



UNIVERSIDADE PAULISTA

ALLYSSON LIBERATO MARCELINO DA SILVA - F108CI8

FELIPE PEREIRA DA SILVA FRANCISCO – F061GE8

LUCAS SOBRINHO DA SILVA - D9522C3

RAFAEL MIRALHA DE CARVALHO - F038DG0

WILLIAM DOURADO CRUZ SILVA – N5637A0

APLICAÇÃO MOBILE ORIENTADA À PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL EM
AMBIENTES CULTURAIS ABERTOS.

SÃO PAULO

2022

ALLYSSON LIBERATO MARCELINO DA SILVA - F108CI8

FELIPE PEREIRA DA SILVA FRANCISCO – F061GE8

LUCAS SOBRINHO DA SILVA - D9522C3

RAFAEL MIRALHA DE CARVALHO - F038DG0

WILLIAM DOURADO CRUZ SILVA – N5637A0

APLICAÇÃO MOBILE ORIENTADA À PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL EM
AMBIENTES CULTURAIS ABERTOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciência da Computação, área de Tecnologia, da UNIVERSIDADE PAULISTA, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Marcos Antônio Rodrigues da Silva

SÃO PAULO

2022

ALLYSSON LIBERATO MARCELINO DA SILVA - F108CI8

FELIPE PEREIRA DA SILVA FRANCISCO – F061GE8

LUCAS SOBRINHO DA SILVA - D9522C3

RAFAEL MIRALHA DE CARVALHO - F038DG0

WILLIAM DOURADO CRUZ SILVA – N5637A0

APLICAÇÃO MOBILE ORIENTADA À PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL EM
AMBIENTES CULTURAIS ABERTOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de Ciência da Computação, área de
Tecnologia, da UNIVERSIDADE PAULISTA, como
requisito parcial para a Obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação.

São Paulo, __ de _____ de ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.

Universidade

Prof. Dr.

Universidade

Prof. Dr.

Universidade

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, entes queridos e aos amigos que sempre estiveram conosco nesta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Queremos deixar nosso imenso agradecimento aos nossos professores e aos colegas de classe por nos auxiliarem com este trabalho.

"Para mim, o computador é a mais extraordinária ferramenta que já tivemos. É o equivalente à bicicleta para nossa mente." (Steve Jobs)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo que auxilie e oriente uma Pessoa com Deficiência visual em um ambiente cultural, os principais pontos a serem abordados são a programação do aplicativo, os motivos de escolha do tema central e os impactos. Para alcançar o entendimento do que seria um programa de fato impactante para uma pessoa com deficiência visual foram realizadas visitas a lugares frequentados por pessoas com deficiência visual. O aplicativo tem o objetivo de ser uma ferramenta útil em um ambiente desconhecido, para que as pessoas com deficiência visual consigam ter uma noção do que se encontra em torno com um foco em pontos turísticos e culturais. Desse modo, por meio de uma aplicação mobile em Java, com comunicação ao Banco de dados, desenvolvemos uma solução tecnológica que pode por meio da geolocalização esclarecer ao usuário sobre o espaço do qual ele se encontra próximo como exemplo: de monumentos, estatuas ou pontos turísticos e históricos.

Palavras-chave: Aplicação Mobile; Banco de dados; Inclusão; Deficiência Visual.

ABSTRACT

This work aims to develop an application that helps and guides a Person with visual impairment in a cultural environment, the main points to be addressed are the programming of the application, the reasons for choosing the central theme and the impacts. To achieve an understanding of what would be a de facto impactful program for a Visually Impaired Person, visits were made to places frequented by people with visual impairment. The application aims to be a useful tool in an unknown environment, so that people with visual impairment so that people with visual impairment stem from a notion of what is around with a focus on tourist and cultural spots. Thus, through a mobile application in Java, with communication to the Database, we developed a technological solution that can through geolocation clarify to the user about the space from which he is close as an example: monuments, statues, or sights and historical.

Keywords: Mobile Application; Database; Inclusion; Visual impairment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Java Virtual Machine	15
Figura 2 — Triângulo Esférico	16
Figura 3 — Arco de comprimento de a.....	16
Figura 4 — Componentes de um SIG	21
Figura 5 — Segmento do Sistema	22
Figura 6 — Os 24 satélites sobre as seis órbitas planas.....	23
Figura 7 — Características do MySQL.....	27
Figura 8 — Protótipo Inicial	28
Figura 9 — Registros de dados Obtidos	30
Figura 10 — Gráfico de Demonstração de Precisão	31
Figura 11 — Segundo teste de precisão	32
Figura 12 — Diagrama de Casos de Uso.....	37
Figura 13 — Diagrama de Sequência	38
Figura 14 — DER	39
Figura 15 — Diagrama de Classes - Servidor.....	40
Figura 16 — Diagrama de Classes - Cliente	41
Figura 17 — Solicitação das permissões	43
Figura 18 — Tela Inicial do Aplicativo	44
Figura 19 — Tela de descrição	45
Figura 20 — Tela de pesquisa	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.2	JUSTIFICATIVA	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	JAVA	14
2.1.1	Cálculo da distância até monumento	15
2.1.2	CONNECTIONFACTORY	18
2.2	ANDROID	18
2.2.1	Obtenção das coordenadas do GPS	19
2.2.1.1	LocationManager	19
2.2.1.2	LocationListener	20
2.2.2	Reprodução de áudio	20
2.3	GPS	21
2.3.1	COMPONENTES NECESSÁRIOS (GPS)	22
2.4	PHP	23
2.4.1	Conexão do PHP com MySQL	24
2.4.1.1	Connection PDO	24
2.4.2	JSON	24
2.5	BANCO DE DADOS	25
2.5.1	O que é SQL?	26
2.5.2	MySQL	26
3	METODOLOGIA	28
3.1	REQUISITOS	33
3.1.1	REQUISITOS FUNCIONAIS	33
3.1.2	REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	35
3.2	CASOS DE USO	36
3.3	SERVIDOR	38
3.3.1	DER (Diagrama de Entidade Relacionamento)	39
3.4	CLIENTE	41
3.5	SISTEMA	42
3.6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	46
4	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

É de clara percepção que estamos vivendo uma época de grande evolução por parte tecnológica. Em grandes metrópoles, é possível ver que existem muitas acessibilidades para o público geral, desde atendimentos virtuais por máquinas, até mesmo por acessibilidade de locomoção. No ano de 2000, foram criadas duas leis (Nº10.098 e Nº 10.048) que tratam da acessibilidade espacial das pessoas com deficiência, que busca eliminar barreiras arquitetônicas e de atitude que reduzam, retardem e impeçam a inclusão social (Brasil, 2000).

Segundo o IBGE, 3,4% da população com dois anos ou mais de idade declararam ter muita dificuldade ou que não conseguiam enxergar de modo algum, o que correspondia a 6,9 milhões de brasileiros com deficiência visual, sendo de 2,7% na população masculina e de 4% na feminina. Porém, lamentavelmente, ainda muitas dessas pessoas deixam de conhecer a nossa cultura e não se sentem incluídas (Agência Brasil, 2021).

Para diminuir essa desigualdade, em 2015 foi promulgada a lei nº 13.146 que defende diversos direitos das pessoas com deficiência, incluindo no artigo 42 a ratificações do direito à cultura (BRASIL, 2015). Contudo, ainda pode-se perceber a necessidade do desenvolvimento de soluções que proporcionem as pessoas com deficiência um melhor acesso a ambientes culturais, independentemente de qual seja a condição dela, fornecendo-as algo desenvolvido especificamente para esse grupo. O nosso foco se dá no desenvolvimento de um software ou aplicação adaptada que permita a Pessoa com Deficiência visual um melhor aproveitamento de experiências culturais, sendo oferecida através de um aplicativo de celular, providenciando a eles uma maior autonomia. Em vista disso, esse público poderá ser guiado para conhecer esse ambiente cultural.

Deste modo, nosso objetivo é por meio de uma aplicação mobile apresentar uma solução que envolve a independência e inclusão de uma Pessoa com Deficiência visual em um ambiente cultural.

Segundo Vanderheiden (2008) o objetivo de uma solução em tecnologia assistiva é habilitar qualquer um, em qualquer lugar, para ser capaz de utilizar os serviços que necessitam em qualquer computador/dispositivo que encontrarem.

Tal objetivo será atingido por meio de um sistema que informará aos mesmos as atrações que estão em seu entorno ao chegar a uma distância específica do local, iniciando uma audiodescrição detalhando informações sobre o ponto turístico.

A relevância do nosso trabalho se dá pela importância da tentativa de inclusão de indivíduos portadores de deficiência visual na sociedade, permitindo a eles o acesso a conteúdo culturais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma aplicação mobile que informa a Pessoa com Deficiência visual que esteja em um ambiente cultural, acerca de monumentos, exposições em sua proximidade e traga informações auditivas e detalhadas sobre o local.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um servidor de banco de dados com o objetivo de administrar e centralizar o gerenciamento de audiodescrições de locais culturais no âmbito urbano.
- Criar uma função que, a partir da solicitação, faça a audiodescrição para o usuário com deficiência visual, acerca de um local histórico por exemplo, permitindo sua melhor compreensão.
- Programar um aplicativo mobile com uma interface amigável às necessidades de uma Pessoa com Deficiência visual.
- Desenvolver um software para interação entre um ambiente físico e nossa aplicação mobile para identificação de objetos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A implementação de uma tecnologia mais atual em ambientes culturais, tal como um parque, museu, é de fundamental importância. É perceptível que a porcentagem de pessoas com deficiência visual que vão a espaços culturais é muito baixa, pois muitas vezes não se tem o devido conhecimento sobre o local. Portanto, com uma aplicação mobile servindo de apoio, é um incentivo que queremos criar para essas pessoas irem para esses locais, pois, cresceria o conhecimento das artes e histórias, e ainda ampliaria o saber na nossa sociedade. Com a modelagem e desenvolvimento desta aplicação, podemos aplicar conhecimentos adquiridos em nossa trajetória acadêmica relacionado a matérias como: Ciência da Computação Interdisciplinar, Banco de Dados, Linguagem de Programação e Engenharia de Software. Desta forma, foi possível ampliar com muito êxito nossos conhecimentos em relação as matérias citadas acima e ainda ajudar em uma causa social que envolve um grupo de pessoas que se sentem excluídas da sociedade em geral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados conceitos sobre Java, GPS/Geolocalização, Android, PHP e banco de dados, estes recursos foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 JAVA

