



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

INSTRMUSIC

Trabalho Final de curso

Relatório Final

Guilherme Franco a21801945 | Marina Martins a21802381

Orientador: **Lúcio Studer**

Coorientador: **João Carrilho**

Trabalho Final de Curso | Licenciatura em Informática de Gestão | 25/06/2021

www.ulusofona.pt

Direitos de cópia

InstrMusic, Copyright de Guilherme Franco e Marina Martins, ULHT.

A Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Resumo

O presente relatório foi elaborado como parte integrante da unidade curricular de TFC (Trabalho Final de Curso) lecionada no âmbito da Licenciatura de Informática de Gestão. O objetivo do TFC é o desenvolvimento de um projeto passando por várias etapas de entregas.

Este trabalho pretende estudar os sensores e a música e desenvolver uma aplicação para o sistema operativo *Android*. A aplicação utiliza os sensores embutidos nos *smartphones* para a obtenção do movimento realizado com dispositivo e envia os dados obtidos para um controlador que irá gerar um som final. O som final será apresentado com a *sample* escolhida pelo utilizador e o efeito que pretende aplicar. A solução desenvolvida é feita com base numa arquitetura cliente-servidor, utilizando o protocolo de comunicação *Open Sound Control*. Sendo que do lado do cliente é feita a recolha dos dados dos sensores e do lado do Servidor a informação é recebida e processada. Assim, pretende-se neste relatório, mostrar todo o progresso efetuado para o desenvolvimento da aplicação *InstrMusic*. A solução inclui um website alojado na *cloud*, para suporte e distribuição da aplicação

Palavra-Chaves: InstrMusic, Android, Open Sound Control, Supercollider, Sensores, Música, Efeitos

Abstract

This report was prepared as an integral part of the *Trabalho Final De Curso* subject, taught under the Computer Science and Business Management course Degree.

The objective of this work is to study sensors, music and to develop an application for Android. The application uses sensors that are embedded in most of the smartphones available in the market, to obtain the movement performed with the device and sends the data obtained to a controller that will generate a final sound. This sound will be presented with the sample chosen by the user and the effect that he applied. The developed solution is based on a client-server architecture, using the Open Sound Control communication protocol. On the client side, the data is collected from the sensors and on the Server side the information is received and processed. The objective of this report is to show all the progress made while developing the *InstrMusic* application. The solution includes a website hosted on cloud to support and distribute the application.

Keywords: InstrMusic, Android, Open Sound Control, Supercollider, Sensors, Music, Effects

Índice

Resumo	iii
Abstract	iv
Índice	v
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
1 Identificação do Problema	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivo.....	2
1.4 Análise Comparativa	4
2 Levantamento e análise dos Requisitos	5
2.1 Análise dos Requisitos.....	5
2.2 Casos de Uso	8
2.3 Diagramas de Atividades.....	10
2.4 Storyboard.....	12
3 Viabilidade e Pertinência	13
3.1 Análise Do Inquérito.....	13
3.2 Testes de validação	13
4 Solução Desenvolvida	15
4.1 Arquitetura da Solução	15
4.2 Base de Dados	16
4.3 Website	17
4.4 Aplicação Desktop.....	17

4.5	Aplicação Android	20
4.6	Melhorias implementadas	23
5	Benchmarking	25
5.1	Posicionamento da Marca	25
5.2	Ambiente de Desenvolvimento Integrado	26
6	Método e planeamento	27
7	Resultados.....	29
8	Conclusão e trabalhos futuros.....	34
8.1	Conclusão	34
8.2	Trabalhos Futuros	34
	Bibliografia.....	36
	Anexos	38
A.1	Questionário – Telemóvel como Instrumento Musical.....	38
A.2	Análise do Questionário	39
A.3	Rascunho – Storyboard	44
A.4	Benchmarking.....	46
A.5	Guião de Testes	50
A.6	Questionário de Satisfação (adaptação - Computer System Usability Questionnaire, Lewis, 1995)	54
	Manual de Utilizador	56
	Glossário	61

Lista de Figuras

Figura 1 - Evolução das vendas de smartphones ao longo dos anos (extraído de [Andr20])	1
Figura 2 – Influência da música (extraído de [BBC20])	2
Figura 3 - Synchronicity, Jonas Runa, 2015 (extraído de [Jona20])	2
Figura 4 - Gráfico Cartesiano 3D	3
Figura 5 - Caso de Uso, Guardar Preset	8
Figura 6 - Caso de Uso, Gravar Música	9
Figura 7 - Casos de Uso, Produzir Música	9
Figura 8 - Diagrama de Atividades, Produzir Música	10
Figura 9 - Diagrama de Atividades, Gravar Música	11
Figura 10 - Diagrama de Atividades, Guardar Preset	12
Figura 11 - Arquitetura da Solução	15
Figura 12 - Diagrama Entidade Relação	16
Figura 13 - UML	16
Figura 14 – Home Page do Website	17
Figura 15 - OSCdef	18
Figura 16 – SynthDef	18
Figura 17 - Enviar mensagens OSC pelo SuperCollider	19
Figura 18 - Storyboard	20
Figura 19 - OSCPortIn	21
Figura 20 - OSCPortOut	22
Figura 21 - Adicionar sensores suportados	22
Figura 22 - Captar valores dos sensores	23
Figura 23 - Estrutura Real Time DataBase – Firebase	23
Figura 24 - Mapa do Posicionamento	25
Figura 25 – Tabela comparativa	26
Figura 26 - Resultados do Inquérito de Satisfação	31
Figura 27 - Aspectos Negativos	32
Figura 28 - Aspectos Positivos	33
Figura 29 - Questionário InstrMusic	39
Figura 30 – Resultados obtidos na pergunta “Possui um Smartphone Android”	39
Figura 31 - Resultados obtidos na pergunta "Costuma exprimir-se artisticamente?"	40
Figura 32 - Resultados das variadas formas de expressão artística	40
Figura 33 - Resultados do nível de interesse em utilizar o telemóvel como forma de expressão artística	41
Figura 34 - Resultados sobre o nível de interesse no conceito do TFC	41
Figura 35 - Respostas sobre o contexto em que utilizam a aplicação	42
Figura 36 - Resultados da pergunta "Utilizaria a aplicação numa rede de telemóveis?"	42
Figura 37 - Resultados da pergunta "Já utilizou alguma aplicação móvel com o mesmo conceito?"	43
Figura 38 - Storyboard(Rascunho)	45
Figura 39 - Print da app Theremin (extraído de [Ther20]).	46
Figura 40 - Prints da app TouchOSC (extraído de [Hexl20])	47
Figura 41 - Prints da app GyrOSC (extraído de [Gyro20])	47
Figura 42 - Prints da app MRMR (extraído de [Mrmr20])	48
Figura 43 – Music Fingers (extraído de [Musi21])	48
Figura 44 - GripBeats (extraído de [Mrmr20])	48
Figura 45 – PocketGuitar (extraído de [Aero21]).	49
Figura 46 – PocketDrum (extraído de [Mrmr20])	49

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Requisitos Funcionais	7
Tabela 2 - Requisitos Não Funcionais	8
Tabela 3 – Cronograma	28
Tabela 4 - Resultados dos Testes de Funcionalidade	30

1 Identificação do Problema

1.1 Enquadramento

1.1.1 Evolução das vendas de Android

Atualmente, o telemóvel é muito usado para vários propósitos, tendo em conta o aumento de aplicações que podemos instalar. O telemóvel possui sensores que podem ser utilizados pelas aplicações, por exemplo, o *Google Maps*. Podemos observar na Figura 1 que o Android é o Sistema Operativo(SO) com mais vendas, apresentando um crescimento exponencial.

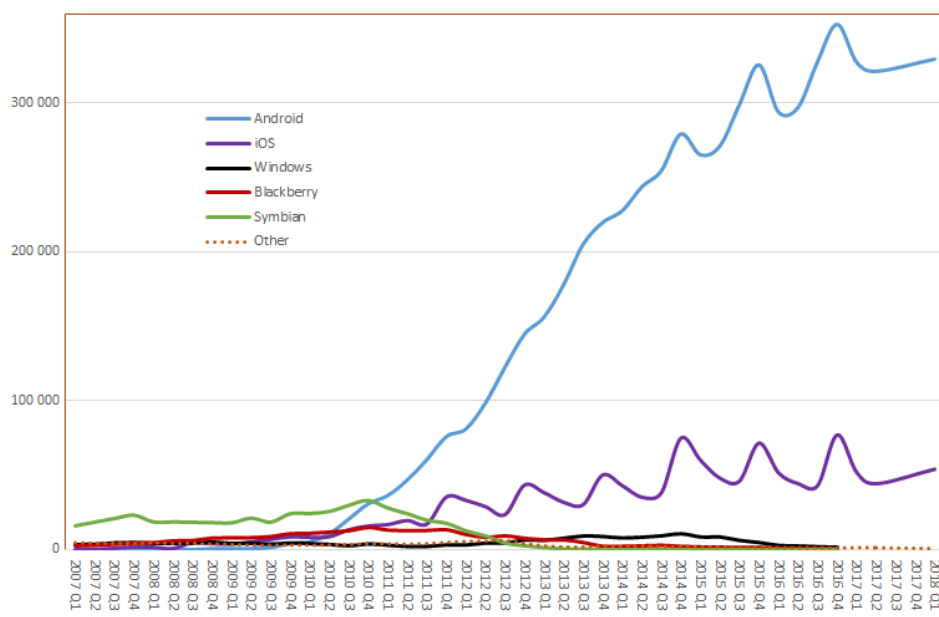


Figura 1 - Evolução das vendas de smartphones ao longo dos anos (extraído de [Andr20])

1.1.2 Música e o humor

A música liberta dopamina no cérebro, um químico importante no bom humor. O estudo, segundo a BBC [BBC20], reportado em *Nature Neuroscience*, descobriu que o químico era libertado em momentos de felicidade. No estudo, realizado na Universidade *McGill* no Canadá, os níveis de dopamina foram encontrados 9% mais elevados quando os voluntários ouviram música que apreciavam.

A psicóloga Dr^a *Williamson* da Universidade de Londres, disse que “O estudo mostra que a música está ligada aos nossos sistemas de recompensa mais profundos”. Podemos observar a influência da música no cérebro na Figura 2.

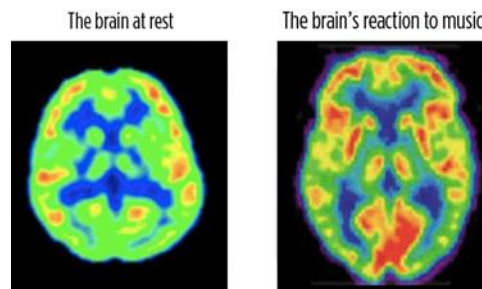


Figura 2 – Influência da música (extraído de [BBC20])

1.2 Motivação

O presente projeto é realizado em colaboração com o Departamento de Cinema e Artes dos Media, com o Mestrado em Produção e Tecnologias do Som, em orientação do Professor Jonas Runa, músico e compositor.

Sendo o *smartphone* um objeto acessível e a música um elemento que contribui para a felicidade, considerámos relevante transformá-lo num instrumento musical. Uma vez que os *smartphones* possuem vários tipos de sensores, porque não utilizá-los para criar música? Existe uma variedade de expressões artísticas, desde espetáculos musicais com lasers, à utilização de um fato que utiliza sensores para a deteção de movimento, ligados a som e luz, ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - Synchronicity, Jonas Runa, 2015 (extraído de [Jona20])

1.3 Objetivo

Pretendemos desenvolver uma aplicação móvel, *InstrMusic*, que torne o telemóvel num instrumento musical que pode ser utilizado como uma nova forma de expressão artística performativa, através da exploração dos seus sensores. A aplicação permite multiutilizadores utilizarem o seu telemóvel para controlar sons em variados contextos.

Sendo que o TFC será realizado no âmbito de uma apresentamos o testemunho do Professor Jonas Runa, docente da Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologias:

“A exploração do telemóvel enquanto gerador e/ou controlador de som é uma ideia pertinente, válida bem para além do contexto académico, como demonstrado pela enorme quantidade de Apps existentes, dedicadas à música e ao som. Pelo seu recurso aos sensores, este projeto apresenta características distintivas, com potencial para se diferenciar positivamente. ”

Instrmusic utiliza sons/efeitos/sensores embutidos no telemóvel. Na Figura 4 representam-se as dimensões do sistema, uma aplicação *desktop*, que misturará os seguintes componente num ponto no espaço tridimensional, observável na Figura 4:

- sensores: e.g., o acelerómetro, giroscópio ou o microfone;
- sons: e.g., o som de uma sirene, um violino ou um tambor;
- efeitos: e.g., *reverb*, volume, atraso.

Exemplificando o input enviado para a aplicação *desktop* que faz o processamento dos sons, teríamos:

- X = Acelerómetro
- Y = Reverberação
- Z = Sirene

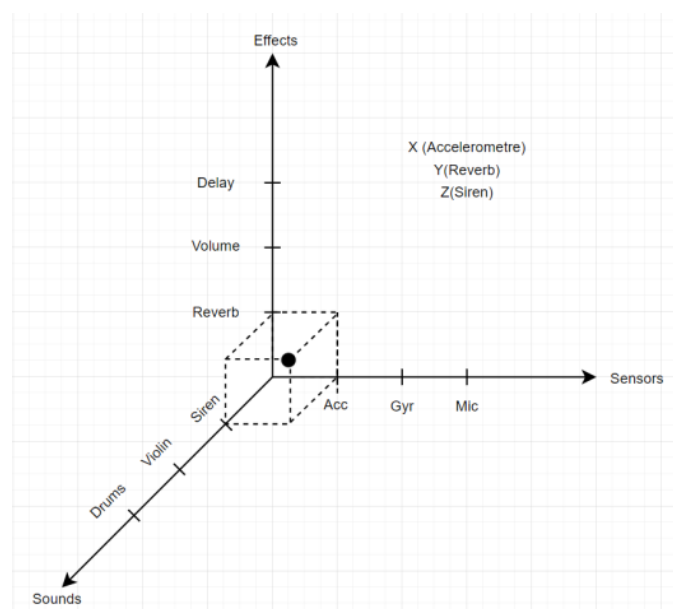


Figura 4 - Gráfico Cartesiano 3D

Apresentamos um possível caso:

1. Pessoa 1 escolhe gravação de um poeta a declamar um poema, e associa o sensor de giroscópio para subir ou descer o volume.

1.4 Análise Comparativa

Tratando-se da versão final da solução proposta, podemos realizar uma análise comparativa face ao proposto no primeiro relatório. É possível concluir que não existe alterações em relação ao que foi proposto inicialmente, mantendo-se com os mesmos objetivos em criar um novo instrumento musical disponível para artistas ou qualquer pessoa com interesse em música utilizando um telemóvel. Este objetivo encontra-se em sintonia com a solução proposta.

2 Levantamento e análise dos Requisitos


2.1 Análise dos Requisitos


A análise de requisitos é o resultado da conversa e análise das vontades/exigências dos stakeholders. Composta por requisitos funcionais/não funcionais que especificam as funcionalidades requisitadas.







2.1.1 Requisitos Funcionais

O requisito funcional define uma função/tarefa do software. Para o *InstrMusic* foram implementados com sucesso, sendo que aqueles que não foram implementados [R8, R9] estão representados com “thumbs down”. O R9 continua relevante para implementar futuramente, no entanto propomos a remoção do R8 pois implementámos as gravações dentro da pasta de sons. Os requisitos R2, R4 sofreram alterações não tendo sido possível implementar a funcionalidade de definir/alterar um nome para a gravação e *preset*.

