

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**GUILHERME DA SILVA DAROS**

**ACESSO AS INFORMAÇÕES DO MUSEU DE ZOOLOGIA DA UNESC PARA  
AUXILIAR OS DEFICIENTES VISUAIS POR MEIO DE UMA APLICAÇÃO MOBILE  
UTILIZANDO A TECNOLOGIA NFC**

**CRICIÚMA**

**2019**

**GUILHERME DA SILVA DAROS**

**ACESSO AS INFORMAÇÕES DO MUSEU DE ZOOLOGIA DA UNESC PARA  
AUXILIAR OS DEFICIENTES VISUAIS POR MEIO DE UMA APLICAÇÃO MOBILE  
UTILIZANDO A TECNOLOGIA NFC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Me. Paulo João Martins

**CRICIÚMA**

**2019**

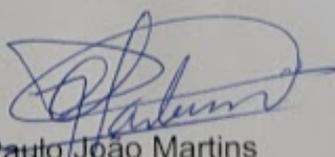
**GUILHERME DA SILVA DAROS**

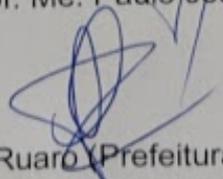
**ACESSO AS INFORMAÇÕES DO MUSEU DE ZOOLOGIA DA UNESC PARA  
AUXILIAR OS DEFICIENTES VISUAIS POR MEIO DE UMA APLICAÇÃO MOBILE  
UTILIZANDO A TECNOLOGIA NFC**

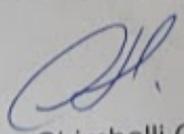
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado  
pela Banca Examinadora para obtenção do  
Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da  
Computação da Universidade do Extremo Sul  
Catarinense, UNESC.

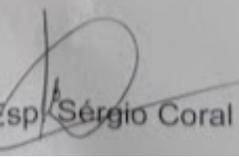
Criciúma, 26 de junho de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Me. Paulo João Martins

  
Me. André Faria Ruaro (Prefeitura Municipal de Criciúma)

  
Profa. Ma. Morgana Cirimbelli Gaidzinski (Museu de Zoologia - UNESC)

  
Prof. Esp. Sérgio Coral

**Dedico este trabalho a toda a minha família e amigos que de alguma forma me ajudaram na realização do mesmo.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe Maria de Lourdes de Silva, meu pai Dimaz Daros meus irmãos Rodrigo da Silva Daros e Gustavo da Silva Daros e minha namorada Paula Dela Giustina Gazolla que sempre estiveram presentes e sempre me deram força e incentivo para continuar.

Agradeço também a todos meus amigos que de alguma forma me ajudaram na realização deste trabalho.

**“Deficiente ou restrito nunca foi o indivíduo,  
e sim tudo que impede atendimento igual  
para casos especiais.”**

**Alex Garzon**

## RESUMO

A deficiência visual dificulta ou impossibilita a visão pelo cidadão e atinge uma quantidade significativa da população. Embora existam aplicações, ferramentas e tecnologias que visam auxiliar estas pessoas no seu dia a dia, o trabalho buscou desenvolver uma aplicação voltada para a plataforma Android com o uso da tecnologia NFC, para melhorar a acessibilidade ao Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski localizado na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Ele envolve a elaboração de uma aplicação Web em .NET Core, para armazenamento das informações de animais do museu em questão em um banco de dados SQL Server, além de criar um controle de acesso por usuário para permitir a inserção destas informações na aplicação e também permitir configurar as etiquetas NFC por meio da aplicação mobile. A aplicação mobile foi desenvolvida em Java para Android, com o uso das API, presentes no SDK da plataforma, de NFC, para leitura e escrita nas etiquetas, e Text To Speech para utilizar comando de voz e informar os deficientes visuais as informações pertinentes ao animal que está sendo consultado, por meio da aproximação de um smartphone com suporte à tecnologia. Com os resultados obtidos, foi possível observar que o museu não possui uma padronização na disponibilização das informações dos animais e possui uma certa dificuldade de acesso a elas. Assim, foi possível constatar após os testes realizados, que o trabalho proposto atingiu os objetivos esperados de auxiliar deficientes visuais, mais especificamente no museu supracitado.

**Palavras-chave:** Deficiência visual, NFC, Android, .NET Core, Text To Speech.

## ABSTRACT

Visual impairment makes it difficult or impossible for the citizen to see and reaches a significant amount of the population. Although there are applications, tools and technologies aimed at helping these people in their daily lives, the work sought to develop an application focused on the Android platform using NFC technology, to improve accessibility to the Museum of Zoology Prof. Morgana Cirimbeli Gaidzinski located in Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). It involves the development of a .NET Core Web application for storing the animal information of the museum in question in a SQL Server database, as well as creating a per-user access control to allow insertion of this information into the application and also NFC tags via the mobile application. The mobile application was developed in Java for Android, using the APIs, present in the Platform SDK, NFC, for reading and writing on labels, and Text To Speech to use voice command and inform the visually impaired of information pertinent to the animal being consulted, by means of the approach of a smartphone with support to the technology. With the results obtained, it was possible to observe that the museum does not have a standardization in the availability of information of the animals and has a certain difficulty of access to them. Thus, it was possible to verify after the tests carried out that the proposed work reached the expected objectives of assisting visually impaired people, more specifically in the museum mentioned above.

**Palavras-chave:** Visually impaired, Accessibility, NFC, Android, .NET Core, Text To Speech.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Museu de Zoologia da UNESC.....	24
Figura 2 - Placa de informações do Museu de Zoologia da UNESC.....	25
Figura 3 - Crescimento de dispositivos com NFC até 2019.....	26
Figura 4 - Formato de pulso do documento ECMA-340.....	29
Figura 5 - Sistema RFID indutivo com transponder passivo.....	30
Figura 6 - Exemplos de compatibilidade da tecnologia NFC.....	34
Figura 7 - Padrões NFCIP-2 e NFCIP-1. <i>Peer-to-Peer</i> .....	35
Figura 8 - Arquitetura do Android.....	40
Figura 9 - <i>Kernel</i> do Linux.....	41
Figura 10 - Hardware Abstraction Layer (HAL).....	41
Figura 11 - Android Runtime.....	42
Figura 12 - Estrutura da Java API.....	42
Figura 13 - Identificação de animais no museu.....	47
Figura 14 - Informações dos animais nos expositores.....	47
Figura 15 - Diagrama de caso de uso.....	48
Figura 16 - Fluxo de interação do usuário com a aplicação.....	48
Figura 17 - Etiqueta NFC.....	50
Figura 18 - Arquitetura do sistema.....	51
Figura 19 - Servidores no Azure.....	51
Figura 20 - Classe Item.....	52

Figura 21 - Classe Usuario.....	52
Figura 22 - Classe Museu.....	53
Figura 23 - Swagger da aplicação Web.....	54
Figura 24 - Modelagem de dados.....	56
Figura 25 - Estrutura aplicação mobile.....	58
Figura 26 - Fluxo inicial do projeto.....	58
Figura 27 - Requisição para trazer os itens ativos cadastrados no banco de dados do servidor.....	59
Figura 28 - Requisição para consultar itens no Web Service.....	60
Figura 29 - Requisição de login na LoginActivity.....	61
Figura 30 - Verificando se a tecnologia NFC está ativa.....	61
Figura 31 - Implementação da função após detectar etiqueta.....	62
Figura 32 - Classe de escrita na etiqueta NFC.....	63
Figura 33 - Classe de leitura na etiqueta NFC.....	63
Figura 34 - Inicialização variável local TextToSpeech.....	64
Figura 35 - Uso do TextToSpeech para leitura das informações dos animais.....	65
Figura 36 - Inserindo item do Museu.....	66
Figura 37 - Tela para seleção de perfil.....	67
Figura 38 - Tela para leitura de etiquetas.....	68
Figura 39 - Tela para selecionar o animal para escrita na etiqueta.....	68
Figura 40 - Tela para escrita de etiquetas.....	69
Figura 41 - Aproximando dispositivo na etiqueta.....	69
Figura 42 - Opções extras na aplicação.....	70

Figura 43 - Falta de padronização na disponibilização das placas no Museu.....	71
Figura 44 - Expositor sem identificação do animal.....	72
Figura 45 - Teste de leitura aplicado no Museu.....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Censo Demográfico 2010 - Tipos de Deficiência.....	17
Tabela 2 - Técnicas de modulação e codificação usadas em cada modo de comunicação.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
HAL	Camada de abstração do Hardware
HTTPS	<i>HyperText Transfer Protocol Secure</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JSON	<i>Javascript Object Notation</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NFC	<i>Near Field Communication</i>
NDEF	<i>NFC Data Exchange Format</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
PNE	Portadores de Necessidades Especiais
PCD	<i>Proximity Coupling Device</i>
PICC	<i>Proximity Integrated Circuit Card</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RTD	<i>Record type definition</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>
TLS	<i>Transport Layer Security</i>
VCD	<i>Vincinity Coupling Device</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	
1.1 OBJETIVO GERAL.....	
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	
1.3 JUSTIFICATIVA.....	
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	
<b>2 PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS (PNE).....</b>	
2.1 DEFICIENTE VISUAL.....	
2.2 ACESSIBILIDADE.....	
2.3 MEDIDAS SOBRE A INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA NA SOCIEDADE BRASILEIRA.....	
2.4 USO DA TECNOLOGIA A FAVOR DOS DEFICIENTES VISUAIS.....	
2.5 INSERÇÃO DOS DEFICIENTES VISUAIS NA SOCIEDADE POR MEIO DO USO DAS TECNOLOGIAS.....	
2.6 ACESSIBILIDADE EM MUSEUS.....	
<b>2.6.1 Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski.....</b>	
<b>3 NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC).....</b>	
3.1 CONCEITO.....	
3.2 HISTÓRICO.....	
3.3 ESPECIFICAÇÕES.....	
<b>3.3.1 Modulação de carga.....</b>	
<b>3.3.2 Protocolos.....</b>	
<b>3.3.3 Normas.....</b>	

<b>3.3.4 Troca de dados.....</b>	.....
<b>3.3.5 Tipos de etiquetas.....</b>	.....
<b>3.3.6 Tipos de registros.....</b>	.....
<b>3.4 CARACTERÍSTICAS DO NFC.....</b>	.....
<b>3.4.1 Modo leitor/escritor.....</b>	.....
<b>3.4.2 Emulador de cartão.....</b>	.....
<b>3.4.3 Terminal para terminal (<i>Peer-to-Peer</i>).....</b>	.....
<b>3.5 USO DA TECNOLOGIA NFC.....</b>	.....
<b>4 DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS.....</b>	.....
<b>4.1 ANDROID.....</b>	.....
<b>4.1.1 Arquitetura Android.....</b>	.....
<b>4.1.3 Núcleo do Linux.....</b>	.....
<b>4.1.4 Hardware Abstraction Layer (HAL).....</b>	.....
<b>4.1.3 ART.....</b>	.....
<b>4.1.4 Estrutura da Java API.....</b>	.....
<b>5 TRABALHOS CORRELATOS.....</b>	.....
<b>5.1 PROTÓTIPO DE APLICATIVO ANDROID PARA IDENTIFICAÇÃO DE ANIMAIS UTILIZANDO A TECNOLOGIA NFC.....</b>	.....
<b>5.2 PISO TÁTIL COM TECNOLOGIA NFC PARA ACESSIBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS EM AMBIENTES PÚBLICOS.....</b>	.....
<b>5.3 A REALIDADE DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA REDE REGULAR DE ENSINO DE ANÁPOLIS-GO.....</b>	.....
<b>5.4 SISTEMA MOBILE DE LOCALIZAÇÃO INDOOR PARA PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS USANDO NFC.....</b>	.....

<b>6 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MOBILE PARA ACESSIBILIDADE NO MUSEU DE ZOOLOGIA.....</b>	
6.1 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO.....	
6.2 ARQUITETURA DO SISTEMA.....	
6.3 APLICAÇÃO WEB.....	
<b>6.3.1 Web Service.....</b>	
<b>6.3.2 Modelagem de dados.....</b>	
6.4 APLICAÇÃO MOBILE ANDROID.....	
<b>6.4.1 Estrutura da aplicação mobile.....</b>	
<b>6.4.2 Fluxo de comunicação com o <i>Web Service</i>.....</b>	
<b>6.4.3 Controle de acesso.....</b>	
<b>6.4.4 Escrita e leitura de mensagem NDEF com o uso do NFC.....</b>	
<b>6.4.5 Uso da tecnologia Text To Speech.....</b>	
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	
7.1 FUNCIONALIDADES DA APLICAÇÃO.....	
<b>7.1.1 Escrita na etiqueta por Meio do Acesso Administrador.....</b>	
<b>6.1.2 Leitura da etiqueta por Meio do Acesso ao Visitante.....</b>	
7.2 VISITA AO MUSEU.....	
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	
<b>9 TRABALHOS FUTUROS.....</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A deficiência é algo presente no dia a dia do ser humano, logo, diversos são os casos e tipos que afetam a vida das pessoas que são acometidas por algum tipo. A deficiência visual é uma das mais comuns e pode ser de forma parcial (baixa visão) ou total que é conhecida como cegueira (BRASIL, 1996).

Conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), verifica-se, no artigo 59, que os sistemas de ensino devem assegurar currículos, técnicas, organização específica, recursos educativos, educação especial para o trabalho, professores com especialização adequada em nível médio ou superior, entre outros, para atender os educandos que possuem alguma deficiência, altas habilidades ou superdotação e transtornos globais do desenvolvimento.

O cumprimento da lei acima não regulamenta somente o direito de cidadão que todas pessoas, incluindo as com deficiência visual, possuem, mas também, o seu direito à inclusão. Para atender essa demanda, é preciso estar à disposição do educando com deficiência visual, a ajuda de profissionais especializados e também como parte importante do processo, a comunidade e sociedade em geral (BRASIL, 1996).

De acordo com disposto por Varela Finger (2007), no Brasil a implementação de diretrizes envolvendo a política de educação inclusiva tem focado a escolarização de alunos com deficiência física, mental, sensorial, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. Tais políticas foram ampliadas significativamente durante o governo Lula (2003-2010), sobretudo a partir do Programa Educação Inclusiva: direito à diversidade e as diretrizes contidas na Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) e nas Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial (BRASIL, 2009).

Segundo dados levantados pelo Censo 2010, no Brasil, das mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, 582 mil são cegas e 6 milhões possuem

baixa visão.

Os números citados dão margem para o dimensionamento das dificuldades enfrentadas por estas pessoas. Milhares de pessoas sofrem com situações casuais, tais como: dificuldade no acesso a livros com leitura em braile e escolas especializadas, falta de meios de transporte com sinalização específica, calçadas sem sinalização, acessibilidade em ambientes culturais, estabelecimentos sem preparo para o atendimento de pessoas com deficiência, entre outros (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007).

De acordo com Sasaki (1997), outro aspecto de inclusão é detectar, enfrentar e superar as dificuldades que impedem os educandos com deficiência de adquirir conhecimentos no meio acadêmico.

Uma das ferramentas importantes utilizadas para enfrentar estas barreiras e permitir a inclusão de pessoas com necessidades especiais é a tecnologia, que neste sentido pode-se ter vantagens, como a utilização dos meios de comunicação além de ter a possibilidade de divulgação de campanhas de conscientização, propagandas, imagens, vídeos, que atinjam o maior número de pessoas da sociedade para a propagação da ideia (CONFORTO; SANTAROSA, 2002).

Por meio da tecnologia *Near Field Communication* (NFC), que permite ao aparelho com suporte a tecnologia, como *smartphones* ou vestíveis, ler dados previamente inseridos em etiquetas e também inserir informações, por aproximação, juntamente com o sistema operacional Android.

O sistema operacional supracitado está presente em mais de 95% dos *smartphones* vendidos no Brasil, de acordo com a IDC (2017), desenvolveu-se uma aplicação móvel com o intuito de melhorar a acessibilidade no Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski para proporcionar maior autonomia e inclusão ao visitante com deficiência visual.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma aplicação mobile voltado para o sistema operacional Android que auxilie estes deficientes na identificação dos animais disponíveis com o uso da tecnologia NFC no Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa consistem em:

- a) identificar e elencar dificuldades e barreiras que os deficientes visuais encontram ao frequentar um museu de zoologia;
- b) estudar e aplicar a tecnologia *Near Field Communication* (NFC);
- c) desenvolver uma aplicação mobile para sistema operacional Android fazendo uso da tecnologia NFC para identificação dos animais em um museu de zoologia.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Para Rabello (1989), o deficiente visual no Brasil vive diferentes formas de preconceito e até mesmo marginalização, pois apesar de a sociedade reconhecer a necessidade de atender este seguimento e aplicar programas de inclusão nos meios em que vivem, esses esforços ainda são considerados insatisfatórios e nas maiorias das vezes não são atendidos da forma adequada.

Campello (2013) diz que a grande maioria dos deficientes visuais no Brasil, não possuem, ou até então não estão ao seu alcance, acesso às tecnologias atuais e assistivas. E, não basta apenas disponibilizar acesso à estas tecnologias, é necessário realizar um trabalho para atender todas as particularidades dos diversos grupos para aí então encontrar as melhores ferramentas que podem auxiliar no sentido de criar competências informacionais.

Diante dos dados citados acima, é essencial que esta parcela da população tenha acesso a conteúdos educacionais e informações, em particular naquilo que se refere a sua formação e apoio à educação.

Segundo Ok, Aydin, Conskin e Özdenizci (2011), o cenário atual, onde o ser humano está em busca de aproximação de seus dados e por socialização, a tecnologia tem agregado e contribuído para isso. A plataforma mobile não está mais presente apenas em celulares, smartphones ou tablets, mas também em outros periféricos, como por exemplo rádios, vestíveis, carros entre outros.

Para Atzori, Iera e Morabito (2010), atualmente, a Internet das Coisas (IoT) vem ganhando grande destaque no cenário das telecomunicações e está sendo considerada a revolução tecnológica que representa o futuro da computação e comunicação.

Das tecnologias que se destacam com este tipo de comunicação, tem-se as seguintes: SMS, Bluetooth, GPS, QR-Code, RFID e NFC, tecnologias consideradas como pilares para a efetivação da computação ubíqua e expansão da própria Interação Humano-Computador (QIUPING; SHUNBING; CHUNQUAN, 2011).

Com a implantação do NFC em smartphones, vestíveis, cartões, eletrônicos, entre outros, os usuários obtiveram uma experiência com uma melhor praticidade em variadas aplicações, pois a mesma permite a possibilidade de se realizar pagamentos por aproximação, acesso à lugares que possuem catracas e a transmissão de informações entre diferentes ferramentas (CHEN; JIN, 2012).

Segundo Monteiro (2014), os celulares estão em constante evolução, com um crescente no número de facilidades que estes disponibilizam, tem-se tornado cada vez mais necessário para as pessoas.

Com base na *International Data Corporation* (IDC) (2017) a plataforma Android está presente em mais de 95% dos *smartphones* vendidos no Brasil.

Neste contexto, observou-se a necessidade e a relevância do desenvolvimento de uma aplicação voltada para sistema operacional Android juntamente com o uso da tecnologia NFC, que utiliza a troca de dados por aproximação para auxiliar na identificação de animais presentes no Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski para subsídio aos deficientes visuais,

trazendo assim a inclusão destas pessoas no meio acadêmico, refletindo na sociedade.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é dividido em 9 capítulos, onde são tratados o uso da tecnologia NFC para acessibilidade aos deficientes visuais em um museu de zoologia.

O primeiro capítulo é elaborado uma introdução, identificando a importância da acessibilidade na sociedade, quais as barreiras que um deficiente visual encontra e no que a tecnologia *Near Field Communication* (NFC) pode auxiliar para resolver estas barreiras.

O segundo capítulo é feito um levantamento bibliográfico referente aos portadores de necessidades especiais (PNE) e como eles são vistos na nossa sociedade, quais leis os protegem e garantem seus direitos como cidadão. Além disso, é realizado um levantamento que indica a importância da tecnologia para acessibilidade, a inserção de deficientes visuais e quais as dificuldades encontradas no Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski.

O terceiro capítulo, através de levantamento bibliográfico, apresenta a tecnologia NFC, como ela se comporta, como funciona, quais as especificações, as características e onde é utilizada.

A plataforma Android, utilizada para desenvolvimento da aplicação deste trabalho, está descrita através de um levantamento bibliográfico presente no quarto capítulo.