Dada a necessidade de programarmos em mobile, foi utilizada a linguagem Java para o desenvolvimento no Android Studio. Uma boa definição dada pelo próprio site do próprio Java:

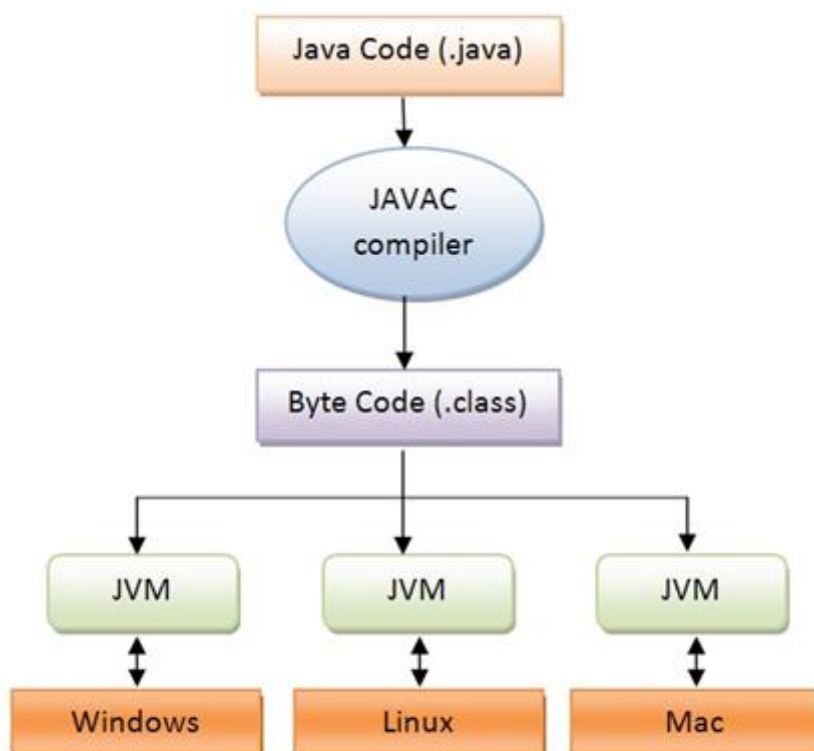
Java é uma linguagem de programação e plataforma de computação liberada pela primeira vez pela Sun Microsystems em 1995. De um início humilde, ela evoluiu para uma grande participação no mundo digital dos dias atuais, oferecendo a plataforma confiável na qual muitos serviços e aplicativos são desenvolvidos. (JAVA, p. 1).

Para a base de nossa aplicação, escolhemos utilizar a Linguagem de Programação Java devido a sua adaptabilidade e robustez, *"To fully understand Java, one must understand the reasons behind its creation, the forces that shaped it, and the legacy that it inherits"* ("Para entendermos Java, é preciso entender as razões de sua criação e as forças que o moldaram e o legado que ele herda"). (Schildt, 2020, p. 3, tradução nossa).

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos influenciada por C++, possui uma sintaxe derivada de C, em suma várias das características se assemelham a estas duas linguagens. Para entendermos melhor como funciona o código em Java Segundo a Microsoft:

O código Java escrito para uma plataforma, como o sistema operativo Windows, pode ser facilmente transferido para outra plataforma, como um SO de telemóvel, e vice-versa sem ser completamente reescrito. O Java funciona em várias plataformas porque, quando um programa Java é compilado, o compilador cria um ficheiro de bytecode .class que pode ser executado em qualquer sistema operativo que tenha a máquina virtual de Java (JVM) instalada. (Microsoft, p. 1).

Figura 1 — Java Virtual Machine



Fonte: DevMedia..

O Java faz valer de seu lema de "*Write Once, Run Anywhere*"("Escreva uma vez, execute em qualquer lugar"). Portanto, em nossa aplicação faremos o uso dele na estruturação do escopo da aplicação mobile.

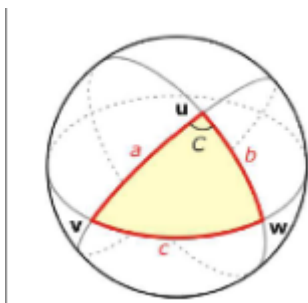
2.1.1 Cálculo da distância até monumento

Em nossa aplicação, o Java também foi utilizado para calcular a distância entre os monumentos, onde considerando a terra uma esfera podemos calcular essa distância utilizando da equação de haversine.

Sanches (2012) afirma que uma esfera de raio unitário, um triângulo esférico na superfície da esfera formado pelos pontos u , v e w , é definido por grandes círculos, ou seja, círculos que dividem a esfera em dois hemisférios conforme mostrado na Figura 2.

Tessari (2010) aborda que para calcular distâncias em métodos de navegação, utiliza-se a fórmula básica de trigonometria. A fórmula de haversine calcula a distância entre dois pontos através das coordenadas (latitude e longitude). No entanto, ignora altitudes, levando em consideração a circunferência da Terra.

Figura 2 — Triângulo Esférico



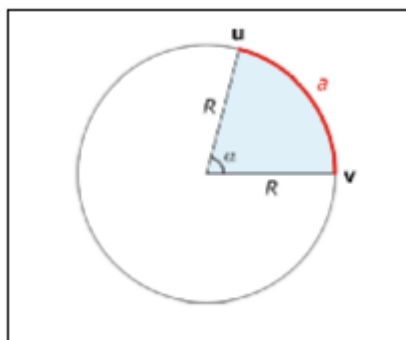
Fonte: Sanches (2012, p. 69).

Na Figura 2, se o comprimento dos três lados são a (de u até v), b (de u até w) e c (de v até w), e o ângulo oposto ao arco c é C , segundo Sanches (2012) a lei de haversine é definida pela função abaixo:

$$\text{haversin}(c) = \text{haversin}(a - b) + \text{sen}(a) \text{sen}(b) \text{haversin}(c) \quad (1)$$

Segundo Campos (2017), a fórmula de haversine deriva da lei dos haversines, a partir de um “triângulo” na superfície de uma esfera representada pelos pontos u , v e w (Figura 2), sendo o comprimento, u até w seja igual a b e de w até v seja c , e que o ângulo oposto a c seja C . Seja u o polo norte, enquanto v e w as coordenadas que desejamos saber a distância, a e b valem $\pi/2 - \Phi$, c a diferença entre as λ ($\Delta\lambda$) e c e d/r , como sendo $(\pi/2 - \Phi) = \cos(\Phi)$, então a fórmula de haversine é determinada, aplicando para o valor do r 6371 quilômetros (corresponde à média do raio da Terra).

Figura 3 — Arco de comprimento de a



Fonte: Sanches (2012, p. 70).

Lyra (2021) explica que a prova pode ser obtida utilizando a equação de arco de circunferência.

$$a = \alpha R \quad (2)$$

Considerando $R = 1$, então

$$a = \alpha \quad (3)$$

Para se obter a fórmula de haversine, algumas considerações devem ser feitas:

- u é considerado o ponto correspondente o polo norte da Terra (latitude 90°),
- v e w são dois pontos cuja distância d será determinada,
- C é a diferença de longitude que separa v e w ,
- c é o comprimento d/R desejado,
- R é o raio da Terra.

Desta forma, pode-se reescrever a Lei dos haversines mostrada na fórmula (1) da seguinte maneira:

$$\text{haversine } d/R = \text{haversine } (\phi_2 - \phi_1) + \text{sen } (\pi/2 - \phi_1) \text{sen } (\pi/2 - \phi_2) \text{haversine } (\lambda_2 - \lambda_1) \quad (4)$$

A fórmula haversine $\text{hav}(\theta)$, aplicada acima para ambos o ângulo central θ e a diferenças na latitude e longitude é:

$$\text{hav}(\theta) = \text{sen}^2 (\theta/2) \quad (5)$$

Renomeando,

$$h = \text{haversine } (d/R) \quad (6)$$

Segundo Lyra (2021), a fórmula haversine calcula metade da versine do ângulo θ , resolvendo pela distância d , e aplicando o arc versine (haversine inverso) para $h = \text{hav}(\theta)$, ainda pode ser aplicado o uso da função arco seno (inverso do seno)

$$d = R \text{haversine}^{-1}(h) = 2 R \arcsen \sqrt{h} \quad (7)$$

Desta maneira substituindo as equações (5), (6), (7) na equação (4) obtém-se a fórmula de haversine, mostrado aqui na equação (8)

$$d = 2R \arcsen \sqrt{\text{sen}^2 ((\phi_2 - \phi_1)/2) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \text{sen}^2 ((\lambda_2 - \lambda_1)/2)} \quad (8)$$

onde:

- d é a distância entre dois pontos na superfície da esfera, em quilômetros,
- R é o raio da esfera, em quilômetros,
- ϕ_1, ϕ_2 são a latitude do ponto 1 e a latitude do ponto 2 (em radianos),
- λ_2 e λ_1 são a longitude do ponto 1 e longitude do ponto 2 (em radianos).

Convertemos esta equação (8) em código java para conseguirmos calcular uma distância precisa entre dois pontos, sendo um deles a localização do usuário e o outro ponto a localização do monumento.

2.1.2 CONNECTIONFACTORY

Em determinado momento de nossa aplicação, gostaríamos de ter o controle sobre a construção dos objetos da nossa classe. Muito pode ser feito através do construtor, como saber quantos objetos foram instanciados ou fazer o log sobre essas instanciações

Assim, sempre que quisermos obter uma conexão com a base de dados no nosso código, usaremos o comando a seguir:

- `Connection con = new ConnectionFactory().getConnection();`

Em Alura (2022) é dito que `getConnection()` é uma fábrica de conexões, isto é, ele cria novas conexões para nós. Basta invocar o método e recebemos uma conexão pronta para uso, não importando de onde ela veio e eventuais detalhes de criação. Portanto, vamos chamar a classe de `ConnectionFactory` e o método de `getConnection`.

