para a criação de uma rede inteligente de iluminação, nomeadamente a interação ativa dos cidadãos e a avaliação da sua perceção do ambiente que os rodeia face aos dados recolhidos.

Os objetivos gerais deste projeto prendem-se no desenvolvimento de uma aplicação *mobile* capaz de captar os níveis de luminosidade de um dado local tendo em conta dois aspetos concretos: a participação dos utilizadores da aplicação na recolha de dados e a capacidade da aplicação estimar e avaliar corretamente a qualidade a iluminação.

2.3 Benefícios para o utilizador

Com o crescimento da população nas grandes cidades surgiu a necessidade de expansão para novas zonas. Todo este crescimento leva a que, por vezes, os esforços se foquem em novas áreas, levando a um esquecimento das antigas áreas habitacionais. Nesse sentido, para que seja possível haver um acompanhamento do estado de toda a área pertencente a uma cidade, no nosso de estudo referente à luminosidade nas ruas, é essencial que os utilizadores da nossa aplicação efectuem recolhas de dados.

Estas recolhas irão permitir melhorar as condições em todas as áreas que carecem de luminosidade podendo isso levar a um aumento da segurança e também da comodidade de todos os habitantes.

O nosso caso de estudo aplica recolha de dados a quatro pontos específicos:

- **Ruas** - Para o caso da recolha de dados em ruas, o benefício para os utilizadores passa por uma identificação mais rápida de cenários em que há pouca iluminação, distinguindo zonas pelo seu nível de segurança. O aumento de visibilidade nas ruas também é uma forma de combater a probabilidade de crimes.
- **Passadeiras** - As passadeiras são um ponto crítico pois, se não estiverem bem, é difícil para os veículos, que circulam a grandes velocidades, identificar peões que atravessam essas mesmas passadeiras, principalmente à noite. Assim sendo, para tornar seguras as travessias da passadeira por parte dos peões, é fulcral haver boa iluminação ao redor das mesmas. O mesmo se aplica aos condutores, visto que se evitam mais travagens bruscas, resultando assim num menor número de acidentes.
- **Parques** - Várias pessoas escolhem o período noturno para realizar atividades físicas no exterior, como ir correr ou dar uns passeios de bicicleta. Como tal, é essencial que os parques estejam bem iluminados para permitir que, mesmo no período noturno, seja possível frequentá-lo, em segurança.
- **Paragens de autocarros** - Muitas pessoas utilizam os transportes públicos como meio de locomoção. Sendo que as paragens se encontram junto às estradas, é essencial as mesmas estarem iluminadas para que sejam facilmente identificadas por condutores de veículos, evitando acidentes e, facilitando a identificação de passageiros por parte dos motoristas dos transportes públicos. Também contribui

para uma maior segurança, pois o aumento de visibilidade do local pode diminuir a probabilidade de criminalidade.

Em suma, garantir uma iluminação por toda a cidade traz benefícios de segurança para todos os seus habitantes e garantir uma boa recolha de dados é essencial para manter os níveis adequados de segurança em todos os pontos da cidade.

Na perspetiva deste projeto, os dados recolhidos pela aplicação podem servir de prova e defender algum argumento, perante determinada entidade, em casos políticos e de tribunal. Por exemplo, se ocorrer algum crime numa zona pouca iluminada, os dados coletados e armazenados pela *Lux Android App* podem corroborar o facto do baixo nível de iluminação, se possuir efetivamente dados da zona em questão.

No final de cada recolha, o utilizador terá a oportunidade de comparar a sua experiência com as restantes que foram realizadas até ao momento, e verificar as diferenças a nível de iluminação que a sua zona apresenta perante as restantes da sua cidade.

2.4 Benefícios para o sistema

Uma iluminação adequada numa cidade contribui para melhorar a qualidade de vida, não só de um ponto de vista social mas também face ao valor cultural. Parques, centros históricos e locais icónicos são centros de socialização e dinamismo numa cidade, que atraem turismo e criam uma atmosfera positiva, o que aumenta a reputação das cidades, gerando ainda mais oportunidades de negócio. Desta forma, torna-se evidente que para uma cidade prosperar, as pessoas precisam de se sentir à vontade e em segurança depois de escurecer.

Por sua vez, os dados recolhidos podem dar origem a várias informações e pedaços de conhecimento úteis, após uma análise extensa sobre os mesmos, como por exemplo a formação de um *heat map*, onde as diferentes áreas da cidade se distinguem pelos seus níveis de iluminação captados pela aplicação.

Levando a que os seus cidadãos participem na recolha de dados sobre o ambiente que os rodeia, poderá ajudar a realizar, também, um mapa geral da cidade com todos os dados relativos a luminosidade, com o qual será possível inferir o nível de luminosidade de cada zona. A criação de uma rede de iluminação permite a deteção de *blind spots*, ou zonas sem luz, sendo possível com este conhecimento agir de forma a garantir que a iluminação correta é proporcionada.