No quinto capítulo são apresentados os trabalhos correlatos que abordam pesquisas relativas à acessibilidade e desenvolvimento de aplicativos para auxiliar os PNE.

No sexto capítulo é demonstrado a metodologia de como foi desenvolvido e realizado o levantamento bibliográfico, em seguida é demonstrado o processo de

desenvolvimento e quais ferramentas e tecnologias foram utilizadas para o desenvolvimento da aplicação mobile e web.

O sétimo capítulo é onde encontra-se os resultados que foram obtidos durante a pesquisa e desenvolvimento da aplicação, bem como a sua discussão.

E por fim, no oitavo capítulo são apresentadas as conclusões relativas ao que foram observadas durante o processo de pesquisa e desenvolvimento da aplicação.

Concluindo assim com sugestões para trabalhos futuros.

## 2 PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS (PNE)

Dados estimados através da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) (IBGE, 2013), revelam que 6,2% da população que reside em domicílios particulares são portadoras de alguma deficiência. Onde a deficiência visual representa a maioria, atingindo 3,6% dos brasileiros. Este indicador é mais representativo na Região Sul (5,9%). Estima-se que 16% dos deficientes visuais, os que possuem o grau intenso ou muito intenso, são impossibilitados de praticarem atividades, como ir às instituições de ensino, exercer uma profissão ou até mesmo atividades de lazer.

### 2.1 DEFICIENTE VISUAL

A Organização Mundial de Saúde (OMS) (OMS, 2011) considera deficiente visual, a pessoa que apresenta baixa visão (através de critérios estabelecidos) ou nenhuma visão.

Segundo o artigo 5º do decreto nº 5.296/04 o deficiente visual é quem possui as seguintes características:

- a) cegueira: acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho;
- b) baixa visão: acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), existem mais de 35 milhões de pessoas com cegueira ou baixa visão. A Tabela 1 mostra a quantidade de pessoas que possuem alguma deficiência de acordo com os dados levantados em 2010.

Tabela 1 - Censo Demográfico 2010 - Tipos de Deficiência

	Visual	Motora	Auditiva	Mental/ Intelectual	Total
Homens	13.919.686	4.979.618	4.908.611	1.409.597	26.217.512
Mulheres	20.854.706	8.285.981	4.808.707	1.201.938	35.151.332
Total	35.774.392	13.265.599	9.717.318	2.611.536	61.368.844

Fonte: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

Portadores de deficiência visual ainda encontram dificuldades de se incluir na sociedade, muitos lugares não oferecem espaço físico e atendimento adequado para atender esta parte da população. A falta de recursos que garantem a acessibilidade continua sendo uma dificuldade. Estruturas não estão adequadas, como vias, instituições de ensino, ambientes culturais, como museus, teatros, áreas de lazer, entre outros (BRASIL, 1996).

## 2.2 ACESSIBILIDADE

Acessibilidade é o termo que significa incluir a pessoa com deficiência na participação de atividades como o uso de produtos, serviços e informações e tem como alguns exemplos os prédios com rampas de acesso para cadeira de rodas e banheiros adaptados para deficientes, além de superfície tátil (alto relevo) (BRASIL, 1996).

Já na Internet, a acessibilidade refere-se principalmente às recomendações do *World Content Accessibility Guide (WCAG)* do *World Wide Web Consortium (W3C)* e no caso do Governo Brasileiro ao Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG). O e-MAG está alinhado as recomendações internacionais, mas estabelece padrões de comportamento acessível para sites governamentais (BRASIL, 1996).

Segundo Godoy et al. (2000), acessibilidade é o estado de importância para uso, com seguridade e independência das áreas, materiais e serviços sociais, das estruturas, dos deslocamentos, meios de comunicação, por PNE.

A acessibilidade não se resume apenas ao acesso à lugares e estruturas públicas ou privadas, mas também acesso às informações presente em dispositivos eletrônicos adequados para os portadores de necessidades especiais (GODOY et al. 2000).

O avanço da informática e das tecnologias para plataformas móveis, tem sido uma grande aliada no combate às dificuldades que os deficientes visuais encontram. Santarosa (2002) diz que os resultados das pesquisas de Tecnologia da

Informação e Comunicação comprovam esta afirmação. Com elas é aberta uma gama de novas oportunidades para os PNE, fazendo com que o preconceito seja amenizado através da demonstração de que eles são capazes de utilizar as mesmas tecnologias e ferramentas que outro cidadão.

A construção de uma sociedade de plena participação e igualdade tem como um de seus princípios a interação efetiva de todos os cidadãos. Nessa perspectiva, é fundamental a construção de políticas de inclusão para o reconhecimento da diferença e para desencadear uma revolução conceitual que conceba uma sociedade em que todos devem participar, com direito de igualdade e de acordo com suas especificidades. As novas tecnologias da informação e da comunicação encerram potencialidades positivas ao contribuírem cada vez mais para a integração de todos os cidadãos. (CONFORTO; SANTAROSA, 2002, p.88).

A acessibilidade à Internet é a flexibilização do acesso à informação e da interação dos usuários que possuam algum tipo de necessidade especial (GUIA, 1999). A acessibilidade passa a ser entendida como sinônimo de aproximação, um meio de disponibilizar a cada usuário interfaces que respeitem suas necessidades e preferências.

### 2.3 MEDIDAS SOBRE A INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA NA SOCIEDADE BRASILEIRA

Segundo Maciel (2000), pessoas com algum tipo de necessidade especial devido a sua deficiência física, ainda sofrem com discriminação, apesar de ter-se passado milhares de anos desde a formação das sociedades antigas, que desde sempre impediram essas pessoas de terem seus direitos respeitados.

A luta dessas pessoas atualmente encontra apoio na legislação brasileira, que permitiu a criação de leis garantindo sua inclusão no meio em que vivem. Uma dessas medidas, é a criação da lei Nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, que dispõe apoio às pessoas portadoras de deficiência nas escolas, nos estabelecimentos, no trabalho, na saúde e na comunidade em geral, garantindo a sua integridade (MACIEL, 2000).

## 2.4 USO DA TECNOLOGIA A FAVOR DOS DEFICIENTES VISUAIS

Há alguns anos, já se tinha ideia de que a tecnologia seria essencial em muitas áreas do cotidiano, como nos transportes, esportes, notícias, entre outros. Depois dos avanços em diversos setores, o dia a dia de um PNE também foi modificado, a fim de se tornar cada vez melhor, tendo assim "uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências" (COOK; HUSSEY, 1995).

Aos poucos, as tecnologias estão se tornando cada vez mais adaptáveis, se moldando a todos os possíveis usuários e trazendo benefícios há todas as pessoas, incluindo deficientes visuais que façam seu uso. Apesar de lenta a evolução dentro do campo voltado aos deficientes visuais, algumas tecnologias estão sendo desenvolvidas para esta finalidade. Ainda que não totalmente acessíveis, áreas de contato maior com o cotidiano, como computadores e celulares, já estão sofrendo o impacto da mudança, como é o caso das tecnologias assistivas (CAMPELLO, 2013).

As tecnologias assistivas existem para viabilizar a acessibilidade. Elas permitem que pessoas com dificuldades sensoriais, físicas ou cognitivas, tenham à disposição acesso à dispositivos, como por exemplo, computadores, *smartphones* entre outros. A norma ISO 9999 (2016) diz que estas tecnologias são:

[...] qualquer produto, instrumento, estratégia, serviço e prática, utilizado por pessoas com deficiência e pessoas idosas, especialmente produzido ou geralmente disponível para prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar uma deficiência, incapacidade ou desvantagem e melhorar a autonomia e a qualidade de vida dos indivíduos. (ISO 9999, 2016)

Tais tecnologias possibilitam novas formas de uso de dispositivos, tornando possível a distribuição democrática da educação, de informações e da socialização. Com isso, as interações com um software ou hardware, caso não atenda às necessidades de um PNE, torna-se um problema de seu desenvolvimento e interfaces, visual do *software*, e não decorrente da falta de capacidade destas

pessoas.

## 2.5 INSERÇÃO DOS DEFICIENTES VISUAIS NA SOCIEDADE POR MEIO DO USO DAS TECNOLOGIAS

Com a criação da lei Nº 7.853, de 24 de outubro de 1989 (BRASIL, 1989), que dispõe apoio às pessoas portadoras de deficiência nas escolas, nos estabelecimentos, no trabalho, na saúde e na sociedade em geral, garantindo a sua integridade, foram criadas algumas facilidades, *softwares* que são utilizados por meio da tecnologia para inserção de deficientes visuais na sociedade, como por exemplo:

a) inserção na educação: muitas dificuldades encontradas pelos deficientes visuais em uma instituição de ensino podem ser resolvidas utilizando tecnologias como ferramenta ou ambiente de aprendizagem. Pesquisas têm comprovado como é importante este tipo de acessibilidade no processo evolução do conhecimento desses educandos. Hoje no Brasil as ferramentas mais utilizadas para este fim são o DOSVOX, o VIRTUAL VISION e o JAWS. Sendo os dois primeiros projetos nacionais e o último um sistema americano traduzido para a língua portuguesa (UNESCO, 2007).

b) inserção na mobilidade: pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) criaram um sistema para orientar usuários a andar em ambiente interno sem a utilização de acessório de auxílio para deficientes visuais, como a bengala. Uma câmera 3D em volta ao pescoço do usuário, sonda a região à frente dele identificando qualquer objeto que estiver à frente dele e qual a distância ele está. Com isso o usuário recebe uma orientação sobre qual direção ele deve se direcionar por meio de vibrações emitidas por meio de um cinto (OLHAR DIGITAL, 2017).

c) uso de smartphones no auxílio à deficientes visuais:

- TalkBack: segundo o Google (2019), o TalkBack é o leitor de tela desenvolvido por esta empresa, e vem de fábrica inserido em aparelhos que possuem o sistema operacional Android. Este

aplicativo, permite que o usuário ouça todos os itens disponíveis na tela do dispositivo, com auxílio de um mecanismo de voz. É permitido a seleção do idioma, isto encontra-se disponível para os smartphones ou outros dispositivos compatíveis,

- Be My Eyes: aplicativo voltado para unir pessoas que possuem alguma deficiência visual e pessoas com visão perfeita. Funciona como uma rede social, onde o usuário com deficiência, e utilizando a câmera do *smartphone*, solicite para qualquer outro usuário na sua rede, uma descrição do que ele vê em sua frente. Este aplicativo também conta com a possibilidade de se somar pontos, onde quem mais auxiliar outros usuários, aumenta o número de pontos (BE MY EYES, 2019),

- Eye-D: acrônimo para dispositivo do olho, este aplicativo auxilia os deficientes visuais a estarem cientes de sua localização, tal como obter informações de locais importantes, além de permitir navegarem para pontos de interesse próximos, como hospitais, pontos de taxi, ônibus entre outros. Tem a possibilidade, através da câmera do *smartphone*, de converter textos em voz (EYE-D, 2019).

Com base nessas premissas, o presente trabalho visa identificar e enfrentar, por meio de tecnologias de inclusão, as barreiras que os deficientes visuais encontram ao frequentar o Museu de Zoologia da UNESC pela falta de acessibilidade para este público.

## 2.6 ACESSIBILIDADE EM MUSEUS

O museu que visa buscar, conservar, estudar e expor objetos de interesse artístico, histórico, tem como dever proporcionar acesso ao público, independente da condição de cada cidadão. Conforme a lei brasileira nº11.904/2009, na qual institui o Estatuto de Museus, artigo segundo, inciso V, diz que é um princípio dos museus “promover a universalidade do acesso, o respeito e a valorização à diversidade cultural”. Com base nesse princípio e na Declaração Universal de Direitos Humanos,

onde seu artigo XXVII diz que “toda pessoa tem o direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, de fruir as artes e de participar do processo científico e de seus benefícios. ” à acessibilidade se torna um fator essencial para a excelência e representatividade inclusão dentro de um museu (BRASIL, 2009).

Um exemplo desta acessibilidade se deu em outubro de 2018, com a inauguração do circuito acessível de expositores interativos Pedras Sabidas, no MM Gerdau - Museu das Minas e do Metal, localizado em Belo Horizonte. O projeto possibilita que pessoas com deficiência visual ou baixa visão possam manipular amostras de minerais do acervo por meio de botões. As pessoas portadoras de necessidades especiais contam ainda com áudios e imagens ampliadas, pessoas deficiência auditiva dispõem de tradução para Libras e textos em português e para cadeirantes, há uma adaptação em todo o ambiente. Todas as interfaces contam com recursos de desenho universal (SIMI, 2018).

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação para auxiliar deficientes visuais na identificação de animais presentes no museu de zoologia da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), denominado Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski.

### **2.6.1 Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski**

O museu foi fundado em 2002 com o objetivo de ser um centro de referência na pesquisa científica, idealizado pela professora Morgana Cirimbelli Gaidzinski que durante viagens ao litoral de Laguna, observou alguns exemplares de lagostas e camarões conservados a seco e que estavam expostas nas paredes de determinado bar (GAIDZINSKI, 2016).

O acervo teve início no ano de 1993, no curso de ciências biológicas, onde os primeiros animais que fizeram parte deste acervo eram siris e caranguejos. Os vertebrados tiveram a participação da polícia ambiental, através de doações das vítimas das caças ilegais (GAIDZINSKI, 2016). Este projeto do museu foi ganhando destaque através da exposição em trabalhos promovidos pela própria universidade. Contudo, com o crescimento da universidade, os recursos para o museu também

foram crescendo. Com isso, em 1999 o setor de zoologia recebeu seu primeiro laboratório, e logo em 2002, tiveram sua primeira exposição de longa duração ao público, com um grande acervo de animais e oferecendo informações sobre cada animal.

O museu de zoologia possui muitos atrativos, dentre eles, além de aproximar a sociedade da universidade, buscam promover o ensino de conscientização do meio ambiente (GAIDZINSKI, 2016).

Figura 1 - Museu de Zoologia da UNESC



Fonte: do autor.

Na Figura 2 é possível visualizar como é disponibilizado as informações de cada animal presente nos expositores.

Figura 2 - Placa de informações do Museu de Zoologia da UNESC



Fonte: do autor.

### 3 NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC)

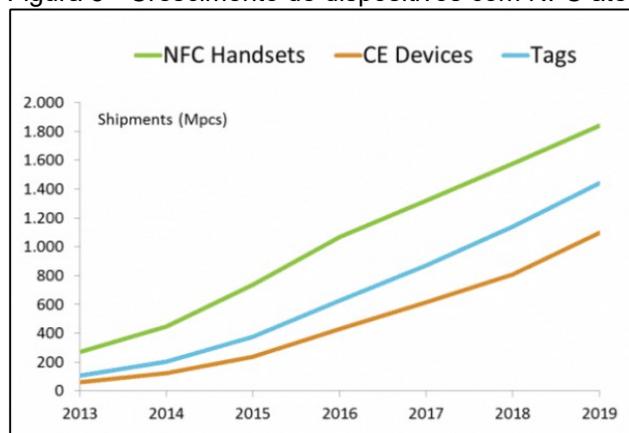
*Near Field Communication* (NFC) consiste em uma tecnologia que facilita a troca de informações entre equipamentos próximos. Esta tecnologia tem por base o método já existente e profundo da *Radio Frequency Identification* (RFID) (PETEREDER, 2015).

A tecnologia NFC permite tornar mais simples e conveniente a vida das pessoas, conseguindo adaptar os sistemas atuais, fazendo com que seja mais fácil o acesso a novos conteúdos, pesquisar informações de uma forma mais intuitiva, realizar pagamentos utilizando a aproximação, sincronizar e compartilhar dados. (PETEREDER, 2015).

A principal vantagem é a sua simplicidade, as transações são iniciadas automaticamente, sendo apenas necessário tocar ou aproximar o dispositivo com leitor NFC de um outro dispositivo ou uma TAG compatível. O NFC fornece uma experiência ao usuário simples, segura e intuitiva, tornando a utilização de cartões magnéticos, com chip e a comunicação de curta distâncias dispensáveis (NOGUEIRA, 2011).

Atualmente o número de dispositivos com NFC vem crescendo gradativamente, os mais recentes *smartphones*, *tablets* e *smartwatches* já contam com a tecnologia. Uma estimativa feita pela *ABI Research* (2014), estima-se que mais de 11 bilhões de novos dispositivos irão contar com NFC no mercado até 2018.

Figura 3 - Crescimento de dispositivos com NFC até 2019



Fonte: ABI Research (2014).

### 3.1 CONCEITO

O NFC-Fórum (2015) diz que em uma comunicação NFC, dois dispositivos estão envolvidos. O primeiro dispositivo é chamado iniciador que é responsável por iniciar a comunicação, enquanto o segundo dispositivo é chamado de alvo, onde fica responsável para enviar respostas dos pedidos do iniciador. A comunicação começa quando o dispositivo iniciador se aproxima do alvo e gera um campo magnético de 13,56 MHz, que por sua vez, alimenta o dispositivo alvo, podendo transferir dados a 424 Kbits por segundo até uma distância de 20 cm.

Existem dois modos de comunicação entre dispositivos NFC o passivo ou ativo. No modo ativo, os dispositivos compatíveis criam o seu próprio sinal de rádio para a comunicação e transferência de informações. O modo passivo, somente o dispositivo compatível cria um campo RF e o outro dispositivo usa a modulação existente para transferir dados. O protocolo NFC especifica que o dispositivo que inicia a comunicação é responsável por criar o campo RF (NFC-Fórum, 2015).

### 3.2 HISTÓRICO

Segundo Costa (2011), A origem da tecnologia NFC veio por meio de outra tecnologia: o RFID, que opera a distâncias maiores e apenas possui o modo passivo de comunicação.

Aqui definiremos uma linha do tempo e datas importantes:

- a) Charler Wailton registra a patente do RFDI em 1983 é criada a patente do RFID por;
- b) o forum Near Field Communication Forum (NFC Forum) é criado em 2004 pelas empresas Sony, Nokia e Phillips;
- c) especificação de etiquetas passivas do NFC é lançado em 2006;
- d) o primeiro dispositivo móvel a possuir uma etiqueta NFC foi o Nokia 6131, lançado também em 2006;
- e) em 2009 foram elaborados os padrões de transferência de URL, contatos e para comunicações ativas;

f) Com Android na versão 2.3 a Samsung lança o Nexus S em 2010, o primeiro smartphone com este sistema operacional;

g) No Google I/O, evento que ocorre anualmente em Mountain View, de 2011, são apresentados as API para plataforma Android e demonstrações do uso das etiquetas com NFC;

h) Após o evento, diversas fabricantes de smartphones lançaram seus dispositivos com suporte ao NFC, como por exemplo a Samsung, BlackBerry, LG entre outros;

i) Empresa no ramo de pagamentos online (PayPal) demonstra interesse na tecnologia NFC para suas transações.

### 3.3 ESPECIFICAÇÕES

Segundo ECMA (2013) foi aprovado como um padrão ISO/IEC (ISO/IEC 18092 e ISO/IEC 21481) em 8 de dezembro de 2003, e depois também se tornou um padrão ECMA (ECMA-340 e ECMA-352). Esses padrões definem formatos de pulso, taxas de transferência, formatos de mensagem tanto para ambos os modos de comunicação (ativo e passivo), além de muitos outros detalhes de implementação. Além disso, o padrão NFC também incorpora vários outros padrões dentro de si, como por exemplo os padrões para *smartcards* ISO/IEC 14443 Tipos A e B.

Tabela 2 - Técnicas de modulação e codificação usadas em cada modo de comunicação

NFC	Modo Ativo		Modo Passivo	
	Modulação	Codificação	Modulação	Codificação
Velocidade de transmissão				
106 kbit/s	ASK 100%	Miller Modificado	ASK 10%	Manchester
212 kbits/s	ASK 10%	Manchester	ASK 10%	Manchester
424 kbits/s	ASK 10%	Manchester	ASK 10%	Manchester

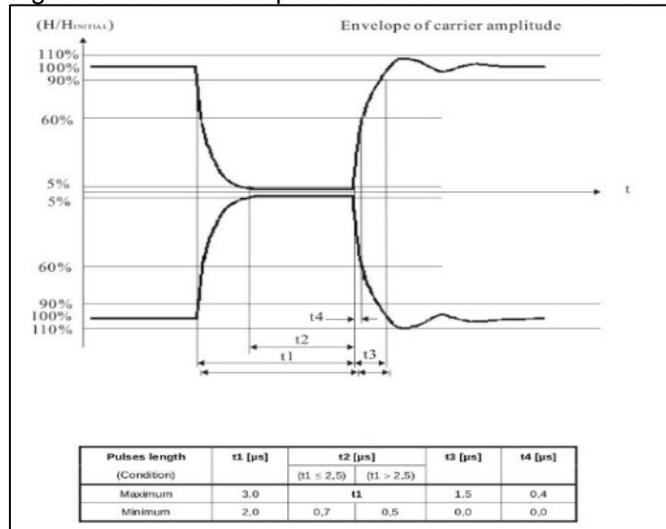
Fonte: Baseado nas especificações NFC (2015)

Todos os modos de comunicação NFC usam modulação *Amplitude-shift*

*Keying* (ASK), com o detalhe de que se o emissor não possuir um campo de ondas próprio, será também utilizada a técnica de *Load Modulation*.

