

Aplicação Android de suporte à Medição de Campos Eletromagnéticos

HÉLDER RICARDO NORA AUGUSTO

julho de 2022

Aplicação Android de suporte à Medição de Campos Eletromagnéticos

Helder Ricardo Nora Augusto

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Sistemas

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Helder Ricardo Nora Augusto; Nº 1161528; 1161528@isep.ipp.pt

Orientador: Engenheiro Avelino Marques; aav@isep.ipp.pt

Coorientador: Engenheiro Diogo Gomes; diogogomesdek@hotmail.com

Empresa: IEP (Instituto Eletrotécnico Português)

Orientador da Empresa: Engenheiro Esaú Cardoso; ec@iep.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Sistemas

2022

Agradecimentos

Primeiramente agradeço ao meu orientador, Engenheiro Avelino Marques, por toda a disponibilidade e todo o seu apoio na escrita desta Tese/Dissertação. Agradeço ainda ao meu coorientador, Engenheiro Diogo Gomes, pelo enorme apoio no debug e criação de código e ainda partilha de conhecimento da plataforma utilizada.

Agradeço igualmente ao IEP por disponibilizar e apostar num projeto de tamanho interesse como o presente.

Agradeço ainda a toda a equipa do IEP, Engenheiro Leonardo Lipinski, Engenheiro Jorge Pacheco, Engenheiro João Santos, Engenheiro Bruno Couto, Sr^a Ana Taveira, Sr. Inácio Gonçalves e Sr. André Guerra pela partilha de conhecimento, apoio no desenvolvimento gráfico e testes da aplicação.

Agradeço ainda à minha família e amigos, por todo o apoio e ajuda ao longo de todo o desenvolvimento deste projeto.

Resumo

O presente relatório aborda a criação de uma aplicação Android para a empresa IEP, com o objetivo de minimizar a utilização de papel e dinamizar o processo de recolha de dados e elaboração de relatório.

O IEP propôs então a criação de uma aplicação que realizasse o registo de valores na medição de campos eletromagnéticos nomeadamente na Indústria. Com o desenvolvimento da aplicação as medições do IEP nesta área tornam-se muito mais simples e dinâmicas. Esta aplicação é direcionada ao equipamento já existente na empresa com a versão do Android 6.

A aplicação desenvolvida permite então guardar os registos de uma forma organizada num ficheiro txt e ainda realiza um registo fotográfico para cada medição. Esta informação é guardada numa pasta com o nome do número do processo, inserido internamente na aplicação, que posteriormente é compactada em formato ZIP.

Palavras-Chave

Android, Java, Campos Eletromagnéticos, Android Studio, Indústria

Abstract

This report addresses the creation of an Android application for the company IEP, with the objective of minimizing the use of paper and streamlining the process of data collection and reporting.

The IEP then proposed the creation of an application that would record values in the measurement of electromagnetic fields, namely in Industry. With the development of the application, IEP measurements in this area become much simpler and more dynamic.

The application then allows saving the records in an organized way in a txt file and also makes a photographic record for each measurement. This information is stored in a folder with the name of the process number, inserted internally in the application, which is later compressed in ZIP format.

Keywords

Android, Java, Electromagnetic Fields, Android Studio, Industry

Résumé

Ce rapport porte sur la création d'une application Android pour l'entreprise IEP, dans le but de minimiser l'utilisation de papier et de rationaliser le processus de collecte et de reporting des données.

L'IEP a alors proposé la création d'une application qui enregistrerait des valeurs dans la mesure des champs électromagnétiques, notamment dans l'Industrie. Avec le développement de l'application, les mesures IEP dans ce domaine deviennent beaucoup plus simples et plus dynamiques.

L'application permet ensuite de sauvegarder les enregistrements de manière organisée dans un fichier txt et crée également un enregistrement photographique pour chaque mesure. Ces informations sont stockées dans un dossier avec le nom du numéro de processus, inséré en interne dans l'application, qui est ensuite compressé au format ZIP.

Mots-clés

Android, Java, Champs électromagnétiques, Android Studio, Industrie

Índice

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
PALAVRAS-CHAVE.....	VII
ABSTRACT	IX
KEYWORDS	IX
RÉSUMÉ	XI
MOTS-CLÉS	XI
ÍNDICE.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIX
ACRÓNIMOS	XXI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 CALENDARIZAÇÃO.....	3
1.4 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	4
2. IEP	5
2.1 O QUE É O IEP?.....	5
2.2 IEP NA AVALIAÇÃO DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS	6
2.3 MEDIÇÃO DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS.....	8
2.4 PROPOSTA DO IEP	16

3. RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS NA SAÚDE	17
3.1 EFEITOS DAS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS NA SAÚDE	17
3.2 POSIÇÃO DOS ORGANISMOS NO ÂMBITO DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS	19
3.3 LEGISLAÇÃO DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS	20
3.4 COMPORTAMENTOS PARA REDUZIR A EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS.....	22
4. SISTEMA OPERATIVO ANDROID	25
4.1 HISTÓRIA	25
4.2 ANDROID STUDIO	27
5. APLICAÇÃO ANDROID	29
5.1 FLUXOGRAMA	29
5.2 FUNCIONALIDADES E MÉTODO DE FUNCIONAMENTO	31
5.3 CÓDIGO PRINCIPAL	37
5.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS	40
6. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	45
ANEXOS	46

Índice de Figuras

Figura 1 – Logotipo IEP.	6
Figura 2 – Subestação de Alta Tensão.	7
Figura 3 – Antena de Comunicação.	7
Figura 4 – Máquina de Soldar Industrial.	8
Figura 5 – Aparelho de medição de Campos Eletromagnéticos.	9
Figura 6 – Equipamento Base de Medição NBM-550.	10
Figura 7 – Sonda Analisadora de Espetros EHP-50F.	10
Figura 8 – Folha de Registos.	12
Figura 9 – Delimitação de Zona.	14
Figura 10 – Sinalização de proibição.	14
Figura 11 - Avisos de Campo e Radiação.	14
Figura 12 - Barreiras, Blindagens, etc.	14
Figura 13 - Máquina com dispositivo de controlo bimanual.	15
Figura 14 - Planta de Acessos.	15
Figura 15 – Efeitos VS Aumento Frequência.	18
Figura 16 – Logotipo ICNIRP.	19
Figura 17 – OMS.	19
Figura 18 – Diagrama Esquemático que mostra os VLE e os NA.	22

Figura 19 – Ondas eletromagnéticas nas habitações.....	23
Figura 20 -Ondas Eletromagnéticas no quarto.	23
Figura 21 – Dispositivos Wi-Fi.	24
Figura 22 – Android Auto.	26
Figura 23 – SmartWatch em Android.....	27
Figura 24 – Android Studio.....	27
Figura 25 - Fluxograma do funcionamento da Aplicação.....	30
Figura 26 - Ícone da Aplicação.....	31
Figura 27 - Ecrã Principal.	32
Figura 28 - Ecrã das Configurações do Aparelho.....	32
Figura 29 - Ecrã Dados Gerais.....	33
Figura 30 - Ecrã de Registos.	34
Figura 31 - Alerta Ecrã Dados Gerais.....	34
Figura 32 - Alerta Botão Próximo Ponto.	34
Figura 33 - Alerta Botão Fim Medição.....	34
Figura 34 - Pasta final de medição.	35
Figura 35 - Ficheiro txt de Leitura.	36
Figura 36 - Ficheiro txt para Excel.	36
Figura 37 - Função mudar de ecrã.....	37
Figura 38 - Método SharedPreferences.	38

Figura 39 - Função da Câmara Fotográfica.....	38
Figura 40 - Função guardar texto no ficheiro.....	39
Figura 41 - Popup alerta botão Próximo Ponto.....	39
Figura 42 - Função Zipar Pasta Final.....	40
Figura 43 - Código Alternativo para Guardar Fotos (Android 9 e sup).	41
Figura 44 - Alternativas para a função criarPasta.	42

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Cronograma. 3

Tabela 2 - Níveis de referência para campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos (0 Hz – 300 GHz, valores eficazes não perturbados). 21

Acrónimos

ICNIRP - *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*

IDE - Ambiente de Desenvolvimento Integrado

IEP - Instituto Eletrotécnico Português

NA - Níveis de Ação

OMS - Organização Mundial de Saúde

PG - Público em Geral

VLE - Valores Limite de Exposição

1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo aborda a introdução do projeto no âmbito da unidade curricular com uma contextualização do tema, os objetivos do projeto no âmbito da unidade curricular, uma calendarização das tarefas a realizar e a organização do relatório relativamente aos temas abordados.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No âmbito da unidade curricular de Tese/Dissertação o Instituto Eletrotécnico Português (IEP) realizou uma proposta que enquadra os seus interesses enquanto empresa com os objetivos propostos pela unidade curricular.

O IEP realiza trabalhos de medição de campos eletromagnéticos em várias áreas e para que isso seja possível os seus colaboradores tem a necessidade de se deslocar até aos locais

com todo o equipamento necessário para realizar a medição e com folhas de registo para realizar as anotações pertinentes.

Após esse serviço externo, cada colaborador passa à realização de um relatório que posteriormente é enviado ao cliente com todos os dados recolhidos e com o tratamento dos mesmo.

O IEP pretende otimizar este processo, através do desenvolvimento de uma aplicação android para que a deslocação ao local se torne mais simples. Dessa forma seria evitado o elevado consumo de papel devido aos registos e o registo fotográfico também se tornaria mais simples uma vez que toda a informação desse serviço estaria reunida toda em um só equipamento/aplicação.

Para além desse processo realizar uma enorme simplificação do serviço externo aos colaboradores, o facto de esses registos já se encontrarem em formato digital conta também como parte da otimização do trabalho do colaborador pois não existem perdas de tempo ao transferir os dados do formato papel para digital, elaborando o relatório de uma forma muito mais dinâmica e eficaz.