O contrário também se verifica, ou seja, é possível que hajam locais onde existe uma quantidade mais que suficiente de luminosidade, e nesse caso poderá ser possível reduzir o número de candeeiros acesos e **gerir de uma maneira mais eficiente e económica o consumo energético.**

3 Requisitos do sistema

No começo do desenvolvimento do projeto, para que a toda a equipa trabalhasse com o mesmo objetivo e com a mesma visão sobre o produto final, foi necessário acordar quais seriam os requisitos do sistema. A definição destes é bastante importante, porque sem um formato organizado e conciso das ideias gerais, não se seria capaz de estabelecer as metas que se pretendiam atingir. Posto isto, em seguida é apresentada a lista de requisitos que se pretende que a aplicação cumpra:

1. O sistema deve apresentar uma página introdutória com informação sobre a aplicação;
2. O sistema deve ter a opção de registo com *email*, caso o utilizador queira ser contactado, no futuro, sobre os resultados da sua experiência;
3. O sistema deve apresentar um menu que liste todos os protocolos que podem ser realizados;
4. O sistema deve permitir ao utilizador escolher o tipo de experiência (protocolo) que este pretende fazer;
5. O sistema deve instruir o utilizador, sobre o protocolo da medição que este pretende fazer, de modo a que o resultado da medição seja fiável;
6. O sistema só deve permitir a realização de medições no horário noturno;
7. O sistema deve localizar, através de sistema GPS, o ponto de referência que o utilizador pretende medir;
8. O sistema deve utilizar o sensor de luz, do telemóvel, para medir a luminosidade;
9. O sistema deve ser compatível com versões iguais ou superiores ao Android 5.2 (Lollipop);
10. O sistema deverá ter uma interface simples e intuitiva para motivar e facilitar a sua utilização;
11. O sistema deve usar símbolos e palavras que sejam compreendidas naturalmente pelos utilizadores;
12. O sistema deve informar o utilizador se a medição foi bem efetuada ou não.
13. O sistema deve dar uma "recompensa" ao utilizador, caso a medição tenha sido bem efetuada;
14. O sistema deve pedir ao utilizador que este ative o seu sensor GPS e a conexão à Internet.
15. O sistema deve mostrar o percurso efetuado, pelo utilizador, na medição, através de um mapa;
16. O sistema deve qualificar o nível de luminosidade captado durante a experiência;
17. O sistema deve posicionar a experiência, num *rank* em relação ao total das experiências realizadas;

4 Implementação do Sistema

Nesta etapa, iniciou-se a implementação do sistema da aplicação e, para isso, decidiu-se que este seria programado com o auxílio do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) *Android Studio (Java)*. A escolha para a utilização deste IDE apoia-se no facto de este ser uma ferramenta fácil de utilizar e manipular, para além de fornecer um vasto leque de funcionalidades e opções, o que contribui para uma aplicação mais eficiente e complexa. Apesar de ser direccionado exclusivamente para a plataforma *Android* (telemóveis com outros sistemas operativos não suportam a aplicação), a disponibilização de várias bibliotecas e os métodos intuitivos do *Android Studio* apelaram ao grupo do projeto por optar por esta ferramenta.

4.1 Especificação e arquitetura

A *Lux Android App*, de forma a suportar os objetivos a que o grupo se propôs, está munida de imensas funcionalidades que também permitem uma correta coleta de dados, relacionando todos os elementos intervenientes de uma experiência.

O primeiro passo da implementação passou, portanto, por uma análise prévia dos requisitos do sistema, na identificação de atores, entidades e variáveis que iriam interagir com a aplicação, na definição dos módulos e classes e, finalmente, no delineamento da arquitetura inicial do sistema.

Funcionalidades

Começou-se por criar uma **Página Inicial**, para introduzir o utilizador à aplicação. Esta tem uma breve explicação do propósito do sistema e como este contribui para a vida do utilizador. Prepara, assim, a pessoa para efetuar as experiências, contextualizando-a.

De seguida, o utilizador é remetido para uma página de **Registo (opcional)**. Quer isto dizer que o utilizador tem a possibilidade de inserir o seu *email*, caso queira ser contactado no futuro sobre os dados recolhidos das experiências que realizou e os resultados obtidos pela aplicação. Para além disso, é uma forma de identificar os utilizadores entre si e associá-los às experiências que realizaram, por forma a que no futuro, caso alguma experiência apresente uma anomalia nos seus valores, o utilizador possa ser contactado pelos administradores do sistema.

Posteriormente, o utilizador é remetido para o **Menu**, onde são apresentadas quatro opções para efetuar a experiência, uma por cada um dos protocolos: **Protocolo de Rua**, **Protocolo de Passadeira**, **Protocolo de Parque** e **Protocolo de Paragem de Autocarro**. Aqui, o utilizador é informado que *"as experiências devem ser realizadas num ambiente noturno"*.

Consequentemente, são apresentadas os vários passos/instruções, com auxílio de imagens, que o utilizador tem de seguir dependendo da experiência selecionada. O último passo dos tutoriais consiste no início da **Experiência** em si, que o utilizador tem de realizar como lhe explicado anteriormente, e concluir quando o objetivo da experiência é alcançado. De forma a fazer a recolha de dados, há um estabelecimento de permissões de **localização GPS**, de modo a aceder ao percurso efectuado, e também um acesso aos mais diversos sensores do terminal móvel, para recolher os dados necessários, nomeadamente ao nível de iluminação pelo **sensor de luz**.

Por fim, após a conclusão da experiência, é apresentada uma **Recompensa** ao utilizador, uma espécie de valorização, pelo trabalho que teve ao realizar a experiência. Aqui, é exibido um mapa com a localização e o percurso cumprido pelo utilizador, ao realizar a experiência, assim como a qualidade do nível de iluminação da zona do percurso e o *Rank* da experiência, tendo em conta o nível de iluminação, em relação a todas as experiências realizadas até ao momento.