O formato do pulso é definido no documento ECMA-340, com intervalos bastante definidos, como segue na Figura 4:

Figura 4 - Formato de pulso do documento ECMA-340

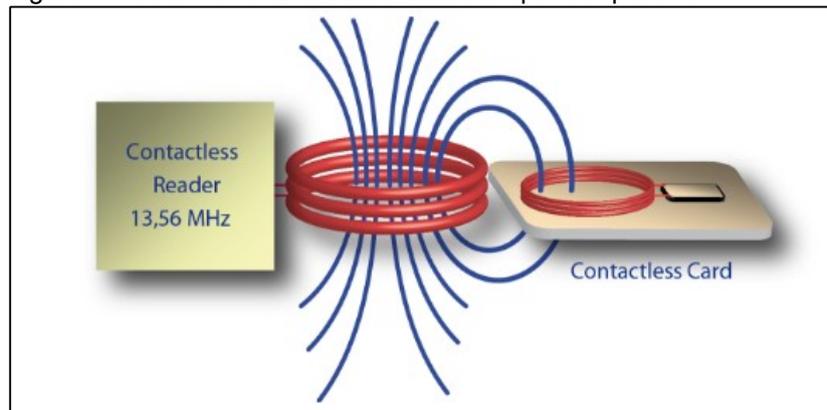


Fonte: ECMA-340 (2013).

### 3.3.1 Modulação de carga

A técnica de modulação de carga, do inglês *Load Modulation*, é esta técnica é aplicada em curtas distâncias. É criada uma área magnética, também chamada de campo magnético, quando a antena do leitor fica à uma pequena distância da antena da tag (etiqueta). Com isso, torna-se possível escrever ou ler informações na etiqueta (FINKENZELLER, 2015, tradução nossa).

Figura 5 - Sistema RFID indutivo com transponder passivo



Fonte: Finkenzeller (2015).

### 3.3.2 Protocolos

Segundo o ECMA (2013), o NFC possui protocolos que descrevem seu funcionamento, dentre os principais, estão:

a) *NFC Logical Link Control Protocol (LLCP)*: Baseado no padrão IEEE 802.2, pode suportar tanto pequenas aplicações com transporte de dados limitados, quanto protocolos de rede com ambiente de serviços robustos. É essencial para todas as aplicações de NFC que envolvem comunicações bidirecionais, como comunicação *peer-to-peer*, e define os serviços sem conexão e orientado a conexão. Oferece assim uma melhora na funcionalidade oferecida pela ISO/IEC 18092;

b) *NFC Digital Protocol*: Define o conjunto de recursos comum usado de forma consistente e sem qualquer modificação adicional para as principais aplicações de NFC como, transmissão *half-duplex*, codificação do nível de bits, taxa de bits, formatos de quadros, protocolos e conjuntos de comandos usados por dispositivos NFC. Proporciona a aplicação dos padrões ISO/IEC 18092 e ISO/IEC 14443. Harmoniza as tecnologias integradas, especifica as opções de implementação, e limita a interpretação das normas, mostrando aos desenvolvedores como usar NFC. As normas ISO/IEC 14443 e JIS X6319-4 são utilizadas em conjunto, garantindo a interoperabilidade entre os diferentes dispositivos NFC;

c) *NFC Activity*: Descreve os blocos de construção, chamados de Atividades, para a criação do protocolo de comunicação. Mostrando como o *Digital Protocol* pode ser usado para configurar o protocolo de comunicação com outro dispositivo NFC ou TAG;

d) *NFC Simple NDEF Exchange Protocol* (SNEP): Permite a troca de mensagens entre aparelhos NFC habilitados para *NFC Data Exchange Format* (NDEF), operando no modo *peer-to-peer*. O protocolo usa LLCP orientado a conexão, proporcionando uma troca de dados confiável;

e) *NFC Analog*: Aborda as características analógicas da interface de Rádio frequência. Caracteriza e especifica, os níveis de energia, os requisitos de transmissão, requisitos de receptores, e forma de sinal (tempo / frequência / modulação);

f) *NFC Controller Interface* (NCI): Define uma interface padrão dentro de um dispositivo NFC, entre seu controlador e processador. Define um nível comum de funcionalidade e interoperabilidade entre os componentes de um aparelho NFC, tornando mais fácil a integração de chipset de diferentes fabricantes.

### 3.3.3 Normas

O ECMA (2013) diz que para uma melhor segurança e evitar ameaças na comunicação NFC, foram estabelecidas normas para regulamentação visando a segurança:

a) ISO/IEC 18092 ou ECMA 340, NFCIP-1: Especifica os esquemas de modulação, códigos, velocidade de transferência e formato do quadro da interface de rádio frequência, bem como esquemas e condições necessárias para o controle de colisão de dados durante a inicialização. Além disso, define um protocolo de transporte, incluindo os métodos de intercâmbio de ativação, protocolo e dados (ISO 18092, 2013);

b) ISO/IEC 21481 ou ECMA 352, NFCIP-2: Especifica o mecanismo de detecção e seleção do modo de comunicação, para dispositivos em conformidade com ISO/IEC 18092, ISO/IEC 14443 ou ISO/IEC 15693 (ISO 21481, 2012);

c) ISO/IEC 15693: Especificação dos cartões inteligentes sem contato. Define a interface de energia e proximidade para comunicação, além das características físicas dos cartões, protocolos e comandos interpretados pelo cartão e o leitor. (ISO 15693, 2016);

d) ISO/IEC 14443: Especifica a modulação e transmissão de protocolos entre o cartão e o leitor, criando a interoperabilidade dos produtos com cartão inteligente sem contato. Existem dois protocolos de comunicação suportados por essa norma, sendo eles conhecidos como:

- NFC-A: comunicação tipo A, baseado na ISO 14443A. Utiliza a codificação Delay Mode, também conhecida como código Miller, com modulação de 100%. Os dados são transmitidos em uma taxa de 106Kbps, e o sinal tem que mudar de 0% a 100%, para distinguir entre binário "1" e "0",
- NFC-B: Comunicação tipo B, baseada na ISO 14443B. Utiliza a codificação Manchester, com modulação de 10%, que significa uma alteração de 10% a partir de 90% para 100%, esta conversão é utilizada para distinguir entre mudança binária 1 e 0. Uma mudança crescente representa "0", enquanto a decrescente representa "1";

e) JIS X6319-4: É uma norma japonesa, que trata de cartões com circuitos de proximidade integrados, servindo como base para a criação da sinalização NFC-F (FeliCa), é a forma mais rápida de comunicação RFID, e mais popular utilizada no Japão. É usada para diversas aplicações, como, cartões de crédito ou débito, emissão de bilhetes, entre outros (NEAR FIELD COMMUNICATION, 2015).

### **3.3.4 Troca de dados**

Conforme o NFC-Forum (2015), a troca de dados é dada através do *Data Exchange Format* (NDEF) que especifica um formato de dados comum para dispositivos NFC e etiquetas.

### 3.3.5 Tipos de etiquetas

Trata-se da principal forma de interoperabilidade entre prestadores de etiqueta NFC, e fabricantes de dispositivos NFC (DEVICE, 2016).

a) NFC TAG tipo 1: Baseado na ISO/IEC 14443A. As etiquetas funcionam no modo leitura e reescrita, e o usuário pode configurar a etiqueta para modo de apenas leitura. Memória de 96 bytes expansível até 2Kbytes;

b) NFC TAG tipo 2: Baseado na ISO/IEC 14443A. As etiquetas funcionam no modo leitura e reescrita, e o usuário pode configurar a etiqueta para modo de apenas leitura. Memória de 48 bytes expansível até 2Kbytes;

c) NFC TAG tipo 3: Baseado na JIS X6319-4 (FeliCa). A etiqueta é pré-configurada pelo fabricante como leitura e reescrita, ou somente leitura. Memória variável, com limite de 1Mbyte por serviço;

d) NFC TAG tipo 4: Totalmente compatível com a série de normas ISO/IEC 14443. A TAG é pré-configurada como leitura e reescrita, ou somente leitura, pelo fabricante. Memória variável, com limite de 32 Bytes por serviço. Interface de comunicação compatível com tipo A ou B (NFC, 2016);

e) NFC TAG tipo 5: Lançado em 2015. É baseado na ISO/IEC 15693. Fornece um único modo de comunicação que é compatível com todas as marcas de memória existentes em conformidade com a ISO/IEC 15693. Exemplo, etiqueta em livros de biblioteca (NFC, 2016).

### 3.3.6 Tipos de registros

Segundo a Device (2016) trata-se dos tipos de registros que podem ser transportados através das etiquetas:

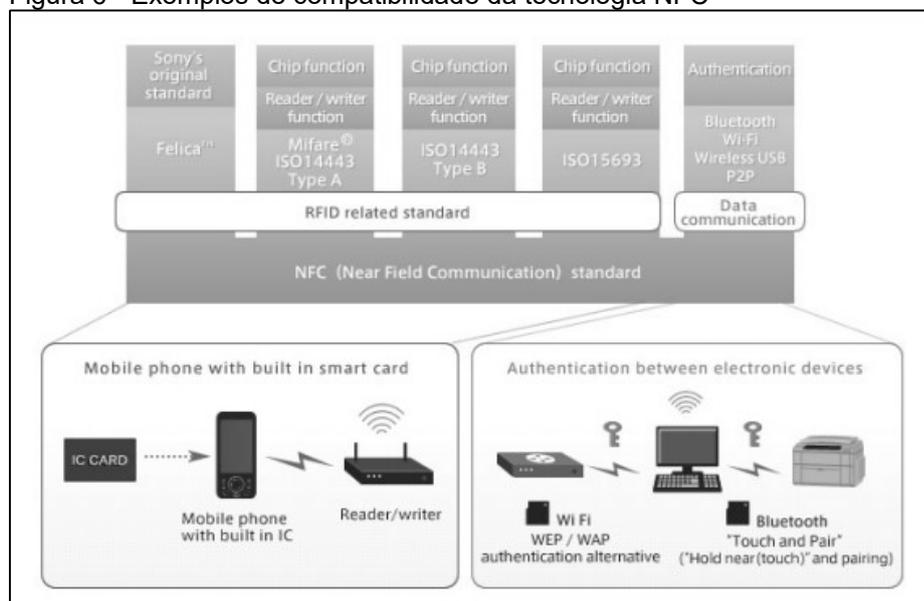
a) NFC *Record Type Definition* (RTD): Especifica o formato e as regras para a construção de tipos de registro padrão, baseado no formato NDEF;

b) NFC Text RTD: Fornece uma maneira eficiente de armazenar cadeias de texto em vários idiomas, usando mecanismo RTD e formato NDEF. Exemplo: *Smart Poster* RTD;

c) NFC *Uniform Resource Identifier (URI) RTD*: Provê uma maneira eficiente de armazenar URI usando o mecanismo RTD e formato NDEF;

d) NFC *Smart Poster RTD*: Define uma maneira de colocar URLs, números de telefone, e SMS, em uma TAG, ou para enviá-los para outro dispositivo. Baseia-se no mecanismo RTD, formato NDEF, e usa o URI RTD, e text RTD como bloco de construção. NFC *Signature RTD*: Especifica o formato usado nas assinaturas de registro NDEF, algoritmos de assinatura, tipos de certificados, e define os campos de assinatura RTD.

Figura 6 - Exemplos de compatibilidade da tecnologia NFC



Fonte: Device, 2016.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DO NFC

Segundo Ferraz Filho (2010) a tecnologia NFC possui o padrão *Near Field Communication Interface and Protocol 1 (NFCIP-1)*, presente nos documentos *International Organization of Standardization (ISO/IEC 18092:2004)* e *(ECMA 340)*, são especificados por este padrão:

- a) esquemas de modulação;
- b) codificações de bit;
- c) taxas de transmissão;

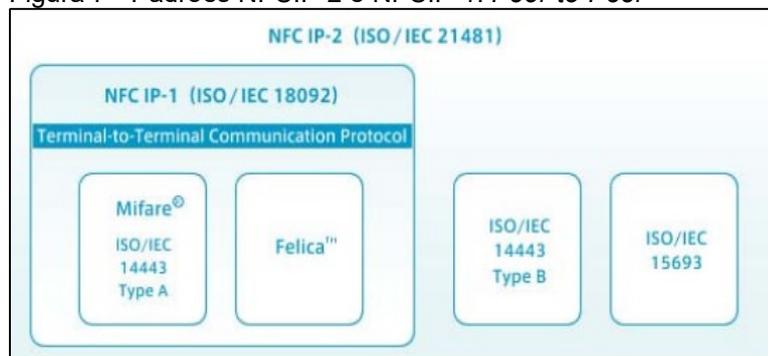
- d) formato de quadro para a interface aérea;
- e) mecanismos de inicialização;
- f) controle de colisão.

Neste padrão, os tipos de comportamento iniciador ativo, alvo ativo e alvo passivo também são definidos.

Há também o padrão NFCIP-2 que especifica os quatro modos de operação possíveis, terminal para terminal, do inglês *peer-to-peer* padronizado no ISO 18092, *Proximity Coupling Device* (PCD), padronizado no ISO 14443, o *Vincinity Coupling Device* (VCD), padronizado pelo ISO 15693 e o *Proximity Integrated Circuit Card* (PICC), presente no ISO 14443. Os dispositivos atuais que implementam ou utilizam o NFC aderem a este padrão.

Segundo Fischer (2009), estes dispositivos são compatíveis com a maior parte de infraestrutura de leitores e etiquetas RFID implantadas. Na Figura 7 é demonstrado o padrão *Peer-to-Peer*.

Figura 7 - Padrões NFCIP-2 e NFCIP-1. *Peer-to-Peer*



Fonte: NFC Portal (2015).

### 3.4.1 Modo leitor/escritor

No modo PCD/VCD o dispositivo compatível com NFC ativo inicia uma comunicação com uma etiqueta passiva. A diferença está na distância máxima permitida entre um e outro, onde o PCD permite 13cm de distância e o VCD permite uma distância de até 127cm (FERRAZ FILHO, 2010).

### 3.4.2 Emulador de cartão

Utilizado em sistemas de mobilidade urbana e restrição de acessos, este padrão, definido pela ISO 14443, permite emular uma etiqueta compatível em um dispositivo NFC, smartphone por exemplo. Neste caso, o aparelho será visto como uma etiqueta passiva, podendo ser lida e escrita, portanto, não gerará uma área magnética (FERRAZ FILHO, 2010).

### 3.4.3 Terminal para terminal (*Peer-to-Peer*)

É criada uma conexão no modo terminal para terminal entre os dois dispositivos compatíveis para transferência de informações (FERRAZ FILHO, 2010)

## 3.5 USO DA TECNOLOGIA NFC

Hoje é possível encontrar diversas aplicações com tecnologia NFC que ofereçam facilidades e rapidez aos serviços do dia-a-dia:

a) transporte: já é possível utilizar um smartphone para comprar passagens de ônibus e metrô e utilizá-lo como cartão de acesso ao aproximá-lo das catracas (HECKE, 2011);

b) pagamentos móveis: é a área mais desenvolvida no uso do NFC, tendo grande investimento pelas empresas de telefonia e cartões. Utilizando o dispositivo específico, o usuário pode cadastrar seu cartão de crédito ou incluir o débito na conta do telefone, assim poderá efetuar pagamentos confirmando com senha ao aproximar o aparelho de outro smartphone ou de um terminal de pagamento (NFC, 2016);

c) acesso: ao ser usado no modo de operação emulação de cartão, o dispositivo passa a ser uma chave codificada, usada por exemplo, em hotéis na abertura de portas nos quartos, abrir a porta de um carro, além de ser utilizado como ingresso ou bilhete eletrônico para acesso a eventos (NFC, 2016);

d) informações: o uso de Smart Posters e Smart Tables para publicidade. O usuário, ao aproximar o aparelho, pode visualizar informações, como, sinopse de filmes, preços de produtos, datas e locais de eventos (SMARTPOSTER, 2016);

e) saúde: Para manter o controle de pacientes, seus tratamentos anteriores e medicamentos prescritos, os hospitais estão integrando a tecnologia NFC em seus sistemas. Através de um smartphone ou outro aparelho, os enfermeiros e médicos podem monitorar o tempo gasto com o paciente e quais os medicamentos e tratamentos administrados por eles. Essas informações são coletadas aproximando o aparelho sobre um leitor NFC concebido para gravar essas informações (NEAR FIELD COMMUNICATION, 2015);

f) automação residencial: o conceito de casa inteligente vem crescendo, e muitos aplicativos NFC já estão surgindo junto com ele. Com apps NFC o usuário pode travar e destravar portas, ligar as luzes da casa, ativar *WiFi*, aumentar o volume da campainha. A etiqueta pode ser configurada ainda, para restaurar as configurações originais quando o aparelho se aproximar da etiqueta uma segunda vez (NFC, 2016).

## 4 DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

O Google realizou uma pesquisa, chamada Mico Momentos - Entendendo o Comportamento do Consumidor, onde é apontado que o uso de smartphones tem aumentado consideravelmente pela população brasileira nos últimos anos, podendo constar também que o comportamento ao acessar a rede, tem sido alterado por conta disso (MAZETTO, 2015).

Segundo Mazetto (2015) este crescimento foi de 112% no acesso à Internet através dos smartphones no ano de 2014. Para exemplificar este aumento, o Brasil, em 2010, estava com 10 milhões de smartphones ativos, no final de 2014 este número aumentou para 93 milhões.

### 4.1 ANDROID

Android é o sistema operacional do Google que pode ser utilizado com celulares e tablets. O desenvolvimento de aplicativos Android é gratuito. As ferramentas de desenvolvimento de software são gratuitas e não há pagamentos de taxas para fazer a distribuição dos aplicativos. A distribuição também pode ser realizada sem que a comercialização tenha que ser feita através do Google (MONK, 2014).

#### 4.1.1 Arquitetura Android

Segundo Gargenta (2011) a plataforma Android é um sistema operacional baseado em Linux, onde as aplicações são desenvolvidas na linguagem Java. Posteriormente, são compiladas em Dalvik e executadas na máquina virtual própria.