2.2 ANDROID

Para desenvolvimento da aplicação mobile será necessário o uso do sistema operacional Android. "O sistema operacional Android foi desenvolvido pela Android, Inc., a qual foi adquirida pelo Google em 2005. Em 2007, foi formada a Open Handset Alliance™ - que agora tem 84 membros para desenvolver e aprimorar o Android" (Deitel, 2015, p. 7).

O Android é um ambiente de software escrito para dispositivos móveis. Não é uma plataforma de hardware. O Android inclui um Sistema Operacional (OS) baseado em um kernel Linux, uma rica interface de Usuário (IU), aplicativos de usuário, bibliotecas de código, frameworks de aplicativo, suporte a multimídia [...] os componentes do OS estão escritos em C ou C++, os aplicativos são escritos em Java para Android. Mesmo os Aplicativos embutidos são escritos em Java. (ABLESON *et al.*, 2012, p. 4).

O desenvolvimento de aplicativos de Android é feito por meio de um SDK (*Software Development Kit*) (Kit de Desenvolvimento de *Software*) que disponibiliza as ferramentas necessárias para criarmos uma aplicação Android, faremos uso da IDE Android Studio.

Lecheta (2013) aborda que o SDK tem um emulador para simular o celular, ferramentas utilitárias e uma API completa para a linguagem Java, com todas as classes necessárias para desenvolver as aplicações.

Segundo o site Oficial do Android Studio, "O Android Studio é o ambiente de desenvolvimento integrado oficial do Android. Criado especificamente para esse SO, ele acelera o desenvolvimento e ajuda a criar apps da mais alta qualidade para todos os dispositivos Android." (Developers Android, p. 1).

Em nossa aplicação, utilizamos de criação de telas, recursos nativos do mobile como reprodução de som, que em nossa aplicação são as audiodescrições e do GPS nativo do celular.

2.2.1 Obtenção das coordenadas do GPS

Segundo Meurer (2012) Para a obtenção das coordenadas de GPS, são utilizados dois objetos nativos da própria SDK chamados "LocationManager" e "LocationListener", destinados ao tratamento deste recurso.

2.2.1.1 LocationManager

Google Developers (2021) aborda que LocationManager é o responsável por gerenciar o serviço do sistema GPS, que permite adicionar listeners de status do serviço, alertas de proximidade de pontos de referência ou pontos especificados através de coordenadas e o principal recurso deste objeto, que é a requisição de atualização da localização através do método `requestLocationUpdates()`

2.2.1.2 LocationListener

Android Developers (2021) cita que esses métodos são usados para receber notificações quando a localização do dispositivo foi alterada. Eles são chamados quando o ouvinte é registrado no LocationManager. Nesse método, é definido e implementado o segundo objeto que é um listener para o tratamento dos dados obtidos pelo GPS e do estado do recurso, sendo possível estar desativado, ativado ou ter sofrido outros tipos de alteração.

2.2.2 Reprodução de áudio

Google Developers (2019) aborda que um dos componentes mais importantes do framework de mídia é a classe MediaPlayer. Um objeto dessa classe pode buscar, decodificar e reproduzir áudio e vídeo com uma quantidade mínima de configuração. Criamos a Classe AudioControler e por meio dela utilizamos dos métodos da classe MediaPlayer.

2.3 GPS

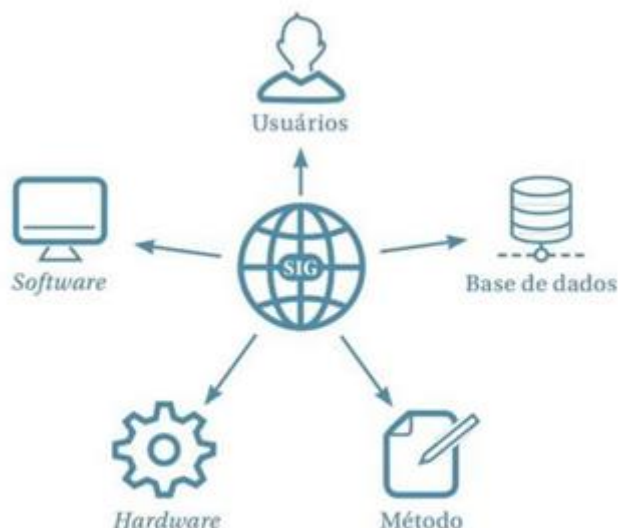
Sendo um sistema de satélites onde os dispositivos têm por princípio prestar as informações o mais precisa possível sobre o posicionamento de um determinado local ou dispositivo.

Segundo Cubas e Taveira a definição de um GPS se dá por:

“Trata-se de um sistema computacional que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies. O SIG é uma das geotecnologias existentes que unem hardware e software”. (Cubas; Taveira, 2020, p. 146).

Com isso ao se pensar em um Sistema de Informação Geográfico, se tem a soma de cinco componentes que tem a interação como um todo software, hardware, banco de dados, usuários e método.

Figura 4 — Componentes de um SIG



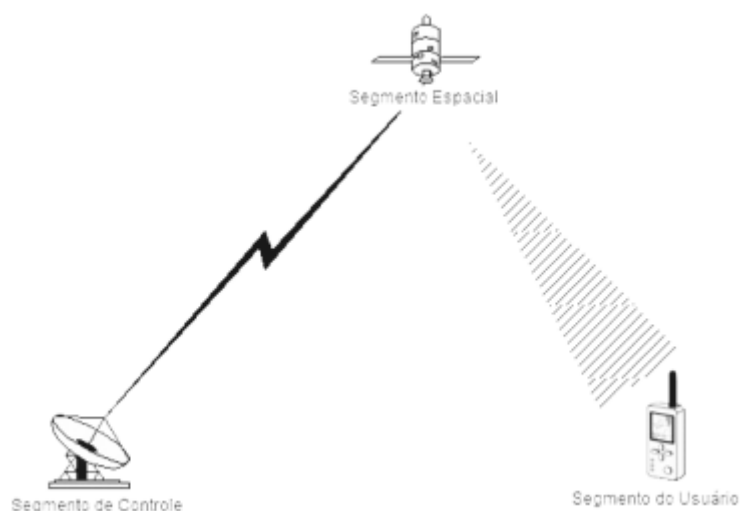
Fonte: Cubas e Taveira (2020, p. 121).

Tendo características específicas, os SIGs se tornam de extrema importância ao se tratar de localização. Com estruturas de dados e representação em camadas, seu método de representação torna a geolocalização mais prática (CUBAS; TAVEIRA, 2020).

2.3.1 COMPONENTES NECESSÁRIOS (GPS)

O GPS é dividido em três grandes segmentos, Segmento Espacial, Segmento de Controle Terrestre e Segmento do Usuário (Silva, 2020).

Figura 5 — Segmento do Sistema

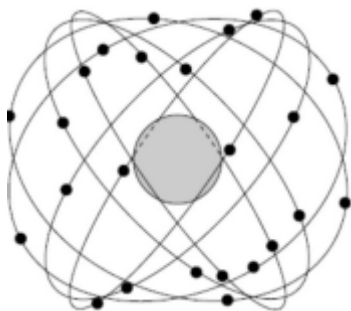


Fonte: Zanotta, Cappelletto e Matsuoka (2011, p. 3).

Segundo Silva (2020) em questão dos espaciais, tende-se de componentes os satélites, onde sua distribuição em órbita garante que sempre haja conexão com os outros componentes. Em segundo, as estações de controle buscam esta conexão e sincronização. Por fim, com relação ao utilizador, se tem a captação deste sinal por um receptor GPS, do qual calcula a sua posição.

Rousseau e Saint-aubin (2015) explicam também que o GPS consiste em 32 satélites, dos quais pelo menos 24 estão em funcionamento, enquanto os outros encontram-se prontos para entrar em ação caso algum satélite falhe. Os satélites estão posicionados a 20.200 km da superfície da Terra. Estão distribuídos por seis planos orbitais, cada um inclinado a 55 graus em relação ao plano equatorial como mostrado na figura 5.

Figura 6 — Os 24 satélites sobre as seis órbitas planas



Fonte: Moraes (2015, p. 16).

2.4 PHP

O PHP é a ferramenta de integração do projeto, conectando o Banco de dados, e o cliente em Android que faz a ele solicitações. Portanto, é importante definir o que é PHP e seu contexto histórico:

A Linguagem de programação PHP, surgiu no ano de 1994 desenvolvida pelo programador canadense-dinamarquês Rasmus Lerdorf, no início está sigla significava Personal Home Page Tools, era uma linguagem formada por um conjunto de scripts em linguagem C, voltados para à criação de páginas dinâmicas que Rasmus usava para visualizar e monitorar seu currículo na internet. Com o passar do tempo, mais pessoas quiseram utilizar dessa ferramenta e Rasmus foi adicionando recursos, como a interação com banco de dados. Em 1995, o código-fonte do PHP foi liberado, dando espaço para diversos desenvolvedores se juntarem ao projeto e naquele período o PHP ficou conhecido como FI (Forms Interpreter) (Dall'Oglio, 2015, p. 21).

No início o PHP era apenas formado por scripts em C que o criador do PHP usava para monitorar na Web o acesso de seu currículo, porém com o crescimento em 1997 foi criada uma segunda versão que naquele momento 1% de toda a internet utilizava do PHP, que até então era mantido apenas por Rasmus.

O rumo da linguagem se deu quando:

"neste ano também que Andi Gutmans e Zeev Suraski, estudantes que usavam da linguagem em um projeto acadêmico de comércio eletrônico se juntaram a Rasmus para aprimorar o PHP. Que oficialmente foi lançado em 98 tendo entre suas principais novas características o suporte à orientação a objetos, a extensibilidade, a possibilidade de se conectar com diversos bancos de dados ao mesmo tempo, novos protocolos, uma sintaxe mais consistente e uma nova API que permitia a criação de novos módulos. Foi nesta época que sua sigla passou a PHP: Hypertext Preprocessor uma linguagem com propósitos mais amplos." (Dall'Oglio, 2015, p. 22).

Com isso PHP já não era apenas uma criação de formulários, se tornou uma linguagem orientada a objetos com uma boa robustez, suporte à conexão com mais de um banco de dados.