Arquitetura Geral

A imagem seguinte apresenta a arquitetura geral da aplicação:

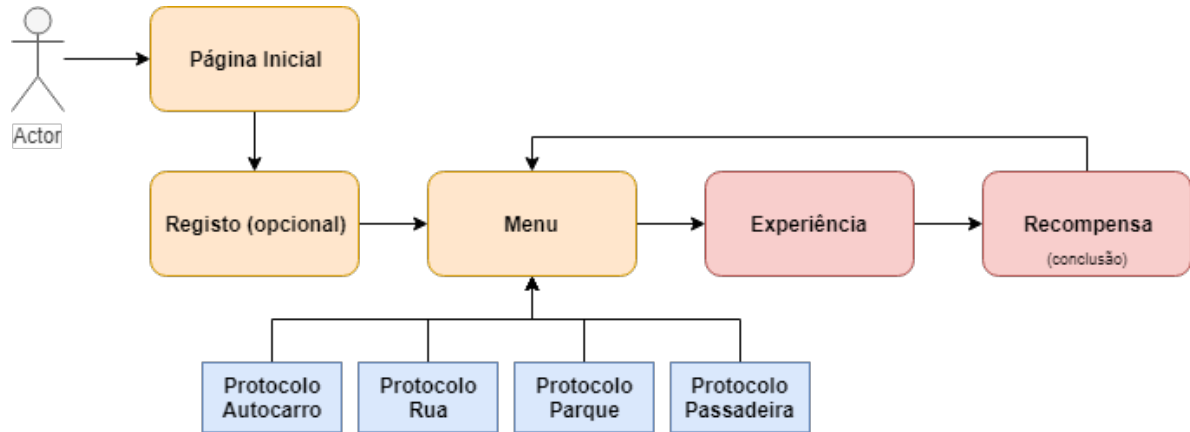


Figura 1: Arquitetura geral da *Lux Android App*

4.2 Base de dados

Após a análise e o reconhecimento de todos os elementos que atuam no processo de recolha das amostras, concebeu-se a estrutura de armazenamento para guardar e organizar esses mesmos dados.

Foi então projetada uma **base de dados remota**, em *MySQL*, implementada num servidor Web (*host online*¹), permitindo que a aplicação comunique com esta, independentemente da rede à qual está conectada e local onde se encontra.

De seguida, apresentam-se descritas as quatro entidades utilizadas e os seus respetivos atributos:

¹<https://www.000webhost.com/>

Entidade	Atributo	Descrição
User	ID	Identificador do utilizador
	Email	Email do utilizador
Protocol	ID	Identificador do protocolo
	Type	Tipo de protocolo
	Description	Descrição/Instruções do protocolo
Experiment	ID	Identificador da experiência
	AndroidVersion	Versão de Android do telemóvel utilizado
	Brand	Marca do telemóvel utilizado
	Model	Modelo do telemóvel utilizado
	Avg_Lux	Média dos valores de iluminação das amostras da experiência
	User_ID	Identificador do utilizador que realizou a experiência
	Protocol_ID	Identificador do protocolo utilizado
Sample	ID	Identificador da amostra
	Latitude	Coordenada da latitude
	Longitude	Coordenada da longitude
	Luminosity	Intensidade de luz registada
	Timestamp	Tempo do momento do registo
	Experiment_ID	Identificador da experiência à qual está associada

Tabela 1: Exposição das entidades constituintes da base de dados

Modelo Lógico

O modelo final da base de dados, representando as entidades, os seus atributos e relacionamentos entre si, pode ser representado pela imagem seguinte:

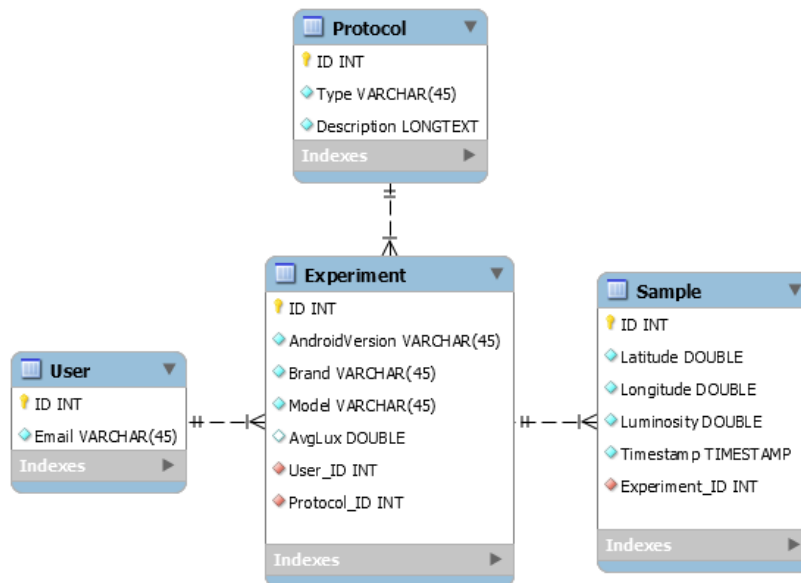


Figura 2: Modelo Lógico

4.3 Projeto em *Android Studio (Java)*

Nesta etapa, o primeiro passo reflete-se na concessão de permissões, para acesso a Internet e localização GPS, para que seja possível à *Lux Android App* recolher dados obtidos pelos sensores dos dispositivos móveis:

```
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION"/>
```

De seguida, definiu-se uma classe *Java* para cada uma das entidades referidas anteriormente: *User*, *Protocol*, *Experiment* e *Sample*. Desta forma, consegue-se gerir e manipular cada um dos atributos no programa e enviar o produto final para a base de dados remota, onde serão armazenados.

De acordo com a Arquitetura Geral, foram criadas atividades para cada um dos diferentes módulos - Página Inicial, Registo Opcional, Menu, Experiência e Recompensa - em que a atividade Experiência é constituída por vários fragmentos, correspondentes a cada um dos protocolos: Rua, Passadeira, Parque e Paragem de Autocarro.