1.2 OBJETIVOS

Tratando-se de uma aplicação desenvolvida exclusivamente para o IEP, logo desde início, alguns objetivos foram traçados para que possa fornecer aos colaboradores as funcionalidades necessárias para a realização do ensaio.

Desde logo a aplicação apresenta como objetivos principais:

- Criação de aplicação personalizada
- Criação de registos numéricos
- Criação de registos fotográficos

Posteriormente ao desenvolvimento destes objetivos principais, para que desta forma a aplicação cumpra em pleno todos os parâmetros necessários aos colaboradores no terreno, foi proposto ainda pelo IEP o envio desses mesmos dados via internet para a cloud do IEP de forma a otimizar também o armazenamento dos dados do serviço em formato digital.

Entrariam como objetivos secundários do projeto:

- Otimização da aplicação
- Envio dos registos para a cloud da empresa

O cumprimento destes objetivos principais e complementares cumprem na íntegra a proposta do IEP para a realização deste projeto.

1.3 CALENDARIZAÇÃO

Tendo em conta os objetivos a exigidos pelo IEP para a aplicação e a realização da Tese/Dissertação, de forma a organizar todo o processo de trabalho decidiu-se elaborar um planeamento de trabalho.

O cronograma da tabela 1 representa esse planeamento de tarefas para o projeto.

Tabela 1 – Cronograma.

Tarefa	Fev		Mar				Abri				Mai				Jun			
	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
Acompanhamento de Técnicos no Serviço																		
Estudo sobre Ondas Eletromagnéticas																		
Estudo da Legislação																		
Estudo sobre Android																		
Desenvolvimento da Aplicação																		
Testes a Aplicação																		
Elaboração do relatório																		

1.4 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório aborda todos os tópicos relevantes sobre os campos eletromagnéticos versus o desenvolvimento da aplicação proposta pela empresa.

O relatório estará disposto inicialmente pelo capítulo de introdução ao tema proposto para a realização da Tese/Dissertação. Posteriormente a este capítulo pode-se encontrar uma abordagem à empresa que realizou a proposta, neste caso o IEP, e explicação das funções da empresa no âmbito dos campos eletromagnéticos e as medições realizadas pelo IEP.

Uma vez que todo o projeto está envolvido nas radiações eletromagnéticas o terceiro capítulo aborda essas mesmas radiações realizando um estudo sobre as mesmas de forma a aumentar o conhecimento antes da criação do projeto.

O quarto capítulo reúne informação sobre o sistema operativo proposto para a realização do projeto, nomeadamente o Sistema Operativo Android, ampliando assim o conhecimento da mesma.

O capítulo cinco representa o capítulo principal do projeto, abordando concretamente o projeto em si e explicando todos os parâmetros importantes e relevantes do mesmo.

Por fim no sexto capítulo, e último capítulo encontram-se todas as conclusões relativas ao projeto no geral tal como ao protótipo final.

2. IEP

Neste capítulo é realizada uma introdução à empresa que cooperativamente se responsabilizou para que o projeto fosse possível. Conhecimento geral da empresa, posicionamento da empresa na proposta do projeto e por fim os tipos de trabalhos realizados no qual o projeto se enquadra.

2.1 O QUE É O IEP?

O IEP foi fundado em 1981. Ao longo destes anos a empresa disponibiliza vários serviços no mercado nos domínios da inspeção, auditoria, ensaios, calibrações, formação, consultoria, etc [1].



Figura 1 – Logotipo IEP.

O IEP é uma empresa que assegura cobertura ao nível nacional, tendo cada vez mais alavancado o desempenho dos clientes, contribuindo cada vez mais para o aumento da qualidade dos seus produtos, redução dos riscos associados às atividades desses mesmos produtos e inovação de processos.

O elevado número de reconhecimentos e acreditações Nacionais e Internacionais demonstra o rigor e exigência que é colocada ao serviço dos clientes.

2.2 IEP NA AVALIAÇÃO DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

No âmbito da avaliação de campos eletromagnéticos o IEP trabalha com várias empresas deslocando-se aos locais solicitados de forma a verificar se esses cumpres com diversos parâmetros. Estes trabalhos são também de todo o interesse das empresas pois estas após a avaliação do local/máquina de trabalho conseguem fornecer uma melhor segurança aos seus trabalhadores.

Desta forma o IEP presta vários tipos de serviços no âmbito da avaliação de campos eletromagnéticos como por exemplo em centrais de alta tensão (Figura 2), nas antenas

de comunicação (Figura 3), em unidades fabris tanto em locais comuns da fábrica ou até mesmo em máquinas utilizadas por funcionários (Figura 4).



Figura 2 – Subestação de Alta Tensão.



Figura 3 – Antena de Comunicação.



Figura 4 – Máquina de Soldar Industrial.

2.3 MEDIÇÃO DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Tal como abordado anteriormente o IEP fornece vários tipos de serviços no âmbito da avaliação de campos eletromagnéticos. Dependendo do tipo de serviço os seus colaboradores tem de realizar uma pré-abordagem ao serviço, que os permita no local reconhecer os pontos de medição.

Isso consiste na preparação de todo o material competente para desenvolver o trabalho tal como impressão de plantas/mapas dos locais, impressão de registos para os valores de campos eletromagnéticos medidos e preparação da máquina fotográfica para registo fotográfico dos locais/máquinas medidos.

No local e com auxílio de todo o material impresso ou de alguém responsável, dependendo do serviço solicitado, os técnicos deslocam-se então aos pontos mais críticos e com o aparelho da figura 5 realizam as medições necessárias.



Figura 5 – Aparelho de medição de Campos Eletromagnéticos.

O aparelho de medição em questão é composto por dois equipamentos. O equipamento base de medição (NBM-550 figura 6) [2] fornece resultados extremamente precisos para as medições de campo eletromagnético. Para capturar as intensidades de campo este necessita de sondas de resposta em frequência plana ou sondas com resposta de frequência moldada, permitindo que os valores sejam avaliados relativamente a padrões de segurança ambientais ou ocupacionais.

A sonda utilizada para medição dos ensaios em questão é a sonda analisadora de espectros EHP-50F, figura 7, com uma gama de frequências entre 1 Hz a 400 kHz. Esta sonda liga ao equipamento base por meio de um cabo de fibra ótica para a realização de medições com uma maior precisão.



Figura 6 – Equipamento Base de Medição NBM-550.



Figura 7 – Sonda Analisadora de Espectros EHP-50F.

Este é um trabalho cooperativo pois enquanto um dos colaboradores realiza as medições, por norma o outro colaborador regista os valores medidos e realiza ainda um registo fotográfico do local.

Estas medições são realizadas segundo procedimentos bem delineados. Com o aparelho indicado é medida a intensidade de campo a uma distância de aproximadamente 30 cm,

para a população em geral, e em caso de ser inferior a 100% (valor tratado pela máquina em relação aos valores limites) são registados os valores e está concluída a medição nesse local, caso seja superior a 100% continua as medições para piores situações.

Inicialmente são realizadas medições a maiores distâncias para que seja possível entender a qual a distancia o nosso público alvo se deve encontrar do local ou máquina avaliada e de seguida realiza-se medições para o nível crítico superior, neste caso para os trabalhadores, medindo os Níveis de Ação (NA) Baixo. O procedimento é repetido sendo o último ponto critico para os trabalhadores os NA Altos e que em caso de serem excedidos remetem para a empresa adotar outro tipo de soluções de trabalho para estes trabalhadores expostos as radiações.

Para o registo de todos estes valores e fotografias, os colaboradores contam sempre com folhas de registo onde estão disponíveis todos os campos essenciais de anotação do trabalho. Essa folha de registo pode ser observada pela figura 8.

Amostra nº 20 _____	Data de início: 20 ____ - ____ - ____	Data de fim: 20 ____ - ____ - ____
Temperatura: _____ °C	Humidade relativa: _____ % hr	Ensaio realizado por: _____

[illegible]

OBSERVAÇÕES: (*) Efeitos térmicos só existe 1 limite ($f > 100$ kHz), registrar valor absoluto e frequência. Avaliação é 6 min. Registrar t ON e t OFF.
Efeitos térmicos e não térmicos $100 \text{ kHz} < f < 10 \text{ MHz}$

Figura 8 – Folha de Registos.

Na Folha de Registos pode-se observar que contém uma variedade de parâmetros a serem preenchidos tais como:

- Numeração do Ponto de Medição
- Descrição do Local de Medição
- Dependendo da Frequência, indicação de Efeitos Térmicos ou Não Térmicos
- Os vários campos de medição de campo magnético e/ou elétrico para os diferentes grupos de medição.
- Distancia da medição
- Registo do número da fotografia

Após a medição dos campos eletromagnéticos no local, os colaboradores já no IEP passam para a sua avaliação. Estes dados são tratados e perante portarias e leis neste âmbito é possível concluir vários pontos de perigo para os trabalhadores e/ou pessoas expostas. Esta fase de avaliação passa também pela realização de um relatório que no fim é enviado com toda a informação sobre possíveis locais de perigo para as diversas pessoas e como se comportar nessas zonas.

Quando os valores das medições ultrapassam o permitido para o Público em Geral (PG), as medidas a adotar passam por limitar o acesso das pessoas externas aos locais (das medições) que excedem esses valores. Dessa forma, deve se garantir que todo o publico e trabalhadores particularmente expostos (pessoas com piercings, pacemakers, implantes, grávidas, etc.) mantêm a distância aos pontos que excedem esses valores.

Quando os valores NA Baixo são ultrapassados as empresas devem colocar sinalização e delimitações de zona tal como apresentado nas figuras 9, 10 e 11.



Figura 9 – Delimitação de Zona.



Figura 10 – Sinalização de proibição.



Figura 11 - Avisos de Campo e Radiação.

Posterior são medidos os valores para os NA Altos, que em último caso se estes são ultrapassados a zona em questão deverá limitar o acesso ao local ou então atenuar o Campo Eletromagnético gerado. As Figuras 12 e 13, são exemplos de barreiras aos campos e soluções que obrigam a operar a máquina á distancia.



Figura 12 - Barreiras, Blindagens, etc.