Listam-se em baixo os requisitos funcionais:

Implementação R1	Produzir música
	Ações <ol style="list-style-type: none"> 1. Registo 2. <i>Log in</i> 3. Especificar <i>localhost/IP</i> 4. Selecionar som 5. Selecionar efeito 6. Selecionar sensor 7. Selecionar botão <i>start</i> 8. <i>Sign out</i>

Implementação R2	Gravar música que produz
	Ações <ol style="list-style-type: none"> 1. Registo 2. <i>Log in</i> 3. Especificar <i>localhost/IP</i> 4. Selecionar som 5. Selecionar efeito 6. Selecionar sensor 7. <i>start</i> 8. <i>record</i> 9. <i>stop record</i> 10. <i>Sign out</i>

Implementação R3		Editar perfil
	Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Log in 2. Selecionar perfil 3. Clicar em editar 4. Apagar/modificar
Implementação R4		Guardar preset
	Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registo 2. Log in 3. Selecionar som 4. Selecionar efeito 5. Selecionar sensor 6. Guardar nos favoritos 7. Sign out
Implementação R5		Chat entre utilizadores
	Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registo 2. Log in 3. Selecionar chat 4. Inserir <i>username</i> para comunicar 5. Sign out
Implementação R6		"Esqueci-me da palavra-passe!"
	Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecionar "Forgot password" 2. Validar nº de telemóvel 3. Alterar palavra-passe
Implementação R7		Multiutilizador
	Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 utilizadores fazem log in 2. Especificam <i>localhost/IP</i> 3. Selecionam som, sensor, efeito 4. Selecionam <i>play</i> 5. Criam som simultâneo
Implementação R8		Editar pasta de gravações
	Ações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Login 2. Selecionar pastas de gravações 3. Clicar em editar 4. Apagar/mudar nome

Implementação R9		Youtube Stream
	Ações	1. Registo
		2. <i>Log in</i>
		3. Selecionar som
		4. Selecionar efeito
		5. Selecionar sensor
		6. Botão <i>start</i>
		7. Selecionar partilha de som via <i>youtube</i>
		8. <i>Sign out</i>

Tabela 1 - Requisitos Funcionais

2.1.1 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais que se encontram listados estão relacionados com as propriedades que se esperam do sistema:

R10	Compatibilidade dos Sensores
Descrição	O produto funciona somente em dispositivos móveis que possuem os seguintes sensores: Acelerómetro, Movimento, <i>Touch</i> , Giroscópio
R11	Autenticação
Descrição	O produto deverá ser compatível com dispositivos móveis Android
R12	Adapta às medidas do ecrã
Descrição	O produto deverá ser compatível com qualquer medida de ecrã.
R13	Instalação do Produto
Descrição	O produto deverá ser de fácil instalação por utilizadores inexperientes
R14	Robustez do Produto
Descrição	Caso houver perda de conexão com a internet, a aplicação deverá indicar um alerta ao utilizador. A partir desse momento não será possível efetuar pedidos até que a conexão ser retomada.
R15	Feedback do produto
Descrição	A interface deve reagir às ações do utilizador com a funcionalidade esperada e tempo de resposta apropriado.

R16	Desempenho
Descrição	Tempo para atualização de informações no ecrã deve ser mínimo.
R17	Disponibilidade
Descrição	O sistema deve estar sempre disponível, 24 horas por dia, 7 dias por semana.
R18	Usabilidade
Descrição	A aplicação deverá ter uma interface simples e intuitiva para facilitar a utilização

Tabela 2 - Requisitos Não Funcionais

2.2 Casos de Uso

Casos de Uso auxiliam os requisitos funcionais, descrevendo visualmente um conjunto de interações com elementos externos/internos. Descrevemos os principais casos de uso, como possível observar desde a Figura 5 à Figura 7:

- **Guardar preset:** Figura 5, o utilizador pode guardar como favorito um conjunto de sensor, efeito e som à sua escolha.
- **Produzir música:** Figura 6, o utilizador pode gerar um som, selecionando o sensor, efeito e som e *play*;
- **Gravar música:** Figura 7, o utilizador pode gravar a música, depois de selecionar o sensor, efeito e som e *record*.

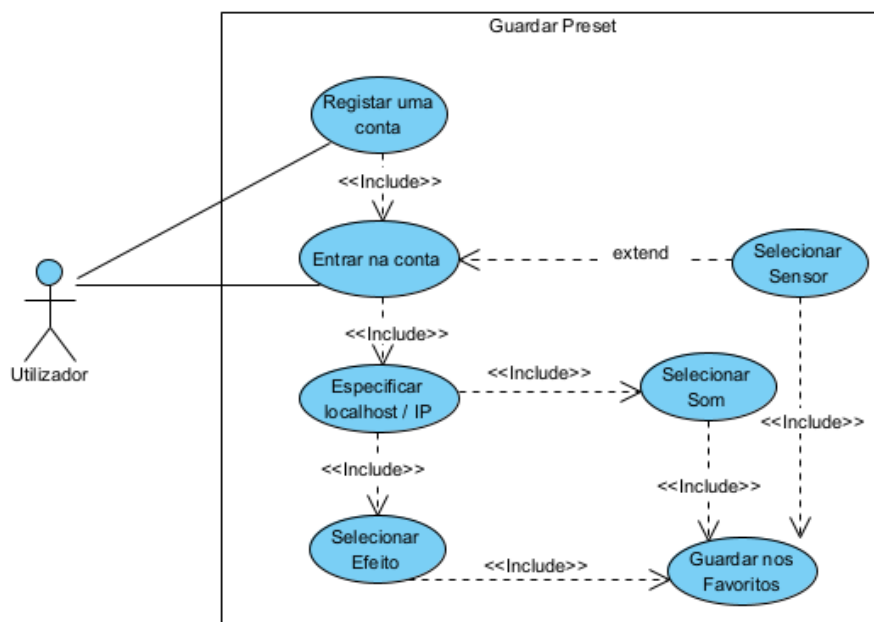


Figura 5 - Caso de Uso, Guardar Preset

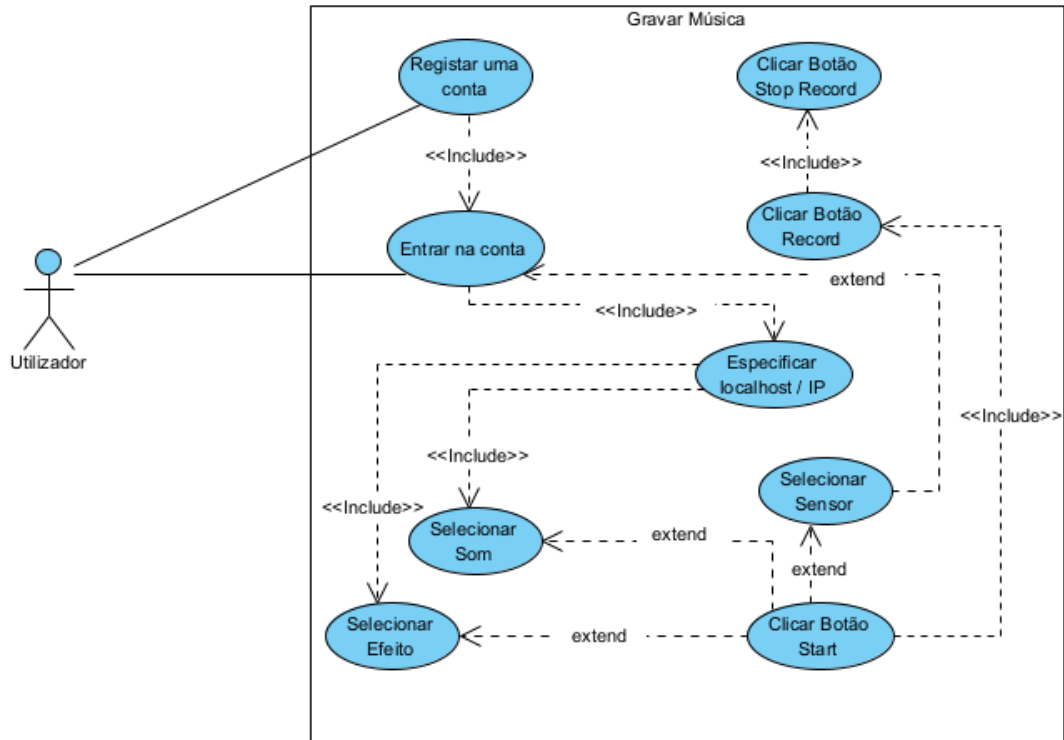


Figura 6 - Caso de Uso, Gravar Música

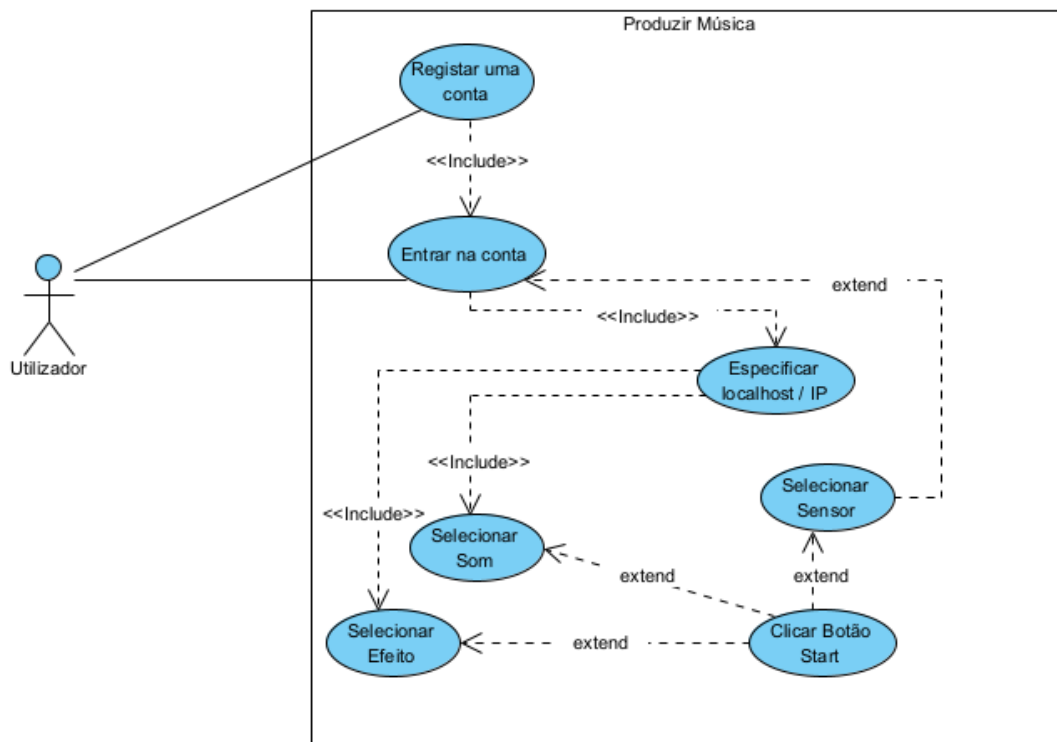


Figura 7 - Casos de Uso, Produzir Música

2.3 Diagramas de Atividades

Os diagramas de atividades, representados desde a Figura 8 à Figura 10, demonstram o fluxo das atividades e encontram-se relacionados com os casos de uso. Nestes diagramas podemos ver o utilizador, a aplicação e o servidor como atores.

Uma outra opção seria o Diagrama de Estados, uma representação do estado em que um objeto se encontra durante a execução de processos de um sistema, no entanto, optamos por aplicar os conhecimentos desenvolvidos na UC Análise e Conceção de Sistemas que aborda o Diagrama de Atividades.