"E em 2000 foi lançada a versão PHP 4, baseado numa versão reescrita do núcleo do PHP batizada de Zend Engine, que teve como objetivo melhorar seu desempenho e sua modularidade, o PHP 4 trouxe melhorias tais como suporte a vários servidores web, seções, além da abstração da sua API, permitindo por exemplo ser utilizado como linguagem para shell script.

Dadas as necessidades de maior suporte à orientação a objeto em sua versão PHP 5 foram adicionados recursos contemplar esta função dele, que foi disponibilizada em 2004. Ao longo deste período todo, o PHP vem se aperfeiçoando e adicionando mais e mais recursos. Sendo estimado seu uso em grande parte dos servidores web existente." (Dall'Oglio, 2015, p. 22).

2.4.1 Conexão do PHP com MySQL

Em nosso programa, o PHP desempenhou a função de servidor web, do qual nossa aplicação mobile busca os dados dos monumentos, como suas coordenadas e seus dados.

"O que torna esta parceria tão forte e estável é uma combinação de fatores, como o fato de o MySQL ser um banco fácil de aprender, leve e rápido, o PHP ser fácil e flexível e ambos possuírem licenças permissivas para uso pessoal, comercial e em projetos de software livre. PHP torna simples o uso do MySQL através de funções que conectam, executa código SQL e trazem os resultados para a aplicação" (BENTO, 2021, p. 65-66).

2.4.1.1 Connection PDO

Segundo o The PHP Group (2006), a extensão PHP Data Objects (PDO) define uma interface leve e consistente para acessar bancos de dados em PHP. Cada driver de banco de dados que implementa a interface PDO pode expor recursos específicos do banco de dados como funções de extensão regulares.

2.4.2 JSON

O JSON é o formato de arquivo que utilizamos para a troca de informações entre o servidor e o cliente, podemos citar uma boa definição com a Plataforma DEVMEDIA que define como "JSON é basicamente um formato leve de troca de informações/dados entre sistemas." (DEVMEDIA, 2011).

2.5 BANCO DE DADOS

Um bom contexto histórico do que é um modelo de banco de dados pode ser dada pelo Professor de Banco de Dados Felipe Nery que em seu livro “Banco de Dados: Projeto e Implementação” diz que:

"Historicamente, os primeiros modelos de banco de dados datam da década de 1960. Desde então, a pesquisa científica na área procura evoluir no sentido de definir, encontrar modelos que representem da melhor maneira possível os dados de uma realidade, ou seja, que organizem os dados de uma forma mais próxima da maneira como são vistos e manipulados pelas pessoas no mundo real." (Machado, 2014, p. 15).

Segundo a Amazon, uma clara definição de Banco de dados se dá por:

Um banco de dados relacional é uma coleção de itens de dados com relacionamentos predefinidos entre si. Esses itens são organizados como um conjunto de tabelas com colunas e linhas. As tabelas são usadas para reter informações sobre os objetos a serem representados no banco de dados. Cada coluna da tabela retém um determinado tipo de dado e um campo armazena o valor em si de um atributo. As linhas na tabela representam uma coleção de valores relacionados de um objeto ou de uma entidade. Cada linha em uma tabela pode ser marcada com um único identificador chamado de chave principal. Já as linhas entre as várias tabelas podem ser associadas usando chaves estrangeiras. Esses dados podem ser acessados de várias maneiras diferentes sem reorganizar as próprias tabelas do banco de dados (AMAZON, p. 1).

Em nosso sistema utilizamos do Banco de Dados para armazenar as Audiodescrições dos monumentos e estatuas do Parque Ibirapuera que utilizamos como referencial e para entendermos o que é um Banco de Dados é preciso recorrer a definição dada por Jan L. Harrington Expert em Gerenciamento de Banco de Dados e autor do livro "*relational database: design and implementation*" ("Banco de Dados Relacional: Design e Implementação") que sobre o assunto que tem com definição fundamental:

"*There are things in a business environment about which we need to store data, and those things are related to another in a variety of ways. In fact, to be considered a database, the place where data are stored must contain not only the data but also information about the relationships between those data.*" (Harrington, 2016).

Com este texto Harrington quis dizer que um dado armazenado sem suas relações não pode ser considerado um Banco de dados efetivo, pois, o espaço que conter os dados deve conter também as relações entre esses dados (tradução nossa).

2.5.1 O que é SQL?

Segundo Milani (2016), A sigla SQL abrevia o termo *Structured Query Language* (em português, Linguagem de Consulta Estruturada), que é o nome dado à linguagem responsável pela interação com os dados armazenados na maioria dos bancos relacionais.

Em Banco de Dados Avançado, Aléssio (2015) aborda que os recursos dessa linguagem são divididos em:

- Linguagem de definição de dados ou LDD (ou DDL, do inglês), com comandos como CREATE, DROP e ALTER TABLE;
- Linguagem de manipulação de dados, ou LMD (ou DML, do inglês), com comandos como UPDATE, SELECT, INSERT e DELETE;
- Linguagem de controle de dados, ou LCD, com comandos para controle de acesso dos usuários do sistema, como GRANT e REVOKE em SQL.

2.5.2 MySQL

O SGBD escolhido para nosso projeto é o MySQL e está escolha se dá por ele ser uma ferramenta gratuita dentre outras qualidades citadas também no livro "MySQL: Comece com o principal banco de dados *open source* do mercado" de Vinicius Carvalho que diz nele "Ao escolher o MySQL como opção de Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), além de uma ferramenta gratuita criada na base de licença de *software* livre, você também está optando por qualidade, robustez e segurança" (Carvalho, 2015, p. 10).

Segundo a Oracle (2022), o banco de dados MySQL é um sistema cliente/servidor que consiste em um servidor SQL *multi thread* que suporta diferentes back-ends, vários programas e bibliotecas clientes diferentes, ferramentas administrativas e uma ampla gama de interfaces de programação de aplicativos (APIs).

Figura 7 — Características do MySQL



Fonte: Carvalho (2015, p. 12).

3 METODOLOGIA

Em nossa pesquisa analisando os objetivos definidos decorrentes de vários debates selecionamos as opções mais viáveis em relação ao uso de uma aplicação em um local que não seja residencial e o usuário não tenha o Wi-Fi disponível. Desta forma, criamos uma aplicação que ao realizar o download e iniciar pela primeira vez, em segundo plano é feita a transferência dos arquivos de audiodescrições disponíveis, tornando o aplicativo mais intuitivo ao seu uso e com a finalidade de transmitir a informação de forma clara.

Figura 8 — Protótipo Inicial



Fonte: Os autores (2022).

A aplicação conta com um histórico de audiodescrições já reproduzidas, o botão de reprodução e uma barra de pesquisas que conta com o botão de pesquisa por voz. Esta imagem foi nossa primeira prototipação do sistema.

Chegamos ao consenso de utilizar uma aplicação mobile que integrasse o GPS com um Banco de Dados, sendo acionada ao entrar em um espaço entorno do objeto e é transmitida a audiodescrição.

Para termos uma noção do sistema de leitura, simulamos a função de coordenada do aplicativo mobile. Para alcançar uma visão clara sobre a precisão do sistema, fizemos 25 testes dentro de uma distância de 7 metros, onde seria medido o 1º extremo de uma sala, o meio e o extremo oposto da sala. Após fazermos os testes, chegamos a esses dados:

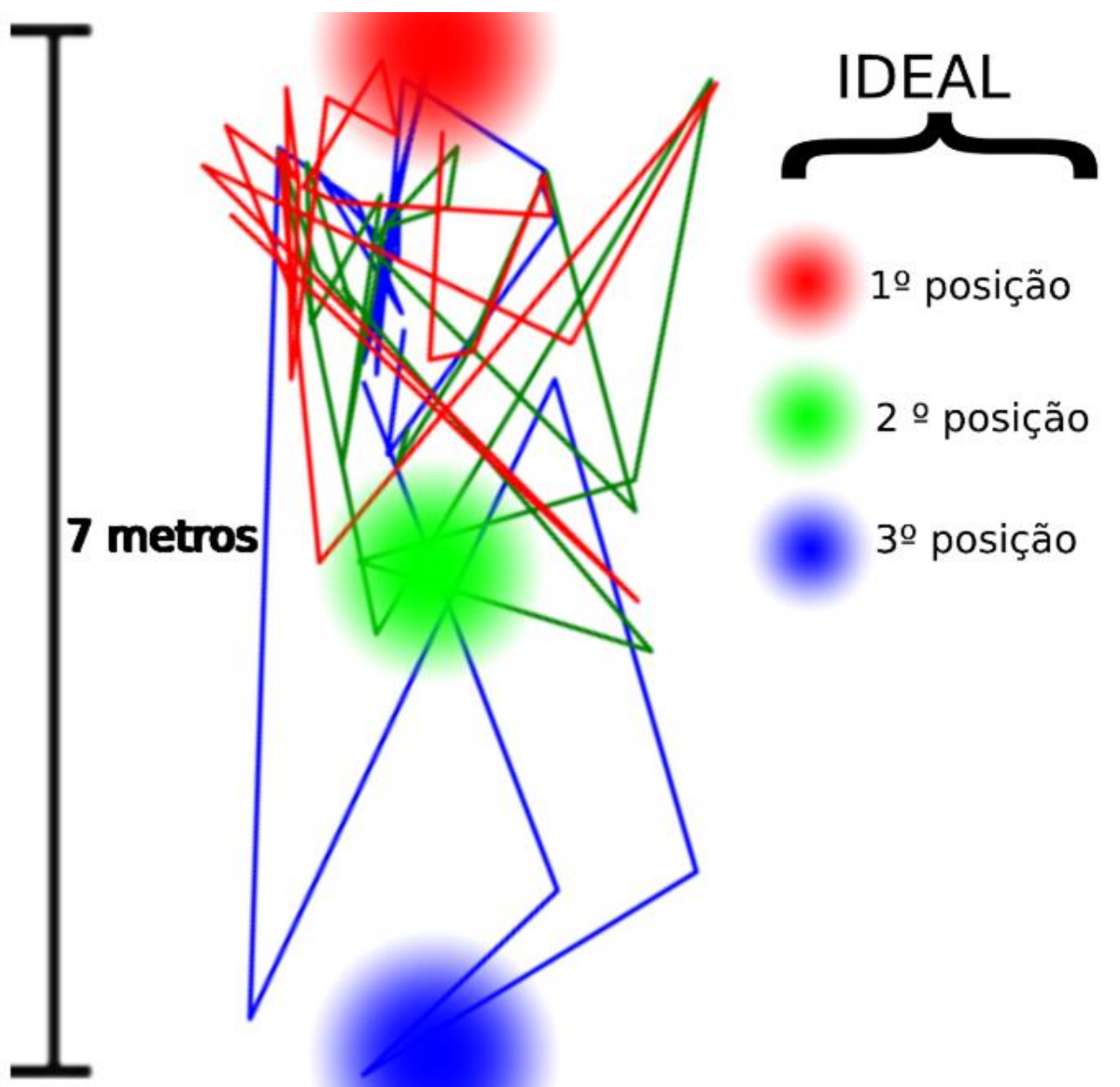
Figura 9 — Registros de dados Obtidos

1ª posição		2ª posição		3ª posição	
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
-23.60569	-46.59756	-23.60571	-46.59759	-23.60571	-46.59765
-23.60561	-46.59737	-23.60566	-46.59738	-23.60568	-46.59740
-23.60555	-46.59740	-23.60566	-46.59752	-23.60572	-46.59767
-23.60563	-46.59732	-23.60571	-46.59743	-23.60573	-46.59749
-23.60572	-46.59748	-23.60580	-46.59749	-23.60580	-46.59749
-23.60554	-46.59746	-23.60564	-46.59750	-23.60565	-46.59754
-23.60573	-46.59765	-23.60573	-46.59765	-23.60573	-46.59764
-23.60573	-46.59760	-23.60571	-46.59760	-23.60573	-46.59763
-23.60571	-46.59756	-23.60571	-46.59758	-23.60570	-46.59761
-23.60573	-46.59762	-23.60573	-46.59763	-23.60573	-46.59767
-23.60573	-46.59757	-23.60570	-46.59759	-23.60573	-46.59763
-23.60574	-46.59758	-23.60574	-46.59759	-23.60575	-46.59766
-23.60572	-46.59757	-23.60567	-46.59755	-23.60569	-46.59759
-23.60570	-46.59756	-23.60573	-46.59759	-23.60575	-46.59764
-23.60577	-46.59761	-23.60574	-46.59757	-23.60575	-46.59760
-23.60578	-46.59761	-23.60576	-46.59758	-23.60577	-46.59762
-23.60573	-46.59758	-23.60573	-46.59759	-23.60573	-46.59763
-23.60570	-46.59756	-23.60572	-46.59758	-23.60573	-46.59761
-23.60576	-46.59761	-23.60570	-46.59742	-23.60575	-46.59752
-23.60576	-46.59754	-23.60576	-46.59753	-23.60576	-46.59753
-23.60576	-46.59753	-23.60576	-46.59753	-23.60576	-46.59753
-23.60576	-46.59753	-23.60576	-46.59753	-23.60576	-46.59753
-23.60575	-46.59752	-23.60571	-46.59752	-23.60571	-46.59752
-23.60568	-46.59753	-23.60568	-46.59753	-23.60571	-46.59754
-23.60571	-46.59755	-23.60569	-46.59753	-23.60576	-46.59758

Fonte: Os autores (2022).

Com esses dados, elaboramos um gráfico com os dados que ajudassem a visualizar melhor a precisão do GPS:

Figura 10 — Gráfico de Demonstração de Precisão

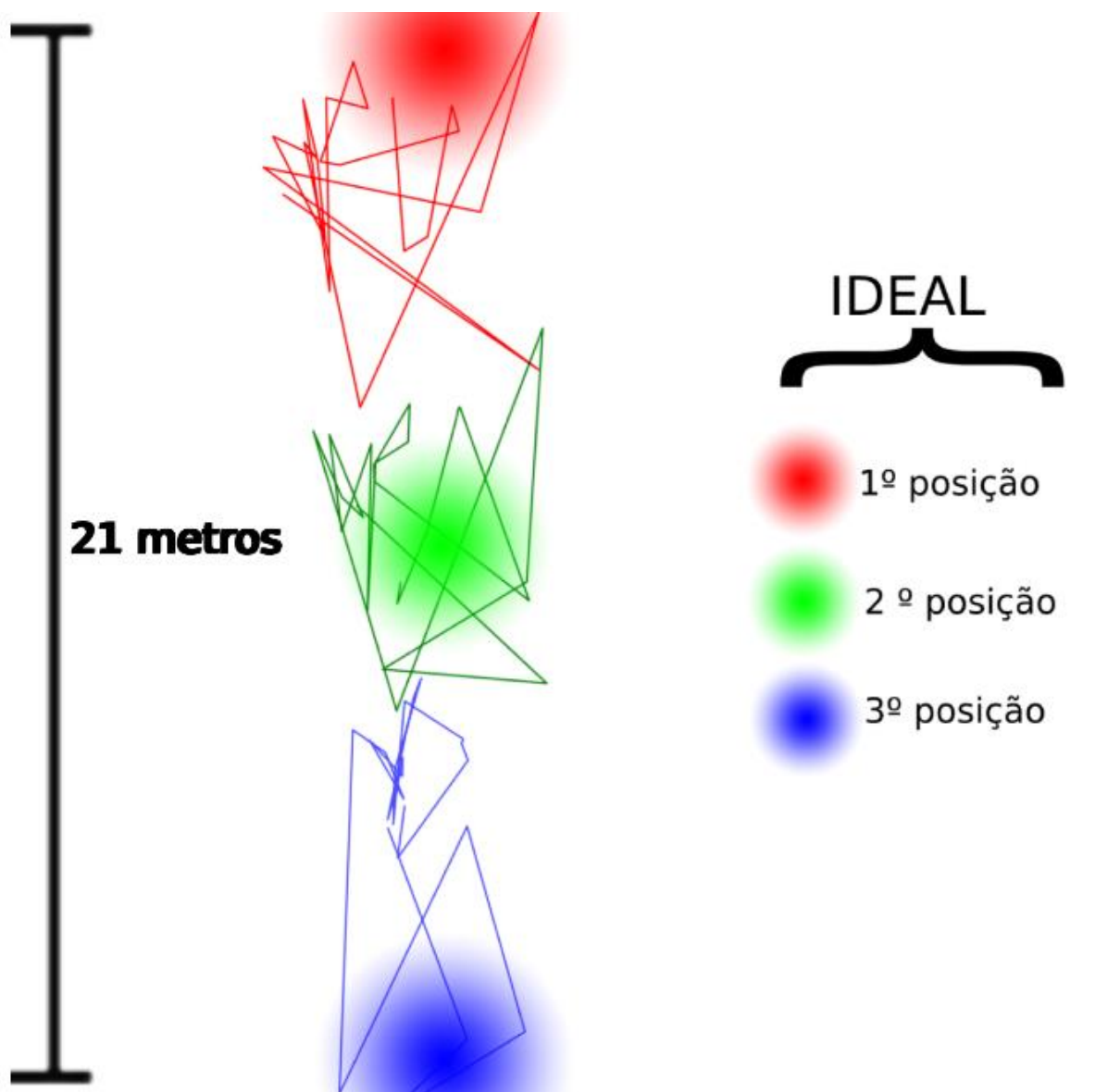


Fonte: Os autores (2022).

Nesse gráfico está representado, além das respectivas posições, a localização de real sistema móvel. É perceptível, que por mais que existam imprecisões, cada ponto possui distintas posições, mas pelo que é mostrado acima, um espaço de apenas 7 metros não é o suficiente para distinguirmos com clareza suas respectivas posições. Por isso pretendemos projetar um sistema que tenha uma precisão em torno de 5 a 7 metros para cada objeto que ele rastrear.

Distribuindo em três posições, considerando 7 metros, teríamos uma extensão de 21 metros.

Figura 11 — Segundo teste de precisão



Fonte: Os autores (2022).

Após tentarmos determinar qual nível de precisão, discutimos sobre a dificuldade de precisão encontrada em uma escala pequena e como isso seria dificultoso para o desenvolvimento do nosso sistema. Com isso, mudamos o foco para ambientes de espaços abertos com um tamanho razoável para a precisão do GPS.

Porém, depois de uma sequência de testes, notamos que a medição das distâncias da nossa aplicação para lugares fechados, seria muito imprecisa, com isso, optamos por mudar para um espaço cultural mais amplo e utilizamos do Ibirapuera como base para um ambiente cultural dada as suas obras espalhadas pelo parque.

Após decidirmos em qual ambiente atuaríamos, precisávamos definir de qual forma seria o acionamento do sistema, como sistema GPS utiliza coordenadas para definir posição, precisávamos também, armazenar os dados de todos os espaços ou monumentos culturais, para a partir de nossa posição atual, termos uma noção da proximidade desses objetos almejados.

3.1 REQUISITOS

O projeto foi desenvolvido com uma grande preocupação para entregar as informações com clareza ao usuário que possui deficiência visual. Em decorrência disso, os requisitos documentados abaixo evidenciam os pontos cruciais para o funcionamento da aplicação adotados pela equipe.

3.1.1 REQUISITOS FUNCIONAIS

[RF1] A aplicação deve encontrar e informar objetos, locais, pontos turísticos próximos ao usuário.

Descrição: Com base nos recursos de geolocalização, e dados móveis, o sistema da aplicação deverá detectar objetos, locais e pontos turísticos próximos ao usuário e informá-lo sobre.

Importância: Alta

[RF2] A aplicação deve localizar novas obras, objetos, locais e monumentos quando acabar a transcrição de alguma obra, objeto, locais, monumentos, para que se dirija a outra.

Descrição: Com base nos recursos de geolocalização, e dados móveis, o sistema da aplicação deve notificar o usuário para dirigir-se a uma nova atração.

Importância: Alta

[RF3] O sistema deverá realizar a busca de monumentos próximos.

Descrição: Para otimizar o uso de bateria e dados móveis, enquanto ocorre a reprodução das transcrições de áudio, o aparelho localiza novas obras próximas ao usuário.

Importância: Alta

[RF4] A partir de determinado espaço definido (14 metros), a aplicação deve executar audiodescrição da obra, objeto, locais, monumentos.