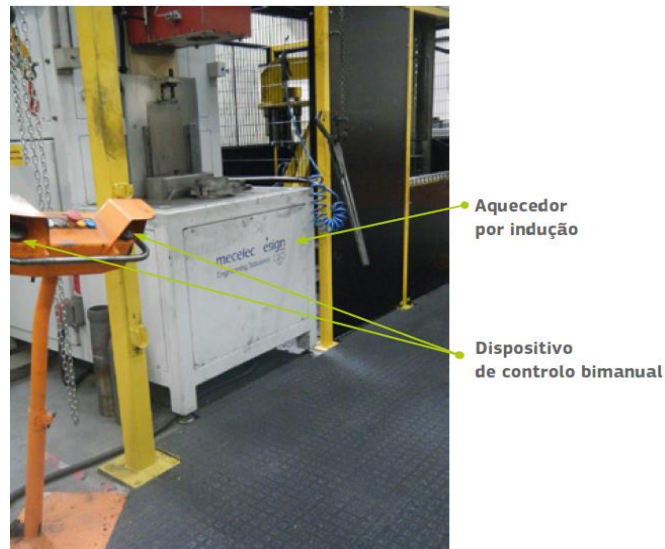


Figura 13 - Máquina com dispositivo de controlo bimanual.

Por vezes é realizada uma planta de acessos aos locais sujeitos a medições tal como se pode observar pela figura 14.

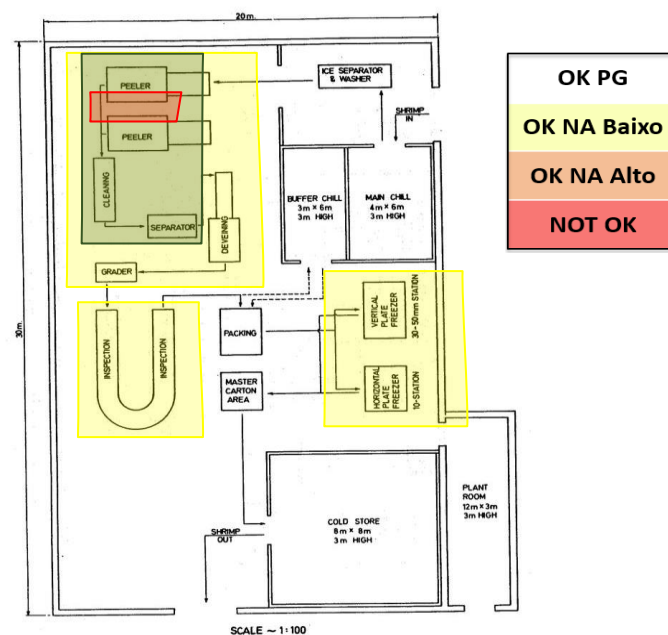


Figura 14 - Planta de Acessos.

As zonas a amarelo representam zonas de acesso impedido ao público em geral (valores quando o PG é excedido). As zonas com sinalização de Campos Eletromagnéticos estão representadas a laranja (valores quando o NA Baixo é excedido). As zonas representadas a vermelho são zonas interditas a pessoas pois são zonas que excedem os valores de NA Altos.

2.4 PROPOSTA DO IEP

O desenvolvimento de uma Aplicação Android entra neste ponto muito importante de pré e pós-serviço, de forma a ajudar os colaboradores na realização do mesmo. Desta forma os colaboradores na realização do trabalho não necessitam de registos para os valores das medições efetuadas, de uma câmara fotográfica para registar os seus locais de medição e até mesmo quando é necessário de imprimir a planta/mapa do local que se destina a realizar o trabalho. Pois com o desenvolvimento da Aplicação e um tablet ou telemóvel é possível combater todos estes problemas pré-serviço.

Também na realização da avaliação e consequente elaboração do relatório a Aplicação, uma vez que reúne todos os dados já em formato digital, permite ao colaborador otimizar muito mais essa parte do trabalho economizando o tempo gasto para fazer a passagem desses dados para o computador.

Em suma uma vez que há esta necessidade por parte do IEP, este propôs então a criação de uma aplicação android que sirva para auxílio dos colaboradores nos serviços de medições de campos eletromagnéticos tanto durante o serviço como para a realização do relatório otimizando assim vários processos ao longo do trabalho.

3. RADIAÇÕES

ELETROMAGNÉTICAS NA SAÚDE

Neste capítulo são abordadas as ondas eletromagnéticas e os seus efeitos na saúde, posicionamento de alguns organismos, mitos e alguns comportamentos a adotar para reduzir a exposição aos campos.

3.1 EFEITOS DAS RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS NA SAÚDE

Este tema é ainda bastante controverso pois não existe um grande conhecimento de quais as consequências de um ser humano estar exposto a radiações eletromagnéticas[3].

Alguns estudos permitem concluir que a exposição a radiações eletromagnéticas não tem grandes riscos apresentando apenas sintomas passageiros, limitados á duração da

exposição aos campos, e que tendem a parar ou reduzir a sua intensidade quando essa exposição terminar.

O ser humano perante a exposição a estes campos pode sentir aquecimento ou pode ter estimulação de alguns órgãos sensoriais como por exemplos dos nervos e dos músculos. Estes efeitos são denominados de efeitos térmicos e efeitos não térmicos.

Estes efeitos são denominados de efeitos diretos e variam com o aumento da frequência das ondas, tal como se pode observar na figura 15.



Figura 15 – Efeitos VS Aumento Frequência.

No que diz respeito a efeitos a longo prazo dessa exposição, estes não são abordados pois ainda não há provas científicas sólidas que relacionem a exposição a este tipo de campos com alguma doença.

Outro ponto muito importante nesta temática são os efeitos indiretos que são efeitos indesejáveis devido a presença de alguns objetos que quando sujeitos a radiações eletromagnéticas pode alterar o seu funcionamento normal ou até mesmo movimentarem-se. Desta forma os equipamentos eletrónicos médicos, implantes ou equipamentos cardíacos são equipamentos a ter em atenção aquando sujeitos a este tipo de ondas. Objetos ferromagnéticos soltos também podem ser sujeitos a movimentos de altas forças que em caso de colisão com o ser humano podem causar danos graves.

3.2 POSIÇÃO DOS ORGANISMOS NO ÂMBITO DE CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

No estudo das consequências da exposição dos seres humanos a ondas eletromagnéticas, existem duas grandes entidades que abordam este tema.

O *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) [4] é uma organização sem fins lucrativos, que é responsável por fornecer aconselhamento e orientação científica sobre os efeitos de radiações não ionizantes na saúde humana e no meio ambiente, além disso também fornece recomendações sobre a limitação da exposição para várias frequências.



Figura 16 – Logotipo ICNIRP.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) também está presente na proteção contra a exposição a ondas eletromagnéticas, mas direcionada para os trabalhadores.



Figura 17 – OMS.

Em 2005 a OMS reuniu um grupo de trabalho com objetivo de estudar as consequências deste grupo a uma exposição de campos eletromagnéticos.

Relativamente a Efeitos de Curta Duração, foi possível concluir que devido à exposição aguda a altos níveis (acima de 100 μ T) existem efeitos estabelecidos. Perante campos magnéticos de intensidade muito alta, estes causam estimulação de nervos e músculos.

Por outro lado, a pesquisa de potenciais Efeitos a Longo Prazo, muitas doenças foram estudadas perante esta situação tais como cancro, depressão, doenças cardiovasculares, doenças-neuro-degenerativas, etc., não se obtendo quaisquer evidências que estas doenças sejam causadas pela exposição.

3.3 LEGISLAÇÃO DOS CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Para que seja possível obter algum controlo e regras relativamente aos Campos Eletromagnéticos foi criada uma legislação a nível Europeu e Internacional.

Desta forma a Recomendação 1999/519/CE, que é onde está a informação sobre a limitação da população aos campos eletromagnéticos, corresponde à Portaria 1421/2004 Nacional.

Relativamente às condições mínimas de saúde relativas aos trabalhadores a Diretiva 2013/35/EU é a responsável por esse tema, correspondendo a nível Nacional a Leinº64/2017[5].

Também ainda relacionado com as ondas eletromagnéticas é possível encontrar legislação a outro nível tal como relativa aos produtos elétricos e eletrónicos sendo estes abrangidos pelas seguintes diretivas:

- Diretiva da Baixa Tensão (LVD), 2014/35/UE
- Diretiva Máquinas (MD), 2006/42/CE
- Diretiva dos Equipamentos Rádio (RED), 2014/53/UE (que substituiu a anterior R&TTE)

Esta legislação define valores limites de exposição aos campos a que o ser humano enquanto público em geral e enquanto trabalhador pode estar exposto. Desta forma a Portaria 1421/2004 [6] define então os seguintes valores, apresentados na tabela 2, de exposição do público em geral.

Tabela 2 - Níveis de referência para campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos (0 Hz – 300 GHz, valores eficazes não perturbados).

Gama de Frequência	Intensidade Campo Elétrico, E (V/m)	Intensidade do campo, H (A/m)	Intensidade do Campo Magnético, B (μT)	Densidade de potência equivalente de onda plana Seq (W/m ²)
0 Hz-1 Hz	---	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	---
1 Hz-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	---
8 Hz-25 Hz	10 000	$4\,000 / f$	$5\,000 / f$	---
0,025 kHz-0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	---
0,8 kHz-3 kHz	$250 / f$	5	6,25	---
3 kHz-150 kHz	87	5	6,25	---
0,15 MHz-1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	---
1 MHz-10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	---
10 MHz-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 MHz-2000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f / 200$
2 GHz-300 GHz	61	0,16	0,20	10

A Lei 64/2017 aplica também Valores Limite de Exposição (VLE), mas relativos aos trabalhadores. Esta lei remete os valores finais em NA, níveis estes em que a magnitude é estabelecida para garantir, através de uma avaliação simplificada, o cumprimento dos VLE relevantes ou dos valores a partir dos quais devem ser obrigatoriamente tomadas as medidas de proteção ou de prevenção.