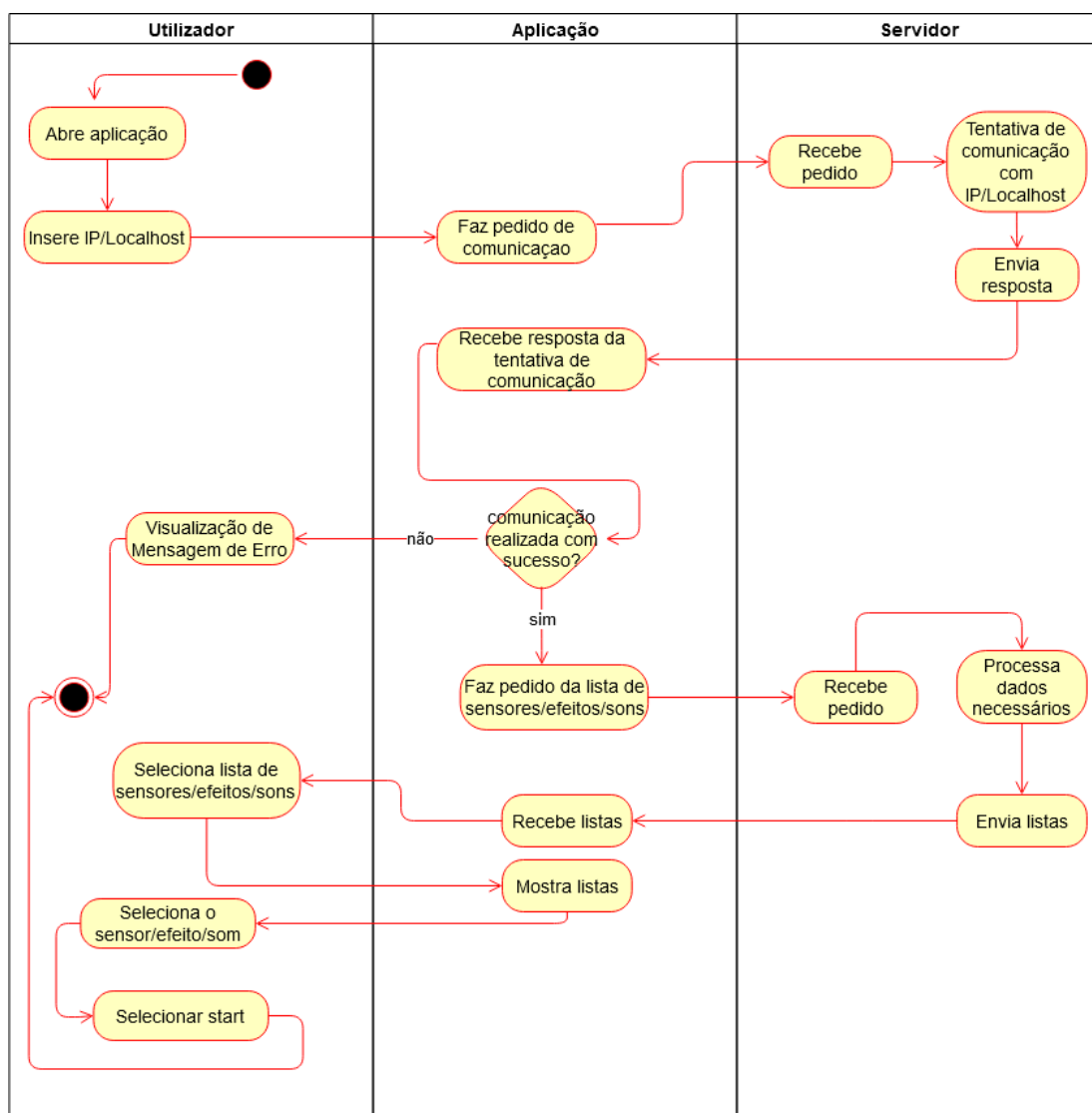


Figura 8 - Diagrama de Atividades, Produzir Música

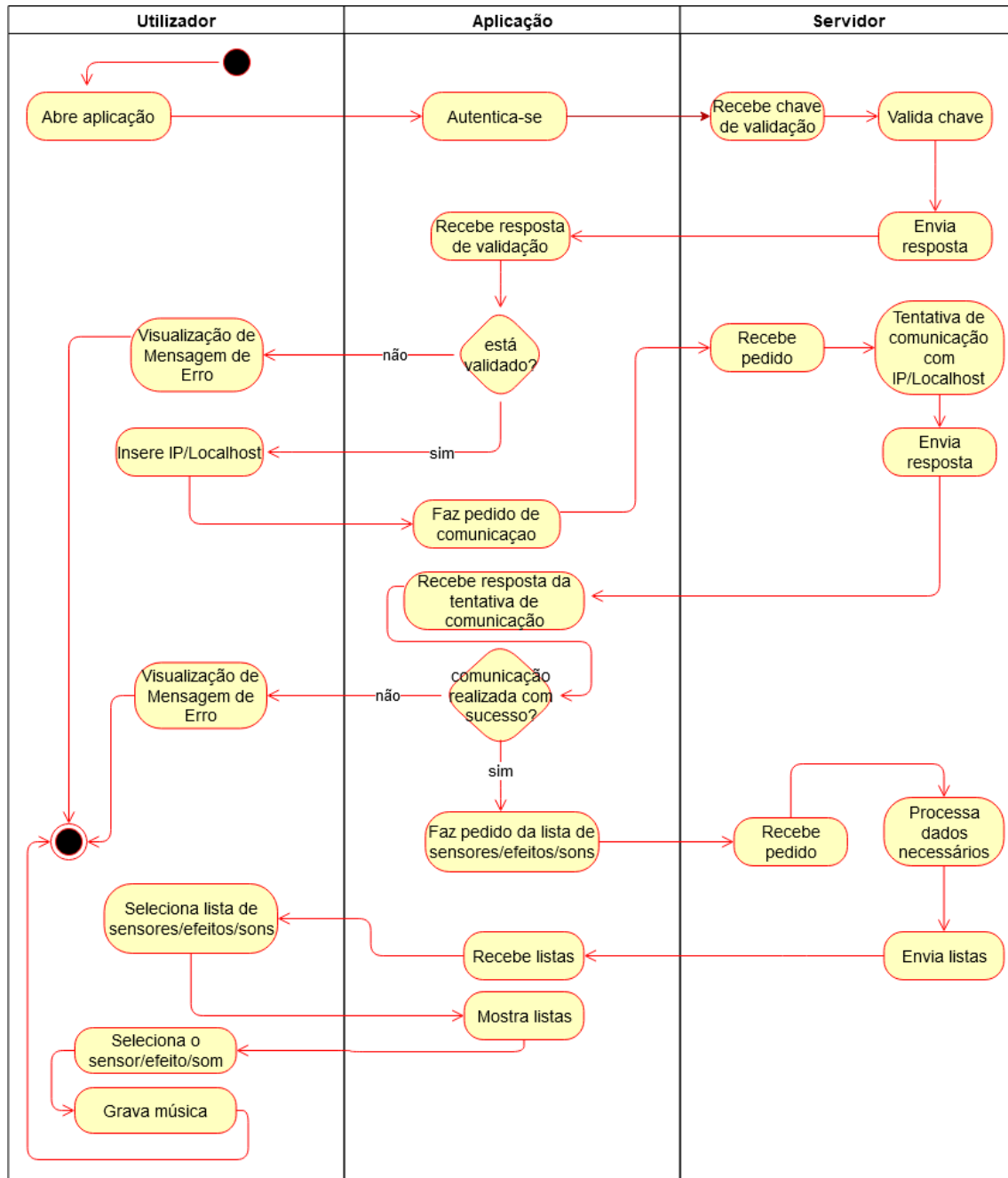


Figura 9 - Diagrama de Atividades, Gravar Música

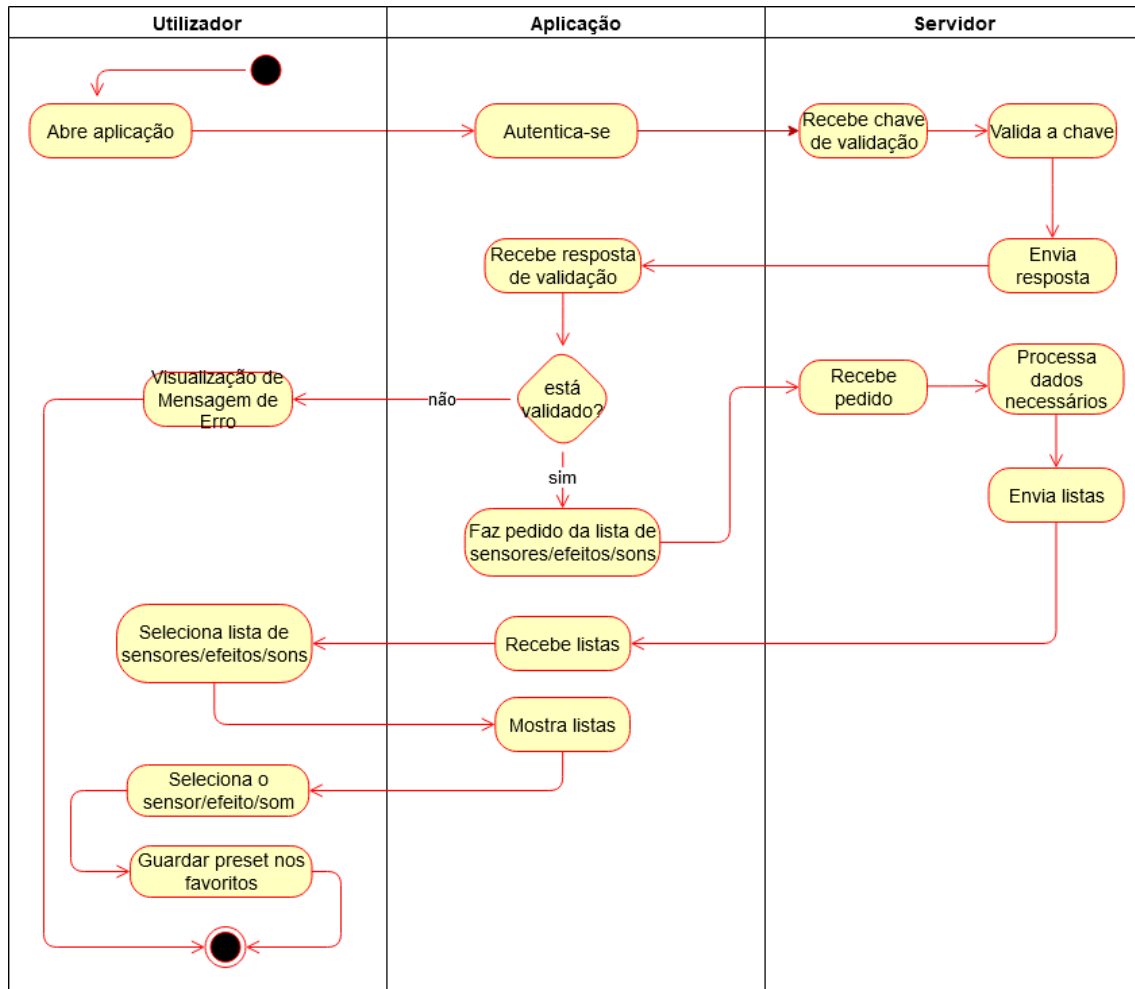


Figura 10 - Diagrama de Atividades, Guardar Preset

2.4 Storyboard

O *storyboard*, que se pode observar, atualizado, na Figura 18 na Secção Solução Desenvolvida é um conjunto de ilustrações que representam visualmente as funcionalidades/os requisitos do protótipo da aplicação. Está representado cada ecrã do protótipo e as suas ligações. O esboço pode ser encontrado no Anexo A.3 Rascunho – Storyboard.

3 Viabilidade e Pertinência

No Mestrado em Produção e Tecnologias do Som, o professor Jonas Runa, implementa um projeto que consiste na criação de uma Orquestra de Computadores. A ideia é integrar *Instrmusic* neste projeto, evidenciando a pertinência do mesmo.

Apresentamos o testemunho do Professor Jonas Runa:

“Enquanto docente da disciplina de Informática Musical, do Mestrado em Produção e Tecnologias do Som na ULHT, desenvolvo com os alunos uma orquestra de computadores com o intuito de explorar a arte e música em rede. Neste âmbito, considero que o projeto apresentado, onde o telemóvel (e seus sensores) é utilizado enquanto controlador de som, poderá dar um contributo interessante a futuras investigações, tanto artísticas como académicas.”

Foi realizado um questionário, disponível no Anexo A.1 Questionário – Telemóvel como Instrumento Musical, para o estudo da viabilidade do projeto. O questionário foi preenchido por 72 pessoas aleatórias.

3.1 Análise Do Inquérito

Após a análise, detalhada no Anexo A.2 Análise do Questionário, dos resultados obtidos do estudo feito é possível verificar que a maioria são pessoas que possuem um Android, costumam com frequência exprimir-se artisticamente de forma musical. São pessoas que possuem um forte interesse no conceito da aplicação apresentado, sendo que nunca utilizaram uma outra aplicação do género e que pretendem utilizar o telemóvel para gerar som em inúmeras e variadas situações. Concluindo, verificamos na opinião pública que o projeto é viável e pertinente no contexto atual podendo dar continuidade, não se esgotando enquanto projeto académico.

3.2 Testes de validação

Com a análise realizada nesta secção depois da realização dos testes de validação, é possível concluir que a proposta para este TFC é viável e pertinente num ambiente real, apresentando a aprovação e interesse de terceiros, através do testemunho do professor Jonas e das variadas respostas obtidas de uma amostra populacional variada, através do Guião de Testes e do Questionário.

Assim, a viabilidade inicial encontra-se atual e fundamentada através da realização de testes num contexto real com a participação de terceiros, cujo resultados se encontram na Secção 7.

Os testes ocorreram em grupos de 2 pessoas em 3 cenários diferentes, de forma a testar a funcionalidade de multiutilizador e a diversidade da utilização da aplicação:

- Alunos da disciplina de Informática de Som em contexto de sala de aula;
- Músicos profissionais em contexto de ensaio de banda;
- Trabalhadores comuns em contexto casual habitacional;

Com os resultados obtidos dos testes de validação conseguimos comprovar que a solução final produzida é pertinente em vários contextos reais, obtendo um feedback positivo relativamente ao conceito da aplicação e pedidos para expandir para iOS, uma funcionalidade que propomos como trabalho futuro na Secção 8.2 Trabalhos Futuros

4 Solução Desenvolvida

4.1 Arquitetura da Solução

A arquitetura(Figura 11) representa o funcionamento da solução do problema. A arquitetura é constituída por componentes e suas ligações. Estrutura-se da seguinte forma:

- **Aplicação Móvel** Android, *InstrMusic*, que utiliza os sensores integrados [Andr20] (acelerómetro, *touch*, magnetómetro, giroscópio). Cada sensor constantemente acusa um valor, que será interpretado pela Aplicação. InstrMusic recebe do *Desktop* a lista de sons/efeitos, e envia de volta o sensor/som/efeito que se pretende utilizar.
- **Aplicação Desktop**, que usa o IDE e a linguagem de programação *SuperCollider*, que recebe dados do telemóvel e tem acesso a uma BD de sons/efeitos. Funciona como equalizador, capaz de misturar o som escolhido com o efeito parametrizado pelo telemóvel e enviar um *streaming* do áudio para colunas. O sintetizador funciona também para produzir um único som recebendo inputs de vários telemóveis, aplicando o conceito de rede de telemóveis.
- **Website** disponível no servidor *Heroku* que funciona como meio para o utilizador fazer *download* do *SuperCollider*.

O *Open Sound Control*(OSC) [Open20] é um protocolo de comunicação entre dispositivos. O OSC faz a ponte entre os benefícios da tecnologia de rede mais avançada e o mundo da música, sendo utilizado para fazer processamento de sons em tempo real. A comunicação entre a aplicação *mobile*(cliente) e a aplicação *desktop*(servidor) é através de mensagens OSC.

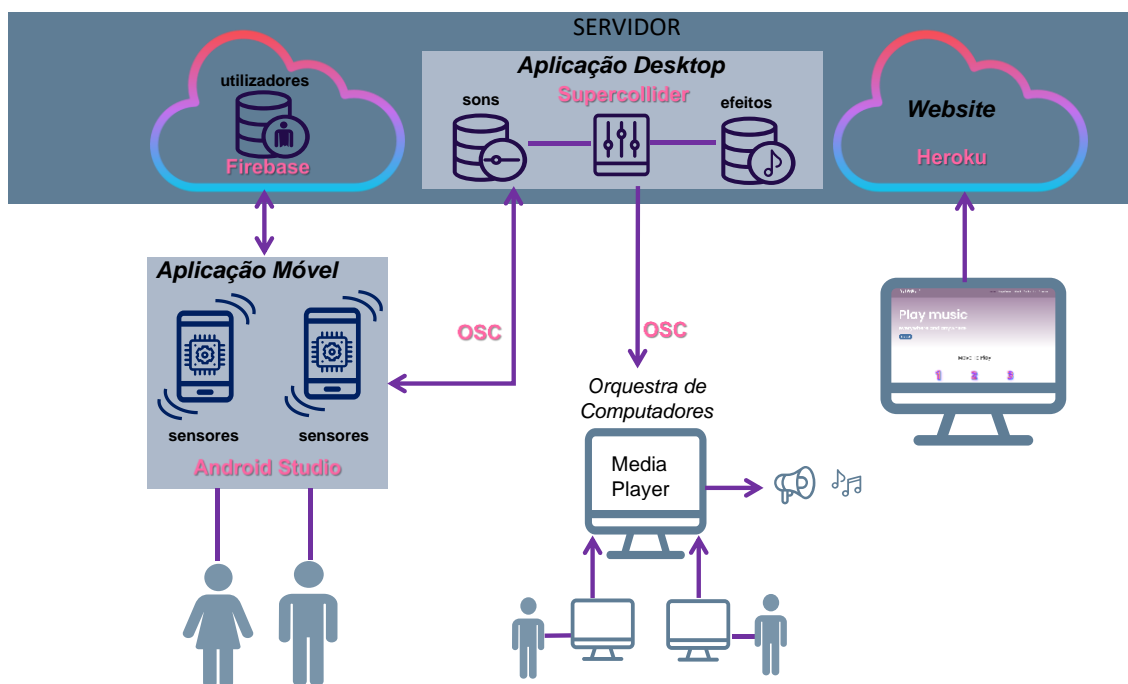


Figura 11 - Arquitetura da Solução

4.2 Base de Dados

Uma Base de Dados(BD) é informação estruturada e relacionada entre si que gere vários dados para facilitar a organização, manutenção e pesquisa de dados. Esta aplicação precisa de vários tipos de dados, estruturados na nesta secção a estrutura visual da solução desenvolvida.

Um diagrama entidade relacionamento (ER) é um fluxograma que ilustra como “entidades”, por exemplo objetos, se relacionam entre si dentro de um sistema e os seus atributos. A Figura 12 é a representação do *InstrMusic* num diagrama *ER*, e a relação entre as entidades: **Utilizador/Sensor/Efeito/Som/Gravação/Preset.**

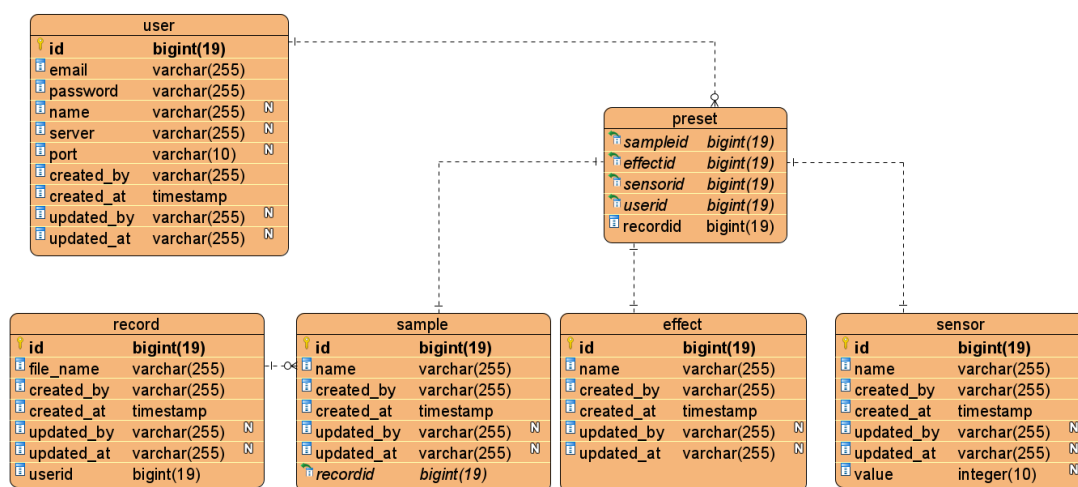


Figura 12 - Diagrama Entidade Relação

Um UML da Figura 13 apresenta ordenadamente a desenvolvimento de software do *InstrMusic*. De modo geral, descreve o limite, a estrutura e o comportamento do sistema e os objetos nele contidos.

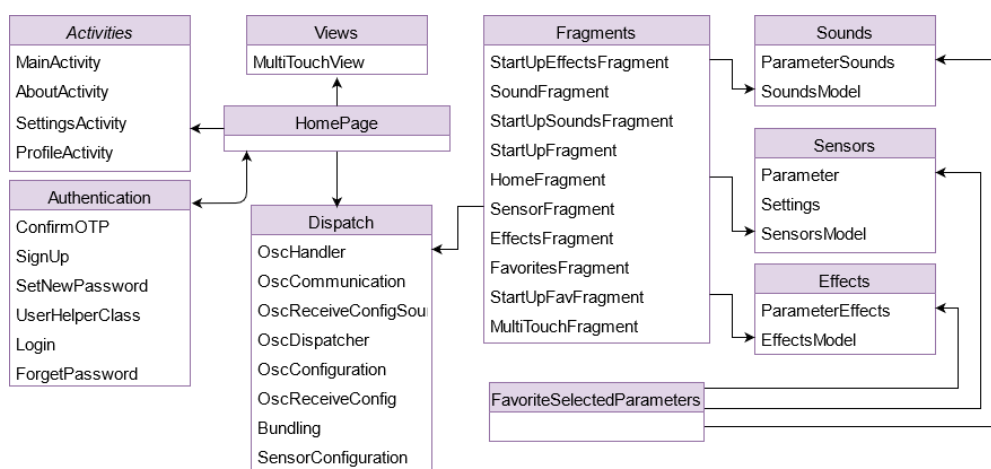


Figura 13 - UML

4.3 Website

Em colaboração com a disciplina de Programação Web, como observável na Arquitetura da Figura 11, foi desenvolvido um *website* informativo sobre o *InstrMusic* utilizando HTML5 e CSS3, que permite o utilizador descarregar o ficheiro SuperCollider e consultar instruções de utilização. Encontra-se disponível, em formato *desktop* e *mobile*, em instrmusic.herokuapp.com, utilizando o *Heroku* [Hero2021] como *host*.

A estrutura da página foi organizada através de elementos HTML5 e a utilização de Grid e Flexbox de forma a posicionar os elementos. O *website* visível na Figura 14 possui 7 páginas HTML: **Home Page, FAQ, Instructions, About Us, About Website, Contact Us, Download**.

