



# Identificação Médica Segura por Reconhecimento Facial e Análise por Realidade Aumentada

**LEONARDO MARQUES DE ANDRADE**

Outubro de 2020

# **Identificação Médica Segura por Reconhecimento Facial e Análise por Realidade Aumentada**

**Leonardo Marques de Andrade**

**Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática, Área de Especialização em Sistemas Computacionais**

**Orientador: Prof. Doutor Carlos Vaz de Carvalho**

**Júri:**

Presidente:

Nuno Silva (NPS), Professor, ISEP

Vogais:

Carlos Vaz Carvalho (CMC), Professor, ISEP

Porto, outubro de 2020



# Dedicatória

Dedico essa dissertação à Gisele, Francisca e Valdir.



# Resumo

A verificação e identificação do paciente por um ID único é um procedimento importante para os cuidados médicos. Existe o risco do paciente não ser corretamente identificado durante este processo e, quando isso ocorre, pode resultar em danos graves. A Organização Mundial da Saúde informou que, em 2019, 4 em cada 10 pacientes sofreram danos na recepção de cuidados médicos, totalizando 134 milhões de eventos adversos dos quais 2.68 milhões (2%) resultaram em óbito. Dado que os métodos de identificação por pulseira/etiqueta aparentam não ser suficientes a utilização de uma aplicação de reconhecimento facial poderá contribuir para reduzir os números apresentados.

O objetivo deste estudo foi assim o de desenhar, desenvolver e avaliar uma aplicação móvel de saúde para identificação de pacientes usando tecnologias de reconhecimento facial e de realidade aumentada que num momento futuro possa contribuir para reduzir o número de eventos adversos com pacientes e, conseqüentemente, as mortes por eles causadas.

Nesta aplicação, a tecnologia de reconhecimento facial para a verificação do paciente fornece um método preciso de identificação que, com o suporte da tecnologia de realidade aumentada, permite apresentar e facilitar a análise de zonas críticas de um paciente.

Como método de avaliação, foi realizado um inquérito quantitativo e de campo para dimensionar a possível percentagem de redução com a adoção gradual da solução. Os testes funcionais do protótipo identificaram com precisão 99% dos pacientes e a adição da realidade aumentada para análise de zonas críticas revelou-se um módulo muito útil.

Conclui-se que, como um novo método de identificação do paciente, a aplicação pode dar uma contribuição valiosa na redução de eventos adversos causados por identificação errada. Os resultados dos testes permitem concluir que a aplicação é funcional, reduz o custo de verificação do paciente, aumenta a segurança do paciente e está pronta para ir à fase de testes de usabilidade em ambiente hospitalar.

**Palavras-chave:** Identificação Errada, Segurança do Paciente, Reconhecimento Facial, Realidade Aumentada, Eventos Adversos, Aplicação Móvel.



# Abstract

The verification and identification of the patient by a unique ID is an important procedure for medical care. There is a risk of the patient not being correctly identified (misidentified) during this process and, when this occurs, it can result in a serious damage. The World Health Organization reported that in 2019, 4 out of 10 patients suffered damage when receiving medical care, totaling 134 million adverse events, of which 2.68 million (2%) resulted in death. Given that the wristband / tag identification methods do not appear to be sufficient, the use of a facial recognition application may contribute to reduce the numbers presented.

The aim of this study was to design, develop and evaluate a mobile health application for patients identification using facial recognition and augmented reality technologies that in a future moment can contribute to reduce the number of adverse events with patients and, consequently, the deaths caused by them.

In this application, facial recognition technology for patient verification provides an accurate method of identification that, with the support of augmented reality technology, enables a module to make easy the patient's critical zones analysis.

As a method of evaluation, a quantitative and field survey was carried out to measure the possible percentage of reduction with the gradual adoption of the solution. The functional tests of the prototype accurately identified 99% for all patients, and the addition of augmented reality for patient's critical zones analysis proved to be a helpful module.

It is concluded that, as a new method of patient identification, the application can bring a valuable contribution in reducing adverse events caused by misidentification. The results of the tests grant to conclude that the application is functional, reduces the cost of patient verification, increases patient safety and is ready to go to the field-testing phase in the hospital environment.

**Keywords:** Misidentification, Patient Safety, Facial Recognition, Augmented Reality, Adverse Events, Mobile Application.



# Agradecimentos

Um agradecimento especial à minha mulher Gisele que insistentemente me encorajava a escrever mais e melhor este trabalho. Agradeço também à minha mãe Francisca, que sempre me guiou em vários aspetos da vida, sendo a persistência e a resiliência as mais importantes de todas.

Agradeço ao Professor Doutor Carlos Vaz de Carvalho a sua orientação sobre escrita e diligência na condução da orientação desta dissertação à distância.

Agradeço ao Professor Doutor Rafael do Espírito Santo por sua ajuda na escolha e refinação do tema.