O nome dado ao kit de desenvolvimento para esta plataforma é Android SDK, onde são disponibilizados as API's e recursos necessários para desenvolvimento de aplicativos, como por exemplo:

a) *Application Framework* que faz com que seja possível o reaproveitamento de componentes presentes na plataforma;

b) *Dalvik Virtual Machine* a máquina virtual desenvolvida para ser otimizada em dispositivos móveis;

c) navegador integrado com base no motor de renderização utilizado em navegadores web, denominado *webkit engine*;

d) Biblioteca gráfica 2D e 3D baseada na especificação OpenGL ES 1.0;

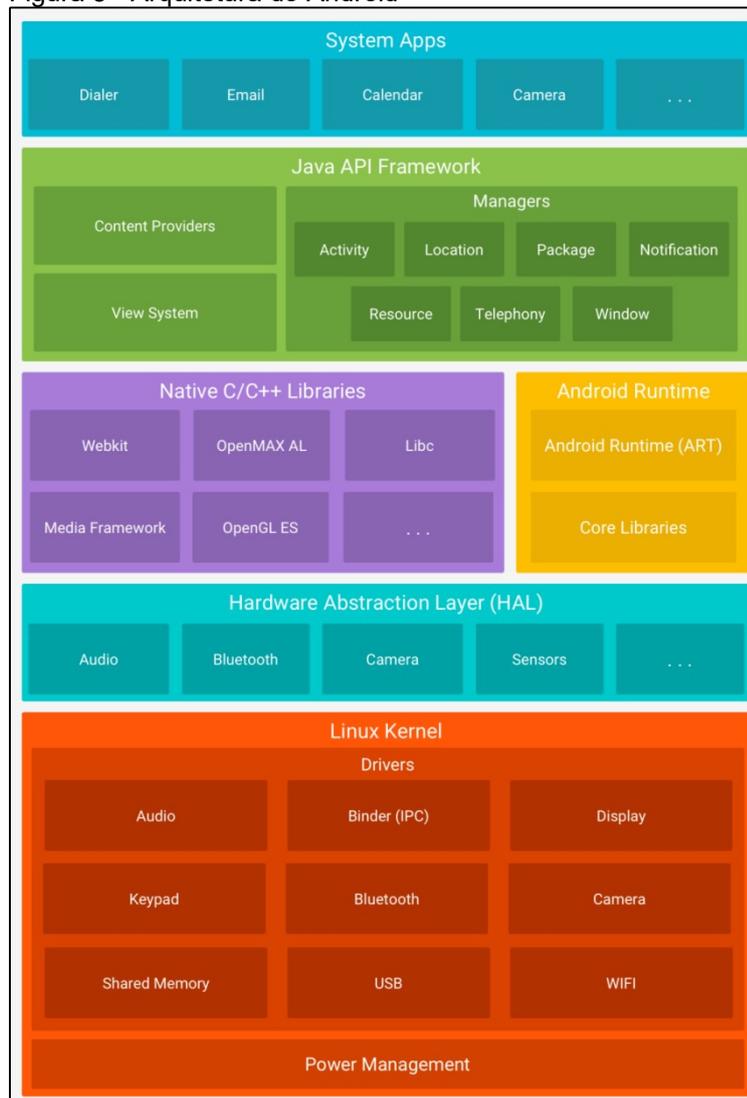
e) para banco de dados é utilizado o SQLite!

f) suporte multimídia para áudio, vídeo e formatos de imagem (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF);

g) todo o ambiente de desenvolvimento é voltado para ter um melhor desempenho, com emuladores de smartphones, ferramentas para depuração entre outros.

Os recursos que dependem do hardware do dispositivo também estão presentes, como por exemplo *Bluetooth*, câmera, acelerômetro, GSM, 3G, entre outros (AQUINO, 2007). Abaixo, na Figura 8, encontra-se a arquitetura da plataforma Android.

Figura 8 - Arquitetura do Android



Fonte: Android Developers (2016).<sup>1</sup>

### 4.1.3 Núcleo do Linux

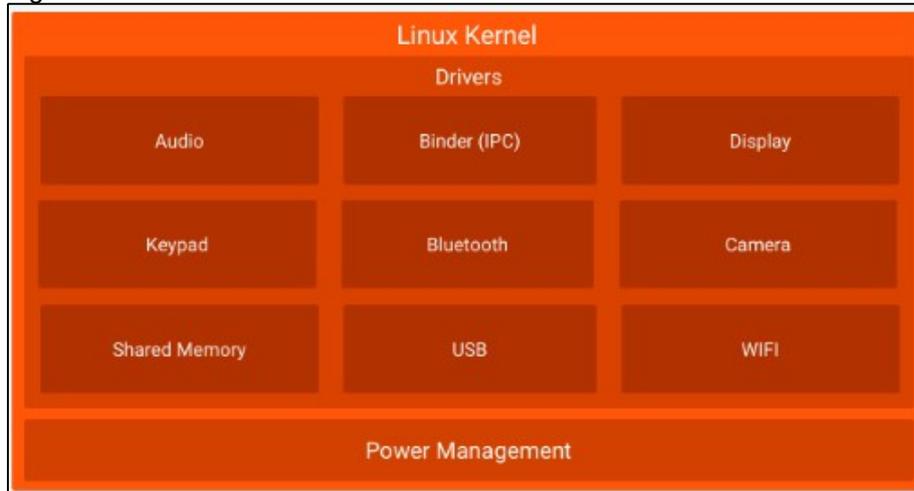
A plataforma Android tem origem no núcleo do Linux. Por exemplo: o *Android Runtime* (ART) conta com este núcleo para garantir que funcionalidades de encadeação e *memory management* (gerenciamento de memória) (ANDROID DEVELOPERS, 2016).

De acordo com o Android Developers (2016), essa utilização do núcleo do

<sup>1</sup> Link do site para acesso: <https://developer.android.com/guide/platform?hl=pt>

Linux, ilustrado na Figura 9, possibilita que a plataforma se beneficie dos principais recursos de segurança e como é um núcleo conhecido, os fabricantes obtêm uma maior facilidade no desenvolvimento de drivers.

Figura 9 - *Kernel* do Linux



Fonte: Android Developers (2016)

#### 4.1.4 Hardware Abstraction Layer (HAL)

A Android Developers (2016) diz que a HAL provê interfaces padrões que possibilitam o dispositivo visualizar as camadas de hardware mais facilmente. De acordo com a Figura 10, são módulos de biblioteca, criados para acessar a câmera, os sensores, o áudio, entre outros.

Figura 10 - Hardware Abstraction Layer (HAL)



Fonte: Android Developers (2016).

#### 4.1.3 ART

Nas versões acima do Android 5.0, os aplicativos são executados

utilizando uma instância própria do *Android Runtime* (ART), ilustrado na Figura 11, criado para iniciar diversas máquinas virtuais nos dispositivos compatíveis com capacidade de memória menor, executando assim os arquivos DEX desenvolvido especificamente para esta plataforma, fazendo com que utilize o mínimo de memória para executar os recursos (ANDROID DEVELOPERS, 2016).

Figura 11 - Android Runtime

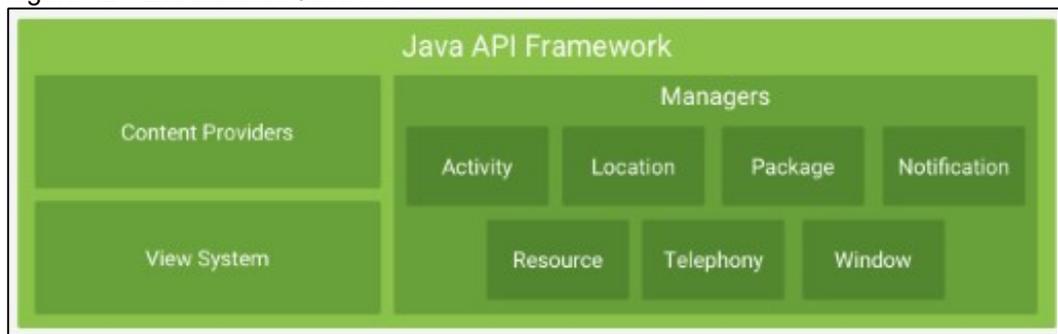


Fonte: Android Developers (2016).

#### 4.1.4 Estrutura da Java API

Segundo a Android Developers (2016), as APIs programadas na linguagem Java disponibilizam todos os recursos que podem ser utilizados para o desenvolvimento de aplicações para a plataforma Android. Os blocos de programação formados, simplificam a reutilização de recursos, serviços e componentes, conforme demonstrado na Figura 12.

Figura 12 - Estrutura da Java API



Fonte: Android Developers (2016).

## 5 TRABALHOS CORRELATOS

Para que fosse possível saber quais pesquisas científicas abordaram o uso da tecnologia NFC e quais os resultados obtidos, buscou-se informações através de buscas na *Internet* em monografias com este intuito.

As que demonstraram dados relevantes ao projeto são descritas a seguir.

### 5.1 PROTÓTIPO DE APLICATIVO ANDROID PARA IDENTIFICAÇÃO DE ANIMAIS UTILIZANDO A TECNOLOGIA NFC

Esse é um trabalho de conclusão de curso, apresentado pela acadêmica Julia de Rochi em 2015 no curso de Ciência da Computação na Universidade Do Extremo Sul Catarinense, com o intuito de criar um protótipo de aplicativo Android para identificação de animais e seus respectivos donos, utilizando a tecnologia NFC, por meio de tags compatíveis (ROCHI, 2015).

Segundo Rochi (2015), a tecnologia Near Field Communication (NFC) vem se destacando cada vez mais no mercado, isso por ser uma tecnologia simples e intuitiva ao usuário, permitindo a transmissão de dados apenas pelo contato de um celular com suporte a esta tecnologia. Com o NFC e o desenvolvimento de um aplicativo voltado para o sistema operacional Android, os resultados foram satisfatórios, pois foi possível realizar a identificação da tag através do protótipo desenvolvido.

### 5.2 PISO TÁTIL COM TECNOLOGIA NFC PARA ACESSIBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS EM AMBIENTES PÚBLICOS

Este trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido por Juliano Stefanello Bizello (2016) no curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores da Universidade Federal de Santa Maria.

Segundo Bizello (2016), para a sinalização segura do caminho que os deficientes visuais devem seguir está sendo utilizado um modelo padronizado de pisos táteis, que através de símbolos em alto relevo permitem sinalizar os obstáculos de forma antecipada, como esse modelo de sinalização transmite poucas informações quanto ao caminho que está sendo seguido, foi proposto o desenvolvimento de uma solução completa para facilitar o deslocamento e a localização de pessoas com deficiência visual nestes ambientes.

O sistema se baseia na utilização de pisos táteis inteligentes, com tags da tecnologia NFC (Near Field Communications) por conta do baixo custo de implantação, utilização e por estarem presentes em grande parte dos smartphones e tablets disponíveis. (BIZELLO, 2016).

### 5.3 A REALIDADE DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL NA REDE REGULAR DE ENSINO DE ANÁPOLIS-GO

Monografia apresentada por Patricia Jardim Silva Walgenbach, ao Curso de Especialização em Desenvolvimento Humano, Educação e Inclusão, da Faculdade UAB/UNB - Pólo de Anápolis em 2011.

De acordo com Walgenbach (2011), Para que a escola seja um espaço vivo de formação para todos e um ambiente verdadeiramente inclusivo, de modo mais amplo, é preciso que as políticas públicas de educação sejam direcionadas à inclusão e que, também, por sua vez, os educadores desacomodem-se, combatendo a descrença e o pessimismo, mostrando que a inclusão é um momento oportuno para professores e a comunidade escolar demonstrarem sua competência e, principalmente, suas responsabilidades educacionais.

A Inclusão não é tão somente matricular todos os alunos portadores de deficiência em escolas comuns e, ignorar suas peculiaridades, mas oferecer ao professor e a escola suporte necessário à sua ação pedagógica.

#### 5.4 SISTEMA MOBILE DE LOCALIZAÇÃO INDOOR PARA PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS USANDO NFC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por Elzo Soares Pereira Filho e Luciene Chagas de Oliveira em 2015, da Universidade de Uberaba.

Segundo Pereira e Oliveira (2015), os deficientes necessitam de uma atenção especial, portanto faz-se necessário a existências de pesquisas e desenvolvimento de projetos tecnológicos com foco em tais pessoas. Em meio à quantidade de deficientes existentes, especialmente aqueles com deficiência motora, que possuem dificuldades de locomoção, observa-se a necessidade de aplicar a tecnologia visando melhorar a navegação dessas pessoas. Com esta premissa, foi desenvolvido um protótipo de um aplicativo Android para Navegação Indoor, que visa acessibilidade e leva em consideração as necessidades e habilidades do usuário.

## **6 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MOBILE PARA ACESSIBILIDADE NO MUSEU DE ZOOLOGIA**

Para viabilizar o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, inicialmente consistiu no levantamento do material bibliográfico necessário à elaboração do referencial teórico em livros, artigos e publicações, por meio de pesquisas nas bases científicas *IEEE Xplore Digital Library*, e biblioteca da UNESCO. Assim, o trabalho teve o objetivo de pesquisar e desenvolver uma aplicação mobile, para o sistema operacional Android, de forma a contribuir com a acessibilidade de deficientes visuais no Museu de Zoologia Prof.<sup>a</sup> Morgana Cirimbelli Gaidzinski da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

Para o desenvolvimento da aplicação, utilizou-se de API's para leitura e escrita de etiquetas NFC e a API *Text To Speech*, utilizada para comunicação de voz, todas estas disponíveis no kit de desenvolvimento do sistema operacional Android, denominado SDK.

O processo de desenvolvimento foi dividido em três etapas, onde na primeira foi realizado visitas no Museu Zoologia Prof.<sup>a</sup> Morgana Cirimbelli Gaidzinski, demonstrado no capítulo 2.6.1, onde identificou-se que o mesmo não possui um sistema ou ferramenta específica para servir de acesso à deficientes visuais. Na Figura 13, demonstra-se a disposição das placas de informações dos animais.

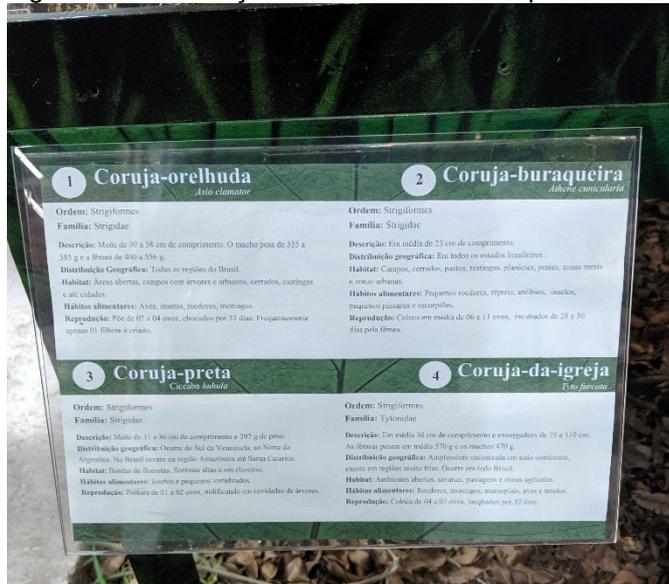
Figura 13 - Identificação de animais no museu



Fonte: do autor.

Já na Figura 14, pode-se observar como é transcrita as informações dos animais que estão nos expositores nas placas de identificação.

Figura 14 - Informações dos animais nos expositores



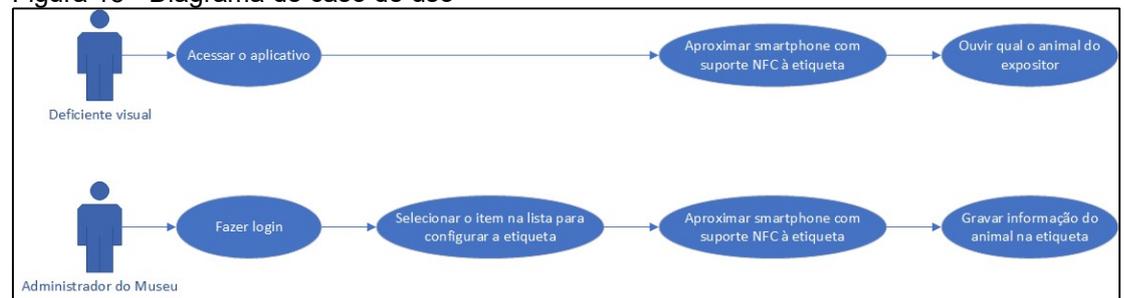
Fonte: do autor.

Tendo em vista a necessidade de proporcionar acessibilidade ao público de deficientes visuais neste ambiente, na segunda etapa foram levantadas as informações indispensáveis para desenvolvimento da aplicação, onde foram definidos os próximos passos:

- a) desenvolver um Web Service para consultar e inserir os itens do museu de forma segura para garantir a integridade dos dados;
- b) desenvolver uma aplicação mobile aplicando a tecnologia NFC para leitura e escrita de etiquetas que com o uso da API *Text to Speech* indique através de comando de voz qual é o animal presente no expositor.

Após a definição dos passos, foi desenhado o diagrama de caso de uso, presente na Figura 15, de interação dos usuários que poderiam utilizar a aplicação.

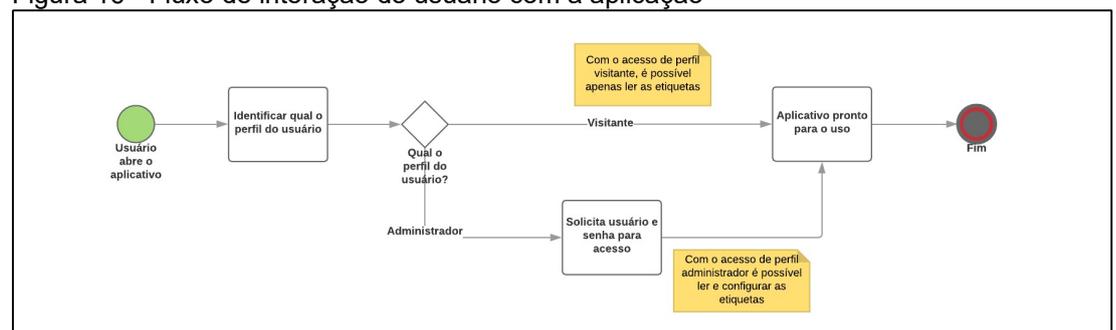
Figura 15 - Diagrama de caso de uso



Fonte: do autor.

Com base no diagrama de caso uso, constituiu-se a necessidade de haver um controle de acesso ao aplicativo. Elaborou-se então o fluxo demonstrado na Figura 16 para definir este controle.

Figura 16 - Fluxo de interação do usuário com a aplicação



Fonte: do autor.

Acerca destes levantamentos, a terceira etapa foi o desenvolvimento da aplicação Web e aplicação mobile voltado para a acessibilidade no museu, com o

uso da tecnologia NFC, descrito no subcapítulo 6.1.

## 6.1 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Para preparar o ambiente de desenvolvimento, foi necessário instalar os seguintes *softwares*:

a) Microsoft .NET Core SDK 2.1.505 (x64)<sup>2</sup>: o .NET Core é uma estrutura de software gratuito e *open source* para os sistemas operacionais Windows, Linux e MacOS (MICROSOFT, 2018);

b) JetBrains Rider 2018.3.3: IDE de desenvolvimento para .NET;

c) Android Studio 3.3 Java SDK 8 Update 211 (64-bit)<sup>3</sup>: IDE de desenvolvimento Java para Android e biblioteca para desenvolvimento Java;

d) Microsoft SQL Server 2008 Native Client<sup>4</sup>: *client* necessário para manipulação e consulta de dados no banco de dados SQL Server;

e) Realm<sup>5</sup>: banco de dados para plataforma Android.

Para a aplicação o dispositivo utilizado precisou possuir suporte à tecnologia NFC. O dispositivo somente fará a configuração e captura de dados da etiqueta se possuir o suporte à NFC.

A captura e a inserção do identificador contido na etiqueta são feitas por meio da tecnologia NFC, exigindo uma distância de 5 cm ou menos para iniciar esta conexão, podendo variar de acordo com o modelo da etiqueta utilizado. Baseado nos padrões do *Radio Frequency Identification* (RFID) o mesmo opera em três modos: leitura/escrita, ponto-a-ponto e emulador de cartão, sendo o primeiro modo utilizado neste trabalho.

As etiquetas NFC são dispositivos eletrônicos sem pilhas ou componentes móveis que possuem uma antena e uma quantidade pequena de memória para armazenamento. A comunicação é realizada através de uma área magnética gerada

---

<sup>2</sup> Link do site de acesso: <https://www.jetbrains.com/rider/whatsnew/>

<sup>3</sup> Link para download em: <https://developer.android.com/studio>

<sup>4</sup> Disponível na instalação do *software* Rider

<sup>5</sup> Link para tutorial de instalação: <https://realm.io/>

pelo leitor ao ser aproximado da etiqueta, que tem a quantidade de informações definidas através do modelo escolhido. Esta escolha, apresentada na Figura 17, deu-se devido ao baixo custo de aquisição, facilidade para troca de informações e de qual posição elas deveriam ser colocadas por serem adesivas. As configurações das etiquetas são:

- a) chip: Ntag213;
- b) capacidade: 180 bytes;
- c) capacidade de utilização: 144 bytes;
- d) protocolo: ISO14443A;
- e) frequência de trabalho: 13.56 MHz;
- f) distância de leitura e escrita: 1 a 5 cm;
- g) tempo de leitura e escrita: 1 a 2 ms;
- h) temperatura suportada: -20 a 55 graus, umidade de 90%.