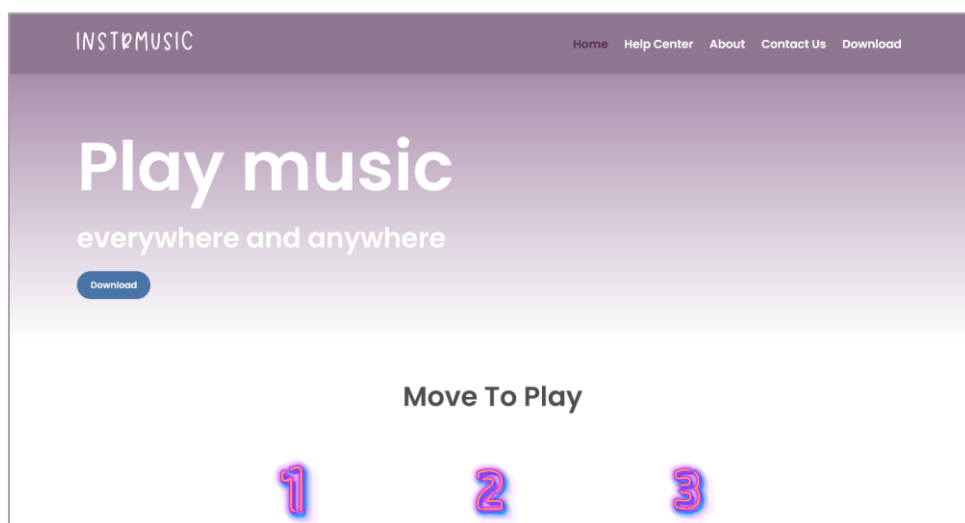


Figura 14 – Home Page do Website

4.4 Aplicação Desktop

A aplicação *desktop* funciona como equalizador para a síntese de áudio e composição algorítmica em tempo real, desenvolvido em *SuperCollider*, uma linguagem de programação diferente e lecionada em cursos de Música.

Apresenta dois componentes dissociados, o servidor e o *scsynth* (cliente), o primeiro responsável por comunicações de rede, interpretação de código, etc. o segundo por gerar sinal de áudio através de um complexo/sofisticado motor de síntese. Estes componentes comunicam usando OSC.

A aplicação *SuperCollider* começa por inicializar um servidor que permite transformar o código em som. Uma das funções que mais utilizámos no desenvolvimento, foi o **OSCdef**. Como já mencionado a comunicação entre as aplicações é feita através do protocolo de comunicação OSC, que é destinado para a comunicação de som entre dois dispositivos.

Ao definir uma função *OSCdef*, é definido um argumento que espoleta a função caso a mensagem *OSC* recebida do *InstrMusic* tiver o mesmo argumento.

```
OSCdef.new("\removeUser".catArgs(item.asString), {  
  msg[1].postln;  
  OSCdef(\sound ++ item.asSymbol).free;  
  OSCdef(\sensorAccelerometer ++ item.asSymbol).free;  
  ~listaUtilizadores.remove(item.asString);  
  group.free;  
}, "/exit".catArgs(item.asString));
```

Figura 15 - OSCdef

No excerto de código da Figura 15 observamos uma função *OSCdef* com o nome “\removeUser”, onde o argumento dessa mesma função é “/exit”. O objetivo é remover um utilizador da lista de utilizadores, quando do lado do *InstrMusic* o botão de *log out* é pressionado e enviado uma mensagem para o *SuperCollider* com o argumento “/exit”. O *SuperCollider* ao receber esta mensagem, vai procurar o argumento nos *OSCdef* e espoletar aquele com o argumento “/exit”.

Outro tipo de função importante para o desenvolvimento do projeto, foi o *SynthDef*. Tem o objetivo de criar os canais de áudio destinados a cada efeito, através de parâmetros exclusivos ao efeito, por exemplo, o *SynthDef* destinado ao efeito **Volume** tem um parâmetro ‘amp’, que controla o volume da música. Assim, é possível fazer a alteração do parâmetro em simultâneo com os valores dos sensores.

```
SynthDef.new(\volume, {  
  arg amp=1, buf = 0, rate = 1, spos=0, pan=1, out=0, trig = 0;  
  var sig;  
  sig = PlayBuf.ar(2, buf, BufRateScale.kr(buf)*rate, doneAction: 0, loop: 1, trigger: trig);  
  sig = Pan2.ar(sig, pan, amp.lag(0.1));  
  Out.ar(out, sig);  
}).add;
```

Figura 16 – SynthDef

Apresentamos de seguida um caso de uso para a função *SynthDef Volume*(Figura 16):

- A. O *InstrMusic* envia duas mensagens *OSC* que possuem o valor do efeito e sensor;
- B. Recebe a comunicação, identificando que o Volume como efeito e Acelerómetro como sensor;
- C. O *SuperCollider* entra no *OSCdef* destinado ao sensor Acelerómetro;
- D. Dentro do *OSCdef* é feita uma distinção entre os efeitos existentes e os parâmetros a serem alterados;
- E. É criado o *SynthDef Volume*;
- F. O parâmetro ‘amp’ é alterado consoante os valores do sensor.

Outro requisito em consideração foi o desenvolvimento do código para gravar a música criada e posteriormente utilizá-la como um novo som a manipular.

Um dos requisitos em consideração foi a funcionalidade de multiutilizadores, vários utilizadores ligados ao *SuperCollider*. Foi necessário fazer a distinção entre os mesmos para que um utilizador não estivesse a controlar o som de outro, através do *IP* do telemóvel que cria a ligação, enviado pelo *InstrMusic*. O *IP* é adicionado na lista de utilizadores que é iterada de forma a comunicar exclusivamente com o utilizador iterado.

Na aplicação o protocolo *OSC* é utilizado para enviar/receber mensagens. É feito a receção de mensagens para espoletar funções e consequentemente ativar o *SuperCollider*, e é feito o envio da BD de sons/efeitos disponíveis para o *InstrMusic*, como observável no excerto de código na Figura 17 e na arquitetura da Figura 11.

```
//Enviar mensagem OSC dos efeitos.
b = NetAddr.new(item.asString, 5679);
b.sendMsg('/effect', "Volume", "Delay", "Distortion", "Pitch", "Reverb", "Tremolo", "Rate");

//Enviar mensagem OSC dos sons.
lista = List[];
~myPath = PathName.new(~path.catArgs("/sons"));

~for = ~myPath.entries.collect{
  arg item1;
  if (item1.fileName.contains(item.asString), {
    lista = lista.add(item1.fileName.replace(".wav", "").replace(item.asString, ""));
  });
  lista = lista.add(item1.fileName.replace(".wav", ""));
};
a = NetAddr.new(item.asString, 5650);
a.sendMsg('/sound', lista.asString);
```

Figura 17 - Enviar mensagens OSC pelo SuperCollider

De momento a BD de sons é local, tendo sido implementado uma solução no código(Figura 17) que aceite a pasta de sons dinamicamente e dê liberdade ao utilizador de adicionar sons.

A lista de efeitos disponíveis para o utilizador encontra-se guardada no *SuperCollider* e são:

- | | |
|--|---|
| • Volume – Controlo do volume | • Reverb – Adicionar eco ao som |
| • Delay – Repetição do som | • Rate – Acelerar ou desacelerar a música |
| • Distortion – Distorcer o som | • Pitch – Alterar os agudos/graves de uma nota |
| • Tremolo – De forma rítmica subir e descer o volume (tremor) | |

A lista de sons disponíveis foi obtida no *MusicRadar*

[Musi2021] e produzidas pelo Guilherme Franco, consiste nos temas:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| • <i>Samples em Dó</i> | • <i>Hip-hop Samples</i> |
| • <i>Soul Samples</i> | • <i>Horror Theme Samples</i> |
| • <i>Funk Samples</i> | • <i>Jazz Keys Sample</i> |
| • <i>Instrumentos de percussão</i> | |

4.5 Aplicação Android

4.5.1 Front-End

O desenvolvimento *front-end* (*client-side*), engloba a configuração/design de tudo o que se vê na aplicação e foca-se na UI e UX e na a experiência agradável do utilizador. *InstrMusic* foi desenvolvido no *Android Studio* utilizando: **Java** - linguagem de programação para criar funcionalidades [o que acontece quando o utilizador clica num botão] - **XML** - linguagem de marcação para definir aspetos visuais/de design [o design do botão].

Para o *front-end* utilizámos classes com a extensão *AppCompatActivity* e *Fragment*, que permitiu apresentar informação relevante/preendida no ecrã do *user*, quando clica numa secção. Apresentamos na Figura 18 o *Storyboard* atualizado que representa a mudança entre Atividades/Fragmentos, quando é detetado um toque num componente *XML*.

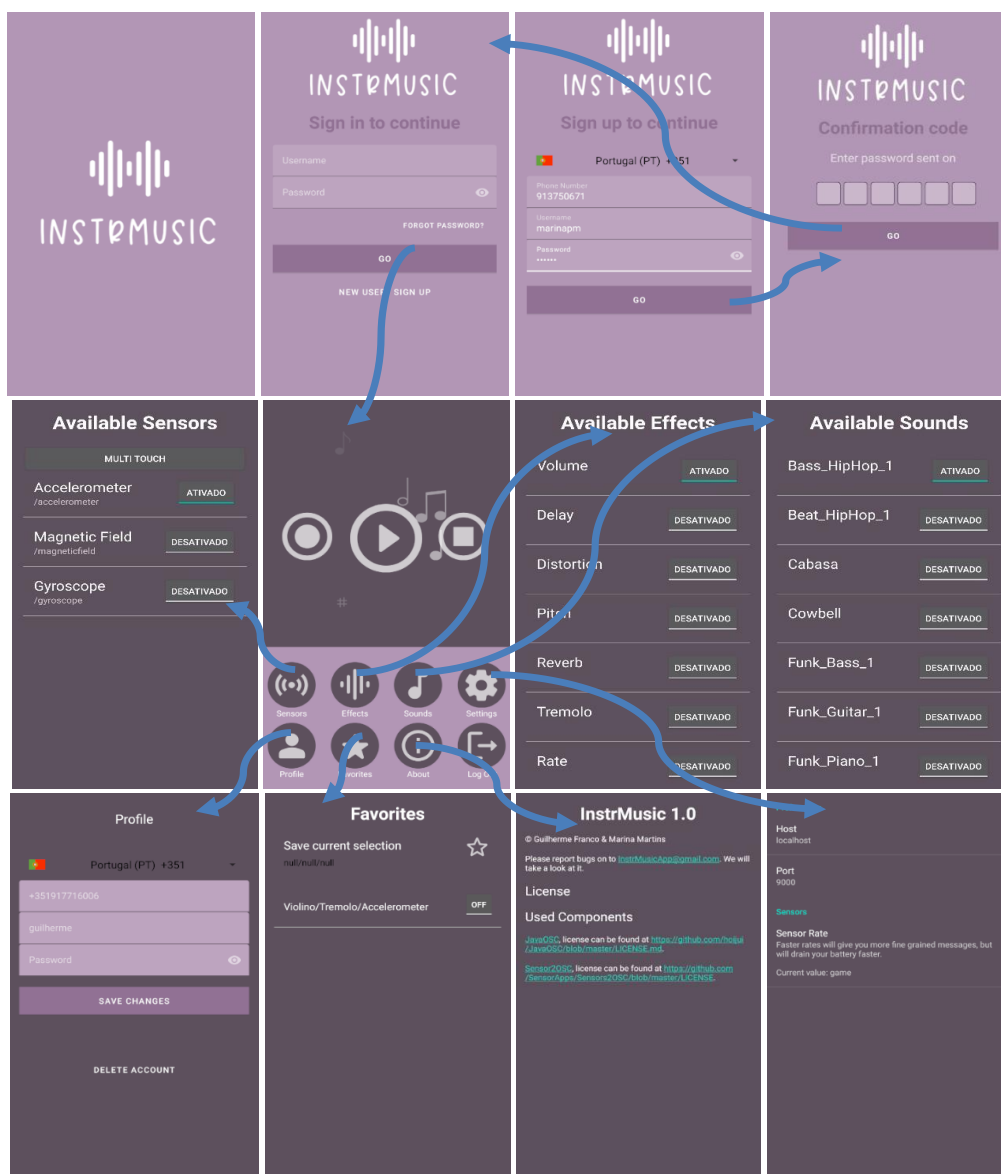


Figura 18 - Storyboard

4.5.2 Back-End

O *back-end*, foca-se no invisível ao utilizador, para garantir a implementação dos requisitos funcionais. É o que trabalha “atrás da cortina” para “alimentar” as funcionalidades com que os utilizadores interagem do lado do cliente.

O *InstrMusic* utiliza *OSC* como protocolo de comunicação para comunicar com o SuperCollider como observável na Figura 11. Para a comunicação implementámos duas bibliotecas (*JavaOSC* e o *Sensors2OSC*) *open-source*, disponibilizadas a alterações/divulgação.

JavaOSC [Java2021] é uma biblioteca escrita em *Java 8* que dá aos programas de linguagem *Java Virtual Machine* a capacidade de enviar/receber dados *OSC*. Das classes da biblioteca nomeamos *OSCPortIn* e *OSCPortOut*.

OSCPortIn serve para ouvir pacotes *OSC* localmente(Figura 19). O *InstrMusic* recebe em *back-end*, mensagens *OSC* com a BD de sons/efeitos para posteriormente em *front-end* apresentar ao utilizador as listas para que possa escolher o que pretende utilizar.

```
try {
    OSCPortIn testIn = new OSCPortIn(5679); //Abrir porta
    OSCListener listener = (time, message) -> {
        setMessage(message.getArguments().toString()); //Guardar valor da mensagem OSC
    };
    testIn.addListener( addressSelector: "/effect", listener); //
    testIn.startListening();
} catch (SocketException e) {
    e.printStackTrace();
}
```

Figura 19 - OSCPortIn

OSCPortOut serve para enviar pacotes *OSC* para um endereço/porta. Apresentamos as mensagens que o *InstrMusic* envia para o SuperCollider que se encontra constantemente à escuta:

- A. Uma mensagem “GO” para desencadear o *SuperCollider*;
- B. Os valores do sensor;
- C. O efeito/som escolhido;
- D. O IP do utilizador;
- E. Uma mensagem “EXIT” que remove o utilizador da lista de utilizadores no *SuperCollider*

```
//definir mensagem OSC a enviar
//nome do sensor + IP do tlm + valores do sensor
OSCMessage oscMessage = new OSCMessage( address: "/" + oscParameter + IP, changes);
try {
    // envia mensagem para a porta e IP disponível na função getOscPort()
    configuration.getOscPort().send(oscMessage);
} catch (IOException e) {
    e.printStackTrace();
}
```

Figura 20 - OSCPortOut

Sensor2OSC

[Sens2021] é uma biblioteca disponível para enviar dados dos sensores do *android*, via OSC, localmente. Os sensores suportados pelo telemóvel do utilizador são identificados através de classes fornecidas pela documentação *Android*, utilizando o ***android.hardware.Sensor*** e o ***android.hardware.SensorManager***.

```
// adicionar sensores suportados
List<Integer> addedSensors = new ArrayList<>();
for (Sensor sensor : sensorManager.getSensorList(Sensor.TYPE_ALL)) {
    int sensorType = sensor.getType();
    if (addedSensors.contains(sensorType)) {
        continue;
    }
    addedSensors.add(sensorType);
    parameters.add(new com.example.instrmusic3.sensors.Parameters(sensor, applicationContext));
}
```

Figura 21 - Adicionar sensores suportados

Após a captura dos sensores suportados(Figura 21), trabalhamos exclusivamente em *back-end* com os seguintes:

- **Acelerómetro:** Mede a aceleração/vibração/inclinação sobre os objetos em relação à gravidade, num plano 3D.
- **Magnetómetro:** Utilizado para medir a intensidade/direção/sentido de campos magnéticos.
- **Touch:** Sensor eletrónico utilizado para detetar e registar toque/pressão física.
- **Giroscópio:** Fornece detalhes sobre as direções/rotação como cima/baixo e direita/esquerda, exemplo, a inclinação do telemóvel.

Para a leitura dos valores dos sensores foi importado uma classe do *Sensors2OSC.org.sensors2.common.dispatch.Measurement* observável na Figura 22.

```

@Override
public void dispatch(Measurement sensorData) {
    // iterar os sensores disponíveis
    for (SensorConfiguration sensorConfiguration : this.sensorConfigurations) {
        if (sensorConfiguration.getSensorType() == sensorData.getSensorType()) {
            if (sensorData.getValues() != null) { //receber valores do sensor
                trySend(sensorConfiguration, sensorData.getValues()); //enviar nome e valor do sensor
            } else {
                trySend(sensorConfiguration, sensorData.getStringValue());
            }
        }
    }
}

```

Figura 22 - Captar valores dos sensores

Para o utilizador usufruir da aplicação e criar som é necessário registar-se com um número de telemóvel. Optamos pelo serviço **Firestore** como servidor *cloud* para guardar os dados de utilizador, como o *username*, palavra-passe e número.