No momento do registo, é verificado se foi introduzido algum *email*. Caso tal se verifique, é se certificado que o *email* possui um formato válido. Posteriormente, verifica-se se este existe, associando-se o utilizador correspondente, senão é efetuado um novo registo. Na ausência de *email* é atribuído um utilizador por defeito (*undefined*).

Ao realizar-se uma experiência, é criada uma nova instância da entidade *Experiment*, onde lhe são associados o utilizador e o protocolo escolhidos. É nesta atividade que são utilizados os sensores do dispositivo móvel. O **sensor de luz** é inicializado e são recolhidos o valor (*lux*) captado pelo sensor de luz e as coordenadas GPS (latitude e longitude) da posição do dispositivo, pelos seguintes comandos:

```
// Coordinates
sample.setLatitude(mCurrentLocation.getLatitude());
sample.setLongitude(mCurrentLocation.getLongitude());

// Light - level of luminosity
if (event.sensor.getType() == Sensor.TYPE_LIGHT)
    sample.setLuminosity(event.values[0]);
```

A experiência apenas é iniciada se todas as condições forem satisfeitas, isto é, o dispositivo está conectado à Internet, o sistema GPS está ativado e encontra-se em **período noturno - entre as 21h da noite e as 6h da manhã!**

Na conclusão da experiência, os dados são enviados e armazenados na base de dados remota.

Recompensa

Quando uma experiência é concluída, é apresentada uma "recompensa" ao utilizador, pelo trabalho que fez. Nesta atividade, os dados recolhidos na experiência são transformados em informação útil para o utilizador, de modo a seja retribuído o esforço e utilização da aplicação. As informações exibidas são o **Mapa**, **Qualidade e Rank**, explicadas de seguida.

Mapa

As coordenadas das amostras da experiência são utilizadas como pontos para formar uma linha que é apresentada no mapa e representativa do percurso que o utilizador efetuou durante o processo.



Figura 3: Exemplo de um percurso exibido no mapa de Recompensa

Qualidade

Nesta atividade é também calculado o valor médio de iluminação da experiência (*AvgLux*), obtido pelos valores de iluminação das amostras associadas. Como dito anteriormente, o utilizador é informado da qualidade da iluminação que obteve durante a experiência, sendo que o critério de avaliação está de acordo com a seguinte tabela:

AvgLux (valor médio de iluminação)	Qualidade
AvgLux <= 10	Terrível
10 < AvgLux <= 20	Má
20 < AvgLux <= 30	Razoável
30 < AvgLux < 50	Boa
50 <= AvgLux	Excelente

Tabela 2: Tabela que traduz os valores de avaliação da qualidade do valor médio de iluminação de uma experiência

Os valores desta tabela foram determinados após várias pesquisas e testes práticos experimentais, efetuados pelos elementos do grupo.

Rank

Por último, é demonstrada a posição da experiência efetuada, no *Rank* total, ou seja, entre todas as experiências realizadas até ao momento, armazenadas na base de dados e organizadas pelo valor de *AvgLux* por ordem decrescente.

Considera-se a avaliação do *rank* segundo a tabela seguinte:

Rank	Avaliação
Rank <= 10	Bom
10 < Rank < 20	Razoável
20 <= Rank	Mau

Tabela 3: Avaliação do *Rank* de experiências

Mais uma vez, os valores da tabela anterior foram determinados após várias pesquisas e testes práticos experimentais, efetuados pelos desenvolvedores.

Bibliotecas utilizadas

Para proporcionar o melhor serviço possível com a aplicação, usufruiu-se de algumas das várias bibliotecas disponibilizadas em *Java para Android*.

Utilizou-se a API da **Google Play Services** para obter informações sobre a localização do dispositivo e apresentar o mapa na conclusão da experiência. A API **Volley** permitiu conectar a aplicação a um servidor, para que seja possível efetuar pedidos HTTP POST, e assim armazenar os dados recolhidos pela aplicação, como explicado na secção 4.2. E, por fim, as restantes bibliotecas suportam as permissões e a interface do sistema.

```
// Location Play Services
implementation 'com.google.android.gms:play-services-location:15.0.1'
implementation 'com.google.android.gms:play-services-maps:16.1.0'

// Volley
implementation 'com.android.volley:volley:1.1.1'

// Dexter Runtime Permissions
implementation 'com.karumi:dexter:4.2.0'

// ButterKnife view binding
implementation 'com.jakewharton:butterknife:8.8.1'
annotationProcessor 'com.jakewharton:butterknife-compiler:8.8.1'

// GIF
implementation 'com.github.Cutta:GifView:1.4'
```

4.4 Interface

Nesta secção são apresentados alguns *Screenshots* da *Lux Android App*, de forma a demonstrar as várias atividades presentes na aplicação, assim como o aspeto visual (interface) da mesma:

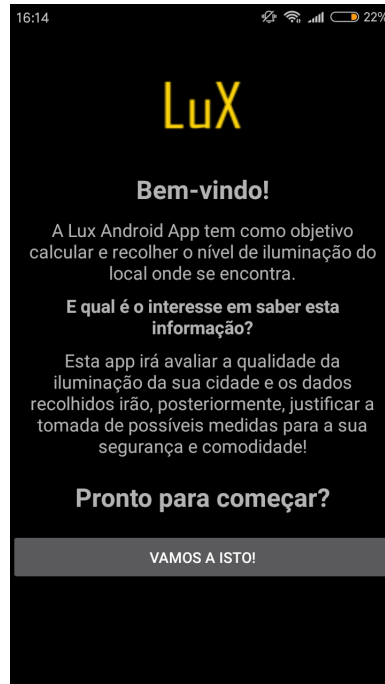


Figura 4: Atividade de Página Inicial

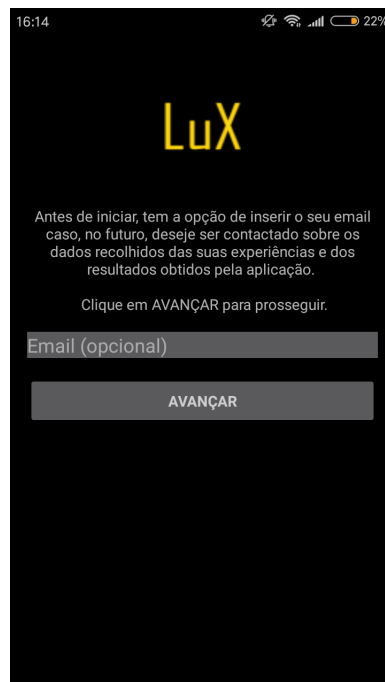


Figura 5: Atividade de Registo

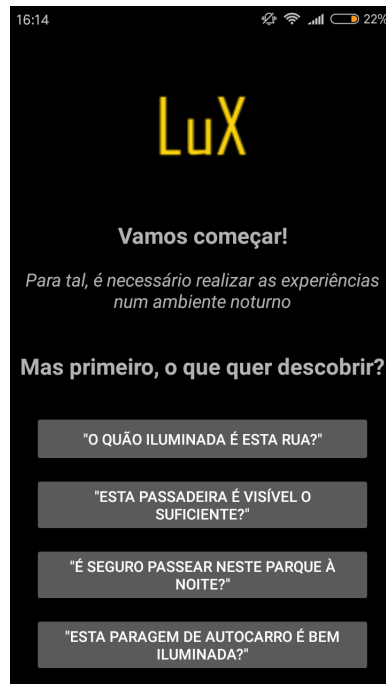


Figura 6: Atividade de Menu

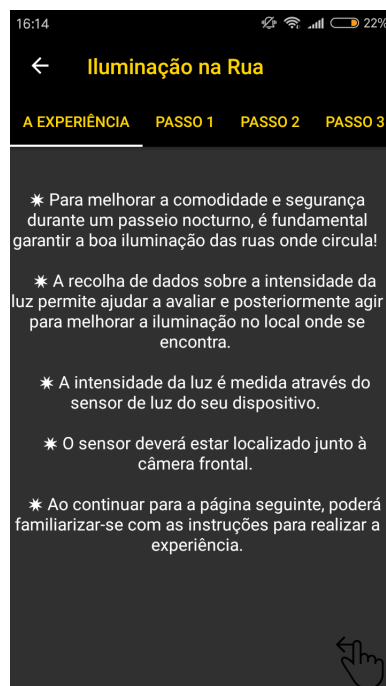


Figura 7: Atividade de Introdução à experiência

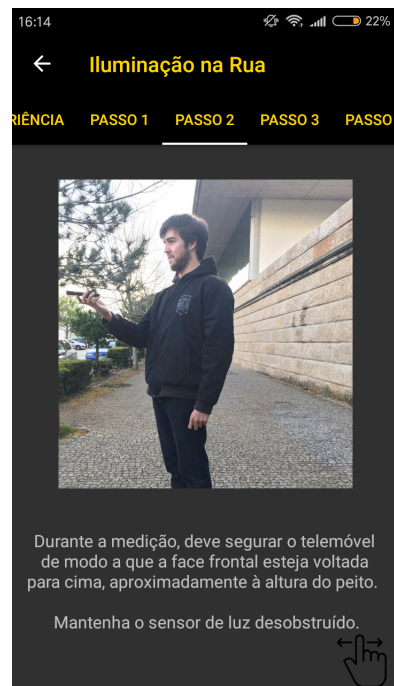


Figura 8: Atividade exemplo de um segundo passo de uma experiência

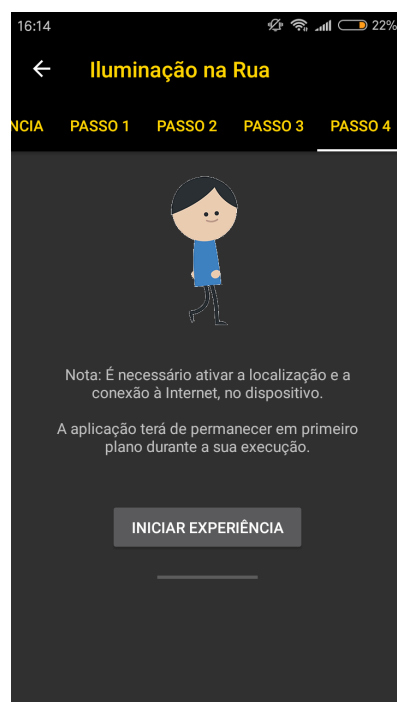


Figura 9: Atividade de Início da experiência

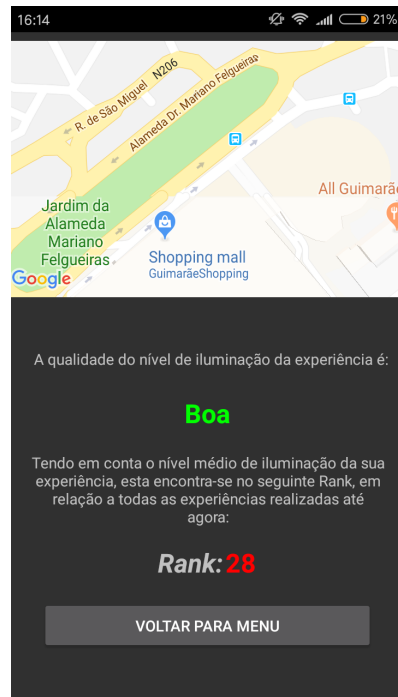


Figura 10: Atividade da Recompensa

5 Protocolos das experiências disponibilizadas

Relativamente a cada uma das experiências disponibilizadas foi definido um conjunto de instruções, para assegurar que as medições fossem efetuadas da mesma forma, por diferentes utilizadores, em diferentes locais. São **protocolos** que o grupo achou adequado para o caso de estudo, na medida em que a recolha uniforme de dados traz benefícios não só para os clientes mas também para o sistema de iluminação.

Estes protocolos são apresentados ao utilizador antes deste iniciar a recolha de dados, sendo que é comum a todos uma página inicial com algumas informações úteis sobre os procedimentos e uma introdução a alertar a importância de cada tipo de experiência, como é possível observar na **figura 7**. De relembrar, que todos os protocolos possuem uma restrição quanto à hora de recolha, sendo que a mesma deve ser efetuada durante o período noturno, que é compreendido entre as 21 horas da noite e as 06 horas da manhã. Esta restrição traduz-se no bloqueio das experiências na aplicação, até ao horário estipulado.

Protocolos:

- **Paragens de Autocarro** - Com este protocolo espera-se que o utilizador recolha dados na área envolvente de uma paragem de autocarro. Mostramos de seguida o protocolo da aplicação, juntamente com uma breve explicação inicial que é dada ao utilizador acerca da motivação para efetuar a medição:

– "A proximidade às estradas faz das paragens de autocarros locais propensos a acidentes!"

– "A recolha de dados sobre a intensidade da luz permite ajudar a avaliar e posteriormente agir para melhorar a iluminação no local onde se encontra."

– "A intensidade da luz é medida através do sensor de luz do seu dispositivo."

– "O sensor deverá estar localizado junto à câmara frontal."

– "Ao continuar para a página seguinte, poderá familiarizar-se com as instruções para realizar a experiência."

1º Antes de iniciar a experiência deve certificar-se de que se encontra na paragem de autocarro na qual pretende efetuar a medição.

2º Coloque-se a cerca de dois metros da paragem, no local onde pretende efetuar a medição.



Figura 11: Posicionamento inicial na paragem