Figura 17 - Etiqueta NFC

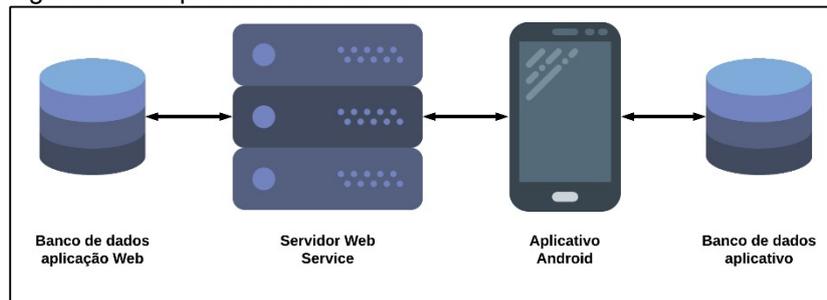


Fonte: do autor.

## 6.2 ARQUITETURA DO SISTEMA

Foi projetado um sistema com a arquitetura Cliente-Servidor, onde o servidor foi disponibilizado na plataforma Microsoft Azure, que segundo a Microsoft (2019) é um ambiente na nuvem que permite criar, gerenciar e implantar aplicativos. Os usuários da aplicação mobile podem se conectar a ele, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Arquitetura do sistema



Fonte: do autor.

### 6.3 APLICAÇÃO WEB

Para desenvolvimento da aplicação Web, criou-se um servidor para a aplicação e um para o banco de dados SQL Server na plataforma de serviços de computação em nuvem do Microsoft Azure, ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Servidores no Azure

NOME	TIPO
 museunfc	SQL Server
 museunfc	Serviço de Aplicativo

Fonte: do autor.

Após a criação dos servidores, foi desenvolvido o projeto no Rider, IDE de desenvolvimento para .NET. Para criar o projeto, foi utilizado o modelo padrão ASP.NET Core Web Application utilizando a versão 2.1 do .NET Core.

Desenvolveu-se esta aplicação com o conceito de *code first*. Este conceito permite o mapeamento e a persistência de classes definidas como *entity* e geração da base de dados a partir da estrutura dessas classes.

Na Figura 20 é demonstrado a classe Item que representa a tabela de mesmo nome na modelagem de dados.

Figura 20 - Classe Item

```

using System;
using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.ComponentModel.DataAnnotations.Schema;

namespace MuseuApi.Entities
{
    [4 usages] [2 exposing APIs]
    public class Item
    {
        [4 usages]
        [Key] public int IdItem { get; set; }

        public int MuseuId { get; set; }
        public string Nome { get; set; }
        public string Ordem { get; set; }
        public string Familia { get; set; }
        public string Descricao { get; set; }
        public string DistribuicaoGeografica { get; set; }
        public string Habitat { get; set; }
        public string HabititosAlimentares { get; set; }
        public string Reproducao { get; set; }
        public string PeríodoDeVida { get; set; }
        public DateTime? DataCadastro { get; set; }
        [1 usage]
        public bool Ativo { get; set; }

        [ForeignKey("MuseuId")] public Museu Museu { get; set; }
    }
}

```

Fonte: do autor.

Na figura 21 é possível identificar a classe usuário que representa a tabela de mesmo nome na base de dados.

Figura 21 - Classe Usuario

```

using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.ComponentModel.DataAnnotations.Schema;
using Microsoft.EntityFrameworkCore.Metadata.Internal;

namespace MuseuApi.Entities
{
    [2 usages]
    public class Usuario
    {
        [1 usage]
        [Key] public int IdUsuario { get; set; }

        [1 usage]
        public string Login { get; set; }

        [1 usage]
        public string Senha { get; set; }

        public int MuseuId { get; set; }

        [ForeignKey("MuseuId")] public Museu Museu { get; set; }
    }
}

```

Fonte: do autor.

A classe Museu, indicada na Figura 22, representa a tabela de mesma nomenclatura na modelagem de dados.

Figura 22 - Classe Museu

```
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel.DataAnnotations;

namespace MuseuApi.Entities
{
    3 usages 4 exposing APIs
    public class Museu
    {
        [Key] public int IdMuseu { get; set; }
        public string Nome { get; set; }

        public ICollection<Item> Itens { get; set; }
        public ICollection<Usuario> Usuarios { get; set; }
    }
}
```

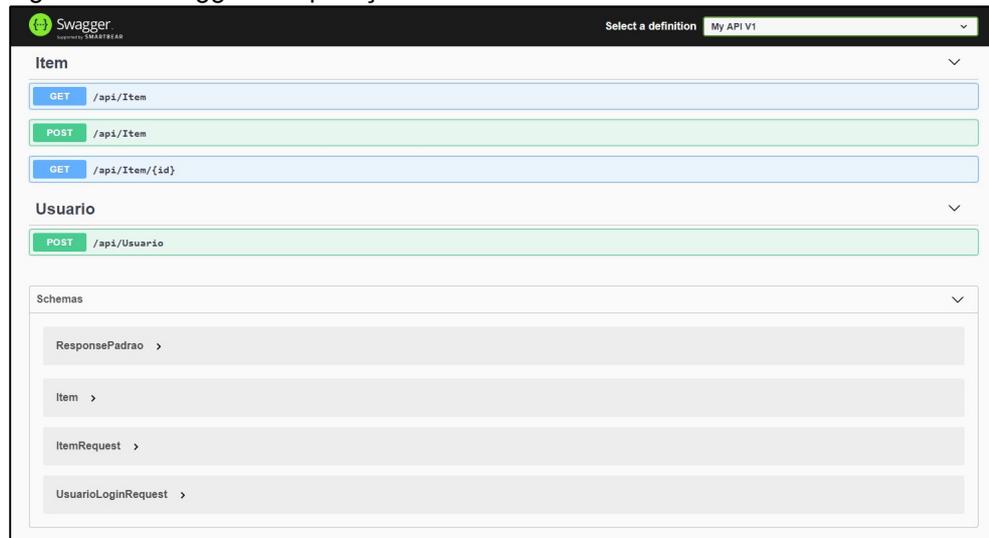
Fonte: do autor.

### 6.3.1 Web Service

Para garantir a segurança e integridade dos dados, foi criado um *Web Service* em *Representational State Transfer* (REST) publicado no ambiente supracitado, que disponibiliza para os usuários que possuem acesso, a inserção de itens para poderem ser configurados nas etiquetas através do aplicativo. O REST é responsável também para ser consultado pela aplicação e retornar todos os itens cadastrados para serem lidos nas etiquetas configuradas. O acesso aos métodos disponibilizados se dá por meio de uma requisição *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) no link criado através da publicação da aplicação web citada no capítulo anterior.

A documentação do *Web Service* foi criada de forma automática por meio da API Swagger, uma estrutura de software *open source*, que serve de suporte para entregar API's bem documentadas à usuários externos (SWAGGER, 2019). Na Figura 23, encontra-se a documentação gerada através desta API.

Figura 23 - Swagger da aplicação Web



Fonte: do autor.

### 6.3.1.1 Métodos

A aplicação Web<sup>6</sup> disponibiliza os métodos item e usuário para realizar as seguintes operações:

a) `api/Item`<sup>7</sup>: método do tipo *GET* para consultar todos os itens ativos cadastrados na base de dados presente no servidor. Este método é utilizado na aplicação mobile para gravar as informações no banco de dados local, por meio disso, após esta consulta, a aplicação permite realizar a leitura e configuração de etiquetas no modo *offline*;

b) `api/Item`<sup>8</sup>: método do tipo *POST* permite usuários inserir itens na base de dados presente no servidor. Por meio da requisição, é possível informar os campos necessários para cadastrar um novo item do museu. A informação só será processada caso o usuário indicado esteja cadastrado na base dados e a senha corresponda à informada;

<sup>6</sup> Link da aplicação para acesso via WEB: <http://museunfc.azurewebsites.net/>

<sup>7</sup> Link da requisição GET: <https://museunfc.azurewebsites.net/api/Item>

<sup>8</sup> Link da requisição POST: <https://museunfc.azurewebsites.net/api/Item>

c) `api/Item/{id}`: método do tipo *GET* com o argumento `id` utilizado para consultar na base de dados somente as informações do item com a identificação informada na requisição. Este método é empregado no momento em que a aplicação mobile necessita realizar a leitura de um item que não está na base de dados local e caso o *smartphone* estiver conectado à *Internet*, requisitará esta informação;

d) `api/Usuario`: método do tipo *POST* que ao informar os argumentos `login` e `senha`, a aplicação *Web* identifica se o usuário existe ou que a senha corresponde ao usuário indicado. Este método é responsável pelo controle de acesso na aplicação por níveis de usuário, sendo explicado no capítulo 7.1.

### 6.3.2 Modelagem de dados

Após a criação das classes citadas no capítulo anterior, a aplicação cria automaticamente a modelagem do banco de dados por meio do conceito *code first*.

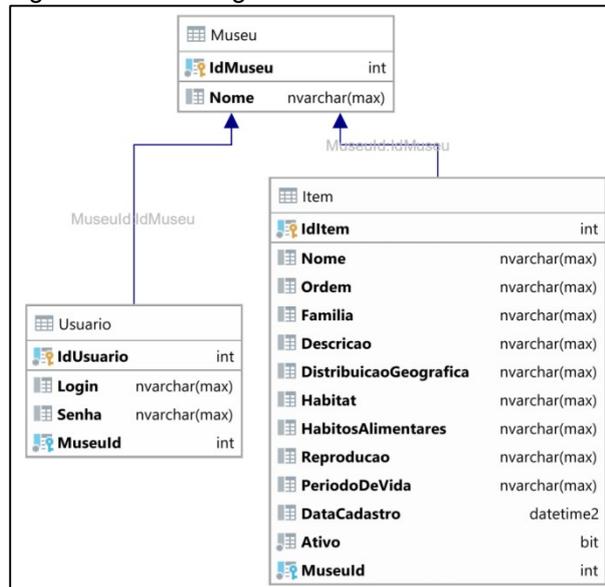
Esta modelagem foi constituída para que seja possível armazenar os itens do museu inseridos através do *Web Service*, além de armazenar os usuários que terão acesso ao aplicativo para poderem configurar as etiquetas. Na Figura 24, ilustra esta modelagem, composta por três tabelas, que são:

a) *Museu*: responsável por armazenar o nome da instituição;

b) *Item*: responsável por armazenar os itens do museu supracitado que poderão ser inseridos através do *Web Service*;

c) *Usuario*: responsável por armazenar os usuários do museu que terão acesso para poder inserir itens através do *Web Service* e configurar as etiquetas através do aplicativo.

Figura 24 - Modelagem de dados



Fonte: do autor.

## 6.4 APLICAÇÃO MOBILE ANDROID

A aplicação foi construída com a utilização da IDE Android Studio, ferramenta oficial para o desenvolvimento de aplicativos Android, segundo Google (2019), sem a utilização de bibliotecas externas.

Criada para prover ao usuário informações dos animais presente no Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski, por meio de etiquetas NFC fixadas nos expositores e com o auxílio de comando de voz. Basicamente, a aplicação funciona com o usuário aproximando o seu dispositivo com suporte à tecnologia NFC da etiqueta, e esta disponibiliza informações referentes ao animal. Esta aplicação visa auxiliar e promover acessibilidade a deficientes visuais, ou seja, aplica a linguagem sonora para interagir com o usuário, funcionalidade de extrema importância para os usuários.

Além de ter as funções de fazer a comunicação por meio da tecnologia NFC, integra-se com a aplicação Web para validação de usuário no controle de acesso (explicado no subcapítulo 6.4.2.1) à aplicação e consulta dos itens inseridos

na base de dados. Estas e outras definições estão descritas nos próximos subcapítulos.

#### 6.4.1 Estrutura da aplicação mobile

A estrutura da aplicação mobile foi constituída de modo em que as camadas de classes ficassem separadas para uma melhor manutenibilidade e maior congruência de informações. Na Figura 25, é demonstrado estas camadas, onde a camada *Activities* é responsável por conter todas as classes do tipo *activity* na aplicação, essas classes são gerenciadoras de UI.

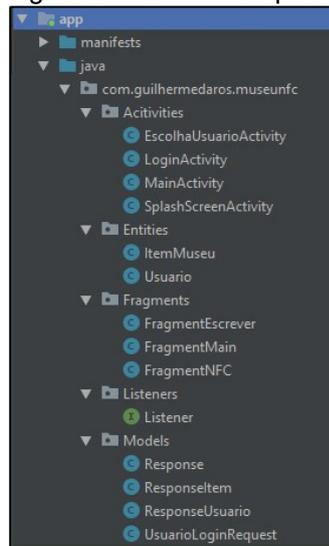
Na camada *Entities* é onde ficam as classes responsáveis por armazenar os dados de usuário e itens do museu na aplicação por meio da API Realm, um sistema *open source* de gerenciamento de banco de dados de objetos para dispositivos móveis (REALM, 2019, tradução nossa).

A *Fragments* é responsável por conter as classes do tipo *fragment*, classe que pode ser definida como uma parte de uma tela, ou como o próprio nome já diz, um fragmento de uma tela.

Na camada *Listeners*, localizam-se as classes criadas para implementar à uma outra classe, eventos de “escuta”, como por exemplo, esperando um evento de clique na tela principal do aplicativo.

Na última camada, denominada *Models*, encontram-se os objetos de requisição e resposta utilizados para realizar integrações e consultas no *Web Service*.

Figura 25 - Estrutura aplicação mobile

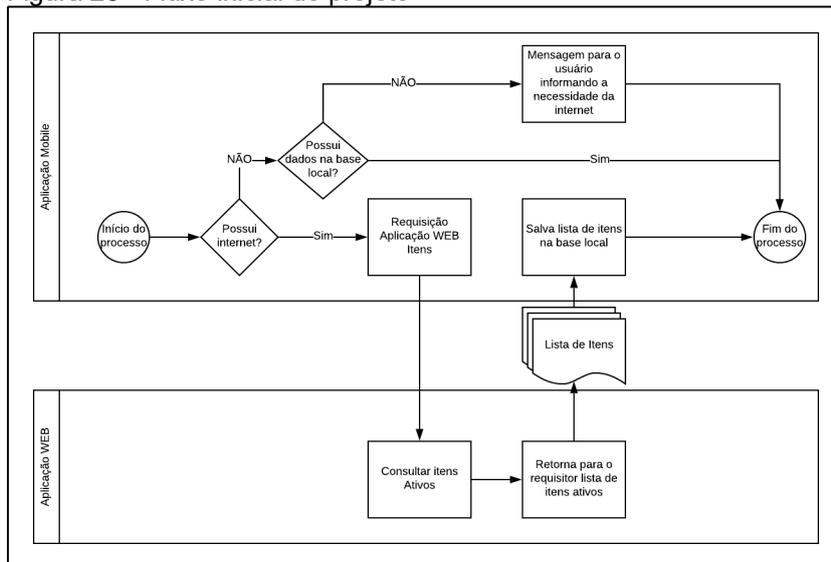


Fonte: do autor.

### 6.4.2 Fluxo de comunicação com o Web Service

Na Figura 26, é demonstrado o fluxo elaborado para entendimento do processo de consulta de itens na aplicação *Web*. Ao iniciar a aplicação mobile é constatado se o dispositivo possui acesso à *Internet* para atualizar os dados da base local, onde seguida da confirmação é executado uma requisição na aplicação *Web* via REST para consultar itens e após sucesso dessa requisição, é salvo na base de dados do aplicativo.

Figura 26 - Fluxo inicial do projeto

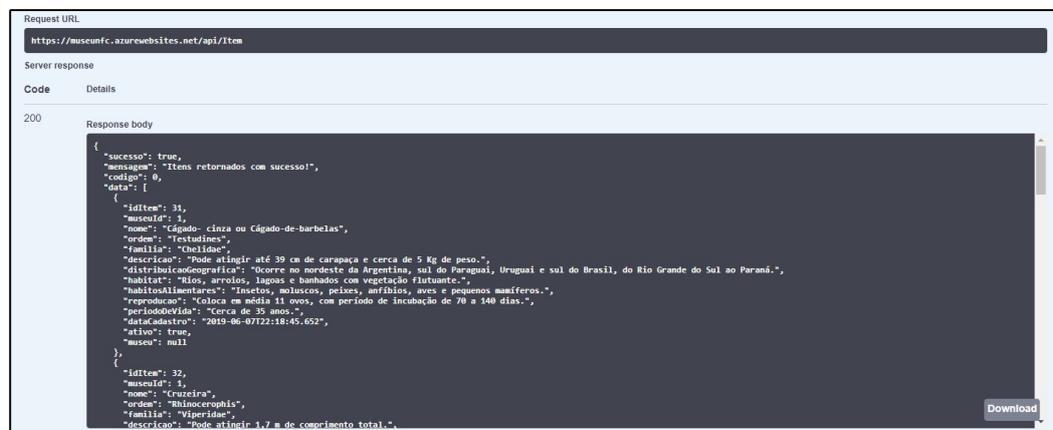


Fonte: do autor.

A requisição HTTP executada para realizar a consulta no *Web Service*<sup>9</sup> é realizada na classe *SplashScreenActivity*, primeira tela do aplicativo que apresenta o logo do mesmo e carrega as informações necessárias, onde uma delas são os itens do museu.

Na Figura 27 é ilustrado a resposta do servidor quando consultado o *Web Service*, informando todos os itens ativos cadastrados no formato de JSON para serem inseridos na base local da aplicação.

Figura 27 - Requisição para trazer os itens ativos cadastrados no banco de dados do servidor



```

Request URL
https://museunfc.azurewebsites.net/api/Item

Server response
Code  Details
200  Response body

{
  "sucesso": true,
  "mensagem": "Itens retornados com sucesso!",
  "codigo": 0,
  "data": [
    {
      "iditem": 31,
      "museuid": 1,
      "nome": "Cágado: cinza ou Cágado-de-barbelas",
      "ordem": "Testudines",
      "familia": "Chelidae",
      "descricao": "Pode atingir até 39 cm de carapaça e cerca de 5 Kg de peso.",
      "distribuiçãogeográfica": "Ocorre no nordeste da Argentina, sul do Paraguai, Uruguai e sul do Brasil, do Rio Grande do Sul ao Paraná.",
      "habitat": "Rios, arroios, lagoas e banhados com vegetação flutuante.",
      "habitosalimentares": "Insetos, moluscos, peixes, anfíbios, aves e pequenos mamíferos.",
      "reprodução": "Coloca em média 11 ovos, com período de incubação de 70 a 100 dias.",
      "períododevida": "cerca de 35 anos.",
      "datacadastro": "2019-06-07T22:18:45.602",
      "ativo": true,
      "museu": null
    },
    {
      "iditem": 32,
      "museuid": 1,
      "nome": "Lruzeira",
      "ordem": "Rhinocephphis",
      "familia": "Viperidae",
      "descricao": "Pode atingir 1,7 m de comprimento total."
    }
  ]
}
  
```

Fonte: do autor.

Esta requisição, caso não obter sucesso ou a aplicação não estiver conectada à Internet, será verificado se existem itens já adicionados na base local para dar prosseguimento no aplicativo. Na Figura 28 é demonstrado como foi desenvolvido a requisição na plataforma Android.

<sup>9</sup> A requisição é executada através do link: <http://museunfc.azurewebsites.net/api/item>

Figura 28 - Requisição para consultar itens no Web Service

```

private void iniciarApp() {

    if (verificaConexao()) {
        RequestQueue requestQueue = Volley.newRequestQueue( context );
        JSONObjectRequest objectRequest = new JSONObjectRequest(
            Request.Method.GET,
            url "http://museunfc.azurewebsites.net/api/item",
            JsonRequest null,
            (response) => {
                String mJsonString = response.toString();
                JsonParser parser = new JsonParser();
                JsonElement mJson = parser.parse(mJsonString);
                Gson gson = new Gson();
                final ResponseItem object = gson.fromJson(mJson, ResponseItem.class);
                Log.e( tag: "Response:", response.toString());
                if (object.getSucesso()) {
                    Realm realm = Realm.getDefaultInstance();
                    for (final ItemMuseu lItem :
                        object.getData()) {
                        realm.executeTransactionAsync(new Realm.Transaction() {
                            @Override
                            public void execute(Realm bgRealm) {
                                bgRealm.copyToRealmOrUpdate(lItem);
                            }
                        }, new Realm.Transaction.OnSuccess() {
                            @Override
                            public void onSuccess() {
                                //
                            }
                        });
                    }
                    mostrarEscolhaUsuario();
                }, (error) => { Log.e( tag: "Response:", error.toString()); }
            );
        requestQueue.add(objectRequest);
    } else {
        Realm realm = Realm.getDefaultInstance();
        List<ItemMuseu> lItens = realm.where(ItemMuseu.class).findAll();

        if (lItens.size() > 0) {
            mostrarEscolhaUsuario();
        } else {
            Toast.makeText( context this, text: "Sem conexão com a internet!", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            showProgress(false);
        }
    }
}
}

```

Fonte: do autor.