Descrição: Ao se aproximar de uma obra, objeto, local cultural, ou monumentos, a aplicação deve reproduzir a informação de que está próximo de um objeto que está cadastrado no sistema da aplicação, e reproduzi-lo em seguida.

Importância: Alta

[RF5] A aplicação deve reproduzir as audiodescrições.

Descrição: Com o objetivo de facilitar o acesso à informação das obras, locais, objetos, locais culturais, ou monumentos, a aplicação deverá reproduzir o áudio das transcrições das obras próximas ao usuário de forma clara e de fácil entendimento.

Importância: Alta

[RF6] O sistema será utilizado com base em cálculo de coordenadas (latitude e longitude) para localização do usuário.

Descrição: Para melhor precisão de localização do usuário, a aplicação deverá utilizar os serviços de GPS do dispositivo com apoio dos cálculos desenvolvidos no escopo do projeto.

Importância: Alta

[RF7] A aplicação emitirá uma notificação sonora ao usuário quando estiver se aproximando de alguma obra, objeto, locais, monumentos.

Descrição: Para informar o usuário com deficiência visual, a aplicação deverá utilizar os serviços de notificação do dispositivo mobile para que ele possa estar deixando o local e dirija-se a uma nova obra.

Importância: Alta

[RF8] O sistema deverá informar quando a aplicação estiver offline.

Descrição: Conforme o usuário utilize a aplicação, e ocorra de o dispositivo não possuir dados móveis, a aplicação deverá notificar a perda de sinal.

Importância: Mediano

[RF9] O sistema deverá realizar um cálculo aproximado das coordenadas com base nos dados móveis, e a última localização válida caso ocorra perda de sinal de GPS.

Descrição: Conforme o usuário utilize a aplicação, e ocorra de o dispositivo não possuir sinal de GPS, a aplicação deverá notificar o usuário a perda de sinal.

Importância: Alta

3.1.2 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

[RNF1] A aplicação deverá ter um tempo de carregamento dos áudios de no máximo 5 segundos.

Descrição: Para a navegação das principais telas e funcionalidades, o tempo de execução não deve ultrapassar 5 segundos, priorizando a otimização.

Importância: Alta

[RNF2] A aplicação deverá manter o GPS, e dados móveis ativados para localização dos monumentos próximos aos usuários.

Descrição: Para melhor disponibilidade das informações, e precisão do local, a aplicação deve ativar os recursos de Dados móveis, e GPS do dispositivo mobile para que consiga desempenhar suas funcionalidades definidas.

Importância: Alta

[RNF3] A aplicação deverá manter em cache todos os arquivos de audiodescrição dos monumentos próximos aos usuários.

Descrição: Para um melhor funcionamento da aplicação, é necessário que a aplicação realize o download das obras, objetos, locais, monumentos, e mantenha em cache no sistema do dispositivo mobile para reproduzir as transcrições em áudio.

Importância: Alta

[RNF4] Todas as audiodescrições devem estar disponíveis caso o aparelho esteja sem dados móveis próximo a algum monumento, e informar por vibração quando o usuário se aproximar de algum objeto, local, monumento.

Descrição: Para melhorar a experiência de usabilidade da aplicação, ela deverá utilizar recursos físicos e de software do dispositivo mobile para reprodução das transcrições em áudio.

Importância: Alta

[RNF5] O Back-end da aplicação deverá ser desenvolvido na plataforma PHP.

Descrição: Por definição de escopo de projeto, nossa aplicação será desenvolvida com o uso da plataforma PHP

Importância: Alta

[RNF6] O sistema deverá conter um banco de dados estruturado em MySQL.

Descrição: Por definição de escopo de projeto, o servidor da aplicação será desenvolvido com o uso da plataforma PHP, para a hospedagem do banco de dados.

Importância: Alta

[RNF7] O sistema deve possuir configurações de GPS para precisão da localização do Usuário.

Descrição: Para aprimorar a precisão da localização do usuário, a aplicação, deve ligar o recurso de GPS do dispositivo mobile.

Importância: Alta

[RNF8] O sistema deverá possuir um design simples e intuitivo.

Descrição: Devido a aplicação ser voltada a pessoas com deficiência visual, as funcionalidades da aplicação devem possuir pouca complexidade em sua usabilidade, e suas informações repassadas em áudio para melhor compreensão.

Importância: Alta

[RNF9] O sistema deverá manter no volume máximo as transcrições de áudio, enquanto utilizada a aplicação.

Descrição: Devido a aplicação ser voltada a pessoas com deficiência visual, o recurso de som deve manter o auto falante do dispositivo mobile no volume máximo para orientar o usuário.

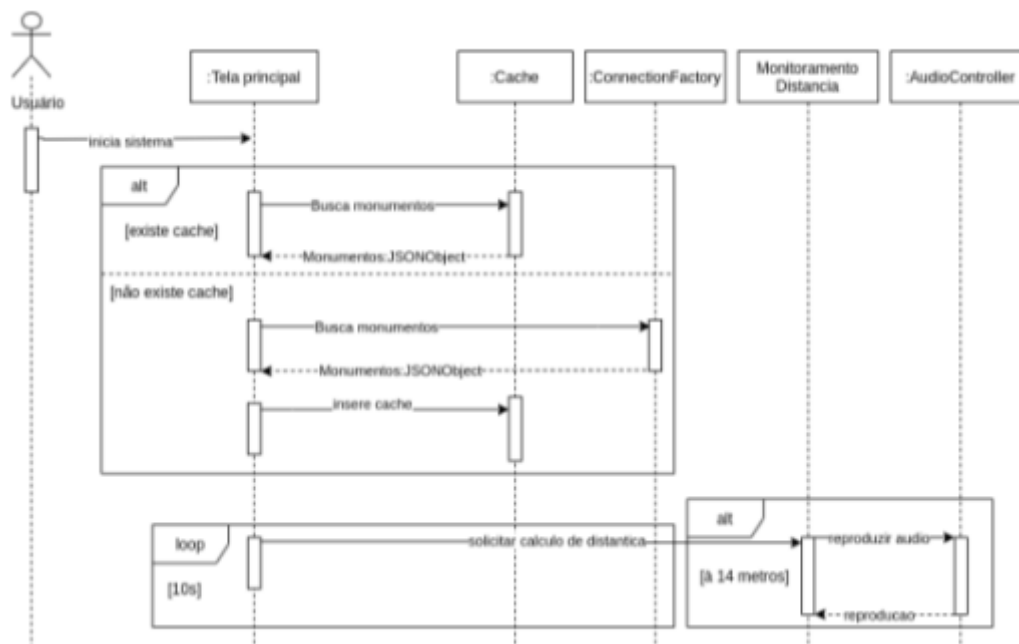
Importância: Alta

3.2 CASOS DE USO

Filho (2011) aborda que "O objetivo do diagrama de caso de uso é oferecer uma visão externa do relacionamento entre o sistema e o mundo exterior. "

Partindo desses entendimentos e dos requisitos, conseguimos elaborar os seguintes casos de uso:

Figura 13 — Diagrama de Sequência



Fonte: Os autores (2022).

O processo começa quando o usuário inicia o sistema. Em seguida, a tela principal envia uma mensagem para o cache solicitando a busca de monumentos armazenados em cache. Se existirem os monumentos, a tela principal receberá um objeto JSON com as informações. Caso contrário, a tela principal enviará uma mensagem para a ConnectionFactory solicitando a busca de monumentos e receberá um objeto JSON com as informações dos monumentos.

Após o recebimento das informações dos monumentos, o sistema iniciará um loop de 10 segundos para monitorar a distância do usuário em relação aos monumentos. A tela principal enviará uma mensagem para o Cache solicitando o cálculo da distância. Se a distância for menor ou igual a 14 metros, a tela principal enviará uma mensagem para o Cache solicitando a reprodução da audiodescrição do monumento. Caso contrário, nenhuma ação será realizada. Este processo continuará até que o usuário encerre o sistema.

3.3 SERVIDOR

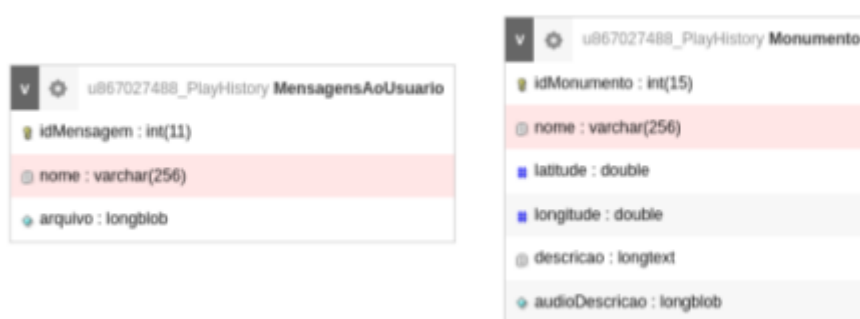
Como nosso sistema cliente pretende realizar todos os cálculos pelo próprio sistema cliente, nosso servidor é simples, tendo o propósito de apenas armazenar

dados sobre monumentos, como coordenadas, nome, descrição e áudio de mensagens que orientem o usuário.

3.3.1 DER (Diagrama de Entidade Relacionamento)

No banco de dados incluímos tabelas apenas para armazenar monumentos, algo que poderia facilmente ser aplicado com sistema NoSQL, mas optamos pela facilidade de requisitar queries, algo que ajuda na atualização dos dados.

Figura 14 — DER



Fonte: Os autores (2022).