Nesta BD observável na Figura 23, guardamos os *presets* que o utilizador guardou e o número de gravações que já realizou. As informações relevantes para utilizar a aplicação encontram-se na *Firestore* visível na seguinte estrutura:

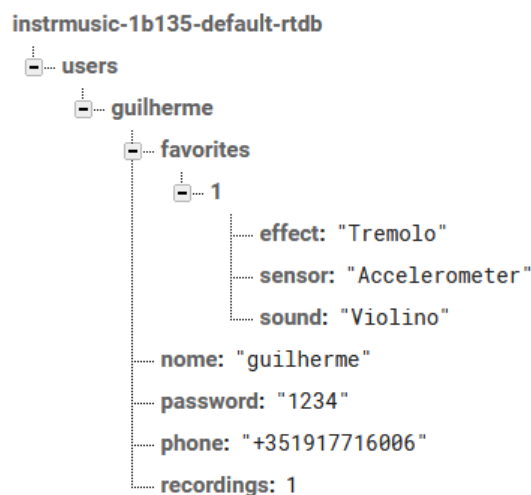


Figura 23 - Estrutura Real Time DataBase – Firestore

4.6 Melhorias implementadas

Tendo em conta os testes realizados e os resultados esperados/obtidos descritos na Secção 7, implementámos melhorias no código para solucionar defeitos nos requisitos R1/R2/R4/R7, relativamente à gravação de som (Teste 9) e à página de definições (Teste 3).

Para resolver o Teste 9, cujo problema provinha de um erro de fragmentos, em que a lista de sons e cada fragmento correspondente não eram atualizadas durante a interação, a solução passou por implementar um algoritmo que aquando a paragem da gravação, o

InstrMusic remove o ecrã dos sons do *stack* de fragmentos e atualiza com a nova lista recebida pelo *SuperCollider*. O Teste 3 teve um resultado obtido inesperado devido a código defeituoso, que rapidamente foi identificado e eliminado.

Do Questionário de Satisfação resultou também umas melhorias na UI. Uma das melhorias foi aos ícones do *chatroom*, que foram corrigidos para serem dinâmicos e adaptarem-se ao ecrã. Foi também implementado um algoritmo que sempre que o utilizador cria uma nova conta é lhe sugerido uma combinação de som/sensor/efeito no ecrã de Favoritos para facilitar o utilizador e a sua experiência com o conceito.

5 Benchmarking

Os sensores num *smartphone* são aproveitados por várias aplicações, de forma a que o utilizador tenha a melhor experiência possível. O projeto focando-se no estudo dos sensores e música foi feito um estudo do mercado, identificando 3 tipos de aplicações:

1. Instrumento Musical
2. Objetos Musicais Sensoriais
3. Controladores *OSC*

O estudo realizado da análise da concorrência encontra-se em anexo na Secção A.4 Benchmarking, com as atualizações apropriadas ao relatório final. Na secção 5.1 é observável, através de um mapa e tabela, o estudo feito da concorrência e o posicionamento da marca.

5.1 Posicionamento da Marca

O posicionamento de mercado é um conceito de marketing que se refere à posição estratégica que o InstrMusic, ocupa na mente do consumidor. Estudámos o mercado-alvo e a concorrência de forma a contruir um mapa de posicionamento, um gráfico de quadrantes (Figura 24), para visualmente diferenciar se da concorrência e alcançar a liderança. Tivemos em conta dois diferenciais o uso de sensores e o controlo de sons/efeitos.

Durante a realização dos testes, foi realizada uma comparação com a concorrência, num cenário de uso simultâneo entre o InstrMusic e a aplicação MRMR OSC. O *feedback* obtido permitiu fundamentar o mapa de posicionamento, onde se comprovou a falta de opções de sensores na concorrência e, apesar das grandes possibilidades de controlo do som/efeitos, implicou mais passos do lado do utilizador para trabalhar com a aplicação MRMR o que a torna em desvantagem também na UX.

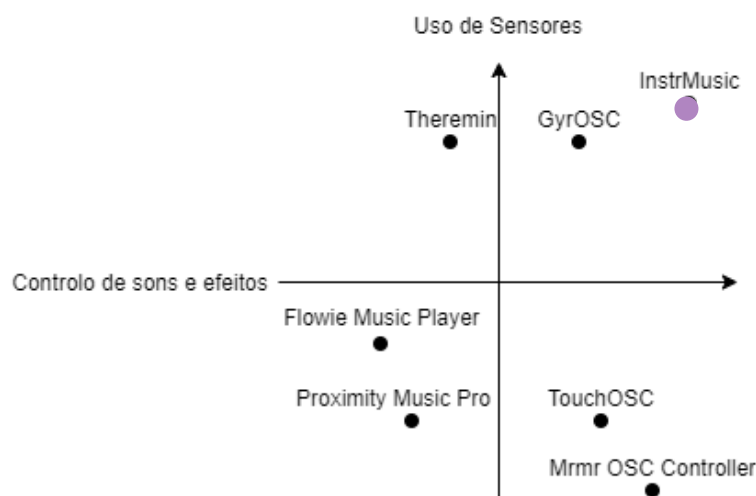


Figura 24 - Mapa do Posicionamento

Podemos analisar no mapa o posicionamento, nos eixos X e Y, das marcas concorrentes e a nossa marca *InstrMusic*. Visualizamos a posição vantajosa da app que se encontra num nível elevado no eixo “Uso de Sensores” e no eixo “Controlo de sons e efeitos”. Na Figura 25 podemos observar uma tabela de comparação.



Figura 25 – Tabela comparativa

5.2 Ambiente de Desenvolvimento Integrado

5.2.1 Xamarin e Android Studio

Xamarin é uma plataforma *open-source* para criar aplicações móveis, desenvolvido através de *APIs* nativas de cada plataforma como iOS e Android. Apesar de uma boa opção para expandir as aplicações para dois SO, encontramos alguns contratempos apresentados no Anexo A.4.3 Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), tomando a decisão de desenvolver o *InstrMusic* no *Android Studio*.

6 Método e planeamento

Neste projeto o modelo de desenvolvimento que optámos para trabalhar no Trabalho Final de Curso foi o Modelo Incremental, faseando o desenvolvimento do projeto e assim obter feedback em cada entrega. Em cada fase foi realizado um conjunto de tarefas e *milestones* para a concretização do projeto final, sendo este o relatório final de 4 fases.

Foram realizadas reuniões semanais via ZOOM, com a participação dos orientadores Lúcio Studer e Jonas Runa. Foi planeado que em cada reunião seria feito o levantamento das Tarefas Concluídas/Dificuldades/Questões/Pontos de Ação, infelizmente acabou por não se manter não tendo sido um impasse para o cumprimento da calendarização.

Apresentamos as tarefas que planeámos realizar ao longo do desenvolvimento do projeto, que têm por base os pontos necessários a realizar para conseguir alcançar o que foi pedido em cada relatório. Apresentamos também as datas definidas pelo Conselho Académico para as entregas limite.

- Tarefas
 - T1–Estudo do problema e análise dos requisitos
 - T2–Estudo das ferramentas/tecnologias de desenvolvimento adotadas
 - T3–Protótipo funcional da solução
 - T4–Validação de arquitetura proposta
 - T5–Test case para validação da solução
 - T6–Desenvolvimento do código
 - T7–Testes e avaliação
 - T8–Escrita do relatório
 - T9–Desenvolvimento da solução proposta
 - T10–Estudo da concorrência
 - T11–Descrição dos métodos e planeamento
 - T12–Demonstração de Resultados
 - T13–Desenvolvimento da viabilidade e pertinência
 - T14–Proposta de *roadmap* para *deployment* em ambiente de testes/produção
- Entregáveis
 - R1–Relatório intercalar de 1.º Semestre
 - R2–Relatório intermedio
 - R3–Relatório intercalar de 2º Semestre
 - R4–Relatório final

Podemos observar na

Tabela 3, o espaço temporal em que cada tarefa foi realizada, tendo em conta as datas de entrega dos relatórios.

Tabela 3 – Cronograma

	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
T1	R1	R2				R3		
	R1					R3		R4
T2	R1							
	R1							
T3						R3		
						R3		
T4						R3		
T5						R3		
T6						R3		R4
								R4
T7								R4
T8			R2			R3		R4
T9			R2			R3		R4
T10			R2			R3		R4
T11								R4
T12								R4
T13			R2			R3		R4
T14						R3		R4

Legenda:

- **Cor azul** – Calendarização da tarefa propostas
- **Cor amarelo** – Calendarização da tarefa alterado/realizada

O processo de concretização da calendarização proposta inicialmente correu como pretendido, à exceção de 4 tarefas:

- O *desenvolvimento de código*(T6) e o *protótipo funcional*(T3), que foi concluído antecipadamente, sendo que nos permitiu um foco atempadamente na realização dos testes e avaliação do protótipo e então implementar melhorias sem atrasos.
- A conclusão rápida do código/funcionalidades propostas inicialmente permitiu definir novos requisitos, alterando ligeiramente a calendarização, atualizando em Junho ainda os requisitos, sendo que era suposto fechar em Abril(T1). Foi possível implementar o Chat(R5), mas infelizmente, o Youtube Stream(R9) não foi concretizado, deixando como uma funcionalidade futura proposta na secção 8.2.
- O *estudo das ferramentas/tecnologias de desenvolvimento*(T2) adotadas terminou em Fevereiro, não atingindo o planeado, pois na 2ª entrega foi-nos proposto pelo professor Rui Ribeiro a utilização do *Xamarin* e acabámos por estudar a tecnologia.

7 Resultados

Alinhada com os Capítulos 2/3/4, esta secção inclui resultados e validações da implementação das funcionalidades, especificadas nos diagramas de atividade da Secção 2.3, resultados obtidos da realização dos testes de usabilidade.

O objetivo dos testes foi avaliar/medir o nível de satisfação do utilizador a interagir com a aplicação através de métodos que incluem a análise a nível da eficácia/eficiência. A usabilidade envolve navegação, flexibilidade, feedback e consistência. Um outro objetivo é avaliar e aplicar melhorias identificando problemas de funcionalidade com base no feedback dos participantes.

Nos testes estiveram envolvidos 6 participantes, entre os 20-52 anos. 50% da amostra foi feminina e os outros 50% masculina. Alguns dos participantes eram estudantes universitários e outros trabalhadores. As nacionalidades contámos com Portugueses, Franceses e Brasileiros.

O material utilizado passou pelo:

- **A.5 Guião de Testes** – Um guião com diretrizes para ajudar o utilizador a prever as situações durante o teste.
- **A.6 Questionário de Satisfação** (adaptação - Computer System Usability Questionnaire, Lewis, 1995) – Este questionário procura medir o grau de satisfação na interação com a aplicação para melhorar o design de interação.
- *Dispositivos Eletrónicos* – Um computador com o *SuperCollider* e 2 telemóveis android com o *InstrMusic*.






















Apresentamos os resultados do Guião de Testes e do Questionário. Depois de analisarmos os Guiões de Testes concluímos que todos obtiveram o mesmo resultado, representando na Tabela 4 os testes realizados para todos os requisitos funcionais e os resultados obtidos.










Da análise da tabela concluímos que todos os testes tiveram um resultado obtido igual ao resultado esperado, exceto o teste 3 e 9.

- O teste 3 consistiu na definição do localhost/IP e ficar guardado, um objetivo alcançado, no entanto ao sair do ecrã '*Settings*' a aplicação falhava.
- O teste 9 consistiu na gravação de um som e de seguida observar essa gravação na lista de sons, no entanto o *output* não foi o esperado e a gravação não se encontrava disponível.

Assim, na validação dos requisitos funcionais foram detetados erros nos requisitos R1/R2/R4/R7 em alguns pontos de ação. Esses erros encontram-se na *Secção 4.6 - Melhorias implementadas* descritos a nível do código e as soluções implementadas.

Tabela 4 - Resultados dos Testes de Funcionalidade

ID	TÍTULO_TESTE	DESCRIÇÃO	USER_1	USER_2	REQUISITOS	RESULTADO ESPERADO	RESULTADO OBTIDO
1	Registo	Criar conta com credenciais pessoais			R1-R9	Credenciais utilizador_1 e utilizador_2 na Firebase	
2	Login	Entrar na conta com as credenciais pessoais			R1-R9	Ecrã <i>Home Page</i> visível	
3	Definir <i>localhost</i>	Entrar nas “Definições” e alterar o <i>localhost</i>			R1,R2,R4,R7	Localhost definido na app no telemóvel do utilizador se sair/entrar	crash da app ao sair 
4	Sign Out	Sair da conta na app			R1-R9	Ecrã <i>Log In</i> visível	
5	Redefinir password	Redefinir uma nova password na secção “Forgot Password”	Redefinir password para “12345” 		R6	Password do utilizador_1 na Firebase é “12345”	
6	Redefinir nome	Redefinir um novo nome na secção “Perfil”		Redefinir nome para “Utilizador_2” 	R3	Nome do utilizador_2 na Firebase é “Utilizador_2”	
7	Tocar som	Selecionar sensor, efeito e som	Selecionar acelerómetro, volume, bass_hiphop_1 	Selecionar touch, tremolo, beat_hiphop_1 	R1, R2, R9,	Som do utilizador_1 com alterações no volume; Som do utilizador_2 com cortes	

8	Pausar som	Selecionar sensor, efeito e som e pausar	Pausar som 		R1, R9	Som do utilizador_1 para e do utilizador_2 continua	
9	Gravar som	Selecionar sensor, efeito e som, tocar e gravar			R2	Gravação fica disponível na lista de sons de cada <i>user</i>	Gravação indisponível 
10	Guardar favorito	Selecionar sensor, efeito e som e guardar			R4	Favorito fica disponível na lista de favoritos de cada <i>user</i>	

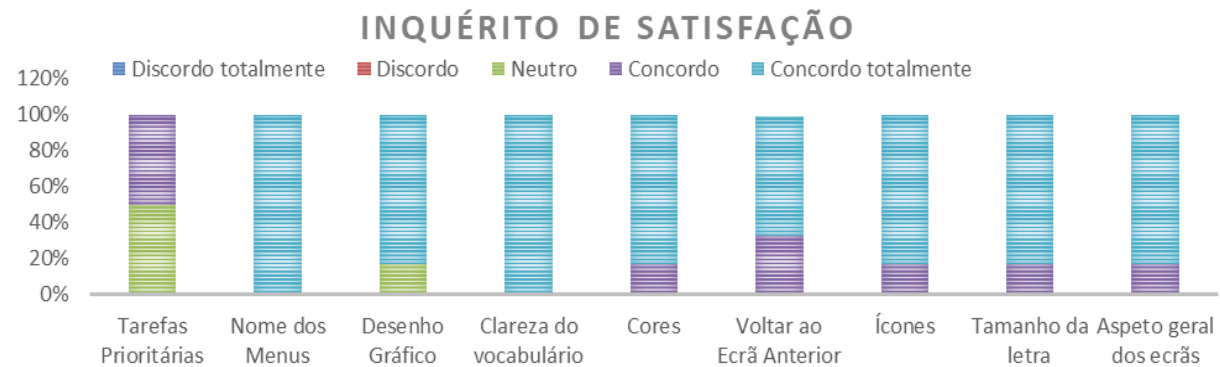


Figura 26 - Resultados do Inquérito de Satisfação

Os resultados do inquérito de satisfação realizado à amostra podem ser observados no gráfico da Figura 26. Analisando a moda do nível de satisfação para cada aspeto da aplicação podemos concluir que no geral:

- As **tarefas prioritárias a realizar** obtiveram uma avaliação de 50/50 entre **satisfação** e **neutro**;
- O utilizador encontrou-se **muito satisfeito** em relação ao **desenho gráfico e aspeto geral dos ecrãs, cores, clareza do vocabulário, nome dos menus, ícones, letra**.

O inquérito inclui ainda uma secção aberta de comentários negativos e positivos que apresentamos de seguida nas Figura 27 e Figura 28 em formato *wordcloud*.



Figura 27 - Aspetos Negativos

Dentro dos pontos negativos mencionados temos:

- Em grande percentagem os **ícones** do *chatroom* que se encontravam com um defeito e o tamanho não era proporcional ao ecrã;
- Um dos erros encontrados no Guião de Testes relativamente ao **crash** na página '**Definições**';
- A **cor** da UI, sugerindo uma cor infelizmente fora da paleta de cores;
- O conceito da página '**Favoritos**' que consideraram confuso e sugeriram que implementássemos um *preset* como exemplo, alterações essas que estão descritas na Secção Melhorias implementadas.



Figura 28 - Aspetos Positivos

Nos aspetos positivos foi mencionado:

- Em grande maioria a **originalidade do conceito**;
- A **palette de cores** e a **UI**;
- A funcionalidade de **gravar o som** criado e posteriormente utilizá-lo;
- A funcionalidade de **controlar a escala** de um som foi bem apreciado.

8 Conclusão e trabalhos futuros

8.1 Conclusão

No início do projeto, houve pontos que nos motivaram à realização, tal como o conceito musical, o desafio de aprender novas tecnologias e aprofundar aquelas já conhecidas. Dessas novas tecnologias referimos a linguagem de programação/IDE *SuperCollider*, o IDE *Android Studio*, a linguagem de marcação *XML*, o *Java* direcionado para o desenvolvimento de aplicações móveis e o protocolo de comunicação *OSC*.