### 6.4.3 Controle de acesso

Como citado anteriormente, foram criados dois perfis para acesso à aplicação, um para o visitante e outro para o administrador. Com o acesso ao administrador, é possível realizar a configuração das etiquetas por meio da aplicação selecionando o item consultado pelo *Web Service* e por meio da tecnologia NFC.

Para validar o usuário e senha informado na tela de login presente na *activity LoginActivity*, foi desenvolvido uma requisição com *Web Service* no método *api/Usuario*<sup>10</sup>. Esta requisição valida se o usuário existe e se a senha informada está correta. Caso a resposta da requisição seja sucesso, o mesmo será direcionado para a *activity* principal da aplicação, denominada *MainActivity*. O desenvolvimento desta requisição é demonstrado na Figura 29.

<sup>10</sup> Demonstração do método no capítulo 6.3.1.1

Figura 29 - Requisição de login na LoginActivity

```

12 (verificaConexao()){
    UsuarioLoginRequest loginRequest = new UsuarioLoginRequest(login, password);
    JSONObject loginRequestJson = new JSONObject();
    try {
        loginRequestJson = loginRequest.toJson();
    }
    catch (JSONException e){

    }
    RequestQueue requestQueue = Volley.newRequestQueue(getApplicationContext());

    JsonObjectRequest objectRequest = new JsonObjectRequest(
        Request.Method.POST,
        URL: "https://museumfc.azurewebsites.net/api/Usuario",
        loginRequestJson,
        (response) => {
            String mJsonString = response.toString();
            JsonParser parser = new JsonParser();
            JSONObject mJson = parser.parse(mJsonString);
            Gson gson = new Gson();
            final ResponseUsuario object = gson.fromJson(mJson, ResponseUsuario.class);
            Log.e("tag: Response:", response.toString());
            if (object.getSucesso()){
                showProgress(false);
                Intent intent = new Intent(getApplicationContext(), MainActivity.class);
                SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences("museumfc", MODE_PRIVATE);
                SharedPreferences.Editor iEditor = sharedPreferences.edit();
                iEditor.putBoolean("usuarioLogado", true);
                iEditor.apply();

                startActivity(intent);
                overridePendingTransition(R.anim.slide_in_left, R.anim.slide_out_left);
                finish();
            }
            else{
                showProgress(false);
                Toast.makeText(getApplicationContext(), object.getMensagem(), Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        }, (error) => {
            Toast.makeText(getApplicationContext(), error.toString(), Toast.LENGTH_SHORT).show();
            showProgress(false);
        }
    );
    requestQueue.add(objectRequest);
}

```

Fonte: do autor

#### 6.4.4 Escrita e leitura de mensagem NDEF com o uso do NFC

Para a escrita e leitura de mensagens NDEF nas etiquetas NFC sempre é preciso verificar se a tecnologia está ativa no dispositivo. Caso não esteja, será exibido um alerta escrito e por comando de voz para ativar. Se a tecnologia estiver ativa, será criado um objeto *PendingIntent* que será utilizado no método *enableForegroundDispatch()*, conforme Figura 30. Este método deverá ser acionado dentro do *thread* principal da aplicação apenas quando a aplicação estiver em primeiro plano.

Figura 30 - Verificando se a tecnologia NFC está ativa

```

@Override
protected void onResume() {
    super.onResume();
    IntentFilter tagDetected = new IntentFilter(NfcAdapter.ACTION_TAG_DISCOVERED);
    IntentFilter ndefDetected = new IntentFilter(NfcAdapter.ACTION_NDEF_DISCOVERED);
    IntentFilter techDetected = new IntentFilter(NfcAdapter.ACTION_TECH_DISCOVERED);
    IntentFilter[] nfcIntentFilter = new IntentFilter[]{techDetected, tagDetected, ndefDetected};

    PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getActivity(
        context, this, requestCode, new Intent( packageContext, this, getClass()).addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP), flags);
    if (!mNfcAdapter.isEnabled()) {
        Toast.makeText(context, this, "Favor ativar o NFC no dispositivo", Toast.LENGTH_SHORT);
        mTts.speak( "Favor ativar o NFC no dispositivo", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params, null, utteranceId);
    }
    else {
        if(mNfcAdapter != null)
            mNfcAdapter.enableForegroundDispatch( activity, this, pendingIntent, nfcIntentFilter, techlists);
    }
}

```

Fonte: do autor

Quando a aplicação detecta a etiqueta NFC, o método *onNewIntent()* é acionado automaticamente, de acordo com a Figura 31, e através da função *getParcelableExtra()* a aplicação obtém a instância da etiqueta NFC e identifica quais as ações que devem ser realizadas, escrita ou leitura.

Figura 31 - Implementação da função após detectar etiqueta

```

@Override
protected void onNewIntent(Intent intent) {
    Tag tag = intent.getParcelableExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG);
    if (tag != null) {
        Ndef ndef = Ndef.get(tag);

        if (isAdmin) {
            if (isWrite) {
                mNfcWriteFragment = (FragmentNFC) getSupportFragmentManager().findFragmentByTag(FragmentNFC.TAG);
                mNfcWriteFragment.onNfcDetected(ndef);
                mNfcWriteFragment.dismiss();
            }
        }
        else {
            LeituraEtiqueta(ndef);
        }
    }
}

```

Fonte: do autor

Para a escrita na etiqueta, desenvolveu-se uma funcionalidade na aplicação para que quando acessado com o perfil administrador e informando um usuário existente, é possível escrever nas etiquetas o item selecionado para serem lidas posteriormente. Esta configuração se dá através da utilização de métodos de NFC disponibilizados no SDK da plataforma Android, como podemos ver na classe *FragmentNFC* da Figura 32. É utilizado a função *connect* e *writeNdefMessage()* para realizar a escrita da mensagem do tipo Ndef na etiqueta previamente detectada.

Figura 32 - Classe de escrita na etiqueta NFC

```

public void onNfcDetected(Ndef ndef) {
    mProgress.setVisibility(View.VISIBLE);
    writeToNfc(ndef, aMessage);
}

private void writeToNfc(Ndef ndef, String message) {

    if (ndef != null) {
        try {
            ndef.connect();
            NdefRecord mimeRecord = NdefRecord.createMime("mime/type: text/plain", message.getBytes(Charset.forName("US-ASCII")));
            ndef.writeNdefMessage(new NdefMessage(mimeRecord));
            ndef.close();
            Toast.makeText(getActivity(), "Salvo com sucesso!", Toast.LENGTH_SHORT).show();
        } catch (IOException | FormatException e) {
            e.printStackTrace();
            mTvMessage.setText("Erro ao salvar");
        } finally {
            mProgress.setVisibility(View.GONE);
        }
    }
}
}

```

Fonte: do autor.

Já para a leitura, implementou-se uma função para ler as informações no banco de dados local *realm* através do código presente na etiqueta selecionada. Além disso, é realizado uma validação para saber se este código existe e se o mesmo está no padrão de escrita da aplicação, conforme demonstrado na Figura 33.

Figura 33 - Classe de leitura na etiqueta NFC

```

private void LeituraEtiqueta(Ndef ndef) {
    try {
        ndef.connect();
        try {
            NdefMessage ndefMessage = ndef.getNdefMessage();
            String message = new String(ndefMessage.getRecords()[0].getPayload());

            Realm realm = Realm.getDefaultInstance();
            ItemMuseu lItem = realm.where(ItemMuseu.class).equalTo("fieldName: idItem", Integer.valueOf(message)).findFirst();

            if (lItem != null) {
                FalarItem(lItem);
            } else {
                mTs.speak(text: "Item não encontrado", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utteranceid: "");
            }
        } catch (Exception e) {
            mTs.speak(text: "Item não encontrado", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utteranceid: "");
            e.printStackTrace();
        }
        ndef.close();
    } catch (IOException e) {
        mTs.speak(text: "Item não encontrado", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utteranceid: "");
        e.printStackTrace();
    }
}
}

```

Fonte: do autor.

#### 6.4.5 Uso da tecnologia Text To Speech

Para a comunicação por voz da aplicação, foi preciso implementar a API *Text To Speech* presente no SDK da plataforma Android. Para isso, foi preciso criar uma variável local *mTs* do tipo *TextToSpeech* na classe principal da aplicação, que servirá para executar os comandos de voz. Primeiramente é preciso inicializar a variável, na Figura 34 é mostrado como realizar esta inicialização e também a criação de validação para saber se esta variável já está inicializada. Após a

inicialização ela pode ser usada em qualquer momento na aplicação para converter textos em voz.

Figura 34 - Inicialização variável local TextToSpeech

```

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);

    SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences("museunfc", MODE_PRIVATE);
    UsuarioLogado = sharedPreferences.getBoolean("usuariologado", false);

    setContentView(R.layout.activity_main);

    Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
    setSupportActionBar(toolbar);
    mSectionsPagerAdapter = new SectionsPagerAdapter(getSupportFragmentManager());

    mViewPager = (ViewPager) findViewById(R.id.container);
    mViewPager.setAdapter(mSectionsPagerAdapter);
    initView();
    initNFC();
    initSpeech();
}

private void initSpeech() {
    if (mTs == null) {
        mTs = new TextToSpeech(context, this, new TextToSpeech.OnInitListener() {
            @Override
            public void onInit(int status) {
                if (status != TextToSpeech.ERROR) {
                    Locale myLocale = new Locale("pt", "BR");
                    mTs.setLanguage(myLocale);
                }
            }
        });
    }
}

```

Fonte: do autor.

A comunicação por voz é utilizada para mensagens ao usuário e também para ler as informações do animal identificado na etiqueta, conforme visto no capítulo 6.4.4. Foi implementado a função FalarItem() para converter as informações dos animais detectados em voz, conforme demonstrado na Figura 35. Caso a informação do campo esteja preenchida, é executado a função *speak* da variável mTs para executar o comando de voz.

Figura 35 - Uso do TextToSpeech para leitura das informações dos animais

```

private void FalarItem(ItemMuseu aItemMuseu) {
    if (!aItemMuseu.getNome().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "Nome", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getNome(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getDescricao().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "uma curiosidade", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getDescricao(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getFamilia().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "a familia", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getFamilia(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getDistribuicaoGeografica().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "A distribuição geográfica é", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getDistribuicaoGeografica(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getHabitat().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "o habitat é", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getHabitat(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getHabitosAlimentares().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "Os hábitos Alimentares são", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getHabitosAlimentares(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getOrdem().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "A ordem é", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getOrdem(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getPeriodoDeVida().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "Seu período de vida é", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getPeriodoDeVida(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }

    if (!aItemMuseu.getReproducao().isEmpty()) {
        mTs.speak(text: "Reprodução", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        mTs.speak(aItemMuseu.getReproducao(), TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
    }
}

```

Fonte: do autor

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizado a análise e desenvolvimento da aplicação Web e aplicação Mobile, os mesmos foram testados para verificar se atenderiam os objetivos deste trabalho. Inicialmente foram inseridas no banco de dados as informações necessárias para utilização da aplicação e leitura das informações. De acordo com a modelagem de dados, presente no capítulo 6.3.2, foi preciso inserir um registro na tabela museu e um registro na tabela usuário vinculado a este museu.

Após as inserções necessárias, precisou-se testar a inserção de itens por meio do *Web Service* criado. Na figura 36 é mostrado um exemplo de integração de item por meio da ferramenta *Swagger*, onde é preciso informar os dados do animal e também um login e senha para permitir o cadastro.

Figura 36 - Inserindo item do Museu



Fonte: do autor.

Com base no catálogo de animais presente no site do Museu da UNESCO<sup>11</sup>, foram inseridos 3 animais de cada categoria disponível, ou seja, 3 répteis, 3 aves e 3 mamíferos.

<sup>11</sup> Link disponível em: <http://museudezoologia.unesc.net/animais>

Em seguida, foi realizado o teste da aplicação com todas suas funcionalidades, conforme descrito no capítulo a seguir.

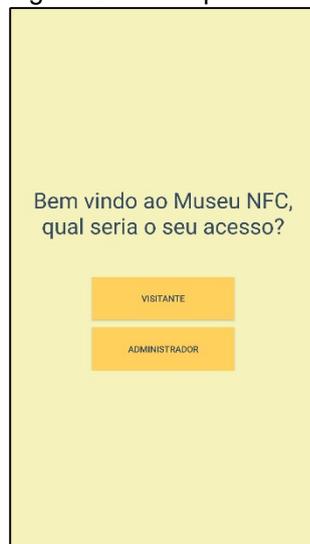
## 7.1 FUNCIONALIDADES DA APLICAÇÃO

Os seguintes capítulos têm o objetivo de demonstrar os testes realizados nas funcionalidades desenvolvidas na aplicação mobile.

### 7.1.1 Escrita na etiqueta por Meio do Acesso Administrador

Para realizar o controle de acesso da aplicação, decidiu-se usar um processo de *login* para identificar se o usuário é administrador do museu, que irá configurar as etiquetas, ou um usuário que irá apenas utilizar a aplicação para leitura das etiquetas já configuradas, então é apresentado ao usuário uma tela para realizar esta escolha, representada na Figura 37.

Figura 37 - Tela para seleção de perfil



Fonte: do autor.

Quando selecionada a opção ADMINISTRADOR, o usuário é direcionado para tela principal do aplicativo, ilustrada na Figura 38, de leitura de etiquetas que

conta também com a logo do Museu da UNESCO e também o nome do desenvolvedor.

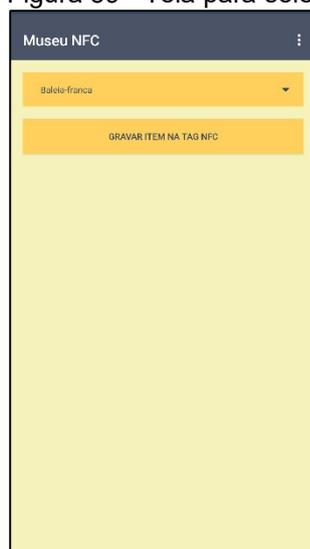
Figura 38 - Tela para leitura de etiquetas



Fonte: do autor.

Ao acessar a aplicação com o perfil administrador e informar um usuário e senha existente, é disponibilizado uma segunda tela para escrita das informações dos animais nas etiquetas NFC, demonstrado na Figura 39.

Figura 39 - Tela para selecionar o animal para escrita na etiqueta



Fonte: do autor.

Ao clicar no botão GRAVAR ITEM NA TAG NFC, abre-se uma tela indicando para aproximar o dispositivo na etiqueta desejada, exposto na Figura 40.

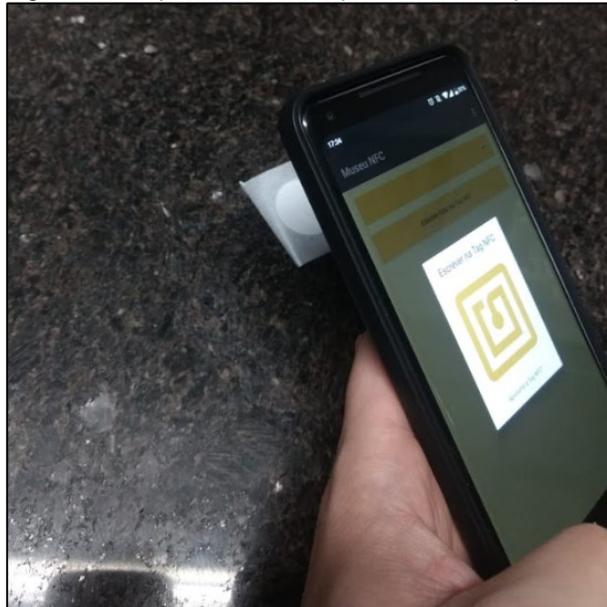
Figura 40 - Tela para escrita de etiquetas



Fonte: do autor.

Após isso o *smartphone* foi aproximado à etiqueta NFC para gravar a informação do item selecionado, como ilustra a Figura 41.

Figura 41 - Aproximando dispositivo na etiqueta



Fonte: do autor.

### 6.1.2 Leitura da etiqueta por Meio do Acesso ao Visitante

Com a etiqueta devidamente configurada, na tela de leitura de etiquetas como observado na Figura 38, foi possível verificar que o comando de voz estava informando todos os dados do animal.

A aplicação, após a identificação de perfil, conta com duas outras opções conforme mostrado na Figura 42, a opção sair, que irá direcionar para a tela de escolha de perfil e a opção Site do Museu que irá direcionar o usuário para o site do museu<sup>12</sup> no *browser* dispositivo.

Figura 42 - Opções extras na aplicação



Fonte: do autor.

Após a realização dos testes de todas as funcionalidades, realizou-se uma visita ao Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski.

<sup>12</sup> Link para o site do museu: <http://museudezoologia.unesc.net/>

## 7.2 VISITA AO MUSEU

Realizado a visita, observou-se uma deficiência na padronização das placas de identificação dos animais expostos e foi possível constatar que seria necessário um suporte para colar os adesivos de etiquetas NFC, devido alguns expositores estarem com difícil acesso. Conforme demonstrado na Figura 43, percebeu-se que não há uma padronização das informações, algumas estão dispostas em placas e outras em papéis fixados no vidro do expositor. Além da falta de padronização, pôde-se observar a dificuldade para aproximação de alguns expositores, por estarem separados por bancos.

Figura 43 - Falta de padronização na disponibilização das placas no Museu



Fonte: do autor.

Ao analisar a disponibilização destas placas, foi possível identificar também que alguns expositores não possuem a identificação do animal, como ilustra a Figura 44.

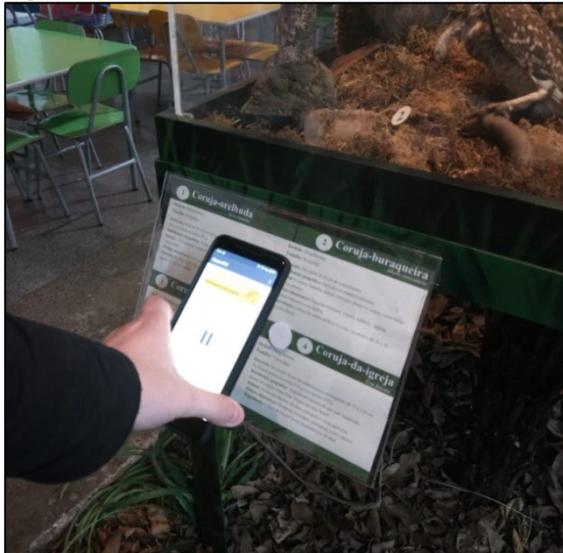
Figura 44 - Expositor sem identificação do animal



Fonte: do autor.

Em seguida foi realizado o teste de leitura com o uso da aplicação desenvolvida. Após colar uma etiqueta NFC em uma das placas de identificação de animal no Museu, usou-se um dispositivo com suporte à tecnologia NFC e com a aplicação mobile devidamente instalada. O teste pode ser observado conforme ilustra a figura 45.

Figura 45 - Teste de leitura aplicado no Museu



Fonte: do autor.

Verificou-se que em caso de falta de Internet, o sistema continua a fazer as leituras das etiquetas, porém não há como realizar a leitura de novas informações com o *Web Service*, para manter os itens do Museu atualizados.

Com base nos testes e pesquisa realizados, foi possível constatar que os objetivos específicos foram atendidos, conforme a seguir:

- a) identificar e elencar dificuldades e barreiras que os deficientes visuais encontram ao frequentar um museu de zoologia;
- b) estudar e aplicar a tecnologia *Near Field Communication* (NFC);
- c) desenvolver uma aplicação mobile para sistema operacional Android fazendo uso da tecnologia NFC para identificação dos animais em um museu de zoologia.

## 8 CONCLUSÃO

A acessibilidade para os deficientes visuais em ambientes culturais para facilitar a sua interação com as exposições é uma necessidade atual e regulamentada em lei. Em geral, algumas aplicações e tecnologias estão disponíveis para auxiliar estas pessoas no seu dia a dia, porém, o presente trabalho buscou identificar qual contribuição seria necessária para trazer acessibilidade ao Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski localizado na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

Neste trabalho foi desenvolvido uma aplicação para leitura por comando de voz de informações dos animais presentes nos expositores do museu, utilizando um smartphone e etiquetas, para interação do usuário com deficiência visual. A aplicação se baseou no uso de etiquetas NFC, que permitem a escrita e leitura de dados através de um smartphone com suporte à esta tecnologia que realiza essa comunicação por meio de aproximação. A escolha do NFC se deu por conta da facilidade de comunicação entre a etiqueta e o dispositivo, fornecendo uma maior usabilidade entre o usuário e a ferramenta.