- 3º Durante a medição, deve segurar o telemóvel de modo a que a face frontal esteja voltada para cima, aproximadamente à altura do peito.



Figura 12: Posicionamento do telemóvel

- 4º Mantenha o sensor de luz desobstruído.
- 5º A medição inicia no momento em que carregar no botão "Iniciar Experiência". Após carregar, deve caminhar ao longo do perímetro da paragem, efetuando uma volta a esta, momento este em que deve concluir a experiência.



Figura 13: Circular no perímetro da paragem

- **Parques Públicos** - Com este protocolo espera-se que o utilizador recolha dados num parque de lazer situado na cidade, percorrendo diversos percursos que o mesmo possui. Como o anterior, apresentamos de seguida o protocolo e uma breve explicação inicial:

– *"Um parque bem iluminado é fundamental para a sua segurança!"*

– *"A recolha de dados sobre a intensidade de luz permite ajudar a avaliar e posteriormente agir para melhorar a iluminação no local onde se encontra."*

– *"A intensidade da luz é medida através do sensor de luz do seu dispositivo."*

– *"O sensor deverá estar localizado junto à câmara frontal."*

– *"Ao continuar para a página seguinte, poderá familiarizar-se com as instruções para realizar a experiência."*

- 1º Antes de iniciar a experiência deve certificar-se de que se encontra no parque no qual pretende efetuar a medição.
- 2º Dirija-se a um ponto inicial do percurso. Esse será o local onde a recolha de dados será iniciada.



Figura 14: Posicionamento inicial no parque

- 3º Durante a medição, deve segurar o telemóvel de modo a que a face frontal esteja voltada para cima, aproximadamente à altura do peito.
- 4º Mantenha o sensor de luz desobstruído.
- 5º A medição inicia no momento em que carregar no botão "Iniciar Experiência". Após carregar, deve caminhar ao longo do percurso, concluindo a experiência quando este acabar.



Figura 15: Caminhar ao longo do parque

- **Passadeiras** - Com este protocolo espera-se que o utilizador atravesse uma passadeira enquanto efetua a recolha de dados. Apresentamos de seguida o protocolo e a breve explicação inicial do mesmo:
 - *"É vital garantir a boa iluminação em torno de uma passadeira!"*
 - *"A recolha de dados sobre a intensidade de luz permite ajudar a avaliar e posteriormente agir para melhorar a iluminação no local onde se encontra."*
 - *"A intensidade da luz é medida através do sensor do seu dispositivo."*
 - *"O sensor deverá estar localizado junto à câmara frontal."*
 - *"Ao continuar para a página seguinte, poderá familiarizar-se com as instruções para realizar a experiência."*

- 1º Antes de iniciar a experiência certifique-se de que se encontra a cerca de 3 metros da passadeira na qual pretende efetuar a medição.