A figura 18 representa um diagrama que mostra os VLE e os NA.

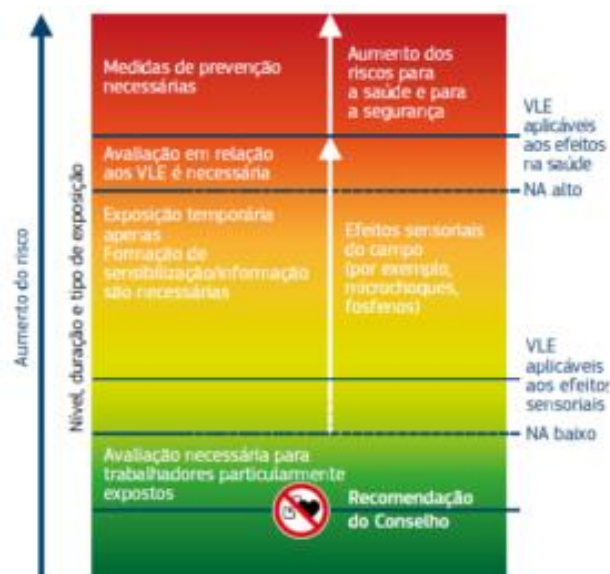


Figura 18 – Diagrama Esquemático que mostra os VLE e os NA.

Fazendo uma conjunção de ambas as legislações é então possível abranger todas as pessoas possíveis, fazendo estas parte ou da população em geral (Limitada pela Portaria) e todo o tipo de trabalhadores (Limitado pela Lei).

3.4 COMPORTAMENTOS PARA REDUZIR A EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Tal como na indústria nas habitações, existem forma de contornar a exposição humana aos campos eletromagnéticos presentes por toda a habitação. Cada vez vais existem inúmeros dispositivos presentes em habitações que emitem ondas eletromagnéticas[7].



Figura 19 – Ondas eletromagnéticas nas habitações.

Posto isto existem inúmeras possibilidades de reduzir a presença destes campos eletromagnéticos nas habitações e a mais fácil e inconsciente pode passar por manter a distância. Quanto maior for a distância ao objeto emissor de ondas eletromagnéticas menor será a intensidade dessa onda para o ser humano. Esta é a primeira e a principal medida a optar sempre que possível.

Uma vez que o ser humano passa inúmeras horas do seu dia no quarto, mais propriamente na cama, este é um ponto de controlo muito importante no que toca á exposição de ondas. Colocar a menor quantidade possível de dispositivos eletrónicos ao redor da cama, como por exemplo despertadores, extensões, etc., reduz drasticamente a possível exposição prolongada a ondas durante as horas de sono tal como se pode observar na figura 20.

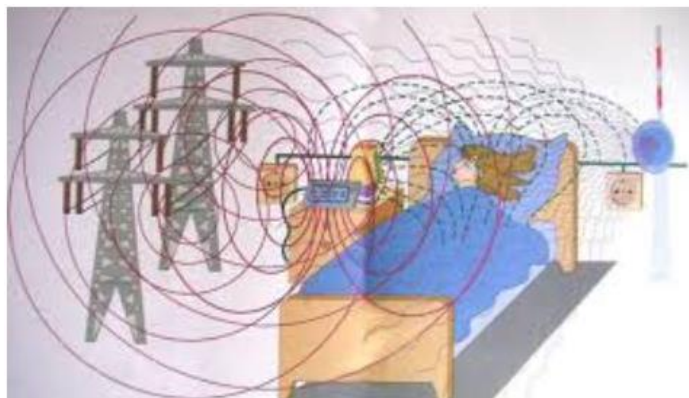


Figura 20 -Ondas Eletromagnéticas no quarto.

Por fim e outro dispositivo que hoje em dia está presente por todas as habitações são os routers Wi-Fi. Estes são dispositivos que emitem grandes ondas eletromagnéticas e que por norma estão predefinidos para emitir a potência máxima quando se encontram conectados. Seguindo o mesmo encadeamento estes não devem estar nas zonas da casa onde por norma as pessoas passam muito tempo tal como os quartos.



Figura 21 – Dispositivos Wi-Fi.

4. SISTEMA OPERATIVO ANDROID

4.1 HISTÓRIA

O android surgiu em 2003 na Califórnia e foi desenvolvido por Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White. Estes empresários já estavam dentro do ramo da tecnologia e quando fundaram a Android.Inc a empresa estava definida como "Dispositivos móveis mais inteligentes e que estejam mais cientes das preferências e da localização do seu dono" [8].

A ideia principal dos seus criadores passava por criar um sistema inovador de câmaras digitais, porém entenderam que este mercado não era tão amplo o quanto achavam e decidiram focar-se no mercado dos telemóveis.

Em 2005 a Google adquiriu a Android Inc e criaram então a Google Mobile Division, que é a divisão de pesquisa em tecnologia móvel de maior empresa do mundo de tecnologia.

A criação do Android deu um enorme passo quando em 2007, uma reunião com grandes fabricantes como Samsung, Sony, operadoras americanas como a Sprint Nextel e T-Mobile e fabricantes de hardware como a Qualcomm e a Texas Instruments, fundaram a Open Handset Alliance. Após esta criação o objetivo passava por uma união entre marcas com um sistema operativo aberto para smartphones. Desta forma o primeiro android saiu para o mercado em 22 de outubro de 2008.

Desde então o android cresceu no mercado chegando até linhas de topo das marcas e alastrando cada vez mais o seu mercado. Hoje em dia o Android é o sistema mais utilizado no mundo.

Atualmente o Android está em quase todos os nossos equipamentos, além dos smartphones podemos contar com Android em vários smartwatch, no ramo do automobilismo também já é conhecido o Android Auto e também em algumas TVs.



Figura 22 – Android Auto.



Figura 23 – SmartWatch em Android.

4.2 ANDROID STUDIO

O Android Studio é um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) que tem a principal função de desenvolver para a plataforma Android. Em 16 de Maio de 2013, na conferência da Google I/O, foi anunciando o uso gratuito da ferramenta através da Licença Apache 2.0[9].

A partir desse momento a ferramenta foi passando por várias fases de desenvolvimento começando por uma versão 0.1 de estágio antecipado no mês de Maio de 2013. Em Junho de 2014 passou para a versão 0.8 mas ainda em beta. Apenas em Dezembro de 2014 é que foi lançada a versão mais estável, sendo esta a versão 1.0.

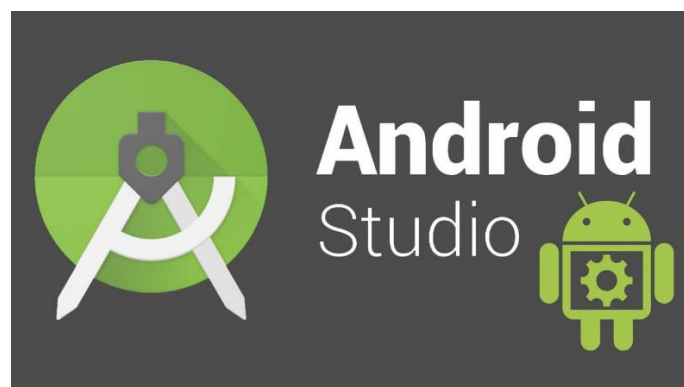


Figura 24 – Android Studio.

5. APLICAÇÃO ANDROID

Este capítulo pretende apresentar a aplicação desenvolvida realizando uma explicação sobre as suas funcionalidades e método de funcionamento e inclusão de alguns trechos de código mais relevante para uma melhor compreensão do código fonte.

5.1 FLUXOGRAMA

Neste subcapítulo encontra-se representado um fluxograma relativo ao funcionamento da aplicação desenvolvida.

Desta forma é possível entender melhor o encadeamento entre os vários ecrãs tal como alguns pontos essenciais a preencher na aplicação.