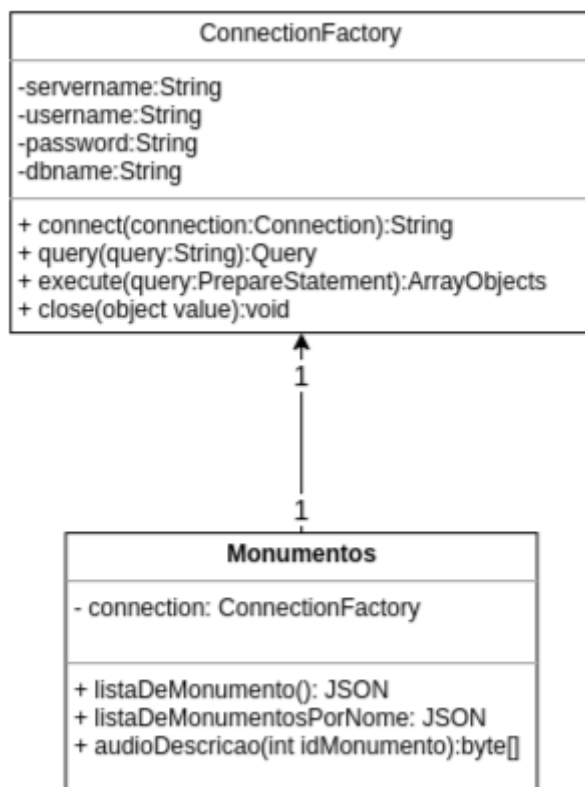
A tabela "MensagensAoUsuario" armazena as mensagens enviadas aos usuários da aplicação, incluindo o nome do usuário e o arquivo de áudio correspondente. A chave primária da tabela é o campo "idMensagem", que identifica de forma única cada mensagem enviada.

A tabela "Monumento" armazena as informações sobre os pontos turísticos disponíveis para audiodescrição, incluindo o nome do monumento, a latitude e longitude, uma descrição e o arquivo de áudio com a audiodescrição. A chave primária da tabela é o campo "idMonumento", que identifica de forma única cada ponto turístico. Além disso, a tabela possui uma chave única no campo "nome", que garante que não haja nomes repetidos entre os pontos turísticos.

Essas duas tabelas são importantes para a funcionalidade da aplicação, pois armazenam as informações necessárias para a audiodescrição de pontos turísticos para deficientes visuais. A tabela "MensagensAoUsuario" permite que a aplicação envie mensagens personalizadas aos usuários, usadas para avisos sobre permissões

e downloads de arquivos, enquanto a tabela "Monumento" armazena as informações sobre os pontos turísticos disponíveis para audiodescrição.

Figura 15 — Diagrama de Classes - Servidor



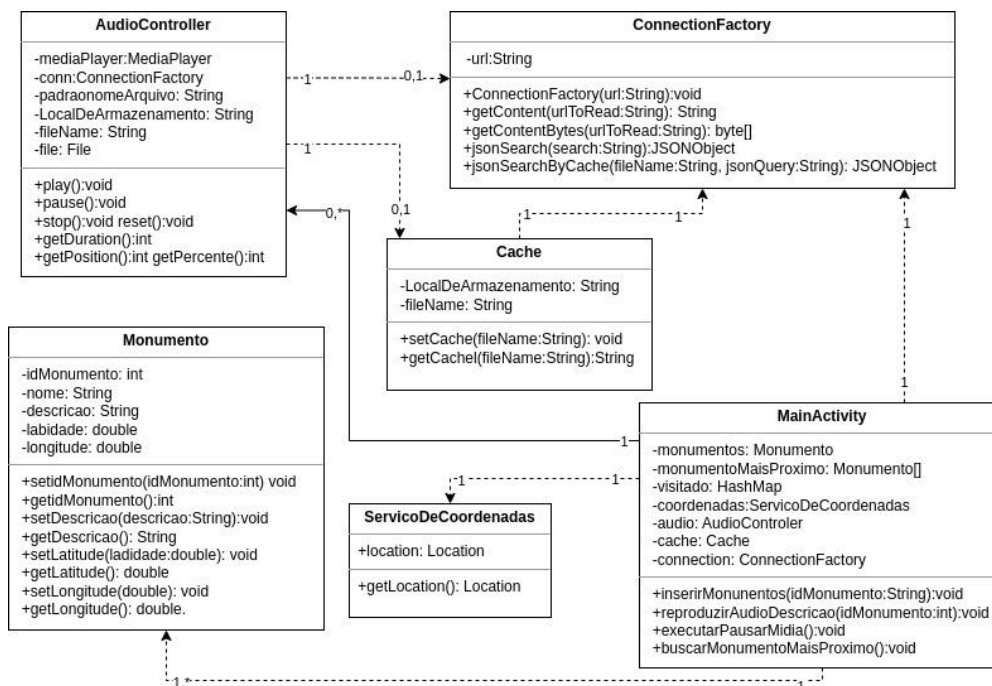
Fonte: Os autores (2022).

O diagrama de classes apresentado tem como objetivo representar um servidor que faz audiodescrição de pontos turísticos para deficientes visuais. O diagrama consiste em duas classes: **ConnectionFactory** e **Monumentos**. A classe **ConnectionFactory** tem como atributos o nome do servidor, o nome de usuário, a senha e o nome do banco de dados, além de métodos para conectar e fechar conexões, executar consultas e obter resultados. Já a classe **Monumentos** tem como atributo uma instância da classe **ConnectionFactory** e métodos para listar os monumentos, listar os monumentos por nome e obter a descrição de áudio de um monumento específico. A relação entre as duas classes é de associação, pois a classe **Monumentos** depende da classe **ConnectionFactory** para se conectar ao banco de dados e obter os dados necessários.

3.4 CLIENTE

Devido as características do nosso sistema, boa parte das tarefas computacionais são realizadas no cliente.

Figura 16 — Diagrama de Classes - Cliente



Fonte: Os autores (2022).

O diagrama contém cinco classes: **AudioController**, **ConnectionFactory**, **Cache**, **Monumento** e **MainActivity**.

A classe **AudioController** controla a reprodução do áudio do ponto turístico selecionado fornecendo métodos básicos como **play()**, **pause()** e **stop()**. Ele também armazena informações sobre o nome do arquivo padrão, nome do arquivo atual, local de armazenamento e instâncias da **MediaPlayer** e **ConnectionFactory**.

A classe **ConnectionFactory** é responsável por estabelecer conexões à base de dados e obter o conteúdo relacionado ao ponto turístico selecionado. Possui métodos para oferecer suporte na busca dos dados em formato JSON.

A classe **Cache** é responsável pelo armazenamento da informação (JSON) devolvida pela base de dados no dispositivo local. Este armazenamento local servirá

com uma forma rápida de obter os mesmos dados sem ter que acessar a internet novamente.

A classe `Monumento` contém várias informações sobre um determinado monumento, como nome, longitude, latitude, descrição etc. Ele usará esses detalhes quando for preciso mostrar informações sobre um determinado monumento no dispositivo em questão.

A classe `ServicoDeCoordenadas` é responsável por acessar a localização do dispositivo. Ele usa o `Location` para obter informações sobre as coordenadas atuais do dispositivo (latitude e longitude). O método `getLocation()` retorna uma instância de `Location` com estas informações.

A Classe `MainActivity` é responsável por administrar e conectar as quatro outras Classes do aplicativo, disponibilizando os métodos: `mostrarMonumentos()`, `inserirMonumento()`, `reproduzirAudioDescrição()`, `executarPararMídia()` e `BuscarMonumentosMaisPróximos()`. Estes métodos permitem que, pela classe principal, seja possível navegar no conteúdo multimídia da aplicação.

Existe uma relação de dependência entre a classe `AudioController` e `ConnectionFactory`, pois a primeira utiliza os métodos disponibilizados pela segunda. Por fim, há uma relação de associação entre as classes `MainActivity` e `Cache`, bem como entre `MainActivity` e `ServicoDeCoordenadas`, pois as duas últimas são usadas na primeira.

3.5 SISTEMA

Após modelagem do nosso sistema, conseguimos chegar à implementação das funcionalidades almejadas. Nossa opção foi implementar a funções em cliente Android mobile e as requisições feitas à um servidor PHP.

No primeiro acesso ao sistema, são feitas as requisições de permissão de acesso. O sistema Android tem uma interface padrão para solicitar requisições, mas nos preocupamos em também reproduzir uma mensagem em áudio sobre as permissões necessárias para o correto funcionamento do nosso sistema.

Figura 17 — Solicitação das permissões



Fonte: Os autores (2022).

Ao iniciar o sistema, no topo existe um ícone de pesquisa, são apresentadas as listas de monumentos e logo abaixo também é mostrado o monumento mais próximo ao usuário.

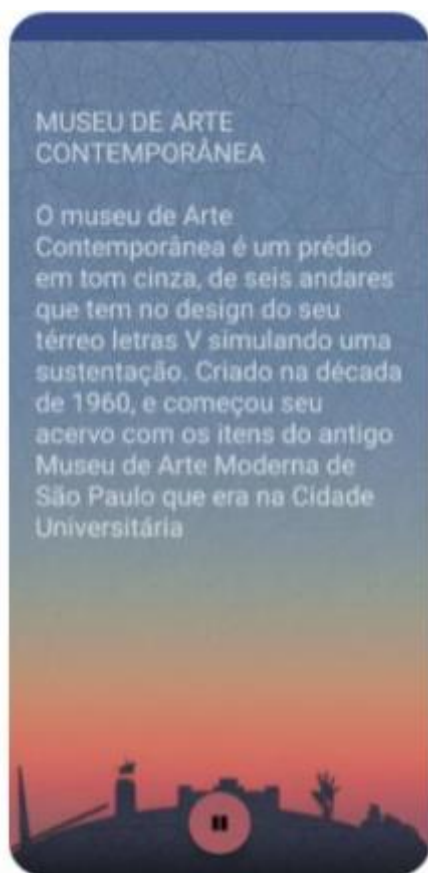
Figura 18 — Tela Inicial do Aplicativo



Fonte: Os autores (2022).

Ao selecionar monumento ou atender a condição de próximos, é acionada a audiodescrição, para usuário que desejam utilizar a interface também é exibida a descrição por meio de texto.

Figura 19 — Tela de descrição



Fonte: Os autores (2022).

Caso o usuário queira fazer a busca do sistema, basta tocar na lupa e digitar o monumento desejado e submeter pesquisa.

Figura 20 — Tela de pesquisa



Fonte: Os autores (2022).

3.6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Analisando os nossos resultados práticos podemos entender que a geolocalização possui uma limitação de 5 a 7 metros para identificar algum outro objeto em seu entorno. Com isso, trabalhamos em desenvolver uma aplicação que se adeque a esta limitação, porém mesmo com essa proximidade ainda estávamos tendo problemas de precisão, e por conta disso mudamos para um ambiente maior como o parque Ibirapuera.

A pesquisa sobre o tema geral referente à Pessoa com Deficiência e seus desafios foi importante para entendermos de que forma poderíamos impactar positivamente uma Pessoa com Deficiência visual, através dessas pesquisas, descobrimos o modo de se usar um celular quando se é uma Pessoa com Deficiência Visual.