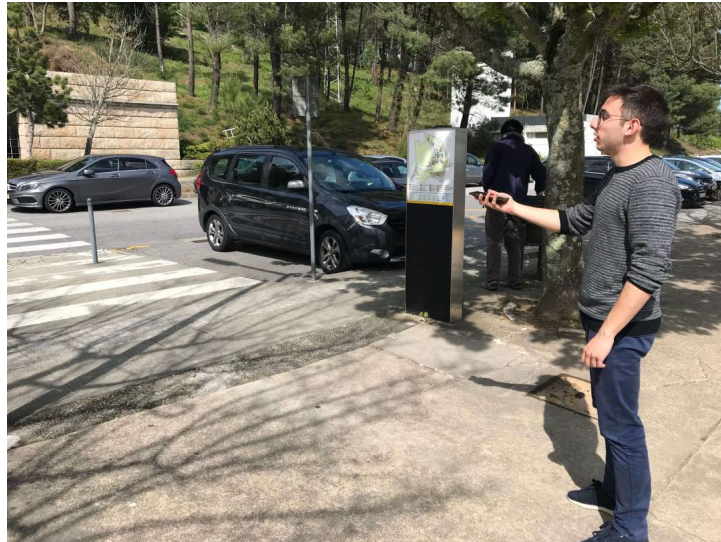


Figura 16: Posicionamento inicial na passadeira

- 2º Durante a medição, deve segurar o telemóvel de modo a que a face frontal esteja voltada para cima, aproximadamente à altura do peito.
- 3º Mantenha o sensor de luz desobstruído.
- 4º A medição inicia no momento em que carregar no botão "Iniciar Experiência". Após carregar, deve atravessar a passadeira, concluindo a experiência a cerca de três metros do final da mesma.



Figura 17: Atravessar a passadeira

- **Ruas** - Com este protocolo espera-se que o utilizador se desloque ao longo de uma rua fazendo a recolha de dados. Apresentamos de seguida o protocolo e a breve explicação inicial do mesmo:

– *"Para melhorar a comodidade e segurança durante um passeio noturno, é fundamental garantir a boa iluminação das ruas onde circula!"*

– *"A recolha de dados sobre a intensidade da luz permite ajudar e avaliar e posteriormente agir para melhorar a iluminação no local onde se encontra."*

– *"A intensidade da luz é medida através do sensor do seu dispositivo."*

– *"O sensor deverá estar localizado junto à câmara frontal."*

– *"Ao continuar para a página seguinte, poderá familiarizar-se com as instruções para realizar a experiência"*

- 1º Antes de iniciar a experiência certifique-se de que se encontra na rua na qual pretende efetuar a medição.



Figura 18: Ponto inicial para medição numa rua

- 2º Durante a medição, deve segurar o telemóvel de modo a que a face frontal esteja voltada para cima, aproximadamente à altura do peito.
- 3º Mantenha o sensor de luz desobstruído.
- 4º A medição inicia no momento em que carregar no botão "Iniciar Experiência". Após carregar, deve caminhar ao longo da rua, concluindo a experiência no final do trajeto pretendido.



Figura 19: Atravessar a rua

6 Plano de avaliação

Para que seja entregue um produto final de qualidade, e que respeite todas as medidas e requisitos a que foi imposto assim como todas as funcionalidades necessárias, elaborou-se primeiramente um plano de avaliação.

Os principais objetivos na avaliação do projeto são:

- Angariação de pessoas para realizar as experiências;
- Capacidade de as pessoas seguirem os protocolos definidos;
- Qual o conhecimento possível de retirar dos dados obtidos, ou seja, se estes tem algum interesse;

Dados estes objetivos foram surgindo várias questões, às quais se tentou dar resposta posteriormente.

6.1 Questões

Angariação de pessoas

A primeira questão, em relação à capacidade e forma de angariação de pessoas para utilizar a aplicação, surgiu com o pensamento sobre o porquê de se instalar uma aplicação nos dispositivos pessoais. Isto é, quando é instalada uma aplicação à partida já é conhecido o propósito desta e qual é a sua utilidade (a dita "recompensa" que esta trará). Portanto, esta questão levantou outros problemas como *"Será que o propósito do projeto vai ser entendido pelos possíveis utilizadores?"*, *"Será que as pessoas vão instalar a aplicação?"*, *"Qual será a melhor forma de recompensar o utilizador depois de uma medição?"* e *"Quais serão os dados que os utilizadores terão mais curiosidade em saber depois de uma medição?"*.

Compreensão dos protocolos definidos

A pensar na capacidade das pessoas seguirem os protocolos definidos, reflete-se sobre a experiência pessoal do grupo de trabalho com aplicações instaladas nos próprios dispositivos móveis. Daí, surge a concordância que quando são apresentados certos tutoriais, caso estes sejam muito complexos ou verbosos, claramente são ignorados sem ver a informação que estes disponibilizam, partindo-se para a "descoberta" das funcionalidades da aplicação, numa espécie de "tentativa e erro", algo que não é aconselhável para esta aplicação em desenvolvimento, na medida em que afeta a qualidade e precisão das medições. Por vezes também surgem implicações ou obstáculos que não estão contemplados nesses tutoriais.

Este pensamento leva a questões como *"Qual será a reação das pessoas ao protocolos?"*, *"Será que os protocolos vão ser intuitivos para quem os segue?"*, *"Serão os protocolos demasiado maçadores para os utilizadores?"*, *"Poderão os protocolos ser aplicados na íntegra aos cenários onde se pretendem fazer as medições?"* e *"Que informação adicional poderia ter o protocolo para ajudar o utilizador a melhorar a medição?"*.