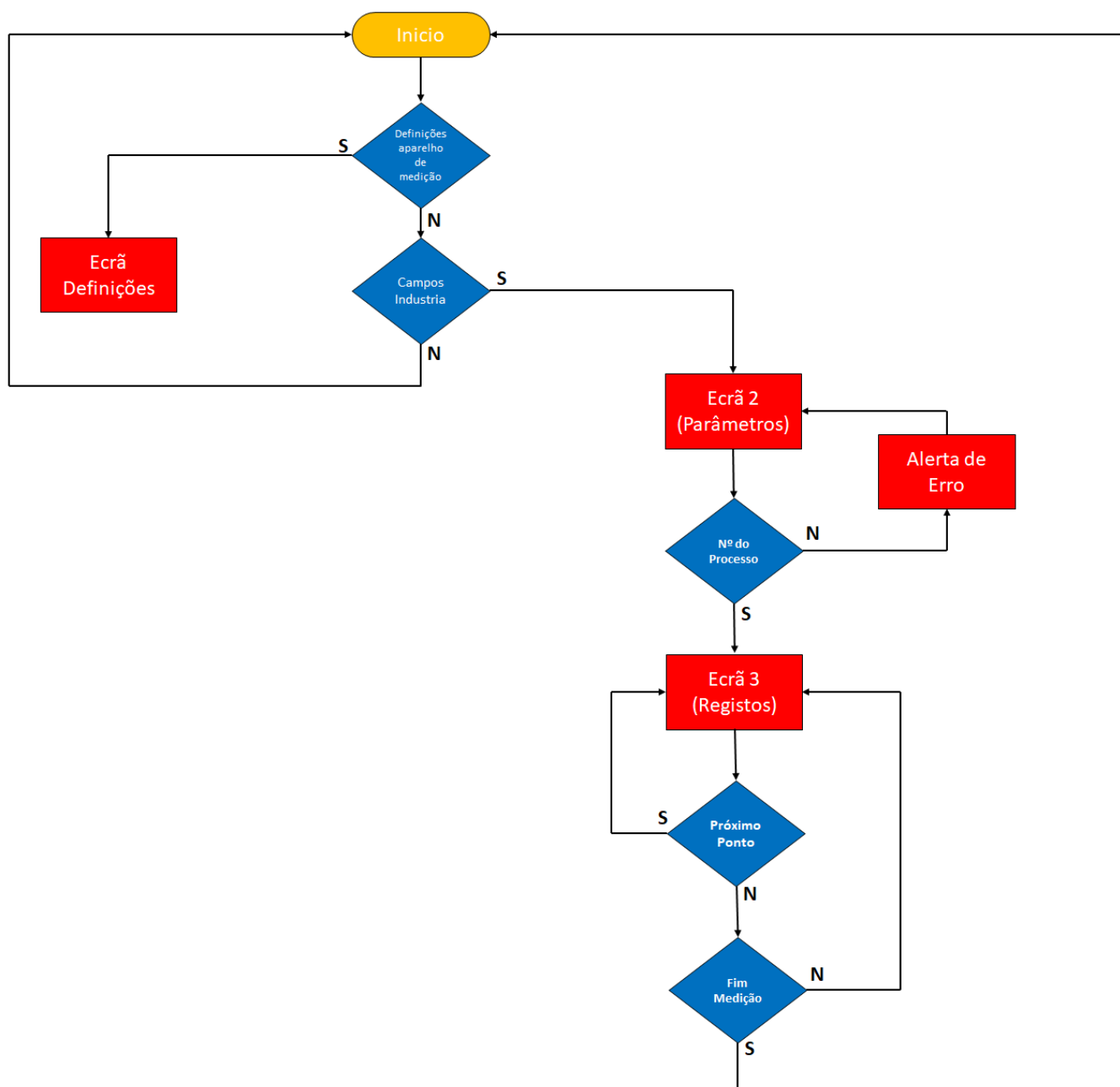


Figura 25 - Fluxograma do funcionamento da Aplicação.

5.2 FUNCIONALIDADES E MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

Inicialmente o primeiro desenvolvimento de interface passou por criar um ícone e colocar o nome de forma apelativa. Dessa forma a figura 25 representa o ícone da aplicação desenvolvida.



Figura 26 - Ícone da Aplicação.

Uma vez que a Aplicação tem como objetivo dinamizar e facilitar o trabalho dos técnicos nos locais de medições, realizou-se inúmeras reuniões com a equipa de trabalho e chefes correspondentes de maneira que todas as funcionalidades pretendidas estivessem implementadas.

Dessa forma a aplicação conta com um ecrã principal onde é possível se encontrar dois botões. O primeiro corresponde ao botão que inicia o processo de registo da medição e o segundo a pedido da equipa reúne todas as configurações do aparelho de medição para se realizar a medição. Este botão extra é de certa forma relevante pois o aparelho de medição é utilizado para outro tipo de medições e assim os técnicos dispõem facilmente das configurações do aparelho no terreno.

A figura 26 ilustra desta forma a página principal da aplicação.



Figura 27 - Ecrã Principal.

Relativamente ao botão extra, a tela a que esse botão corresponde com a informação das configurações do aparelho de medição é a ilustrada pela figura 27.

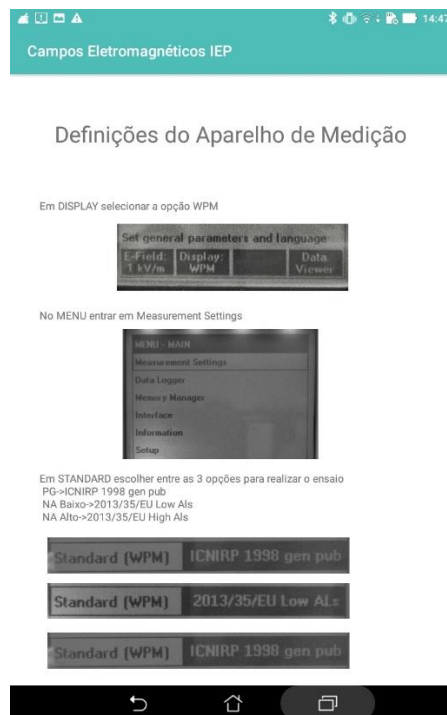


Figura 28 - Ecrã das Configurações do Aparelho.

O primeiro botão do ecrã principal (Campos Indústria), remete para o ecrã da figura 28. Este ecrã é onde o técnico tem a oportunidade de anotar informações gerais

relativamente á aplicação. Neste ecrã é possível inserir o número do processo de medição, a data de realização da medição e por quem será realizado a medição.



Figura 29 - Ecrã Dados Gerais.

Avançando para o ecrã onde se realiza os registos da medição inúmeros parâmetros são apresentados como se pode observar pela figura 29. Neste ecrã da aplicação além de realizar os registos da medição conta com três botões adicionais. Aqui é possível realizar também um registo fotográfico do ponto de medição, passar para o próximo ponto de medição para a realização de novos registos e por fim terminar o ensaio. Para uma medição de um novo ponto os valores são guardados e abre novamente um ecrã equivalente, mas referente ao novo ponto de medição com os campos em vazio.

Figura 30 - Ecrã de Registos.

Para minimizar ainda alguns erros por parte do técnico que realiza os registos, a aplicação conta ainda com alguns alertas considerados essenciais como se pode observar nas figuras 30, 31 e 32.

Figura 31 - Alerta Ecrã Dados Gerais.

Figura 32 - Alerta Botão Próximo Ponto.

Figura 33 - Alerta Botão Fim Medição.

Estes registos ficam guardados numa pasta com o nome do processo. Dentro desta pasta é possível encontrar dois ficheiros txt um para abrir diretamente em Excel e apresentar os dados já de uma forma previamente tratada para se apresentar com o formato da tabela a preencher posteriormente no relatório. O outro ficheiro txt apresenta essa mesma informação, mas de uma forma mais agradável e perceptível ao utilizador. Todo o registo fotográfico também fica guardado nessa mesma pasta sendo o nome da imagem o número do ponto de medição. A figura 33 ilustra essa forma de guardar os dados.

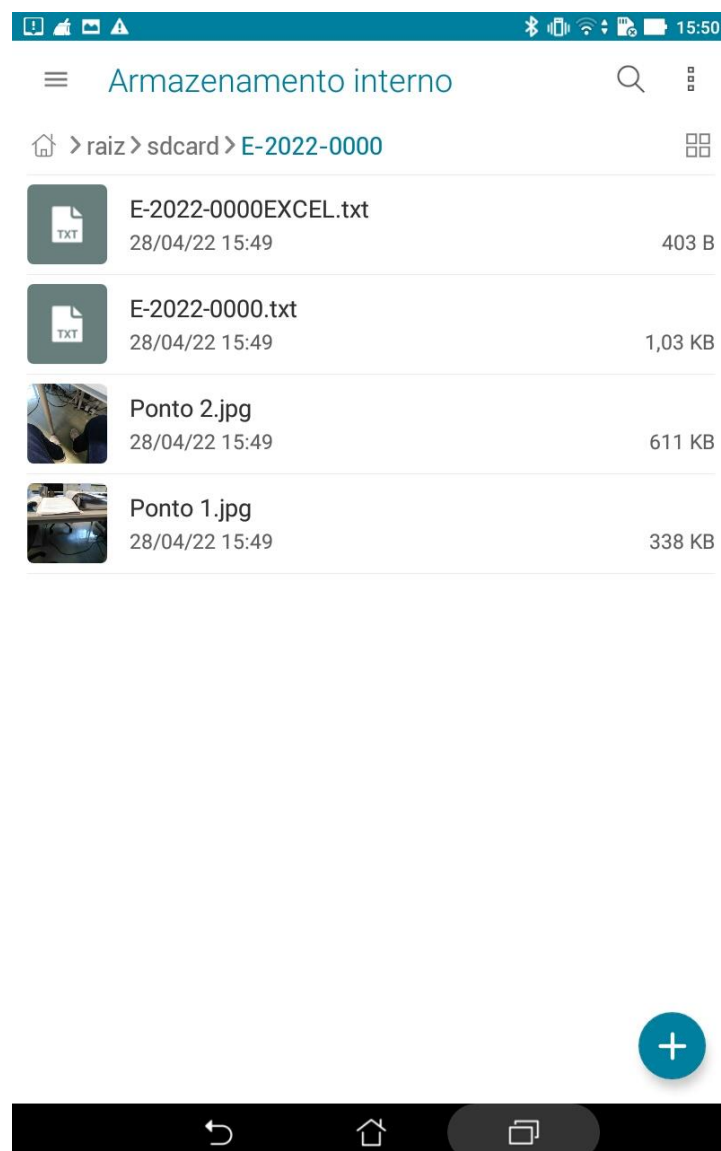
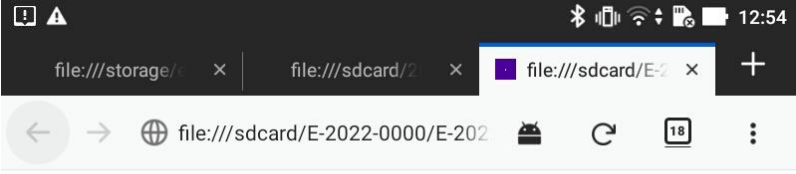


Figura 34 - Pasta final de medição.