Para o desenvolvimento da aplicação foi realizado um estudo através de pesquisas bibliográficas e referências sobre o tema para identificar as ferramentas e tecnologias mais adequadas para o trabalho, além da viabilidade da construção da aplicação.

Além do estudo, este trabalho demonstrou o detalhamento do desenvolvimento de uma aplicação web publicada em nuvem, baseada em .NET Core com banco de dados SQL Server, que permite a inserção de informações de animais do Museu analisado, com um controle de acesso para garantir a integridade e segurança dos dados. Em seguida foi construído uma aplicação mobile, para o sistema operacional Android, com os dados da aplicação web, que são utilizados nas funcionalidades de escrita e leitura das informações dos animais em etiquetas NFC para auxílio aos deficientes visuais.

Tendo como principal objetivo deste trabalho, identificar barreiras que o deficiente visual encontra ao frequentar o Museu supracitado e desenvolver uma

aplicação mobile voltado para o sistema operacional Android, que auxilie estes deficientes na identificação dos animais disponíveis com o uso da tecnologia NFC, pode-se concluir que este objetivo foi atingido com os resultados e testes obtidos, embora ainda necessite de melhorias e adequações, sugeridos como trabalhos futuros para a implantação efetiva na instituição.

Por fim pode-se constatar, que a tecnologia NFC traz grandes contribuições para este tipo de auxílio à comunidade com deficiência visual, pois permite fazer uma leitura simples, objetiva e de fácil acesso a qualquer usuário.

Ainda assim, as funcionalidades presentes neste trabalho, tem a vantagem de permitir a utilização em outros locais dentro da instituição, como biblioteca, laboratórios e também locais fora da instituição, como shoppings, empresas, áreas de lazer entre outros. Outra oportunidade seria a implantação em eventos específicos com áreas para o deficiente visual se localizar e saber do que se trata cada local com estas identificações.

## 9 TRABALHOS FUTUROS

Embora o presente trabalho possa ser utilizado de forma imediata para auxiliar deficientes visuais no Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinsk, por meio de uma aplicação mobile com o uso da tecnologia NFC, com base em uma aplicação web que fornece os dados inseridos em um banco de dados próprio, para trabalhos futuros, recomenda-se a criação de um site para inserção e manipulação desses dados. Hoje essa manipulação se dá por meio da conexão com o banco de dados via administrador ou via integração por *Web Service*. Da mesma forma, também podem ser levados em consideração as sugestões abaixo para o sistema atender de forma mais completa:

a) Desenvolver uma aplicação mais atualizada com versões para outras plataformas mobile, como iOS ou até mesmo soluções híbridas;

b) Implementação de um controle de acesso com maior segurança, por meio de criptografia e utilização de protocolo SSL/TLS nas comunicações com o *Web Service*;

c) No site proposto acima, viabilizar a utilização de outras instituições utilizando o sistema como uma plataforma que possa ser disponibilizada em diversos locais, na forma de cadastro *online* e disponibilização da aplicação na *Play Store*.

## REFERÊNCIAS

- ABI RESEARCH. **NFC**. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.abiresearch.com/market-research/product/1020072-nfc/>. Acesso em: 8 abr. 2019.
- ALECRIM, Emerson. **O que é NFC (Near Field Communication)?**. Disponível em: <http://www.infowester.com/nfc.php>. Acesso em: 25 out. 2016.
- ANDROID DEVELOPERS. **Arquitetura da plataforma**. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://developer.android.com/guide/platform?hl=pt>. Acesso em 29 out 2016.
- AQUINO, Juliana França Santos. **PLATAFORMAS DE DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**. 2007. 14 f. Monografia (Especialização) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Puc-rio, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/courses/Mobile/Monografias/07/Android-Juliana-Mono.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.
- Atzori, L.; Iera, A.; Morabito, G. **The Internet of Things: A survey**. Computer Networks v.54. pp. 2787–2805. 2010.
- BE MY EYES. **Do que se trata o Be My Eyes**. [S. l.], 2019. <https://www.bemyeyes.com/language/portuguese-brazil>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- BRASIL. Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989. **Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde**. Diário Oficial, Brasília, DF, 24 out 2001.
- CAMPELLO, Bernadete. **O movimento da competência informacional: uma perspectiva para o letramento informacional**. Revista Ci. Inf., Brasília, v.32, n.3, Brasília, p. 28-37, set./dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19021.pdf>. Acessado em: 30 set. 2016.
- CHEN, X. Y.; Jin, Z. G. **Research on Key Technology and Applications for Internet of Things**. International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering 2012. Physics Procedia v.33 pp. 561-566. 2012.
- CONFORTO, Débora e SANTAROSA, Lucila M. C. **Acessibilidade à Web: Internet para Todos**. Revista de Informática na Educação: Teoria, Prática - PGIE/UFRGS.2002 (no prelo).
- COOK, A.M. & HUSSEY, S. M. (1995) **Assistive Technologies: Principles and Practices**. St. Louis, Missouri. Mosby – Year Book, Inc.

DE SOUZA FERRAZ FILHO, Onildo Luciano. **Comunicação NFC (Near Field Communication) entre Dispositivos Ativos**. 2010. 100 f. teste (Graduação em Engenharia da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2010-2/olsff.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2016.

DEVICE Fidelity. **Device Fidelity**. Disponível em: <<http://www.nfcworld.com/tag/devicefidelity/>>. Acesso em: 27 out. 2016.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. Brasil, 2014. Disponível em: <<https://www.governodigital.gov.br/documentos-e-arquivos/eMAGv31.pdf>>. Acesso: 20/02/2019.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. **Acessibilidade**. Brasil, 2019. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/ipcd/acessibilidade>>. Acesso: 20/03/2019.

EYE-D. **Vision Impairment should pose no challenge for easy access to information or opportunities**. [S. l.], 2019. Disponível em: <<https://eye-d.in/#explainer>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

ECMA. **Near Field Communication - Interface and Protocol**. [S. l.], 2013. Disponível em: <<https://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/ECMA-340.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

FINKENZELLER, Klaus. **RFID-HANDBOOK: Heute die Technologie von Morgen beherrschen**. Disponível em: <<http://rfid-handbook.de/the-author.html>>. Acesso em: 28 out. 2016.

Fischer, J. (2009). **NFC in cell phones: The new paradigm for an interactive world** [NearField Communications]. Communications Magazine, IEEE, p. 22.

GAIDZINSKI, Morgana Cirimbelli; FREITAS, Rodrigo Ribeiro de; SIMÕES, Silvia Damiani. **Museu de Zoologia**. Criciúma: Unesc, 2013. 144 p.

GARGENTA, M.; **Learning Android**. O'Reilly: California, 2011, 268p. Acesso em: 01 mar. 2019.

GODOY, Andréa et al. **CARTILHA DA INCLUSÃO DOS DIREITOS DAS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA**. Minas Gerais: PUC Minas, 2000. 96 p.

GOOGLE. **Primeiros passos no Android com o TalkBack**. [S. l.], 2019. Disponível em: <<https://support.google.com/accessibility/android/answer/6283677?hl=pt-BR>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

GORDILHO, João O. **O guia completo para Near Field Communication (NFC): Como funciona, o que faz e muito mais**. Disponível em: <<http://www.showmetech.com.br/guia-completo-sobre-nfc/>>. Acesso em: 23 out. 2016.

GUIA – **Grupo Português pelas iniciativas de Acessibilidade**. Disponível na Internet via WWW. URL:<http://www.acessibilidade.net>. Acessado em: 31 de agosto de 2016.

HECKE, Caroline. **Onde e como a tecnologia NFC está sendo aplicada**. 2011. Disponível em: Acesso em: 20/10/2016.

IBGE, Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2016.

INDE, K. y BÄCKMAN, O. **El adiestramiento de La visión subnormal**. Madrid: ONCE, 1988.

INTERNACIONAL, ECMA (Org.). **Near Field Communication: Interface and Protocol (NFCIP-1)**. 3. ed. Geneva: ECMA Internacional, 2013. 52 p. Disponível em: <<https://www.ecma-international.org>>. Acesso em: 27 out. 2016.

LEVANDOSKI, Fausto et al. **O método de comunicação NFC e sua aplicação no processo de pagamento através de dispositivos móveis**. 2011. 6f. Artigo - Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Rio Grande do Sul: São Leopoldo.

MACIEL, M. R. C. **Portadores de deficiência: a questão da inclusão social**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

MAZETTO, Luiz. **Uso do smartphone para acesso à Internet cresce 112% no Brasil**. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/uso-do-smartphone-para-acesso-Internet-cresce-112-no-brasil>>. Acesso em: 25 out. 2016.

MEMBERS NFC FORUM. **NFC Forum Technical Specifications**. 2015. Disponível em: [http://members.nfc-forum.org/specs/spec\\_list/#refapps](http://members.nfc-forum.org/specs/spec_list/#refapps). Acesso em: 27/10/2016.

MICROSOFT. **Sua visão. Sua nuvem**. [S. l.], 2019. Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/>>. Acesso em: 16 maio 2019.

MICROSOFT. **Guia do .NET Core**. [S. l.], 2018. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/dotnet/core/>>. Acesso em: 8 abr. 2019.

MONK, Simon. **Projetos com Arduino e Android**: Use seu Smartphone ou Tablet para controlar o Arduino. [S.l.]: Bookman Editora, 2014. 205 p.

MONTEIRO, João Bosco. **Google Android**: crie aplicações para celulares e tablets. São Paulo: Casa do Código, 2014. 327 p.

SWEDBERG, Claire. **NFC Forum lança suporte para ISO 15693**. [S. l.], 15 maio 2015. Disponível em: <https://brasil.rfidjournal.com/noticias/vision?13615>. Acesso em: 14 fev. 2019.

NFC Portal. Disponível em: <<http://www.nfc-world.com/en/about/>>. Acesso em: 27 out. 2016.

NFC-Forum. Disponível em: <<http://nfc-forum.org/>>. Acesso em: 25 out. 2016.

NOGUEIRA, Pedro Leandro Guedes. **Integração da tecnologia Near Field Communications nas Telecomunicações Móveis**. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2011. Disponível em: [https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2716/1/DM\\_PedroNogueira\\_2011\\_MEI.pdf](https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2716/1/DM_PedroNogueira_2011_MEI.pdf). Acesso em: 28 mar. 2019.

Ok, K.; Aydin, M.; Coskun, V.; Ozdenizci, B. **Exploring Underlying Values of NFC Applications**. 3rd International Conf. on Information and Financial Engineering. IPEDR v12, 2011.

OLHAR DIGITAL. **MIT cria aparelho vestível para auxiliar deficientes visuais**. [S. l.], 2017. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/mit-cria-aparelho-vestivel-para-auxiliar-deficientes-visuais/68770>>. Acesso em: 4 fev. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração dos Direitos das pessoas Deficientes**. 9 de dezembro de 1975. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec\\_def.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec_def.pdf)>. Acesso em 14 ago 2016.

OMS. **Relatório Mundial Sobre a Deficiência**. [S. l.], 2011. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44575/9788564047020\\_por.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44575/9788564047020_por.pdf). Acesso em: 8 abr. 2019.

PERON, MARLUCE. **Novas tecnologias**: Near Field Communication. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/camera-digital/2431-novas-tecnologias-near-field-communication.htm>>. Acesso em: 26 out. 2016.

PETEREDER, Thomas. **NFC Based Platforms in Gaming**. Reverse Engineering

Nintendos. Munique: GRIN Verlag, 2015. 68 p. v. 1.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde - PNS - IBGE**. [S. l.], 2013. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/PNS/2013/pns2013.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2019.

Qiuping, W.; Shunbing, Z.; Chunquan, D. **Study On Key Technologies Of Internet Of Things Perceiving Mine**. Procedia Engineering vol. 26. 2011.

RABELLO, O.C.P. **O deficiente visual e a Biblioteca Pública Estadual Luiz Bessa**. Revista da Escola de Biblioteconomia da UFMG, Belo Horizonte, v. 18, n.1, p. 39-60, mar. 1989.

REALM. **Realm**. [S. l.], 2019. Disponível em: <<https://realm.io/>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

SÁ DE PINHO NETO, Júlio Afonso. **A INCLUSÃO DIGITAL PARA DEFICIENTES VISUAIS NO SETOR BRAILLE DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFPB: UM ESTUDO DE CASO**. Pesq. Bras. em Ci. da Inf. e Bib., João Pessoa, v. 8, n. 2, João Pessoa/PB, 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pbcib/article/viewFile/18135/10442>. Acesso em: 28 mar. 2019.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Atendimento Educacional Especializado: Deficiência Visual**. Gráfica e Editora Cromos: Brasília, 2007. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae\\_dv.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2016.

SASSAKI, R. K. **Inclusão: construindo uma sociedade para todos**. Rio de Janeiro: WVA, 1997.

SISTEMA MINEIRO DE INOVAÇÃO - SIMI. **Museu de BH ganha circuito acessível para pessoas com deficiência**. [S. l.], 2018. Disponível em: <<http://www.simi.org.br/noticia/Museu-de-BH-ganha-circuito-acessivel-para-pessoas-com-deficiencia>>. Acesso em: 30 jun. 2019.

SMARTPOSTER. Disponível em: <<http://www.smartposter.co.uk/home>>. Acesso em: 27 out. 2016.

SWAGGER. **API Design**. [S. l.], 2019. Disponível em: <<https://swagger.io/solutions/api-design/>>. Acesso em: 8 jan. 2019.

SWEDBERG, Claire. **Supermercado Francês Testa Ferramenta NFC para os Compradores Deficientes Visuais**. Disponível em: <<http://brasil.rfidjournal.com/noticias/vision?8814>>. Acesso em: 25 out. 2016.

COSTA, Victor Torres. **Near Field Communications**. Disponível em:

<[https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2011\\_2/torres/index.php?file=ko p1.php](https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2011_2/torres/index.php?file=ko p1.php)>. Acesso em: 25 jan. 2019.

UNESCO. **Inclusão digital e social de pessoas com deficiência**: textos de referência para monitores de telecentros. [S. l.], 2007. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160012>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC. **Museu de Zoologia**. Brasil, 2019. <<http://museudezoologia.unesc.net/historia>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

VALLE, Bertha de Borja Reis do et al. **Políticas Públicas Em Educação**. Curitiba, PR: IESDE Brasil S.A., 2009. 33 p.

VARELA FINGER, Alenia Varela Finger. **A EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA FÍSICA: PROBLEMATIZANDO O CORPO NO CONTEXTO ESCOLAR**. 2007. Dissertação (Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação.) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS, Brasil, 2007. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/EDUCACA O\\_FISICA/artigos/A-educacao-inclusiva.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/EDUCACA O_FISICA/artigos/A-educacao-inclusiva.pdf). Acesso em: 6 mar. 2019.

W3C BRASIL, **Acessibilidade**. Disponível em: <<http://www.w3c.br/Home/WebHome>>. Acesso em: 25 out. 2016.

White Paper, 2005, **Ecma/TC32-TG19/2005/012, Ecma International, Near Field Communication**, Disponível em: <<http://www.ecma-international.org/>>. Acessado em: 25 out. 2016.

**APÊNDICE(S)**

## APÊNDICE A - ARTIGO CIENTÍFICO

# Acesso as Informações do Museu de Zoologia da Unesc para Auxiliar Deficientes Visuais por Meio de Uma Aplicação Mobile Utilizando a Tecnologia NFC

Guilherme da Silva Daros<sup>1</sup>, Paulo João Martins<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Ciência da Computação - Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCET) - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)  
Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário - Criciúma - SC - Brasil

<sup>2</sup>Professor e Mestre do Curso de Ciência da Computação- Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias (UnaCET) - Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)  
Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário - Criciúma - SC – Brasil

guilherme.daros@outlook.com, pjm@unesc.net

**Abstract.** *Visual impairment makes it difficult or impossible for the citizen to see and reaches a significant amount of the population. Although there are applications, tools and technologies aimed at helping these people in their daily lives, the work sought to develop an application focused on the Android platform using NFC technology, to improve accessibility to the Museum of Zoology Prof. Morgana Cirimbeli Gaidzinski located in Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).*

**Resumo.** *A deficiência visual dificulta ou impossibilita a visão pelo cidadão e atinge uma quantidade significativa da população. Embora existam aplicações, ferramentas e tecnologias que visam auxiliar estas pessoas no seu dia a dia, o trabalho buscou desenvolver uma aplicação voltada para a plataforma Android com o uso da tecnologia NFC, para melhorar a acessibilidade ao Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski localizado na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).*

## 1. Introdução

A deficiência é algo presente no dia a dia do ser humano, logo, diversos são os casos e tipos que afetam a vida das pessoas que são acometidas por algum tipo. A deficiência visual é uma das mais comuns e pode ser de forma parcial (baixa visão) ou total que é conhecida como cegueira (BRASIL, 1996).

Segundo dados levantados pelo Censo 2010, feito pelo IBGE, no Brasil, das mais de 6,5 milhões de pessoas com deficiência visual, 582 mil são cegas e 6 milhões possuem baixa visão.

Uma das ferramentas importantes utilizadas para enfrentar estas barreiras e permitir a inclusão de pessoas com necessidades especiais é a tecnologia, que neste sentido pode-se ter vantagens fundamentais: a utilização dos meios de comunicação como a televisão, rádio, smartphones e tablets, para a divulgação de campanhas de conscientização, propagandas,

imagens, vídeos, que atinjam o maior número de pessoas da sociedade para a propagação da ideia (CONFORTO; SANTAROSA, 2002).

Por meio da tecnologia Near Field Communication (NFC), que permite ao aparelho ler dados previamente inseridos em etiquetas e também inserir informações, por aproximação, juntamente com o sistema operacional Android, presente em mais de 95% dos smartphones vendidos no Brasil, de acordo com a IDC (2017), desenvolveu-se uma aplicação móvel com o intuito de melhorar a acessibilidade no Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski para proporcionar maior autonomia e inclusão ao visitante com deficiência visual.

## **2. Portadores de Necessidades Especiais**

Dados estimados através da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) (2013), revelam que 6,2% da população que reside em domicílios particulares são portadoras de alguma deficiência. Onde a visual representa a maioria, atingindo 3,6% dos brasileiros. Este indicador é mais representativo na Região Sul (5,9%). Estima-se que 16% dos deficientes visuais, os que possuem o grau intenso ou muito intenso, são impossibilitados de praticarem atividades, como ir às instituições de ensino, exercer uma profissão ou até mesmo atividades de lazer (BRASIL, 2013).

### **2.1. Deficiência Visual**

A Organização Mundial de Saúde considera deficiente visual, a pessoa que apresenta baixa visão (através de critérios estabelecidos) ou nenhuma visão.

Segundo o artigo 5º do decreto nº 5.296/04 o deficiente visual está incluído em duas características, cegueira que a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho e a baixa visão que a acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho.

### **2.2. Acessibilidade**

Acessibilidade é o termo que significa incluir a pessoa com deficiência na participação de atividades como o uso de produtos, serviços e informações e tem como alguns exemplos os prédios com rampas de acesso para cadeira de rodas e banheiros adaptados para deficientes, além de superfície tátil (alto relevo) (BRASIL, 2019).

O avanço da informática e das tecnologias para plataformas móveis, tem sido uma grande aliada no combate às dificuldades que os deficientes visuais encontram. Os resultados das pesquisas de Tecnologia da Informação e Comunicação comprovam esta afirmação. Com elas é aberta uma gama de novas oportunidades para os PNE, fazendo com que o preconceito seja amenizado através da demonstração de que eles são capazes de utilizar as mesmas tecnologias e ferramentas que outro cidadão (SANTAROSA, 2002).

### **2.3. Inserção dos Deficientes Visuais na Sociedade Por Meio do Uso das Tecnologias**

Com a criação da lei Nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, que dispõe apoio às pessoas portadoras de deficiência nas escolas, nos estabelecimentos, no trabalho, na saúde e na sociedade em geral, garantindo a sua integridade, foram criadas algumas facilidades, softwares que são utilizados por meio da tecnologia para inserção de deficientes visuais na

sociedade, como por exemplo inserção na educação, na mobilidade e no uso de aplicativos para auxílio a deficientes visuais (BRASIL, 1989).