Extração de conhecimento dos dados

Por último, em relação ao conhecimento que é possível extrair dos dados, foi notório que cada pessoa que pretenda fazer uma medição, possui um dispositivo móvel diferente, de marca e modelos diferentes e que utilizam sensores diferentes. Observou-se também que, dado que nem todos os focos de luz possuem a mesma cor ou intensidade, a iluminação de um dado local é influenciada por essas variações, surgindo a incerteza relacionada com a classificação da iluminação e quais seriam os seus valores de referência.

Posto isto, levantaram-se questões como, *"Será que as variações das características dos sensores, segundo modelos de telemóveis diferentes, afetam as medições?"*, *"Qual será a influência do tipo de luz nas medições?"*, *"Qual será o valor de referência para uma boa luminosidade?"* e *"Deverá a classificação ser quantitativa ou qualitativa?"*.

6.2 Respostas

Para dar respostas a estas questões, tentou-se arranjar formas que as clarificassem o melhor possível. Sendo assim, pode dividir-se o plano nos seguintes passos:

1. Em primeiro lugar, foram selecionados dez locais, dois por cada elemento do grupo, para realizar as medições, servindo estes como pontos de referência.
2. Depois de selecionados os pontos de referência, cada elemento do grupo realizou medições, naqueles que lhe foram atribuídos, com o seu próprio dispositivo, de modo a perceber as possíveis dificuldades e resultados que os utilizadores poderiam encontrar.
3. Em seguida, depois de testada a aplicação e os protocolos nos pontos de referência, desenvolveram-se mecanismos para a divulgação da mesma, dos quais se destacam: a utilização das redes sociais, nomeadamente com a criação de concursos com oferta de vales, a utilizar nos nossos parceiros (patrocinários), pela instalação e divulgação da aplicação; A apresentação de vídeos em locais estratégicos, que demonstram a importância de uma boa iluminação nas cidades, através de relatos de incidentes, por parte de testemunhas reais, de modo a alertar e chocar as pessoas; Sensibilização nas grandes superfícies comerciais, para a necessidade de uma boa iluminação em períodos noturnos, explicando o propósito da aplicação e incentivando o seu uso, fazendo algumas demonstrações.
4. Para perceber a coerência dos dados recolhidos nas medições efetuadas por cada pessoa, pediu-se que estas realizassem duas ou três medições com o mesmo dispositivo, seguidas de uma medição efetuada por um dos elementos do grupo (supondo que executa bem o protocolo), com o dispositivo da pessoa. Por último, e já depois da experiência, seguiu-se uma entrevista à pessoa que realizou a medição, com a finalidade de perceber a possível existência de dificuldades que a pessoa sentiu na

execução do protocolo, qual a satisfação com a recompensa obtida e quais seriam os dados que tinha mais curiosidade em saber.

Com este plano, acredita-se que a qualidade e eficácia da aplicação fica assegurada, para proporcionar a melhor experiência aos seus utilizadores e obter dados fiáveis para o grupo de trabalho.

7 Conclusão e Trabalho Futuro

No seguimento do projeto, o grupo considera que o seu desenvolvimento está bem encaminhado e prevê que todos os requisitos, assim como o produto final, estarão completos no prazo estipulado, sendo garantida uma boa qualidade das funcionalidades do sistema.

Até este momento, foi desenvolvida uma aplicação com a capacidade de captar os níveis de luminosidade, sendo este o núcleo do trabalho proposto. Face às experiências realizadas, já foram encontrados alguns valores de referência que permitiram avaliar qualitativamente a iluminação num dado local, através de testes experimentais práticos que os elementos do grupo realizaram. Porém não existem muitos estudos teóricos que suportem os valores de referência para luminosidade normal das cidade e esta pode depender de diversos fatores, como a cor da luz, o posicionamento do foco de luz, a intensidade das lâmpadas, o tipo de lâmpadas (incandescente, halogéneo, LED, fluorescente). Sendo assim, não se está a ter em atenção estas variações, pelo que é importante perceber qual o seu efeito nas medições e se a simplicidade da aplicação permite ter em conta todos estes fatores.

Isto pode traduzir-se em trabalho futuro, para ir de encontro ao objetivo maior de integração em *Smart Cities*, o desenvolvimento de uma aplicação mais técnica que tenha todos os parâmetros anteriormente referidos em conta.

Na próxima fase do projeto iremos proceder à execução do plano de avaliação, nomeadamente à divulgação da aplicação, análise e tratamento dos dados obtidos, possíveis melhorias à aplicação e, posteriormente, um balanço geral do trabalho que foi realizado, tanto ao nível de dificuldades encontradas como em relação ao nível de aprendizagem adquirido e trabalho futuro a realizar.

8 Referências

- **Android User Activity Recognition – Still, Walking, Running, Driving, etc.**

<https://www.androidhive.info/2017/12/android-user-activity-recognition-still-walking-running-driving-etc/>

- **Android GPS, Location Manager Tutorial**

<https://www.androidhive.info/2012/07/android-gps-location-manager-tutorial/>

- **Simple, battery-efficient location API for Android**

<https://developers.google.com/location-context/fused-location-provider/>

- **ActivityRecognitionClient**

<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionClient/>

- **GitHUB ravi8x**

<https://github.com/ravi8x?tab=repositories>

- **Android Hive**

<http://download.androidhive.info/>

- **Android MapView Tutorial**

<http://www.zoftino.com/android-mapview-tutorial>

- **Design and Evaluation of Effective Crosswalk Illumination**

<https://pdfs.semanticscholar.org/f7bd/6e8aa36519985ac9811a8a4703f4b8588e29.pdf>

- **Recommended Light Levels**

https://www.noao.edu/education/QLTkit/ACTIVITY_Documents/Safety/LightLevels_outdoor+indoor.pdf