As figuras 34 e 35 ilustram os dois ficheiros txt criados tanto para o utilizador tanto como para abertura em Excel.



file:///storage/ x | file:///sdcard/2 x | file:///sdcard/E-2 x +

← → file:///sdcard/E-2022-0000/E-202

Processo E-2022-0000 Realizado a 29/04/2022 Realizado por:Helder

PONTO 1
 Temperatura:20.1 Humidade:50.4 Frequencia:50 Distância:30 Altura:1
 Descrição:Teste Ponto 1

Efeitos Não Térmicos
 PG-> Campo Elétrico(25.7) Campo Magnético(55.7)
 NA Baixo-> Campo Elétrico(66.7) Campo Magnético(99.4)
 NA Alto-> Campo Elétrico(58.2) Campo Magnético(68.4)

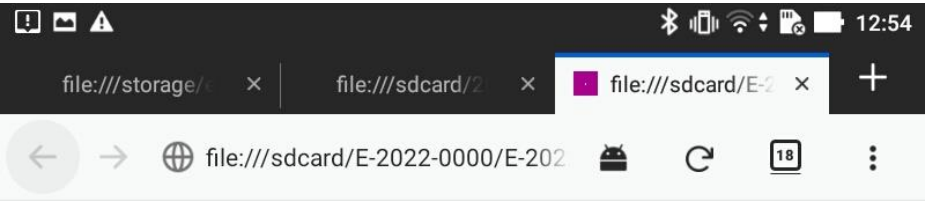
Efeitos Térmicos
 PG-> Campo Elétrico(30.7) Campo Magnético(27.9)
 NA Occ-> Campo Elétrico(60.4) Campo Magnético(28.4)

PONTO 2
 Temperatura:20.4 Humidade:50.4 Frequencia:50 Distância:30 Altura:1
 Descrição:Teste Ponto2

Efeitos Não Térmicos
 PG-> Campo Elétrico(150.08) Campo Magnético(---)
 NA Baixo-> Campo Elétrico(---) Campo Magnético(---)
 NA Alto-> Campo Elétrico(---) Campo Magnético(---)

Efeitos Térmicos
 PG-> Campo Elétrico(---) Campo Magnético(---)
 NA Occ-> Campo Elétrico(---) Campo Magnético(---)

Figura 35 - Ficheiro txt de Leitura.



file:///storage/ x | file:///sdcard/2 x | file:///sdcard/E-2 x +

← → file:///sdcard/E-2022-0000/E-202

;;;;;IE(%)
 ;;;;Efeitos Não Térmicos;;;;;Efeitos Térmicos;
 ;;;;Campo Magnético;;;Campo Elétrico;;;Campo Magnético;;;Campo Elétrico;
 Ponto;Descrição;Distância[cm];Altura[cm];Frequência[Hz];PG;Occ NA Baixo;Occ NA
 Alto;PG;Occ NA Baixo;Occ NA Alto;PG;Occ;PG;Occ;
 P1;Teste Ponto 1;30;1;50;55.7;99.4;68.4;25.7;66.7;58.2;27.9;28.4;30.7;60.4;
 P2;Teste Ponto2;30;1;50;---;---;---;150.08;---;---;---;---;---;---

Figura 36 - Ficheiro txt para Excel.

5.3 CÓDIGO PRINCIPAL

Como já foi mencionado a aplicação foi desenvolvida em Android. Para isso foi utilizada a aplicação Android Studio que divide o código em duas partes essenciais. Para uma parte de interface nos ecrãs são criados *layouts* que utilizam linguagem xml e classes que utilizam java ou kotlin como linguagem (sendo a linguagem escolhida o java).

Uma das funcionalidades da aplicação passa por navegar entre os vários ecrãs criados e para isso é necessário criar uma função para esse objetivo. Essa função, ilustrada pela figura 36, conta com uma *Intent* que passa como segundo parâmetro o ecrã desejado e de seguida executa essa mesmo *Intent*.

```
public void ecra2(View view) {  
    Intent intent = new Intent( packageContext: this, Ecra2.class);  
    startActivity(intent);  
}
```

Figura 37 - Função mudar de ecrã.

Para que seja possível guardar os dados em variáveis que possam ser utilizadas em todas as classes, tem de ser utilizado o método *SharedPreferences* ilustrado pela figura 37.

A informação para serem gerados os ficheiros txt é guardada em variáveis do método *SharedPreferences* e assim podem ser utilizadas a qualquer momento. Essas variáveis utilizam ainda uma lógica de código que guarda em uma variável momentânea o valor atual da variável do *SharedPreferences* (variáveis com o nome “Últimos Dados”). De seguida numa nova variável são colocados o valor dos “Últimos Dados” e os novos dados a acrescentar (variáveis com o nome “Dados TXT”).

Por fim essa última variável é novamente inserida nas variáveis do método *SharedPreferences* atualizando o valor das mesmas através do *editor.putString* e *editor.apply*.

```

public void savedata(){
    //Função para Guardar os Dados
    SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences(SHARED_PREFS, Context.MODE_PRIVATE);
    SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
    //Logica para guardar os dados nos ultimos ja guardados
    UltimosDadosExcel = sharedPreferences.getString(DADOSEXCEL, "");
    DadosExcelTXT = UltimosDadosExcel+"P"+pontodemedicao+" "+DESCRICAO+" ";
    UltimosDados = sharedPreferences.getString(DADOS, "");
    DadosTXT=UltimosDados+" PONTO "+pontodemedicao+"\nTemperatura: "+TEMPERATURA+" ";
    //Colocar o valor do ponto de medição na variavel do SharedPreferences
    editor.putString(DADOSEXCEL,DadosExcelTXT);
    editor.putString(DADOS,DadosTXT);
    editor.apply();

    Toast.makeText(context, this, text: "Gravado", Toast.LENGTH_SHORT).show();
}

```

Figura 38 - Método *SharedPreferences*.

A função representada pela figura 38 demonstra como é feita a abertura da câmara dentro da aplicação, como é passado o diretório onde guardar as fotos e o nome da fotografia.

```

public void abrircamara(View view){
    //Pasta onde a foto vai ser guardada
    File Pastaimg = criarPasta();
    //ficheiro image recebe o directorio e o nome
    File image = new File(Pastaimg, child: "Ponto " + pontodemedicao + ".jpg");
    //Intenção de abrir a camara
    Intent intent = new Intent(MediaStore.ACTION_IMAGE_CAPTURE);
    //Intenção de guardar a foto
    intent.putExtra(MediaStore.EXTRA_OUTPUT, Uri.fromFile(image));
    startActivityForResult(intent, requestCode: 1);
}

```

Figura 39 - Função da Câmara Fotográfica.

A função “guardarTextoFicheiro”, representada pela figura 39 é a função que realiza a escrita dos dados guardados na variável para o ficheiro txt. Esta função conta com dois campos de passagem de variáveis em que o *filename* é o nome desejado para o ficheiro e o *content* é o conteúdo a ser escrito previamente gravado

```

private void guardarTextoFicheiro(String filename, String content) {
    String FileName = filename + ".txt";
    //chamada função do destino do ficheiro
    File Pastatxt = criarPasta();
    //criar o ficheiro
    File file = new File(Pastatxt, FileName);
    //escrever para o ficheiro
    try {
        FileOutputStream fos = new FileOutputStream(file);
        fos.write(content.getBytes());
        fos.close();
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}

```

Figura 40 - Função guardar texto no ficheiro.

A seguinte função ilustrada pela figura 40 representa um modelo de uma função de um popup de alerta, neste caso o popup de confirmação para passar para o próximo ponto de medição.

```

public void AlertaProximoPonto(View view){
    //Criar um alerta
    AlertDialog.Builder alertaproximoponto = new AlertDialog.Builder( context this);
    //Definir o título do alerta
    alertaproximoponto.setTitle("Próximo Ponto");
    //Definir a mensagem do alerta
    alertaproximoponto.setMessage("Deseja avançar para o próximo ponto?");
    //Definir Icon
    alertaproximoponto.setIcon(R.drawable.stophand_signal);
    //Configurar o Cancelamento
    alertaproximoponto.setCancelable(false);
    //Configurar o botão positivo
    alertaproximoponto.setPositiveButton( text: "Sim", new DialogInterface.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) { funcbotaoponto(); }
    });
    //Configurar o botão Negativo
    alertaproximoponto.setNegativeButton( text: "Não", new DialogInterface.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {
        }
    });
    AlertDialog alertaproximoponto2= alertaproximoponto.create();
    alertaproximoponto2.show();
}

```

Figura 41 - Popup alerta botão Próximo Ponto.

Uma função muito importante no código é a função de zipar a pasta final onde são guardados todos os dados. Assim no fim de cada medição além da pasta principal existe ainda um zip com os mesmos dados para que possa ser mais facilmente enviado ou transferido. Esta função utiliza ainda outra classe no programa com o nome “FileHelper” que é uma classe onde estão presentes funções standard para dar zip e unzip de ficheiros. Esta função é ilustrada pela figura 41.

```
public void ziparpasta(){
    //diretório onde é guardado o ficheiro zip
    zipPasta = "/sdcard/";
    //nome da pasta
    nomeFicheiro = zipPasta + numeroprocessos;
    //nome do ficheiro zip
    nomeZIP = numeroprocessos + ".zip";
    //função para zipar
    FileHelper.zip(nomeFicheiro, zipPasta, nomeZIP);
    Toast.makeText(context: Ecra3.this, text: "Ficheiro compactado com sucesso", Toast.LENGTH_LONG).show();
}
```

Figura 42 - Função Zipar Pasta Final.

5.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Durante a criação da aplicação foram implementadas inúmeras funções que realizam corretamente o seu objetivo no dispositivo fornecido pelo IEP.

Posteriormente, testando a aplicação em outros dispositivos, foi possível perceber que nem todas as funções se encontravam em funcionamento uma vez que o android com a sua evolução altera as formas como realiza algumas funções.

Como o dispositivo fornecido pelo IEP conta com uma versão máxima de Android 6, uma das e a principal dificuldade encontrada passou por tanto na fase de desenvolvimento, criar as funções adequadas para a versão correta e a procura de soluções aos erros apresentados para versões mais recentes do Android. Neste parâmetro, dificuldades como o método de gravação de ficheiros, abertura da

camara, a forma como as fotos seriam guardadas e envio de dados para a cloud foram alguns dos pontos afetados devido à evolução do Android.