Para o desenvolvimento deste projeto foram introduzidos conceitos das Unidades Curriculares:

- **Redes de Computadores** foi utilizado como base para ao longo do projeto aprofundar o nosso conhecimento de protocolos de comunicação.
- **Linguagens de Programação 2** serviu como introdução ao *Java*, uma linguagem que foi aprofundada ao longo do TFC.
- **Engenharia de Software e Análise e Conceção de Sistemas**, disciplinas úteis para definir o planeamento e os requisitos da aplicação.
- **Interação Humano-Máquina**, útil para a realização dos testes de usabilidade e retirar conclusões deles.
- **Programação Web** foi útil para desenvolver o *website*, aplicando conhecimentos desenvolvimento de *website front-end* e *back-end*.

O trabalho foi elaborado para ser executado localmente com grande foco no desenvolvimento do *Back-End*.

8.2 Trabalhos Futuros

Relativamente a trabalhos futuros, como qualquer projeto, existe sempre melhorias/funcionalidades a implementar. Começando pelas melhorias:

- **Front-End** – Neste projeto o foco atualmente foi muito direcionado a *Back-End*, no entanto, focar-se no *Front-End*, nomeadamente *UX* e *UI* são pontos a ter em conta no futuro.
- **Expandir opções de sensores** – Evoluir a utilização de sensores, aproveitando os mais de 10 sensores que um *Android* possui.
- **Desenvolver mais efeitos** – Além dos efeitos já existentes, é interessante explorar/criar novos efeitos para além dos tradicionais.

- **Multi-sons** – Estender o controlo dos sons tornando possível utilizar vários sons ao mesmo tempo, tornando a experiência do utilizador mais interessante e elevando a aplicação.
- **Editar favoritos/gravações** – Desenvolver mais o controlo que o utilizador tem sobre os favoritos/gravações tal como eliminar e definir/alterar nome.

Relativamente a funcionalidades a implementar:

- **Aplicação Web** – Atualmente o uso de Cloud domina cada vez mais o mercado, sendo que muitas empresas optam por o serviço descartando a ideia de servidor local. Uma funcionalidade interessante é executar a aplicação *Desktop* num *host* como por exemplo *AWS*, eliminando a necessidade de o utilizador correr o *SuperCollider* localmente.
- **Youtube Stream** – Aplicando a funcionalidade da *Cloud*, o som teria que ser reproduzido numa plataforma que o utilizador tivesse acesso, como o Youtube. Ao criar o som não iria sair pelo *IDE* mas sim pelo Youtube, fosse através do link do *Stream* num dispositivo ou implementado mesmo no *InstrMusic* uma secção para assistir a live *Stream*.
- **Pesquisa por som/efeito** – Aplicar o poder esta funcionalidade, tornando a seleção de um som/efeito mais fácil/intuitivo.
- **Sistema Operativo iOS** – Como mencionado na secção de Benchmarking atualmente optamos por desenvolver o *InstrMusic* para Android, sendo que seria uma *game changer* expandir para *iOS*.

Bibliografia

- [Aero21] Aeroband, <https://aeroband.net/>, Jan. 2021
- [Andr20] *Android*, <https://source.android.com/devices/sensors/sensor-types>, Nov. 2020
- [BBC20] *BBC*, <https://www.bbc.com/news/health-12135590>, Nov. 2020
- [Flow20] *Flowie Music Player*, https://play.google.com/store/apps/details?id=com.flowiemusic.tiles.mp3.player.magictiles&hl=en_US&gl=US, Nov. 2020
- [GoSo20] *GoSocial*, <https://www.gosocial.co/read-get-goosebumps-listening-music/>, Nov. 2020
- [Grip21] GripBeats, <https://www.indiegogo.com/projects/gripbeats-turn-your-hands-into-a-music-instrument#/>, Jan. 2021
- [Gyro20] *Gyrosc*, <https://apps.apple.com/us/app/gyrosc/>, Nov. 2020
- [Hero2021] Heroku, <https://www.heroku.com/>, Abril, 2021
- [Hexl20] *Hexler*, <https://hexler.net/products/touchosc>, Nov. 2020
- [Java2021] *JavaOSC*, <https://www.illposed.com/software/javaosc.html>, Abril, 2021
- [Jona20] Jonas Runa, <http://www.jonasruna.com/synchronicity/?lang=pt>, Nov. 2020
- [Like21] *Likert, Rensis* (1932), «A Technique for the Measurement of Attitudes», *Archives of Psychology*, **140**: 1-55, Jan. 2021
- [Micr2021] Microsoft, <https://docs.microsoft.com/en-us/answers/questions/220487/xamarinforms-will-soon-cease-to-exist.html>, Abril, 2021
- [Musi21] Music Fingers, <https://www.kickstarter.com/projects/music-fingers/music-fingers-play-music-tapping-along?ref=discovery&term=music%20instrument>, Jan. 2021
- [Musi2021] *MusicRadar*, <https://www.musicradar.com/news/tech/free-music-samples-royalty-free-loops-hits-and-multis-to-download> Abril, 2021

- [Mrmr20] *Mrmr OSC Controller*, <https://apps.apple.com/us/app/mrmr-osc-controller/>, Nov. 2020
- [Open20] *Open Sound Control*, <http://opensoundcontrol.org>, Nov. 2020
- [Prox20] *Proximity Music Pro*, https://play.google.com/store/apps/details?id=proxi.androidbook.sensor.proximity&hl=en_US&gl=US, Nov. 2020
- [Sens2021] *Sensor2OSC*, <https://sensors2.org/osc/>, Abril, 2021
- [Ther20] *Theremin*, <https://apps.apple.com/us/app/theremin-motion-sensors-and-touch-screen>, Nov. 2020
- [Wiki20] Wikipédia, https://en.wikipedia.org/wiki/Usage_share_of_operating_systems, Nov. 2020

Anexos

A.1 Questionário – Telemóvel como Instrumento Musical

Telemóvel como Instrumento Musical

Este formulário foi realizado por alunos do 3º ano do Departamento de Informática, Licenciatura em Informática de Gestão da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no âmbito da unidade curricular do Trabalho Final de Curso, em parceria com o Departamento de Cinema e Artes dos Media. O formulário é apresentado com o intuito de realizar um breve estudo de mercado sobre o projeto final de curso. Apresentamos o conceito do projeto que consiste numa aplicação móvel que utiliza sensores (p.e. movimento) para fazer alterações a um som com um enfeito predefinido (p.e. controlar os graves). O questionário que se segue será totalmente anónimo e confidencial e as respostas serão apenas utilizadas para fins académicos. As questões apresentadas não têm respostas corretas ou incorretas, pretendem apenas recolher informações individuais

Possui um Smartphone Android? *

☐ Sim

☐ Não

Costuma exprimir-se artisticamente? *

1 2 3 4 5

Pouco frequentemente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito frequentemente

Se respondeu que costuma na questão anterior, de que forma?

Texto de resposta curta

.....

Acha interessante utilizar o telemóvel como forma de expressão artística? *

1 2 3 4 5

Nada interessante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito interessante

Acha interessante controlar efeitos em sons para gerar música movimentando um telemóvel? *

1 2 3 4 5

Nada interessante ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito interessante

Utilizaria a aplicação numa rede de telemóveis? *

☐ Sim

☐ Não

Já utilizou alguma aplicação móvel com o mesmo conceito? *

☐ Sim

☐ Não

Se respondeu sim na questão anterior, qual utilizou?

Texto de resposta curta

Em que contexto utilizaria a aplicação para gerar música?

Texto de resposta curta

Comentários

Texto de resposta longa

Figura 29 - Questionário InstrMusic

A.2 Análise do Questionário

Foi utilizado uma escala *Likert*[Like21] de 5 níveis em que 1=Pouco frequentemente e 5=Muito frequentemente, como é o caso da Figura 31. No caso da Figura 33 e Figura 34 os 5 níveis têm uma interpretação diferente em que 1=Nada interessante e 5=Muito interessante.

Possui um Smartphone Android?

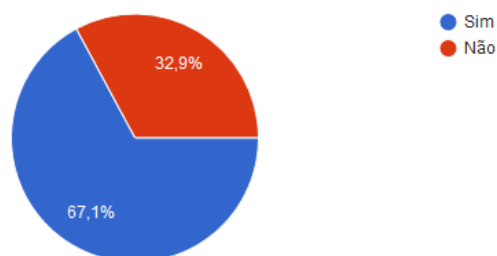
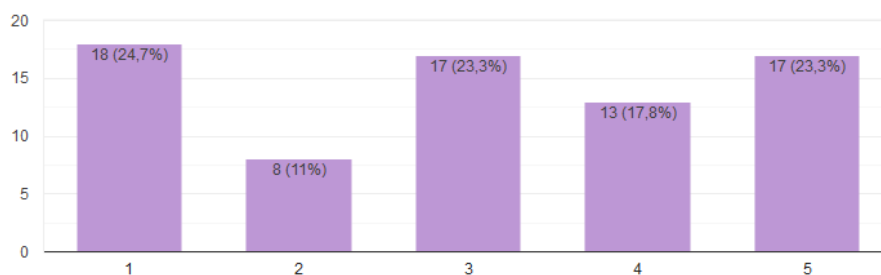


Figura 30 – Resultados obtidos na pergunta “Possui um Smartphone Android”

Considerámos esta pergunta pertinente, pois sendo que a aplicação a desenvolver será para Android é necessário estudarmos se decisão do SO era viável. Verificamos então, na Figura 30, que 67.1% dos inqueridos possuem um smartphone com o sistema operativo Android.

Costuma exprimir-se artisticamente?**Figura 31 - Resultados obtidos na pergunta "Costuma exprimir-se artisticamente?"**

Sendo que uma aplicação musical é um tipo de representação de arte, considerámos relevante no estudo entender se existe uma grande percentagem de Ao analisar o gráfico de barras (Figura 31) é possível concluir que 64.4% dos inqueridos costumam exprimir-se artisticamente.

Se respondeu que costuma, na questão anterior, de que forma?

Toco guitarra	No meu trabalho	Música, dança	toco jazz	Musical... fotogra...	Tocando um...	Toco num...	Cantan... e...	Canto, desenh...	Compo... música,...
canto, dança	Criação e produç...	Música, dança	Música (compo...	Princip... desenh...	escrita	Através do cant...	Em concert...	Toco violino	Através de...
Roupa	Vídeo, Design,...	Música e desenho	Toco violino	Tapeça... costuras	Toco piano	Fotogra...	Enviando música,...	Cantan... e...	Musica, literatura
roupa	Fotogra... música	Musica: voz ou...	Concer...	Músico	escrita e fotogra...	Trabalh... manuais	Como músico...	dança	Dança e fotogra...
Progra...	Toco em concert...	Toco piano	arquite...	Tocando um...	Tocar flauta(s...	Enviando música,...	Tocando piano	Tocar guitarra	Musica: voz ou...

Figura 32 - Resultados das variadas formas de expressão artística

Esta questão tem como propósito entender qual a área que mais é utilizada para se exprimirem artisticamente. Na Figura 32 vemos que 52 dos 76 inqueridos responderam, sendo que houve variadas respostas à pergunta de que forma se expressão artisticamente, verificamos que as respostas mais comuns foram as seguintes:

- 20 pessoas tocam um instrumento
- 14 pessoas disseram música
- 10 pessoas cantam

- 7 pessoas disseram fotografia
- 5 pessoas dançam
- 4 pessoas desenhavam

Acha interessante utilizar o telemóvel como forma de expressão artística?

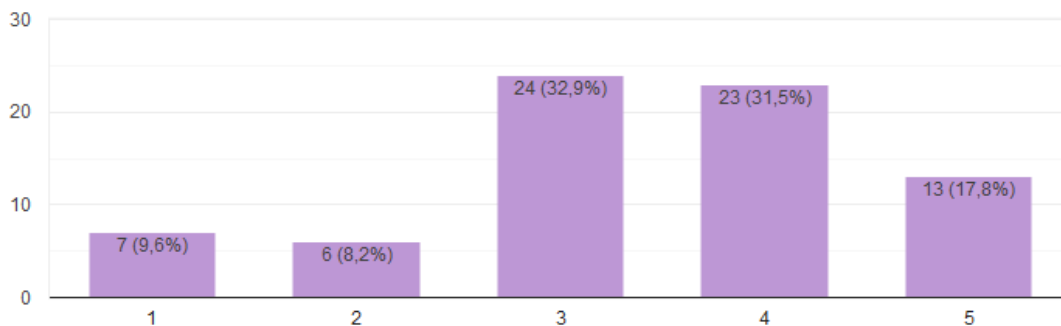


Figura 33 - Resultados do nível de interesse em utilizar o telemóvel como forma de expressão artística

Sendo que o projeto consiste num telemóvel que funciona como instrumento musical, achámos relevante estudar o interesse dos inqueridos em utilizar o telemóvel como expressão artística, pois dá-nos uma perspetiva real do possível interesse para a utilização da aplicação a ser desenvolvida no projeto.

Observando o gráfico (Figura 33), concluímos que 49.3% dos inqueridos possui um interesse muito elevado e 32.9% possui um interesse razoável.

Acha interessante controlar efeitos em sons para gerar música movimentando um telemóvel?

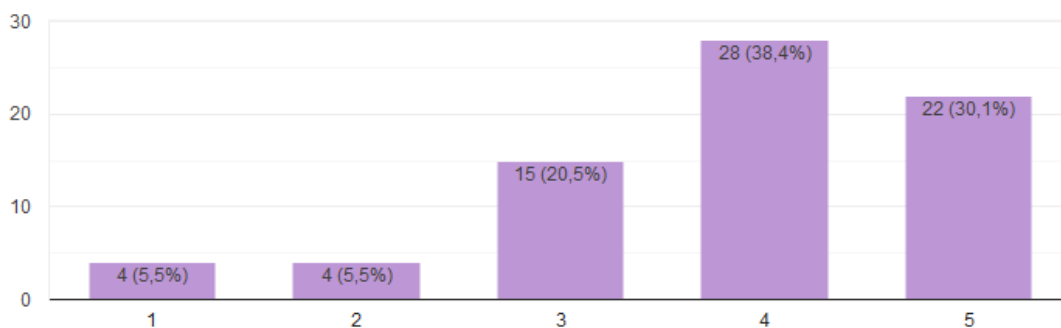


Figura 34 - Resultados sobre o nível de interesse no conceito do TFC

Esta pergunta apresenta o conceito da aplicação podendo justificar a viabilidade e pertinência do projeto para o TFC analisando o interesse dos inqueridos sobre o conceito. Observando o gráfico (Figura 34) é possível concluir que existe uma forte percentagem de pessoas que possuem um interesse alto, sendo que 68.5% dos inqueridos escolheram entre 4 e 5 numa escala em que 1 é “nada interessante” e 5 “muito interessante”.

Em que contexto utilizaria a aplicação para gerar música?

Tocar bateria	Tempo livre ou para acrescenta...	Para adicionar sons às...	Lúdico e Pedagógico	Para gravar uma música com arranjos musicais feito...	Familiar e entre amigos	Prazer , convívio	Prazer , convívio
dança, faço moves música...	Seria uma novidade em termo...	Criação musical, em conjunto com outros...	não só pessoa muito ligada a...	privado e publico	experimentar com amigos	Composição	grupo
For da memes	Contexto de aprendizagem... ou contexto...	Criação musical, em conjunto co...	Em eventos profissionais e familiares	suporte de materiais digitais...	Lúdico	Entre amigos	Em aulas de música a alunos do 3 ciclo do ensino regular.
Entreteni...	Testar ideias e/ou usá-la como fonte...	Em grupo	Banda sonora de vídeos,...	Teria que experimentar! Mas misturado com instrumentos "normais" é um...	Numa festa ou num jogo.	Para ensinar filhos	Talvez em contexto lúdico, com os amigos. Com crianças...
quando não tivesse acesso a ferramentas com maior...	Experimen... e tentar criar música	num contexto experimen...	Interação com público, concertos...	Se calhar brincando com os...	Para divertir me	Ensaílos, concertos, master classes, conferências, mini spot, reportagen...	em contexto privado, com amigos

Figura 35 - Respostas sobre o contexto em que utilizam a aplicação

Achámos pertinente entender em que contexto os inqueridos possuem interesse em utilizar a aplicação. Obtivemos 40 respostas e como podemos verificar na Figura 35, foram apontadas variadas situações, que prova uma versatilidade para o uso da aplicação.

Utilizaria a aplicação numa rede de telemóveis?

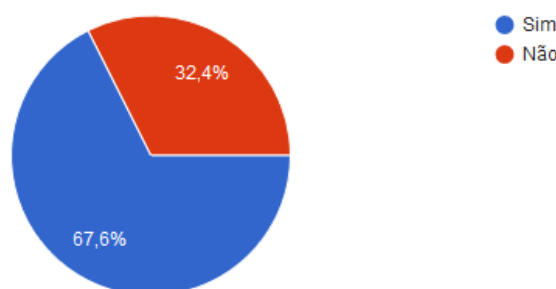


Figura 36 - Resultados da pergunta "Utilizaria a aplicação numa rede de telemóveis?"

Uma das funcionalidades que pretendemos aplicar é a possibilidade de produzir um único som final através de vários telemóveis que utilizam a aplicação, o conceito de rede de telemóveis, sendo que 67.6% dos inqueridos responderam que sim (Figura 36), seria uma funcionalidade que iram utilizar.