Analisando os gráficos também é possível notar que ao se tratar de um ambiente fechado, o espaço onde for implementado terá que ter uma área equivalente com o número de objetos documentados no Aplicativo. Por exemplo, num perímetro de 14 metros quadrados poderiam ser colocados uma exposição, pois é o que seria suportado, mesmo com isso houve interferência na identificação, ocorrendo inconsistências ao apresentar os dados e a audiodescrição de um outro objeto próximo, mas isso foi corrigido utilizando um outro ambiente maior.

Por mais que o sistema possua interface, o sistema tem elementos que podem tornar mais funcional o uso de pessoas com deficiência visuais. Após o usuário abrir a primeira vez o sistema, basta ele fechar a aplicação, caso haja uma aproximação suficiente do objeto, é acionada a audiodescrição. A cada 2 horas a lista de monumento visitado é resetada, caso visite novamente o mesmo local é feita novamente a reprodução.

4 CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho, foi possível identificar uma necessidade em relação a um sistema de software que atenda a essa parte da sociedade que não contém soluções automatizadas no mercado. Sendo assim, um grande desafio para pessoas com deficiência visual usufruir de pontos turísticos urbanos (Teatros, Museus, Monumentos, Exposições). Foi pensando nisso, que planejamos e desenvolvemos esse projeto para auxiliar essa determinada população ao desenvolvimento cultural com uma aplicação em ambiente mobile, acessível, intuitiva e que contemple o acesso à informação por audiodescrições para as pessoas com deficiência visual.

No decorrer desse projeto, conseguimos resgatar e pôr em prática diversos conceitos e metodologias adquiridas durante a formação e aprimoradas conforme avançamos no desenvolvimento da aplicação. Conseguimos perceber por meio desse trabalho, a necessidade de aprofundar estudos, a buscar soluções tecnológicas, e ferramentas que ampliem a acessibilidade, com contato direto a este público, nos mostrando a importância de analisar o contexto que essa população está inserida, e desenvolver uma aplicação que consiga atender as limitações físicas existentes.

Os resultados obtidos através do protótipo, foram fundamentais para o desenvolvimento final da aplicação, através de lista de requisitos, diagramas, modelagem e programação.

Todas essas etapas se provaram um grande desafio, com propósito de conseguirmos incluir essas pessoas a esses ambientes culturais. Onde, mesmo que possuindo aparelhos telefônicos, é evidente a falta de soluções mobile para atender essa demanda.

REFERÊNCIAS

ABLESON, W frank *et al.* **Android em ação**. 3 ed. ELSEVIER, 2012.

AGÊNCIA BRASIL. **Pessoas com deficiência em 2019 eram 17,3 milhões**. Agência Brasil. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2021-08/pessoas-com-deficiencia-em-2019-eram-173-milhoes#:~:text=Segundo%20o%20IBGE%2C%203%2C4,e%20de%204%25%20na%20feminina..> Acesso em: 9 nov. 2022.

ALURA. **Apostila Java Web** : Banco de Dados e Jdbc. Alura. 2022. Disponível em: <https://www.alura.com.br/apostila-java-web/bancos-de-dados-e-jdbc>. Acesso em: 13 nov. 2022.

ALÉSSIO, Simone Cristina. **Banco de Dados Avançado**. Uniasselvi. 2015. 205 p. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=19315>. Acesso em: 14 dez. 2022.

AMAZON. **OQUE É BANCO DE DADOS** . AWS Amazon. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/relational-database/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ANDROID DEVELOPERS. **Desenvolvedores Android** : Documentos, Referência e LocationListener. Android Developers. 2021. Disponível em: <https://developer.android.com/reference/android/location/LocationListener>. Acesso em: 14 nov. 2022.

BENTO, Evaldo Junior . **Desenvolvimento web com PHP e MySQL**. Edição atualizada para PHP 8 ed. Casa do Código, 2021.

BRASIL. Congresso Nacional. Decreto n. 10098, de 18 de dezembro de 2000. **Diário Oficial da União**, 20 de dezembro de 2000, ano 2000.

BRASIL. Congresso Nacional. Decreto n. 13.146, de 05 de julho de 2015. **Diário Oficial da União**: Seção 42, ano 2015.

CAMPOS, D. M. R. **BIBLIOTECA DE CRIAÇÃO DE ROTAS ENTRE COORDENADAS EM AMBIENTES MARÍTIMOS NO SISTEMA BIO DATA**. São Luis, 2017 Dissertação (Mestre em Desenvolvimento de Sistemas e Aplicações/ Engenharia da Computação) - Universidade Estadual do Maranhão.

CARVALHO, Vinicius. **MySQL**: Comece com o principal banco de dados open source do mercado. 1 ed. Casa do Código, 2015.

CREF. **Cálculo aproximado de distâncias com base em coordenadas de latitude e longitude**. CREF - Centro de Referência para Ensino de Física. Instituto de Física da UFRGS, 2021. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=calculo-aproximado-de-distancias-com-base-em-coordenadas-de-latitude-e-longitude>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CUBAS, Monyra Gutierrez; TAVEIRA, Bruna Daniela de Araujo. **Geoprocessamento**: Fundamentos e Técnicas. 1 ed. intersaberes, 2020.

DALL'OGGIO, Pablo. **PHP**: Programando com Orientação a Objetos. 3 ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

DEITEL, Harvey M.. **Android**: Como Programar. 2 ed. Bookman, 2015.

DEVELOPERS ANDROID. **Tudo o que você precisa para criar no Android**. Developers Android. Disponível em: <https://developer.android.com/studio/features?hl=pt-br>. Acesso em: 13 nov. 2022.

DEVMEDIA. **Introdução ao Java Virtual Machine (JVM)**. DEVMEDIA. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-java-virtual-machine-jvm/27624>. Acesso em: 7 nov. 2022.

DEVMEDIA. **O que é JSON**. DEVMEDIA. 2011. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/o-que-e-json/23166>. Acesso em: 16 nov. 2022.

FILHO, Daniel C. de Oliveira. **UM PASSO A PASSO PARA A ELABORAÇÃO DO DIAGRAMA DE CASO DE USO DA UML**. Londrina, 2011 Monografia (Pós-Graduação Engenharia de Software com UML) - Centro Universitário Filadélfia de Londrina.

GOOGLE DEVELOPERS. **Location Manager**: Desenvolvedores, Android e Documentos Referência. Google Developers. 2021. Disponível em: <https://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager>. Acesso em: 13 dez. 2022.

GOOGLE DEVELOPERS. **Visão geral do MediaPlayer**. Developers Android. 2019. Disponível em: <https://developer.android.com/guide/topics/media/mediaplayer?hl=pt-br>. Acesso em: 14 dez. 2022.

HARRINGTON, Jan L.. **Banco de Dados Relacional: Design e Implementação**. Tradução Jan L. Harrington. 4 ed. New York, USA: ELSEVIER, 2016. Tradução de: Relational Database: Design and Implementation.

JAVA. **O que é tecnologia Java e Porque preciso dela?**. Java.com. Disponível em: https://www.java.com/pt-BR/download/help/whatis_java.html. Acesso em: 9 nov. 2022.

LECHETA, Ricardo R.. **Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 3 ed. São Paulo: novatec, 2013.

LYRA, Alex Sander. **MODELAGEM MATEMÁTICA PARA OTIMIZAÇÃO DA COLETA E DISTRIBUIÇÃO DE DEJETOS EM BIODIGESTOR CENTRAL**. Botucatu, 2021 Dissertação (Mestre em Agronomia (Energia na agricultura), Ciências Agrônômicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

MACHADO, Fernando Nery Rodrigues. **Banco de Dados: Projeto e Implementação**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

MEURER, FERNANDO. **DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA A CRIAÇÃO DE UM DIÁRIO DE LUGARES UTILIZANDO GPS E IMAGENS DA CÂMERA DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COM ANDROID**. Pato Branco, 2012 Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MICROSOFT. **O que é java?**: Um guia para Principiantes do Java| Microsoft Azure. Microsoft Azure. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-pt/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-java-programming-language/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

MILANI, André. **Construindo Aplicações Web com PHP e MySQL**. 2 ed. Novatec, 2016.

MORAES, Marcelo Cardozo de . **O funcionamento do GPS e a matemática do Ensino Médio**. São Carlos, 2015 Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) - Universidade Federal de São Carlos.

O QUE É BANCO de dados relacional?. AWS Amazon. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/relational-database/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ORACLE. **Por que MySQL?**. MySQL. 2022. Disponível em: <https://www.mysql.com/why-mysql/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ROUSSEAU, C.; SAINT-AUBIN, Y. **Matemática e atualidade volume 1**. SBM, 2015.

SANCHES, R. M. **Desenvolvimento de um sistema de planejamento de trajetória para veículos autônomos agrícolas**.: Mestrado - Programa de PósGraduação em Engenharia Mecânica e Área de Concentração em Dinâmica de Máquinas e Sistemas. São Carlos, 2012 Dissertação (Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SCHILDT, Herbert. **Java: The Complete Reference**. 7 ed. New York: Mc Graw Hill, v. 1, 2020.

SILVA, Reginaldo Macedônio. **Introdução ao geoprocessamento**: conceitos, técnicas e aplicações. 2 ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2020.

TESSARI, L. G.. **APLICATIVO DE LOCALIZAÇÃO DE LUGARES POR GPS PARA IPHONE**. CAXIAS DO SUL, 2010 Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) - Universidade de Caxias do Sul.

THE PHP GROUP. **Manual do PHP** : Referência das Funções e Extensões de Banco de Dados, Camadas de Abstração e PDO. 2006. Disponível em: https://www.php.net/manual/pt_BR/intro.pdo.php. Acesso em: 14 nov. 2022.

VANDERHEIDEN, Gregg C. **Ubiquitous acces-sibility, common technology core, and micro assistive technology**: Commentary on “computers and people with disabilities. ACM Transactions on Accessible Comput-ing (TACCESS), v. 1, 2008.

ZANOTTA, Daniel Capella; CAPPELLETTO, Eliane; MATSUOKA, Marcelo Tomio. O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2. 2313 p, 2011.