Num dispositivo com Android 9 ou superior o método utilizado para gravar a imagem já não conseguia ser executado corretamente. Sendo assim, uma das alternativas passou por ser gravar a foto tirada na tela e posteriormente comprimir essa imagem para ser gravada na pasta destino. Como o espectável esta alternativa não é a melhor pois após passar por vários processos de compressão a imagem quando gravada perde qualidade. A figura 42 representa o código utilizado como alternativa.

```
//Função para guardar fotos Android9 atraves de bitmap
protected void onActivityResult(int requestCode, int resultCode, Intent data){
    //Função para passar a foto para o ecrã dentro da APP
    super.onActivityResult(requestCode, resultCode, data);
    if(requestCode == 1 && resultCode == RESULT_OK){
        Bundle extras = data.getExtras();
        Bitmap imgBitmap = (Bitmap) extras.get("data");
        imageView2.setImageBitmap(imgBitmap);
    }
    File Pastaimg = criarPasta();
    BitmapDrawable drawable = (BitmapDrawable) imageView2.getDrawable();
    Bitmap bitmap = drawable.getBitmap();
    //Configurações para o nome e tipo de ficheiro a guardar
    File file = new File(Pastaimg, child: "Ponto" + pontodemedicao+".jpg");
    try {
        outputStream = new FileOutputStream(file);
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    //Comprimir a imagem colocada na tela da app para ser guardada
    bitmap.compress(Bitmap.CompressFormat.JPEG, quality: 100, outputStream);
    //Mensagem na tela para confirmar o save da mensagem comprimida
    Toast.makeText( context: Ecra3.this, text: "Successfully Saved", Toast.LENGTH_SHORT).show();

    try {
        outputStream.flush();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    try {
        outputStream.close();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

Figura 43 - Código Alternativo para Guardar Fotos (Android 9 e sup).

O método como a pasta final é criada também foi alvo de correções. A figura 43 representa a função que serviu como alternativa para essas correções. Além da expressão utilizada para versões anteriores ao Android 10 conta-se ainda com duas expressões adicionais. Uma expressão que substitui na íntegra a inicialmente utilizada mas para versões equivalentes e posteriores ao Android 10 e de seguida, como nem todos os dispositivos disponibilizam acesso à pasta origem, uma alternativa que exemplifica o caminho onde a pasta deve ser exatamente criada.

```
//Definir diretório de guardar sendo a origem da memória\numerodoprocesso
public File criarPasta(){
    //Maneira anterior ao Android 10
    //Pasta = new File(Environment.getExternalStorageDirectory().getAbsolutePath(), numeroprocesso);
    //Após o android 10 esta é uma solução alternativa a anterior
    Pasta = new File(this.getExternalFilesDir( type: null), numeroprocesso);
    //Maneira de gravar com o caminho de um diretório específico
    //Pasta = new File("/storage/emulated/0/", numeroprocesso);

    if (!Pasta.exists()) {
        Pasta.mkdirs();
    }
    return Pasta;
}
```

Figura 44 - Alternativas para a função criarPasta.

Por outro lado, uma vez encontradas estas dificuldades, a utilização do dispositivo passou por ser outro entrave no desenvolvimento do projeto. Uma vez que o desenvolvimento passava por ser específico para um aparelho que não cumpre com os requisitos atuais do Android a sua utilização para testes, acabou por ser um pouco limitada ao tempo presente na empresa.

6. CONCLUSÕES

A realização do projeto passou pela criação de uma aplicação android que tinha como o seu principal objetivo dinamizar todo o processo de recolha de dados na realização dos trabalhos de medições dos campos eletromagnéticos. Esta recolha dos dados de uma forma mais eficiente permitia ainda ao colaborador posteriormente ter uma maior facilidade na realização do relatório.

Para uma melhor compreensão de todas as funcionalidades de que a aplicação necessitava conter, inicialmente realizou-se uma pesquisa sobre toda a legislação envolvente às medições dos campos eletromagnéticos. Numa fase mais avançada a participação passiva e ativa na realização das próprias medições como também na realização dos relatórios ajudou a entender como o utilizador poderia beneficiar com a aplicação e quais os pontos cruciais para melhorar e dinamizar todo este processo.

Concluindo, o desenvolvimento deste projeto beneficiou muito o IEP pois desta forma os seus colaboradores apresentam uma maior produtividade neste tipo de trabalhos

com uma redução significativa de tempo quer na realização do trabalho na indústria quer na elaboração do relatório. Esta otimização fornece uma poupança de tempo significativa com o aumento do número de pontos medidos. É possível afirmar que num trabalho com 30 pontos de medição o tempo poupado seja entre 1 hora e 1 hora e 15 minutos. Existe ainda um menor gasto de recursos, como por exemplo de papel, para cada trabalho efetuado. Na visão do aluno passou por ser um projeto desde o início muito desafiante uma vez que nunca tinha contactado com esta tecnologia e permitiu ainda aumentar o conhecimento relacionado com uma nova linguagem de programação e uma nova plataforma de trabalho.

Referências Documentais

- [1] IEP, “IEP-Quem somos?,” <https://formacao.iep.pt/quem-somos>.
- [2] Narda-Safety Test, “NBM 550,” <https://www.narda-sts.com/en/wideband-emf/nbm-550/>.
- [3] Safemed, “Efeitos na saúde e riscos para a segurança decorrentes dos campos eletromagnéticos,” <https://blog.safemed.pt/efeitos-na-saude-e-riscos-para-a-seguranca-decorrentes-dos-campos-eletromagneticos/>, May 22, 2019.
- [4] ICNIRP, “ICNIRP,” <https://www.icnirp.org/en/home/home-read-more.html>.
- [5] 1.^a série — N.º 151 Diário da República, “Lei n.º 64/2017,” <https://files.dre.pt/1s/2017/08/15100/0451104520.pdf>, Aug. 07, 2017.
- [6] DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-B, “Portaria n.o 1421/2004,” <https://files.dre.pt/1s/2004/11/275b00/68346838.pdf>, Nov. 23, 2004.
- [7] Admin_site, “Como reduzir a contaminação eletromagnética em sua casa,” <https://mac.arq.br/como-reduzir-campos-eletromagneticos-em-sua-casa/>, Oct. 03, 2016.
- [8] MAXIMILIANO MEYER, “A história do Android,” <https://www.oficinadanet.com.br/post/13939-a-historia-do-android#:~:text=O%20primeiro%20dispositivo%20Android%20foi,Rubin%20definiu%20o%20Android%20Inc.>, Feb. 05, 2020.
- [9] Adarsh Fernando, “Android Studio 4.0,” <https://android-developers.googleblog.com/2020/05/android-studio-4.html>, May 28, 2020.

Anexos

Código Ecrã 1 (Ecrã Principal)

```
package com.example.camposeletromagneticosiep;

import ...

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);
    }

    public void ecra2(View view) {
        Intent intent = new Intent( packageContext: this, Ecra2.class);
        startActivity(intent);
    }

    public void ecra4 (View view){
        Intent ecra4 = new Intent( packageContext: this, Ecra4.class);
        startActivity(ecra4);
    }

}
```

Código Ecrã 2 (Ecrã Dados Gerais)

```
package com.example.camposeletromagneticosiep;

import ...

public class Ecra2 extends AppCompatActivity {
    public static final String SHARED_PREFS = "sharedPrefs";
    public static final String PONTODEMEDICAO = "text1";
    public static final String NUMEROPROCESSO = "text2";
    public static final String DADOSEXCEL = "text3";
    public static final String DADOS = "text4";
    private TextView textView2;
    private TextView textView;
    private String numeroProcesso, infodadosExcel, infodados, ndoProcesso, DataDoEnsaio, RealizadoPor;
    private EditText DataEnsaio;
    private DatePickerDialog datePickerDialog;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_ecra2);
        loadData();
        updateViews();
    }

    public void DataDoEnsaio(View view){
        // Função para colocar data do ensaio com popup do calendario
        DataEnsaio = (EditText) findViewById(R.id.editTextDate);

        // classe calendário
        final Calendar c = Calendar.getInstance();
        int mYear = c.get(Calendar.YEAR); // ano
        int mMonth = c.get(Calendar.MONTH); // mês
        int mDay = c.get(Calendar.DAY_OF_MONTH); // dia
        // date picker dialog
        datePickerDialog = new DatePickerDialog(context, Ecra2.this,
            new DatePickerDialog.OnDateSetListener() {
                @Override
                public void onDateSet(DatePicker view, int year,
                    int monthOfYear, int dayOfMonth) {
                    if(monthOfYear < 9) {
                        DataEnsaio.setText(dayOfMonth + "/" + "0" + (monthOfYear + 1) + "/" + year);
                    } else {
                        DataEnsaio.setText(dayOfMonth + "/" + (monthOfYear + 1) + "/" + year);
                    }
                }
            },
            mYear,
            mMonth,
            mDay);
        datePickerDialog.show();
    }
}
```

```

public void Alerta(){
    EditText IDeditText1 = findViewById(R.id.editText1);
    NdoProcesso = IDeditText1.getText().toString();
    if(NdoProcesso.equals("")){
        AlertDialog.Builder alerta = new AlertDialog.Builder( context: Ecra2.this);
        alerta.setTitle("ERRO");
        alerta
            .setIcon(R.drawable.warning_simbol)
            .setMessage("Campo N° do Processo Obrigatório");
        AlertDialog alertDialog= alerta.create();
        alertDialog.show();
    }
    else{
        ecra3();
    }
}

public void iniciarmedicao(View view){
    savedata();
    Alerta();
}

public void ecra3() {
    Intent intent = new Intent( packageContext: this, Ecra3.class);
    startActivity(intent);
}

public void savedata(){
    SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences(SHARED_PREFS,MODE_PRIVATE);
    SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();

    editor.putString(PONTODEMEDICAO, s1: "1");
    EditText editText5 = findViewById(R.id.editText1);
    numeroprocesso=editText5.getText().toString();
    EditText editTextDataEnsaio = findViewById(R.id.editTextDate);
    DataDoEnsaio=editTextDataEnsaio.getText().toString();
    EditText editTextRealizadoPor = findViewById(R.id.editText4);
    RealizadoPor=editTextRealizadoPor.getText().toString();

    editor.putString(NUMEROPROCESSO, editText5.getText().toString());
    infodadosExcel = ";;;;;IE(%)\\n;;;;;Efeitos Não Térmicos;;;;;Efeitos Térmicos;\\n" +
        ";;;;;Campo Magnético;;;Campo Elétrico;;;Campo Magnético;;;Campo Elétrico;\\n" +
        "Ponto;Descrição;Distância[cm];Altura[cm];Frequência[Hz];PG;Occ NA Baixo;Occ NA Alto" +
        ";PG;Occ NA Baixo;Occ NA Alto;PG;Occ;PG;Occ;\\n";
    editor.putString(DADOSEXCEL,infodadosExcel);
    editor.apply();
    infodados="Processo "+numeroprocesso+" Realizado a "+DataDoEnsaio+" Realizado por:"+RealizadoPor+"\\n\\n";
    editor.putString(DADOS,infodados);
    editor.apply();
}

public void loaddata(){
    SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences(SHARED_PREFS,MODE_PRIVATE);
    numeroprocesso = sharedPreferences.getString(NUMEROPROCESSO, s1: "");
}
}

```

Código Ecrã 3 (Ecrã de Registos)