Agradeço ao Professor Doutor Nuno Silva pela disponibilidade para esclarecer as dúvidas relativamente às questões administrativas do ISEP e à própria instituição pela oportunidade.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Enquadramento	1
1.1.1	Segurança do Paciente	1
1.1.2	Sistemas Informáticos de Segurança	2
1.1.3	Sistemas Informáticos Interativos	2
1.1.4	Como Melhorar a Segurança do Paciente?	3
1.2	Objetivos e Contribuições	4
1.3	Estrutura de Tópicos	4
<b>2</b>	<b>Contexto e Estado da Arte</b>	<b>5</b>
2.1	Segurança	5
2.1.1	Segurança do Paciente	5
2.1.2	Segurança do Paciente em Números	8
2.1.3	Classificação dos Erros e Incidentes	9
2.2	Reconhecimento Facial	12
2.2.1	Reconhecimento Facial no Contexto da Saúde	13
2.2.2	Aspetos Tecnológicos do Reconhecimento Facial	14
2.3	Realidade Aumentada	16
2.3.1	Realidade Aumentada no Contexto da Saúde	17
2.3.2	Aspetos Tecnológicos da Realidade Aumentada	18
2.4	Proposta de Trabalho	19
<b>3</b>	<b>Pressupostos e Análise de Valor</b>	<b>21</b>
3.1	Propósito da Engenharia de Solução	21
3.1.1	Qual é o Objetivo Desta Solução?	21
3.1.2	Quais são as Oportunidades de Mercado?	22
3.1.3	Quem Define Oportunidades de Mercado?	22
3.1.4	Quem é o Cliente?	22
3.1.5	Satisfação dos Requisitos do Cliente	22
3.1.6	Definição de Valor para o Cliente	23
3.1.7	Necessidade de Novas Tecnologias	23
3.1.8	Importância do Time-to-Market	23
3.2	Pressupostos	24
3.2.1	Pressupostos de Riscos Programáticos ou Técnicos	24
3.2.2	Pressupostos de Segurança	24
3.2.3	Pressupostos Assumidos para uma Solução Ótima	24
3.3	Implicações	24
3.3.1	Implicações Importantes de Dados/Informações Recolhidas	24
3.4	Abordagens e Soluções Existentes	25
3.4.1	Pesquisas Relacionadas	25
3.4.2	Adaptação de Projetos Existentes	26

3.5	Análise de Valor .....	26
3.5.1	Definições de Valor .....	26
3.5.2	Por que Fazer Análise de Valor?.....	27
3.5.3	Satisfação do Cliente e Percepção de Valor .....	27
3.5.4	O Processo de Análise de Valor e as Suas Técnicas.....	29
3.5.5	Análise Funcional.....	29
3.5.6	Análise e Avaliação (Cálculo AHP) .....	30
3.6	Proposta de Valor .....	34
<b>4</b>	<b>Desenho e Implementação.....</b>	<b>35</b>
4.1	Desenho Preconizado .....	35
4.2	Engenharia da Informação .....	35
4.2.1	Fontes de Informações .....	35
4.2.2	Informação em Falta.....	36
4.3	Requisitos Funcionais e Não Funcionais.....	36
4.3.1	Requisitos Funcionais .....	36
4.3.2	Requisitos Não Funcionais .....	39
4.4	Desenho de Arquitetura .....	40
4.4.1	Suportabilidade.....	41
4.4.2	Precedência e Prioridade .....	41
4.5	Estrutura do Projeto - Implementação.....	42
4.5.1	Codificação do Projeto em UNITY® .....	47
4.5.2	Desenho da Interface .....	51
<b>5</b>	<b>Discussão e Considerações.....</b>	<b>57</b>
5.1	Inquérito de Campo .....	57
5.2	Considerações Sobre o Desenvolvimento .....	60
5.3	Considerações Sobre Outras Formas de Identificação .....	61
5.3.1	Impressão Digital (Biometria) .....	61
5.3.2	Leitura de Íris (Biometria) .....	61
5.3.3	RFID .....	61
5.4	Considerações Sobre Sistemas Especialistas (SIES) .....	62
<b>6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>63</b>
6.1	Objetivos Propostos e Objetivos Realizados.....	63
6.1.1	Estudo e Investigação Sobre Segurança do Paciente .....	63
6.1.2	Estudo e Investigação sobre Realidade Aumentada e Reconhecimento facial. ....	63
6.1.3	Desenvolvimento da Aplicação Móvel ( <i>PatientID</i> ) .....	64
6.1.4	Pesquisa de Campo e Avaliação .....	64
6.2	Apreciação Final .....	64
6.3	Trabalhos Futuros .....	64
	<b>Referências.....</b>	<b>67</b>

<b>Apêndices .....</b>	<b>73</b>
Anexo A - Pesquisa de Campo .....	73
Anexo B - Análise Estatística e Projeção de Impacto Futuro .....	80