Já utilizou alguma aplicação móvel com o mesmo conceito?

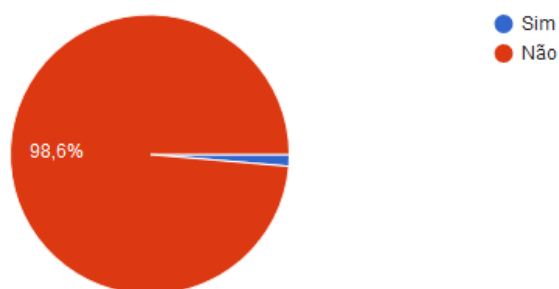


Figura 37 - Resultados da pergunta "Já utilizou alguma aplicação móvel com o mesmo conceito?"

Optamos por apresentar a questão se já utilizaram uma aplicação móvel com o mesmo conceito de forma a entender se existe uma grande adesão à existente concorrência. É possível analisar no gráfico (Figura 37) que 71 das 72 pessoas que responderam ao inquérito nunca utilizaram uma aplicação com o mesmo conceito que apresentamos no relatório.

A.3 Rascunho – Storyboard

O rascunho do Storyboard foi concebido antes de inicializar o desenvolvimento da aplicação. A implementação do desejado foi concluída com sucesso.



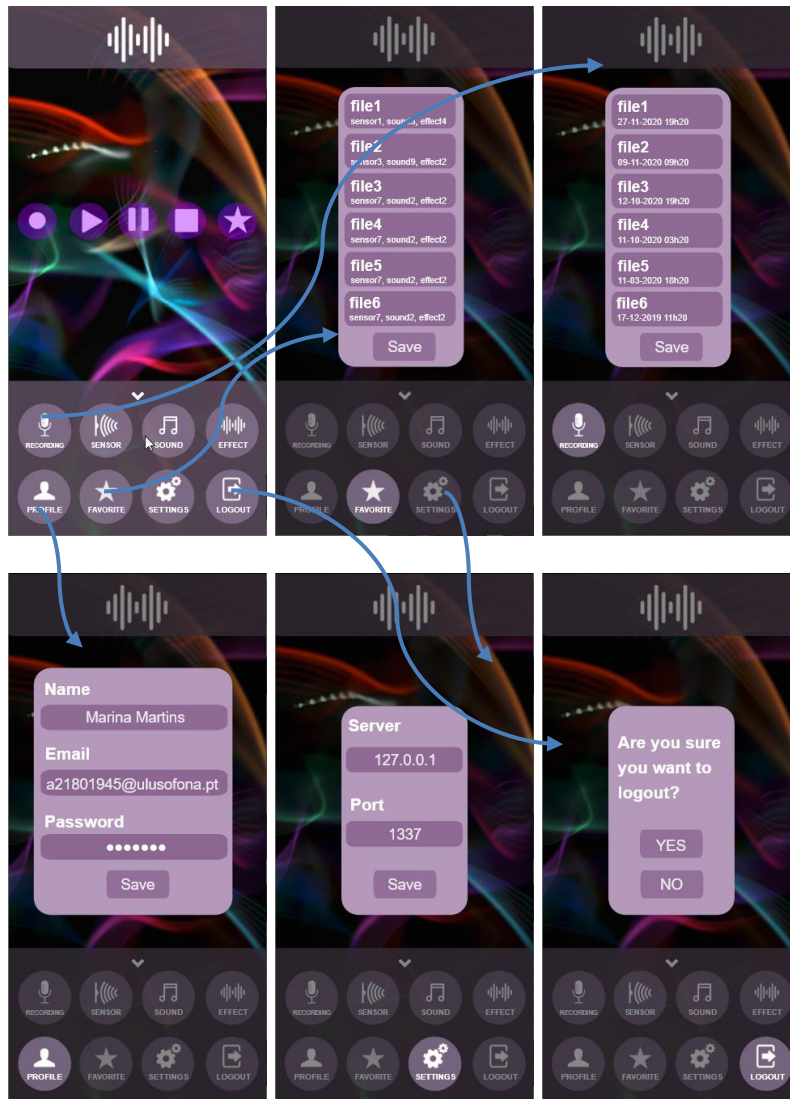


Figura 38 - Storyboard(Rascunho)

A.4 Benchmarking

A.4.1 Aplicações Mobile

- ***Theremin***

Theremin é um instrumento musical eletrónico que é controlado sem qualquer tipo de contacto físico. O instrumento é controlado através da posição relativa da mão da pessoa, que está a tocar, às duas antenas existentes no instrumento, onde uma controla as oscilações das frequências e a outra o volume.

A aplicação *Theremin* [Ther20], cujo interface está representado na Figura 39, utiliza os sensores de *Touch*, Giroscópio, Acelerómetro e Magnetómetro para produzir sons.

Ao fazer a análise desta aplicação, encontrámos bastantes pontos positivos que podem ser vantajosos para o desenvolvimento da nossa. A aplicação responde muito bem aos sensores enunciados em cima, especialmente ao giroscópio e ao acelerómetro.

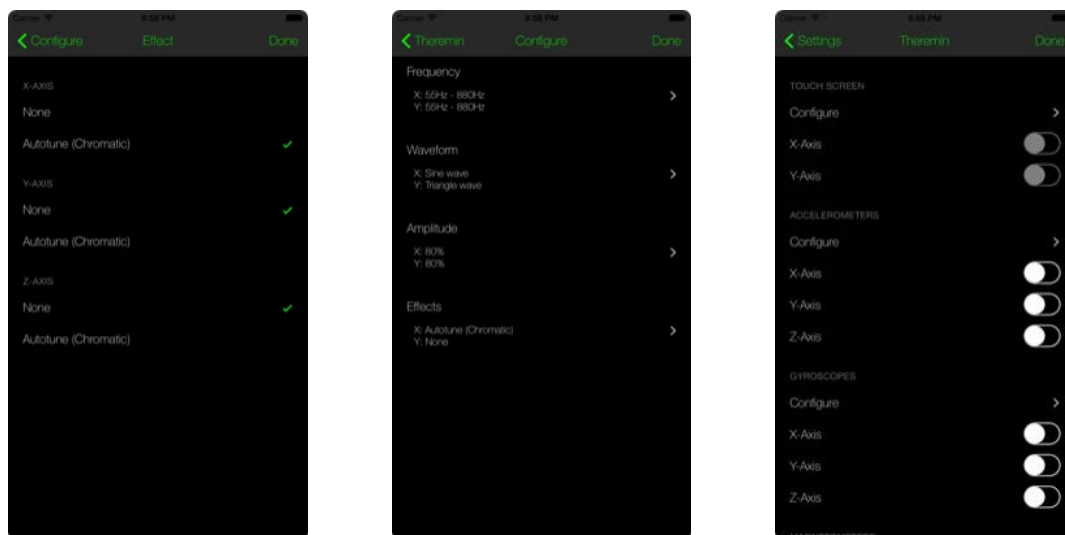


Figura 39 - Print da app Theremin (extraído de [Ther20]).

- ***TouchOSC***

TouchOSC [Hexl20], cujo interface está representado Figura 40, é uma aplicação que utiliza o sensor de *touch*, para mandar e receber mensagens OSC através de *Wi-Fi*.

A aplicação permite controlar remotamente e receber feedback através de software e hardware de computadores que implemente protocolos OSC/MIDI, como por exemplo, os *DAW's* (*Digital Audio Workstation*), *Apple Logic Pro*, *Ableton Live*.

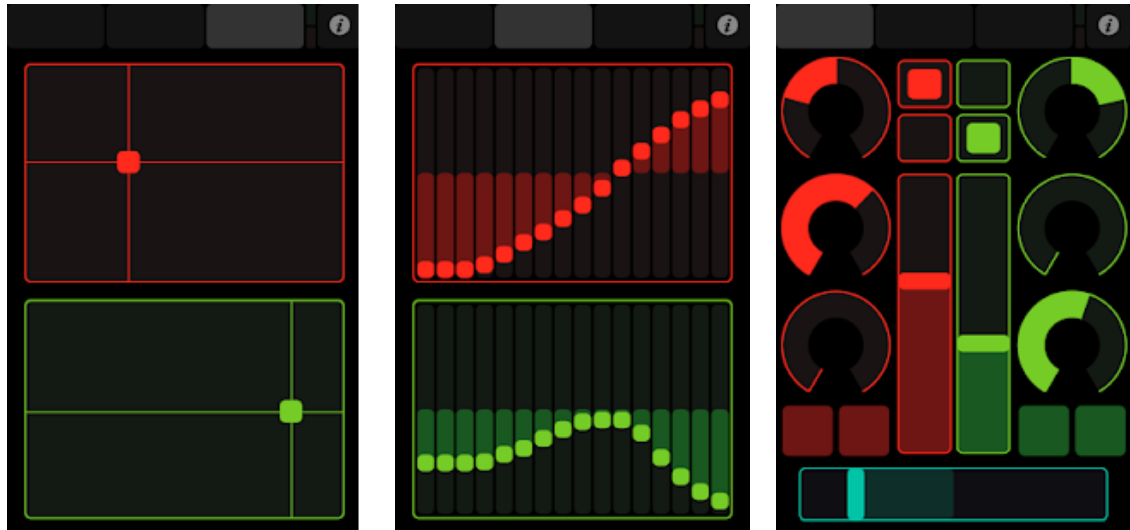


Figura 40 - Prints da app TouchOSC (extraído de [Hexl20]).

- ***GyrOSC***

GyrOSC [Gyro20] , cujo interface está representado Figura 41, é uma aplicação que envia os movimentos dos vários sensores para qualquer aplicação que esteja apta para receber o tipo de mensagens OSC através de Wi-Fi.

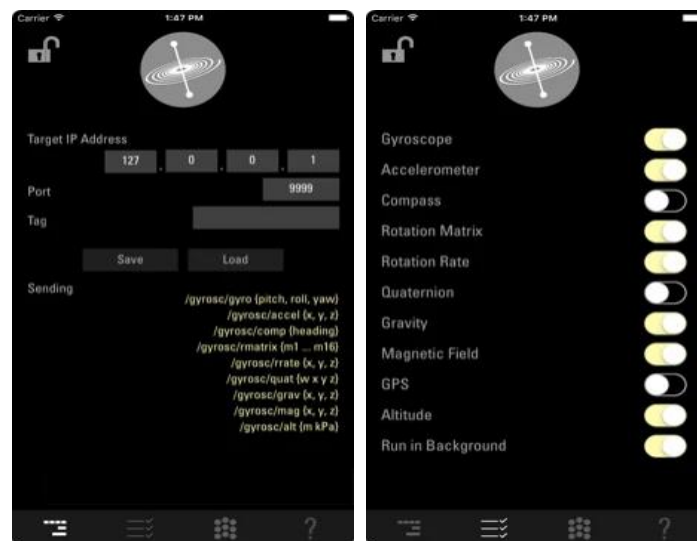


Figura 41 - Prints da app GyrOSC (extraído de [Gyro20]).

- ***Mrmr OSC controller***

Mrmr OSC controller [Mrmr20] , cujo interface está representado na Figura 42, é uma aplicação que permite o uso de telemóveis e tablets como controladores em performances audiovisuais. Permite criar a própria interface, utiliza redes de computadores (p.e. *Peer-to-Peer*) e o protocolo de comunicação OSC.



Figura 42 - Prints da app MRMR (extraído de [Mrmr20]).

Após a análise das aplicações existentes mencionadas anteriormente, verificamos que não existe uma aplicação com o mesmo problema apresentado para o TFC, salientando a funcionalidade que apresentamos de alterar *samples* através de efeitos controlados pelos sensores. No entanto verificamos a existência de pontos positivos adequados ao nosso problema que poderão ser uma forte fonte de aprendizagem.

A.4.2 Objetos Musicais Sensorial

- **Music Fingers e GripBeats**

Music Fingers e *GripBeats* são um *gadget* instrumental vestível que, através dos sensores de movimento e aceleração, permite produzir música. O *gadget* é conectado por *Bluetooth* à *app*, onde o utilizador pode escolher um instrumento/som e reproduzir som através de movimentos com os dedos/mãos. Permite uma compatibilidade com mais de 100 apps, tal como *Garageband* ou *Ableton* que utiliza *MIDI*.



Figura 43 – Music Fingers (extraído de [Musi21]).



Figura 44 - GripBeats (extraído de [Mrmr20]).

- **Aeroband**

Aeroband, é uma empresa que vende *gadget* musicais que utiliza sensores de movimento e aceleração para produzir música, depois de conectado à aplicação móvel.

Os dois produtos que a empresa possui são: um *gadget* similar a uma baqueta (Figura 46), e um *gadget* similar a uma palheta para produzir o som de uma guitarra ou de um pedal de bateria (Figura 45).

Assim, o utilizador pode tocar guitarra e bateria sem os instrumentos físicos, em qualquer lugar.



Figura 46 – PocketDrum (extraído de [Mrmr20]).



Figura 45 – PocketGuitar (extraído de [Aero21]).

A.4.3 Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE)

No desenvolvimento inicial da aplicação móvel debatemos sobre dois IDEs, o *Xamarin* e o *Android Studio*. O *Xamarin* é uma plataforma que utiliza C# que permite escrever um código comum para diversas plataformas. Para compilar as apps de forma nativa é utilizado o *Xamarin.Android* e o *Xamarin.iOS*. No entanto apresentou algumas dificuldades:

- Falta de material – Simulador iOS funciona somente com o sistema operativo *Mac OS*; Problemas a instalar *Virtual Machine*; Simulador *Mac OS* pago;
- [Sens2021], bibliotecas essenciais para o desenvolvimento da aplicação escritos em Java;
- Foi recolhido o feedback de professores a recomendar a utilização de aplicações nativas, uma vez que utilizamos vários sensores do telemóvel e o *Xamarin* poderá não ter capacidades para lidar com tanto;
- *Xamarin.Forms*, um componente essencial, vai ser encerrado e poderá causar problemas de migração posteriormente. *JavaOSC* [Java2021] e *Sensor2OSC*.

Tendo em conta os pontos mencionados anteriormente e o estudo realizado que comprova o domínio do android como sistema operativo de telemóveis, optamos por usar o *Android Studio* como IDE para o desenvolvimento da aplicação, de momento.

A.5 Guião de Testes

TESTES DE USABILIDADE InstrMusic App

O Departamento de Engenharia Informática e Sistemas de Informação, no âmbito do Trabalho Final de Curso solicita a sua participação num estudo de usabilidade à aplicação “InstrMusic”. Este estudo tem como objetivo melhorar a aplicação.

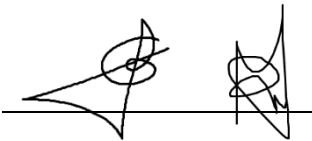
Iremos recolher informação sobre a forma como utiliza a aplicação e como esta responde às suas necessidades informativas. Após o teste vamos solicitar-lhe o preenchimento de um questionário. Utilizaremos esta informação, bem como a recolha da informação dos outros participantes, para a melhoria da aplicação.

Ao assinar este acordo, o Departamento de Engenharia Informática e Sistemas de Informação garante que esta informação será utilizada apenas para efeitos de avaliação do serviço e análise dos resultados e que em caso algum o departamento cederá esta informação a terceiros. A sua assinatura do acordo garante o seu consentimento para utilizarmos os comentários verbais ou escritos.

No âmbito deste teste, vai ter de realizar um conjunto de tarefas que lhe serão apresentadas uma a uma, pelo(a) Administrador(a) de testes.

Para darmos início ao teste, informe o Administrador(a) que está preparado(a). Se tiver alguma dúvida pode colocá-la ao administrador(a) do teste, agora ou durante o mesmo.

Se está de acordo com os termos do presente acordo, por favor assine em baixo, indicando assim a sua aceitação.

	DEISI	Participante_1	Participante_2
Nome:	Guilherme Franco		
Data:			
Assinatura:			

Obrigado!

REQUISITOS: 2 telemóveis android, 1 computador

Tarefa 1: Registo

Abra a aplicação “InstrMusic” e crie uma conta com as suas credenciais (não utilize dados pessoais, exceto o número de telemóvel). Indique as suas credenciais:

Utilizador_1

Nome: _____

Palavra-passe: _____

Telemóvel: _____

Utilizador_2

Nome: _____

Palavra-passe: _____

Telemóvel: _____

Tarefa 2: Para o utilizador_1: Redefinir password

Na página “Login” clique em “Forgot Password” e redefina para “12345”.

Tarefa 3: Ligar o Supercollider

Abrir o ficheiro Supercollider ‘startup’

Tarefa 4: Login

Entre na sua conta com as credenciais que acabou de criar.

Indique o ecrã que está a ver quando faz login com sucesso

Tarefa 5: Para utilizador_2: Redefinir nome

Clique em “Profile” e altere o nome para “user2”

Tarefa 6: Conectar ao Supercollider

No computador acesse a linha de comandos e escreva o seguinte comando:

Para macOS e Linux:

\$ ifconfig

Para Windows:

\$ ipconfig

Na aplicação acesse as “Definições” e altere os seguintes dados:

Localhost: *ip do computador*

Porta: 57120

Tarefa 7: Tocar som

Utilizador_1 selecione o sensor acelerómetro, o efeito volume, o som bass_hiphop_1 e clique no botão ‘play’.