```
package com.example.camposeletronicosieip;

import ...

public class Ecrã3 extends AppCompatActivity {
    public static final String SHARED_PREFS = "sharedPrefs";
    public static final String PONTODEMEDICAO = "text1";
    public static final String NUMEROPROCESSO = "text2";
    public static final String DADOSEXCEL = "text3";
    public static final String DADOS = "text4";
    private static OutputStream outputStream;
    private Integer pontodemedicaoint;
    private File Pasta;
    private ImageView imageView2;
    private TextView textView3;
    private String pontodemedicao,numeroprocesso,UltimosDados,UltimosDadosExcel,DadosExcelTXT,DadosTXT,DadosEmBranco="";
    private String ENTCEPG,ENTCMPG,ENTCENAB,ENTCMNAB,ENTCENAA,ENTCMNAA;
    private String ETCEPG,ETCMPG,ETCENADCC,ETCMNAOCC;
    private String TEMP, HUM,FREQ,DIST,ALT,DESCRICAO;
    private String ZipPasta,nomeZIP,nomeFicheiro;
    @SuppressWarnings("WrongViewCast")
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_ecra3);

        if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.M && checkSelfPermission(Manifest.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
            requestPermissions(new String[]{Manifest.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE}, requestCode 1000);
        }
        textView3 = findViewById(R.id.textView3);
        //textView8 = findViewById(R.id.textView8);
        button = findViewById(R.id.button);
        imageView2 = findViewById(R.id.imageView9);
        loadData();
        updateViews();
    }

    public void AlertaFimMedicao(View view){
        //Criar um alerta
        AlertDialog.Builder alertaFimmedicao = new AlertDialog.Builder( context: this);
        //Definir o titulo do alerta
        alertaFimmedicao.setTitle("Fim Medição");
        //Definir a mensagem do alerta
        alertaFimmedicao.setMessage("Deseja mesmo terminar a medição?");
        //Definir Icon
        alertaFimmedicao.setIcon(R.drawable.stophand_signal);
        //Configurar o Cancelamento
        alertaFimmedicao.setCancelable(false);
        //Configurar o botão positivo
        alertaFimmedicao.setPositiveButton( text: "Sim", new DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) { fimmedicao(); }
        });
        //Configurar o botão Negativo
        alertaFimmedicao.setNegativeButton( text: "Não", new DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {

            }
        });
        AlertDialog alertaFimMedicao2= alertaFimmedicao.create();
        alertaFimMedicao2.show();
    }

    public void AlertaProximoPonto(View view){
        //Criar um alerta
        AlertDialog.Builder alertaproximoponto = new AlertDialog.Builder( context: this);
        //Definir o titulo do alerta
        alertaproximoponto.setTitle("Próximo Ponto");
        //Definir a mensagem do alerta
        alertaproximoponto.setMessage("Deseja avançar para o próximo ponto?");
        //Definir Icon
        alertaproximoponto.setIcon(R.drawable.stophand_signal);
        //Configurar o Cancelamento
        alertaproximoponto.setCancelable(false);
        //Configurar o botão positivo
        alertaproximoponto.setPositiveButton( text: "Sim", new DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) { funcbotaoponto(); }
        });
        //Configurar o botão Negativo
        alertaproximoponto.setNegativeButton( text: "Não", new DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {

            }
        });
        AlertDialog alertaproximoponto2= alertaproximoponto.create();
        alertaproximoponto2.show();
    }
}
```



```

public File criarPasta(){
    //Definir diretório de guardar sendo a origem da memória\numerodoprocesso
    Pasta = new File( parent: "/storage/emulated/0/", numeroprocesso);

    if (!Pasta.exists()) {
        Pasta.mkdirs();
    }
    return Pasta;
}

public void onRequestPermissionsResult(int requestCode, @NonNull String[] permissions, @NonNull int[] grantResults) {
    super.onRequestPermissionsResult(requestCode, permissions, grantResults);
    switch (requestCode) {
        case 1000:
            if (grantResults[0] == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
                Toast.makeText( context: this, text: "Permission Granted", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            } else {
                Toast.makeText( context: this, text: "Permission Not Granted", Toast.LENGTH_SHORT).show();
                finish();
            }
        }
    }

private void escreventextoexcel(){
    //Nome do Ficheiro
    String filename = numeroprocesso;
    //Conteúdo a passar para o ficheiro TXT
    String content = DadosExcelTXT;
    guardarTextoFicheiroExcel(filename, content);
    Toast.makeText( context: this, text: "Ficheiro Guardado", Toast.LENGTH_SHORT).show();
}

private void guardarTextoFicheiroExcel(String filename, String content) {
    String FileName = filename + "EXCEL.txt";
    //chamada função do destino do ficheiro
    File Pastatxt = criarPasta();
    //criar o ficheiro
    File file = new File(Pastatxt, FileName);
    //escrever para o ficheiro
    try {
        FileOutputStream fos = new FileOutputStream(file);
        fos.write(content.getBytes());
        fos.close();
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

private void escreventexto(){
    //Nome do Ficheiro
    String filename = numeroprocesso;
    //Conteúdo a passar para o ficheiro TXT
    String content = DadosTXT;
    guardarTextoFicheiro(filename, content);
    Toast.makeText( context: this, text: "Ficheiro Guardado", Toast.LENGTH_SHORT).show();
}

private void guardarTextoFicheiro(String filename, String content) {
    String FileName = filename + ".txt";
    //chamada função do destino do ficheiro
    File Pastatxt = criarPasta();
    //criar o ficheiro
    File file = new File(Pastatxt, FileName);
    //escrever para o ficheiro
    try {
        FileOutputStream fos = new FileOutputStream(file);
        fos.write(content.getBytes());
        fos.close();
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

public void abrircamara(View view){
    Intent intent = new Intent(MediaStore.ACTION_IMAGE_CAPTURE);
    startActivityForResult(intent, requestCode: 1);
}

```

```

        startActivityForResult(intent, requestCode: 1);
    }

    public void resultadoensaio(){
        //Ir buscar o valor atraves do ID e passar como string para as variaveis
        EditText IDeditTextNumberDecimal3 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal3);
        ENTCEPG = IDeditTextNumberDecimal3.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal4 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal4);
        ENTCHPG = IDeditTextNumberDecimal4.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal5 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal5);
        ENTCEBAB = IDeditTextNumberDecimal5.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal6 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal6);
        ENTCHBAB = IDeditTextNumberDecimal6.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal7 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal7);
        ENTCEBAA = IDeditTextNumberDecimal7.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal8 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal8);
        ENTCHBAA = IDeditTextNumberDecimal8.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal9 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal9);
        ETCEPG = IDeditTextNumberDecimal9.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal10 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal10);
        ETCHPG = IDeditTextNumberDecimal10.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal11 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal11);
        ETCEBAA = IDeditTextNumberDecimal11.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal12 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal12);
        ETCHBAA = IDeditTextNumberDecimal12.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal13 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal13);
        TEMP = IDeditTextNumberDecimal13.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal14 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal14);
        HUM = IDeditTextNumberDecimal14.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal15 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal15);
        FREQ = IDeditTextNumberDecimal15.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal16 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal16);
        DIST = IDeditTextNumberDecimal16.getText().toString();
        EditText IDeditTextNumberDecimal17 = findViewById(R.id.editTextNumberDecimal17);
        ALT = IDeditTextNumberDecimal17.getText().toString();
        EditText IDeditTextTextPersonName3 = findViewById(R.id.editTextTextPersonName3);
        DESCRICAO = IDeditTextTextPersonName3.getText().toString();
        //Condições para preencher espaços vazios
        if(ENTCEPG.equals("")){
            ENTCEPG = "---";
        }
        if(ENTCHPG.equals("")){
            ENTCHPG = "---";
        }
        if(ENTCEBAB.equals("")){
            ENTCEBAB = "---";
        }
        if(ENTCHBAB.equals("")){
            ENTCHBAB = "---";
        }
        if(ENTCEBAA.equals("")){
            ENTCEBAA = "---";
        }
        if(ENTCHBAA.equals("")){
            ENTCHBAA = "---";
        }
        if(ETCEPG.equals("")){
            ETCEPG = "---";
        }
        if(ETCHPG.equals("")){
            ETCHPG = "---";
        }
        if(ETCEBAA.equals("")){
            ETCEBAA = "---";
        }
        if(ETCHBAA.equals("")){
            ETCHBAA = "---";
        }
        if(TEMP.equals("")){
            TEMP = "---";
        }
        if(HUM.equals("")){
            HUM = "---";
        }
        if(FREQ.equals("")){
            FREQ = "---";
        }
        if(DIST.equals("")){
            DIST = "---";
        }
        if(ALT.equals("")){
            ALT = "---";
        }
        if(DESCRICAO.equals("")){
            DESCRICAO = "---";
        }
    }
}

```


Código Ecrã 4 (Ecrã das Configurações do Aparelho)

```
package com.example.camposeletromagnticosiep;

import ...

public class Ecra4 extends AppCompatActivity {

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_ecra4);
    }
}
```