Com base nessas premissas, o presente trabalho visa identificar e enfrentar, por meio de tecnologias de inclusão, as barreiras que os deficientes visuais encontram ao frequentar o Museu de Zoologia da UNESC pela falta de acessibilidade para este público.

#### **2.4. Acessibilidade em Museus**

O museu que visa buscar, conservar, estudar e expor objetos de interesse artístico, histórico, tem como dever proporcionar acesso ao público, independente da condição de cada cidadão. Conforme a lei brasileira nº11.904/2009, na qual institui o Estatuto de Museus, artigo segundo, inciso V, diz que é um princípio dos museus “promover a universalidade do acesso, o respeito e a valorização à diversidade cultural”. Com base nesse princípio e na Declaração Universal de Direitos Humanos, onde seu artigo XXVII diz que “toda pessoa tem o direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, de fruir as artes e de participar do processo científico e de seus benefícios.” a acessibilidade se torna um fator essencial para a excelência e representatividade inclusão dentro de um museu.

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma aplicação para auxiliar deficientes visuais na identificação de animais presentes no museu de zoologia da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), denominado Museu de Zoologia Profª Morgana Cirimbeli Gaidzinski.

### **3. Near Field Communication (NFC)**

Near Field Communication (NFC) consiste em uma tecnologia que facilita a troca de informações entre equipamentos próximos. Esta tecnologia tem por base o método já existente e profundo da Radio Frequency Identification (RFID) (PETEREDER, 2015, tradução nossa).

Petereder (2015) diz que a principal vantagem é a sua simplicidade, as transações são iniciadas automaticamente, sendo apenas necessário tocar ou aproximar o dispositivo com leitor NFC de um -outro dispositivo ou uma TAG compatível. O NFC fornece uma experiência ao usuário simples, segura e intuitiva, tornando a utilização de cartões magnéticos, com chip e a comunicação de curta distâncias dispensáveis.

Atualmente o número de dispositivos com NFC vem crescendo gradativamente, os mais recentes *smartphones*, *tablets* e *smartwatches* já contam com a tecnologia (ABI RESEARCH, 2014, tradução nossa).

Em uma comunicação NFC, dois dispositivos estão envolvidos. O primeiro dispositivo é chamado iniciador que é responsável por iniciar a comunicação, enquanto o segundo dispositivo é chamado de alvo, onde fica responsável para enviar respostas dos pedidos do iniciador. A comunicação começa quando o dispositivo iniciador se aproxima do alvo e gera um campo magnético de 13,56 MHz, que por sua vez, alimenta o dispositivo alvo, podendo transferir dados a 424 Kbits por segundo até uma distância de 20 cm (NFC-FORUM, 2015).

Existem dois modos de comunicação entre dispositivos NFC o passivo ou ativo. No modo ativo, os dispositivos compatíveis criam o seu próprio sinal de rádio para a comunicação e transferência de informações. O modo passivo, somente o dispositivo compatível cria um campo RF e o outro dispositivo usa a modulação existente para transferir

dados. O protocolo NFC especifica que o dispositivo que inicia a comunicação é responsável por criar o campo RF (NFC-Fórum, 2015).

## **4. Android**

Android é o sistema operacional do Google que pode ser utilizado com celulares e tablets. O desenvolvimento de aplicativos Android é gratuito. As ferramentas de desenvolvimento de software são gratuitas e não há pagamentos de taxas para fazer a distribuição dos aplicativos. A distribuição também pode ser realizada sem que a comercialização tenha que ser feita através do Google (MONK, 2014).

### **4.1. Arquitetura Android**

Segundo Gargenta (2011, tradução nossa) a plataforma Android é um sistema operacional baseado em Linux, onde as aplicações são desenvolvidas na linguagem Java. Posteriormente, são compiladas em Dalvik e executadas na máquina virtual própria.

O nome dado ao kit de desenvolvimento para esta plataforma é Android SDK, onde são disponibilizados as APIs e recursos necessários para desenvolvimento de aplicativos, como por exemplo: Application Framework que faz com que seja possível o reaproveitamento de componentes presentes na plataforma, Dalvik Virtual Machine a máquina virtual desenvolvida para ser otimizada em dispositivos móveis, navegador integrado com base no motor de renderização utilizado em navegadores web, denominado webkit engine, Biblioteca gráfica 2D e 3D baseada na especificação OpenGL ES 1.0, para banco de dados é utilizado o SQLite, suporte multimídia para áudio, vídeo e formatos de imagem (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF) e todo o ambiente de desenvolvimento é voltado para ter um melhor desempenho, com emuladores de smartphones, ferramentas para depuração entre outros.

Os recursos que dependem do hardware do dispositivo também estão presentes, como por exemplo Bluetooth, câmera, acelerômetro, GSM, 3G, entre outros (AQUINO, 2007).

## **5. Metodologia de Desenvolvimento da Aplicação Mobile para Acessibilidade no Museu de Zoologia**

Para viabilizar o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, inicialmente consistiu no levantamento do material bibliográfico necessário à elaboração do referencial teórico em livros, artigos e publicações, por meio de pesquisas nas bases científicas IEEE Xplore Digital Library, e biblioteca da UNESCO. Assim, o trabalho teve o objetivo de pesquisar e desenvolver uma aplicação mobile, para o sistema operacional Android, de forma a contribuir com a acessibilidade de deficientes visuais no Museu de Zoologia Prof.<sup>a</sup> Morgana Cirimbelli Gaidzinski da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

Para o desenvolvimento da aplicação, utilizou-se de APIs para leitura e escrita de etiquetas NFC e a API *Text To Speech*, utilizada para comunicação de voz, todas estas disponíveis no kit de desenvolvimento do sistema operacional Android, denominado SDK.

O processo de desenvolvimento foi dividido em três etapas, onde na primeira foi realizado visitas no Museu Zoologia Prof.<sup>a</sup> Morgana Cirimbelli Gaidzinski, demonstrado no capítulo 2.6.1, onde identificou-se que o mesmo não possui um sistema ou ferramenta

específica para servir de acesso à deficientes visuais. Na Figura 1, demonstra-se a disposição das placas de informações dos animais.

**Figura 1 - Identificação de animais no museu**

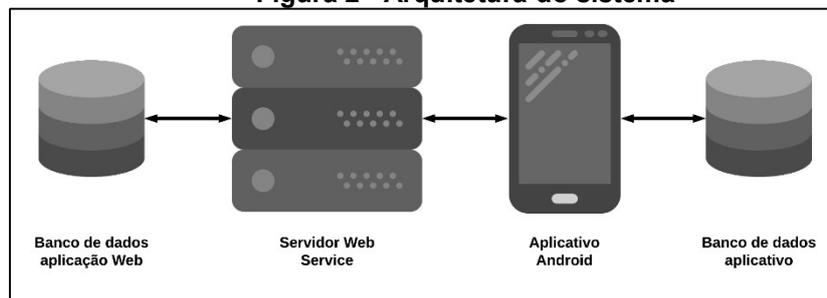


Tendo em vista a necessidade de proporcionar acessibilidade ao público de deficientes visuais neste ambiente, na segunda etapa foram levantadas as informações indispensáveis para desenvolvimento da aplicação, onde foi definido que seria necessário desenvolver um Web Service para consultar e inserir os itens do museu de forma segura para garantir a integridade dos dados e desenvolver uma aplicação mobile aplicando a tecnologia NFC para leitura e escrita de etiquetas que com o uso da API Text to Speech indique através de comando de voz qual é o animal presente no expositor.

### 5.1. Arquitetura do Sistema

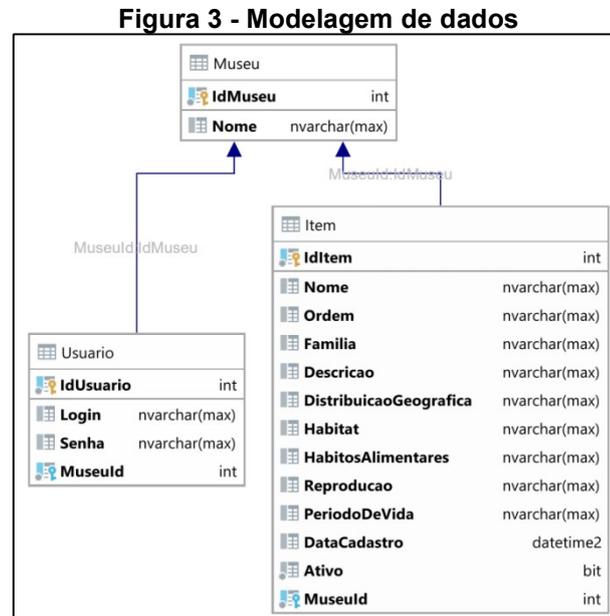
Foi projetado um sistema com a arquitetura Cliente-Servidor, onde o servidor foi disponibilizado na plataforma Microsoft Azure, que segundo a Microsoft (2019) é um ambiente na nuvem que permite criar, gerenciar e implantar aplicativos. Os usuários da aplicação mobile podem se conectar a ele, conforme a Figura 2.

**Figura 2 - Arquitetura do sistema**



Para desenvolvimento da aplicação Web, criou-se um servidor para a aplicação e um para o banco de dados SQL Server na plataforma de serviços de computação em nuvem do Microsoft Azure.

Desenvolveu-se uma aplicação web com o conceito de *code first*. Este conceito permite o mapeamento e a persistência de classes definidas como *entity* e geração da base de dados a partir da estrutura dessas classes. A modelagem de dados criadas a partir da aplicação são demonstradas na Figura 3.



## 5.2. Aplicação Web

A aplicação Web disponibiliza os métodos item e usuário para realizar as seguintes operações: método do tipo GET para consultar todos os itens ativos cadastrados na base de dados presente no servidor. Este método é utilizado na aplicação mobile para gravar as informações no banco de dados local, por meio disso, após esta consulta, a aplicação permite realizar a leitura e configuração de etiquetas no modo *offline*. método do tipo POST que permite usuários inserir itens na base de dados presente no servidor. Por meio da requisição, é possível informar os campos necessários para cadastrar um novo item do museu. A informação só será processada caso o usuário indicado esteja cadastrado na base dados e a senha corresponda à informada. Método do tipo GET com o argumento id utilizado para consultar na base de dados somente as informações do item com a identificação informada na requisição. Este método é empregado no momento em que a aplicação mobile necessita realizar a leitura de um item que não está na base de dados local e caso o *smartphone* estiver conectado à *Internet*, requisitará esta informação. Método do tipo POST que ao informar os argumentos *login* e *senha*, a aplicação Web identifica se o usuário existe ou que a senha corresponde ao usuário indicado.

## 5.3. Aplicação Mobile

Criada para prover ao usuário informações dos animais presente no Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski, por meio de etiquetas NFC fixadas nos expositores e com o auxílio de comando de voz. Basicamente, a aplicação funciona com o usuário aproximando o seu dispositivo com suporte à tecnologia NFC da etiqueta, e esta disponibiliza informações referentes ao animal. Esta aplicação visa auxiliar e promover acessibilidade a deficientes visuais, ou seja, aplica a linguagem sonora para interagir com o usuário, funcionalidade de extrema importância para os usuários.

Além de ter as funções de fazer a comunicação por meio da tecnologia NFC, integra-se com a aplicação Web para validação de usuário no controle de acesso a aplicação e consulta dos itens inseridos na base de dados.

Para a escrita na etiqueta, desenvolveu-se uma funcionalidade na aplicação para que quando acessado com o perfil administrador e informando um usuário existente, é possível escrever nas etiquetas o item selecionado para serem lidas posteriormente. Esta configuração se dá através da utilização de métodos de NFC disponibilizados no SDK da plataforma Android, como podemos ver na classe *FragmentNFC* da Figura 4. É utilizado a função *connect* e *writeNdefMessage()* para realizar a escrita da mensagem do tipo Ndef na etiqueta previamente detectada.

**Figura 4 - Escrita na etiqueta NFC**

```
private void writeToNfc(Ndef ndef, String message) {

    if (ndef != null) {
        try {
            ndef.connect();
            NdefRecord mimeRecord = NdefRecord.createMime( mimeType: "text/plain", message.getBytes(Charset.forName("US-ASCII")));
            ndef.writeNdefMessage(new NdefMessage(mimeRecord));
            ndef.close();
            Toast.makeText(getActivity(), text: "Salvo com sucesso!", Toast.LENGTH_SHORT).show();
        } catch (IOException | FormatException e) {
            e.printStackTrace();
            mTvMessage.setText("Erro ao salvar!");
        } finally {
            mProgress.setVisibility(View.GONE);
        }
    }
}
```

Já para a leitura, implementou-se uma função para ler as informações no banco de dados local *realm* através do código presente na etiqueta selecionada. Além disso, é realizado uma validação para saber se este código existe e se o mesmo está no padrão de escrita da aplicação, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Leitura da etiqueta NFC

```

private void LeituraEtiqueta(Ndef ndef) {
    try {
        ndef.connect();
        try {
            NdefMessage ndefMessage = ndef.getNdefMessage();
            String message = new String(ndefMessage.getRecords()[0].getPayload());

            Realm realm = Realm.getDefaultInstance();
            ItemMuseu lItem = realm.where(ItemMuseu.class).equalTo("idItem", Integer.valueOf(message)).findFirst();

            if (lItem != null) {
                FalarItem(lItem);
            } else {
                mTs.speak( text: "Item não encontrado", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
            }
        } catch (Exception e) {
            mTs.speak( text: "Item não encontrado", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
            e.printStackTrace();
        }
        ndef.close();
    } catch (IOException e) {
        mTs.speak( text: "Item não encontrado", TextToSpeech.QUEUE_ADD, params: null, utterancelid: "");
        e.printStackTrace();
    }
}

```

Para a comunicação por voz da aplicação, foi preciso implementar a API *Text To Speech* presente no SDK da plataforma Android. Para isso, foi preciso criar uma variável local *mTs* do tipo *TextToSpeech* na classe principal da aplicação, que servirá para executar os comandos de voz. A comunicação por voz é utilizada para mensagens ao usuário e também para ler as informações do animal identificado na etiqueta, buscado no banco de dados local da aplicação.

Na figura 6 é demonstrado a aplicação com todas as funcionalidades, onde para realizar o controle de acesso da aplicação, decidiu-se usar um processo de *login* para identificar se o usuário é administrador do museu, que irá configurar as etiquetas, ou um usuário que irá apenas utilizar a aplicação para leitura das etiquetas já configuradas, então é apresentado ao usuário uma tela para realizar esta escolha, quando selecionada a opção ADMINISTRADOR, o usuário é direcionado para tela principal do aplicativo de leitura de etiquetas que conta também com a logo do Museu da UNESCO e também o nome do desenvolvedor. Ao acessar a aplicação com o perfil administrador e informar um usuário e senha existente, é disponibilizado uma segunda tela para escrita das informações dos animais nas etiquetas NFC e ao clicar no botão GRAVAR ITEM NA TAG NFC, abre-se uma tela indicando para aproximar o dispositivo na etiqueta desejada.

**Figura 6 - Aplicação Mobile**



## 6. Resultados e Discussão

Realizado a análise e desenvolvimento da aplicação Web e aplicação Mobile, os mesmos foram testados para verificar se atenderiam os objetivos deste trabalho. Após os testes foi realizado uma visita ao museu, onde observou-se uma deficiência na padronização das placas de identificação dos animais expostos e foi possível constatar que seria necessário um suporte para colar os adesivos de etiquetas NFC, devido alguns expositores estarem com difícil acesso. Percebeu-se que não há uma padronização das informações, algumas estão dispostas em placas e outras em papeis fixados no vidro do expositor. Além da falta de padronização, pôde-se observar a dificuldade para aproximação de alguns expositores, por estarem separados por bancos. Ao analisar a disponibilização destas placas, foi possível identificar também que alguns expositores não possuem a identificação do animal.

Em seguida foi realizado o teste de leitura com o uso da aplicação desenvolvida. Após colar uma etiqueta NFC em uma das placas de identificação de animal no Museu, usou-se um dispositivo com suporte à tecnologia NFC e com a aplicação mobile devidamente instalada.

Com base nos testes e pesquisa realizados, foi possível constatar que os objetivos específicos foram atendidos, como identificar e elencar dificuldades e barreiras que os deficientes visuais encontram ao frequentar um museu de zoologia, estudar e aplicar a tecnologia *Near Field Communication* (NFC) e desenvolver uma aplicação mobile para sistema operacional Android fazendo uso da tecnologia NFC para identificação dos animais em um museu de zoologia.

## 7. Conclusão

A acessibilidade para os deficientes visuais em ambientes culturais para facilitar a sua interação com as exposições é uma necessidade atual e regulamentada em lei. Em geral, algumas aplicações e tecnologias estão disponíveis para auxiliar estas pessoas no seu dia a dia, porém, o presente trabalho buscou identificar qual contribuição seria necessária para trazer acessibilidade ao Museu de Zoologia Prof<sup>a</sup> Morgana Cirimbeli Gaidzinski localizado na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

Este trabalho foi desenvolvido uma aplicação para leitura por comando de voz de informações dos animais presentes nos expositores do museu, utilizando um smartphone e

etiquetas, para interação do usuário com deficiência visual. A aplicação se baseou no uso de etiquetas NFC, que permitem a escrita e leitura de dados através de um smartphone com suporte à esta tecnologia que realiza essa comunicação por meio de aproximação. A escolha do NFC se deu por conta da facilidade de comunicação entre a etiqueta e o dispositivo, fornecendo uma maior usabilidade entre o usuário e a ferramenta.

Tendo como principal objetivo deste trabalho, identificar barreiras que o deficiente visual encontra ao frequentar o Museu supracitado e desenvolver uma aplicação mobile voltado para o sistema operacional Android, que auxilie estes deficientes na identificação dos animais disponíveis com o uso da tecnologia NFC, pode-se concluir que este objetivo foi atingido com os resultados e testes obtidos, embora ainda necessite de melhorias e adequações, sugeridos como trabalhos futuros para a implantação efetiva na instituição.

Por fim pode-se constatar, que a tecnologia NFC traz grandes contribuições para este tipo de auxílio à comunidade com deficiência visual, pois permite fazer uma leitura simples, objetiva e de fácil acesso a qualquer usuário.

Ainda assim, as funcionalidades presentes neste trabalho, tem a vantagem de permitir a utilização em outros locais dentro da instituição, como biblioteca, laboratórios e também locais fora da instituição, como *shoppings*, empresas, áreas de lazer entre outros. Outra oportunidade seria a implantação em eventos específicos com áreas para o deficiente visual se localizar e saber do que se trata cada local com estas identificações.

## References

AQUINO, Juliana França Santos. PLATAFORMAS DE DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS. 2007. 14 f. Monografia (Especialização) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Puc-rio, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/courses/Mobile/Monografias/07/Android-Juliana-Mono.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2016.

BRASIL. Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde. Diário Oficial, Brasília, DF, 24 out 2001.

CHEN, X. Y.; Jin, Z. G. Research on Key Technology and Applications for Internet of Things. International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering 2012. Physics Procedia v.33 pp. 561-566. 2012.

CONFORTO, Débora e SANTAROSA, Lucila M. C. Acessibilidade à Web: Internet para Todos. Revista de Informática na Educação: Teoria, Prática - PGIE/UFRGS.2002 (no prelo).

GAIDZINSKI, Morgana Cirimbelli; FREITAS, Rodrigo Ribeiro de; SIMÕES, Silvia Damiani. Museu de Zoologia. Criciúma: Unesc, 2013. 144 p.

GARGENTA, M.; Learning Android. O'Reilly: California, 2011, 268p. Acesso em: 01 mar. 2019.

IDC. Após dois anos, mercado de smartphones cresce em 2017 e atinge o segundo melhor desempenho de vendas. [S. l.], 2018. Disponível em: <<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=2312>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MEMBERS NFC FORUM. NFC Forum Technical Specifications. 2015. Disponível em: [http://members.nfc-forum.org/specs/spec\\_list/#refapps](http://members.nfc-forum.org/specs/spec_list/#refapps). Acesso em: 27/10/2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração dos Direitos das pessoas Deficientes. 9 de dezembro de 1975. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec\\_def.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/dec_def.pdf)>. Acesso em 14 ago 2016.

PETEREDER, Thomas. NFC Based Platforms in Gaming. Reverse Engineering Nintendos. Munique: GRIN Verlag, 2015. 68 p. v. 1.