Informe se a música está a tocar: _____

Utilizador_2 selecione o efeito tremolo, o som beat_hiphop_1, clique no botão ‘play’ e selecione o sensor ‘touch’.

Informe se a música está a tocar: _____

Tarefa 8: Pausar som

Utilizador_1 pause o som.

Informe se a música pausou e se o som do utilizador_2 continuou: _____

Utilizador_1 retome a música.

Tarefa 9: Gravar som

Clique no botão de gravação, pare a gravação.

Indique se na lista de sons encontra o som “record_1: _____

Tarefa 10: Guardar favorito

Selecione sensor, efeito e som, clique em “Favorites” e clique na estrela.
Volte para trás, clique em “Favorites” e indique se vê na lista o favorito que selecionou:

Tarefa 11: Chat

Utilizador_1 acede ao “Chat” cria uma *room* nova e adiciona o Utilizador_2 pelo nome e manda mensagem. Indique em baixo a mensagem que enviou:

Utilizador_2 acede ao “Chat” e à *room* disponível e observa a mensagem. Indique em baixo a mensagem que observa:

Tarefa 12: Log Out

Clique na secção “Profile” e faça log out.
Indique o ecrã que está a ver: _____

A.6 Questionário de Satisfação (adaptação - Computer System Usability Questionnaire, Lewis, 1995)

Questionário de Satisfação (adaptação - Computer System Usability Questionnaire, Lewis, 1995)

Esse questionário procura medir o grau de satisfação na interação com a app "InstrMusic" para melhorar o design de interação usando alguns dos itens do Computer System Usability Questionnaire, Lewis, 1995.

É composto por 2 itens com resposta aberta e 10 itens com resposta fechada de 5 pontos de escala de Likert que pode ir do discordo totalmente ao concordo totalmente, do desagradável ao agradável, passando por difícil ao fácil ou desadequado ao adequado.

***Obrigatório**

1. Nesta app posso facilmente ver as tarefas prioritárias a realizar. * *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

2. O nome dos menus está adequado. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

3. O desenho gráfico dos ecrãs é... *

	1	2	3	4	5	
Desagradável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Agradável

4. Clareza do vocabulário utilizado. *

	1	2	3	4	5	
Pouca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muita

5. As cores utilizadas permitem uma fácil leitura. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

6. Facilidade de voltar ao ecrã anterior. *

	1	2	3	4	5	
Difícil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Fácil

7. Os ícones utilizados são de fácil compreensão. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

8. Tamanho da letra. *

	1	2	3	4	5	
Desadequado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Adequado

9. Aspeto geral dos ecrãs. *

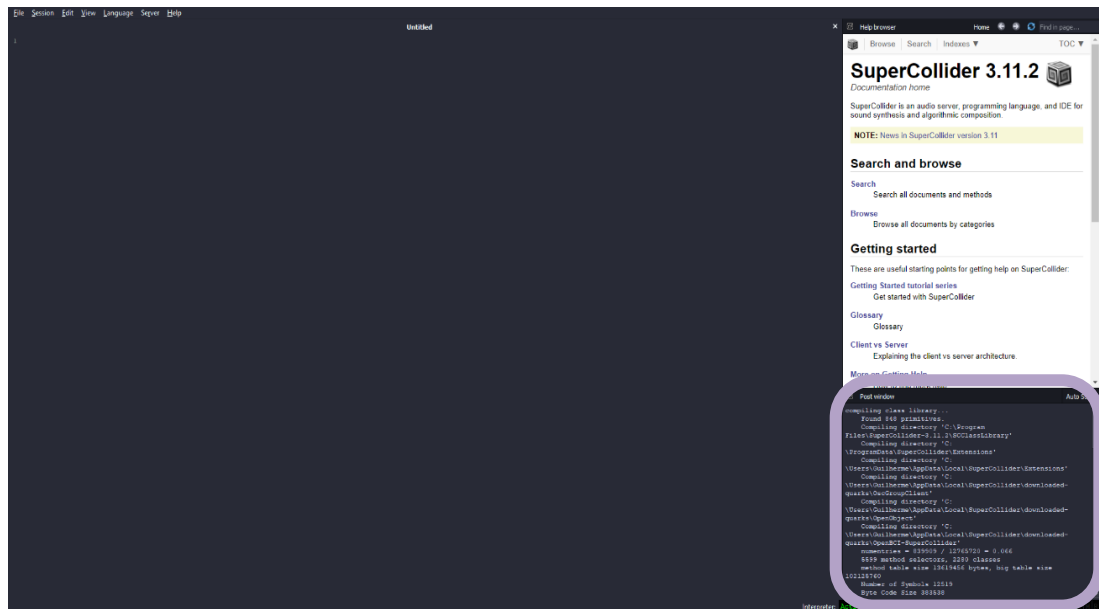
	1	2	3	4	5	
Desagradável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Agradável

10. Com base naquilo que experimentei, acredito que a aplicação "InstrMusic" vai ser mais simples de utilizar no futuro. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Manual de Utilizador

1. Fazer download do IDE SuperCollider em <https://supercollider.github.io/download>
2. Uma vez instalado o SuperCollider, inciar a aplicação e esperar que as classes sejam compiladas.



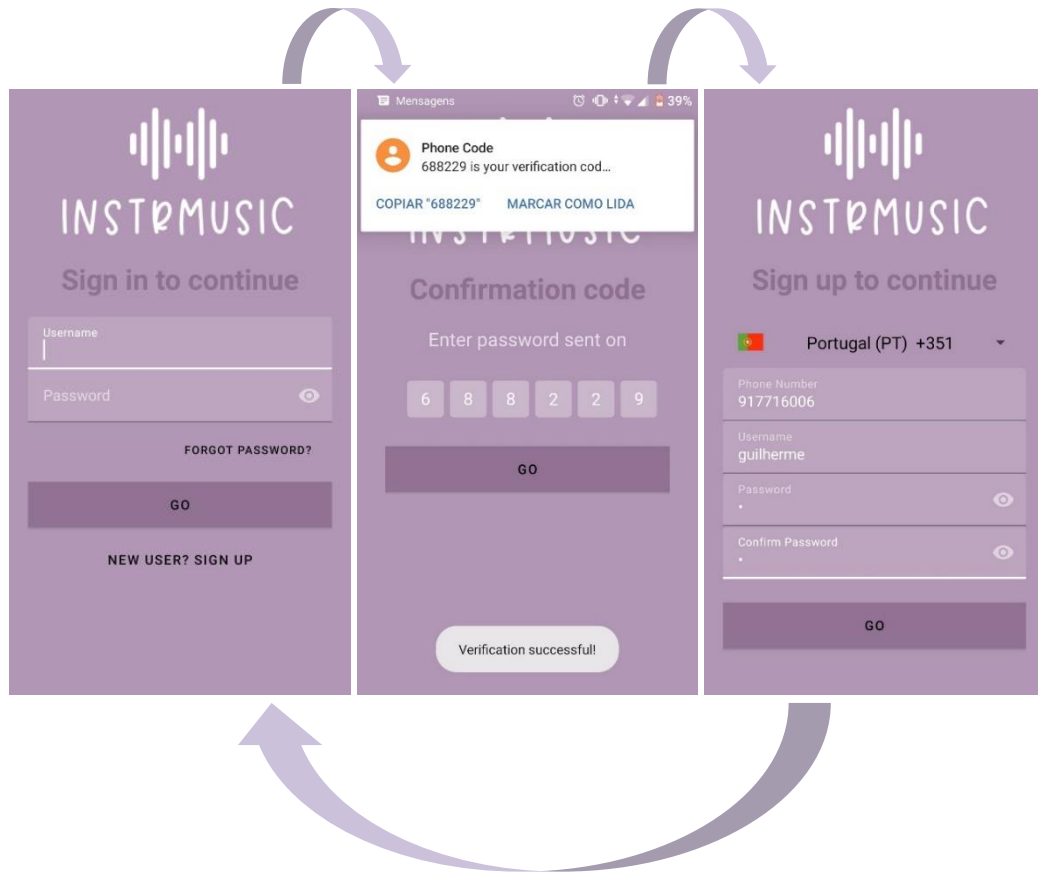
3. Fechar o IDE SuperCollider e abrir o zip TFCInstrMusic.
4. Ir à diretoria "C:\Users\{nome_de_utilizador}\AppData\Local\SuperCollider".



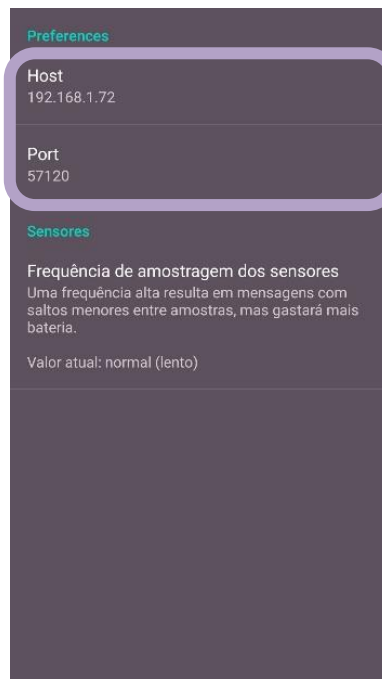
5. Colocar dentro da pasta os ficheiros que se encontram no zip TFCInstrMusic.
6. Executar o SuperCollider ou o ficheiro startup.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
downloaded-quarks	12/04/2021 15:55	Pasta de ficheiros	
Extensions	30/03/2021 17:57	Pasta de ficheiros	
Help	09/12/2020 15:18	Pasta de ficheiros	
HistoryLogs	09/12/2020 15:18	Pasta de ficheiros	
sessions	09/12/2020 15:18	Pasta de ficheiros	
synthdefs	09/12/2020 15:18	Pasta de ficheiros	
tmp	22/04/2021 16:19	Pasta de ficheiros	
archive.sctxr	22/04/2021 17:09	Ficheiro SCTXAR	1 KB
sc_ide_conf.yaml	22/04/2021 17:09	Ficheiro YAML	2 KB
sclang_conf.yaml	12/04/2021 15:55	Ficheiro YAML	1 KB
startup	22/04/2021 16:19	SuperCollider Doc...	15 KB
sons	22/04/2021 16:03	Pasta de ficheiros	

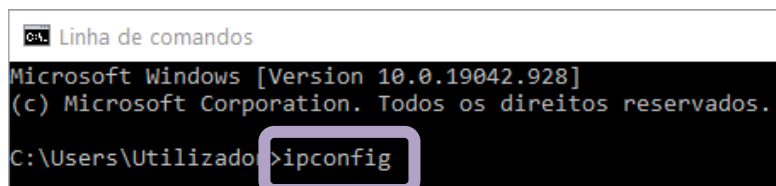
7. Iniciar a aplicação móvel InstrMusic
8. Registrar-se na aplicação e de seguida entrar com as credenciais “username e password” pedidas.



9. Ir diretamente às definições  alterar o **Host** e definir o **Port** com **57120**

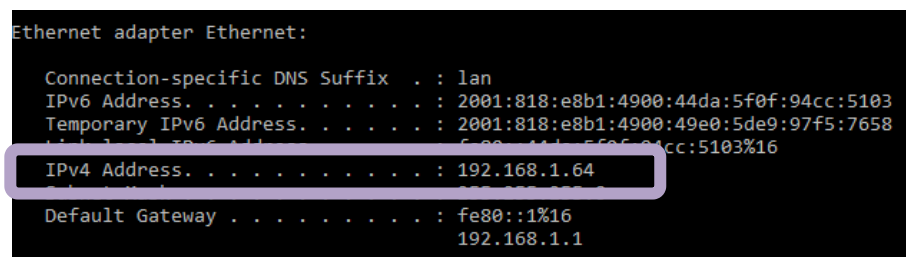


- a. Para definir o Host no computador pessoal abrir a linha de comandos e escrever o seguinte comando `$ipconfig`.



```
C:\> Linha de comandos
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.928]
(c) Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.
C:\Users\Utilizador>ipconfig
```

- b. Verificar qual o IPv4 da máquina e introduzir na aplicação móvel no Host

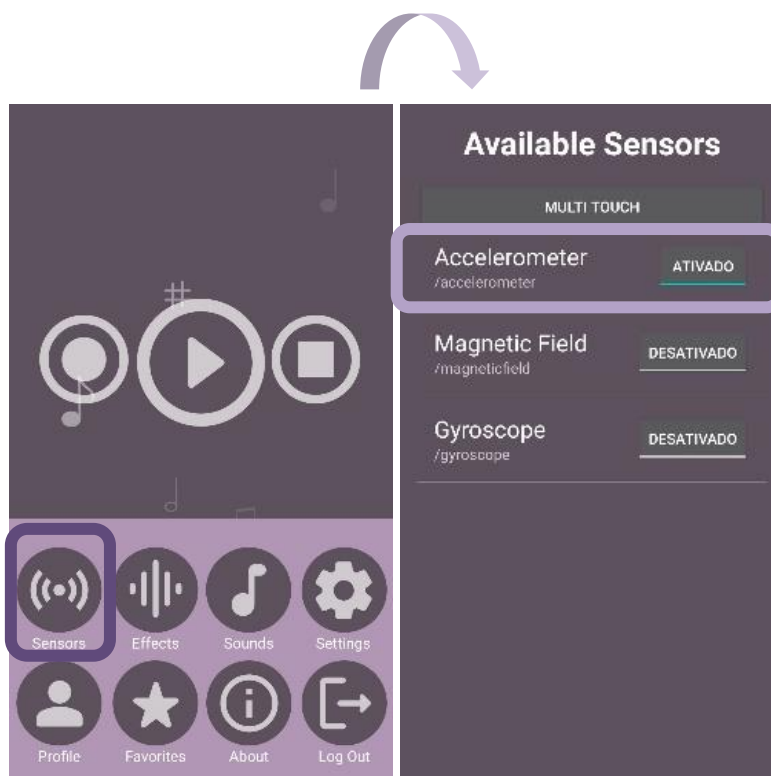


```
Ethernet adapter Ethernet:

Connection-specific DNS Suffix . : lan
IPv6 Address. . . . . : 2001:818:e8b1:4900:44da:5f0f:94cc:5103
Temporary IPv6 Address. . . . . : 2001:818:e8b1:4900:49e0:5de9:97f5:7658
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.64
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : fe80::1%16
                          192.168.1.1
```

10. No menu principal selecione a opção Sensors.

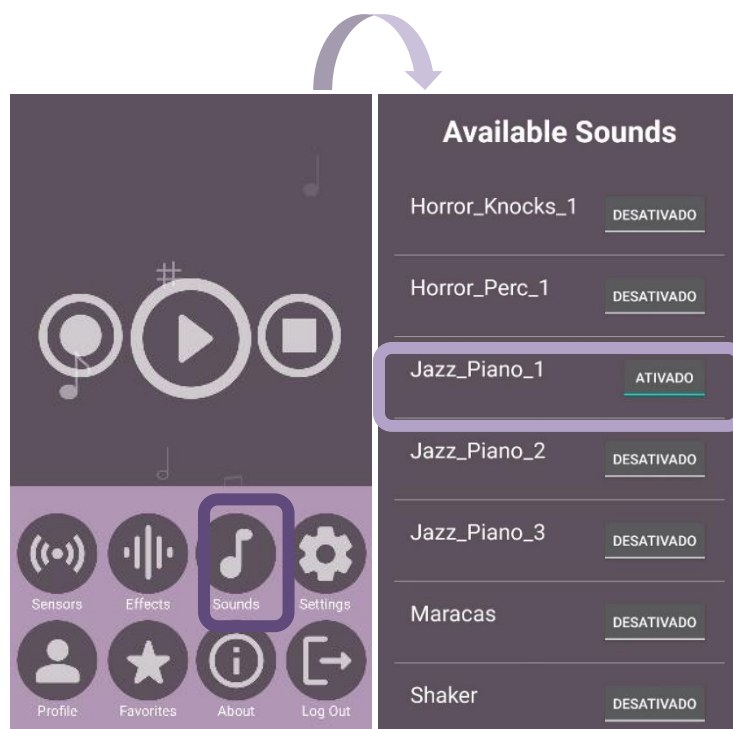
11. Dentro dos sensores, selecione a opção Accelerometer.



12. Volte para o menu principal e selecione a opção Effects.
13. Dentro dos efeitos selecione a opção Tremolo.



14. Volte para o menu principal e selecione a opção Sounds.
15. Dentro dos sons selecione a opção Jazz_Piano_1.



16. Volte para o menu principal e carregue no botão **play**.



17. Mexa o seu telemóvel e oiça os sons que provoca! (O som sai pelo computador)

Glossário

LIG Licenciatura em Informática de Gestão

TFC Trabalho Final de Curso

OSC *Open Sound Control*

Wi-Fi *Wireless Fidelity*

IP *Internet Protocol*

IDE *Integrated Development Environment*

API *Application Programming Interface*

BD *Base de Dados*

UX *User Experience*

UI *User Interface*