# Lista de Figuras

<i>Figura 1 - Fluxograma de Classificação de Incidentes Médicos</i> .....	10
<i>Figura 2 - Relatório Segurança do Paciente - Pacientes Elegíveis x Inquiridos x Incidentes</i> .....	11
<i>Figura 3 - Relatório Segurança do Paciente - Incidentes Ocorridos por Tipo</i> .....	11
<i>Figura 4 - Relatório Segurança do Paciente - Quantidade de Incidentes Relatados</i> .....	12
<i>Figura 5 - Exemplo de Mapeamento de Algoritmo de Reconhecimento Facial</i> .....	15
<i>Figura 6 - Realidade Aumentada, Virtual, Mista em Suas Diferenças</i> .....	17
<i>Figura 7 - Aplicação 3D Viewer - Microsoft Windows® 10</i> .....	18
<i>Figura 8 - Processo de Análise de Valor</i> .....	29
<i>Figura 9 - Árvore Hierárquica de Decisão</i> .....	32
<i>Figura 10 - Diagrama de Caso de Uso</i> .....	37
<i>Figura 11 - Visão da Arquitetura da Aplicação</i> .....	40
<i>Figura 12 - Criação e Gestão de Licença VUFORIA®</i> .....	42
<i>Figura 13 - Chave da Licença e Limites de Uso</i> .....	42
<i>Figura 14 - Lista de Base de Dados</i> .....	43
<i>Figura 15 - Gestor de "Imagens-Alvo"</i> .....	43
<i>Figura 16 - LUXAND® - API de Reconhecimento Facial</i> .....	44
<i>Figura 17 - Tela inicial LUXAND®</i> .....	44
<i>Figura 18 - Documentação LUXAND®</i> .....	45
<i>Figura 19 - API de Cadastro de Informações</i> .....	45
<i>Figura 20 - API de Cadastro Fotos</i> .....	46
<i>Figura 21 - API de Reconhecimento Facial</i> .....	46
<i>Figura 22 - API de Verificação Facial</i> .....	47
<i>Figura 23 - GUI de Desenvolvimento UNITY®</i> .....	48
<i>Figura 24 - Árvore Hierárquica do Projeto</i> .....	48
<i>Figura 25 - Carregamento Inicial da Aplicação (Esquerda)</i> .....	52
<i>Figura 26 - Canva Instruções de Login UNITY® (Direita)</i> .....	52
<i>Figura 27 - Canva com a Captura da Imagem do utilizador (Esquerda)</i> .....	52
<i>Figura 28 - Canva Instruções VUFORIA® (Direita)</i> .....	52
<i>Figura 29 - (A; B; C; D; E; F) Diversas Páginas da GUI da Aplicação Móvel PatientID</i> .....	53
<i>Figura 30 - Percentagem de Incidentes que os Inquiridos Acreditam que Podem ser Evitados</i> .....	59
<i>Figura 31 - Gráfico que Representa Quão Relevante é a Aplicação para os Inquiridos</i> .....	59
<i>Figura 32 - Prazo Estimado que os Inquiridos Esperam Ver a Utilização da Aplicação</i> .....	60
<i>Figura 33 - Anexo B - Análise Estatística e Projeção da Redução do Número de Eventos Adversos e Mortes (Com e Sem o Uso da Aplicação)</i> .....	80



# Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 - Percepção de Valor .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 2 - Percepção de Valor x Satisfação do Cliente .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 3 - Tabela matriz de análise e modelagem funcional SWOT.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 4 - Escala Fundamental de Saaty .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 5 - Comparação de Critérios de decisão .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 6 - Cálculos Metodologia AHP – Parte 1.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 7 - Cálculos Metodologia AHP – Parte 2.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 8 - Caso de Uso 01 - UC1 -Cadastrar Dados do Paciente.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 9 - Caso de Uso 02 - UC2 - Identificação do Médico/Enfermeiro .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 10 - Caso de Uso 03 - UC3 - Scanear Rosto de um Paciente.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 11 - Caso de Uso 04 - UC4 - Visualizar Informações do Paciente .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 12 - Anexo A - Seção 1 de respostas do inquérito de campo na íntegra .....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 13 - Anexo A - Seção 2 de respostas do inquérito de campo na íntegra .....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 14 - Anexo A - Seção 3 de respostas do inquérito de campo na íntegra .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabela 15 - Anexo A - Seção 4, 5, 6 e 7 de respostas do inquérito de campo na íntegra.....</i>	<i>78</i>



# Acrónimos

## Lista de Acrónimos

<b>AHP</b>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>API</b>	<i>Application Program Interface</i>
<b>CAGR</b>	<i>Compound Annual Growth Rate</i>
<b>COREN-SP</b>	Conselho Regional de Enfermagem - São Paulo
<b>CRBIO</b>	Conselho Regional de Bioquímica - São Paulo
<b>CRM</b>	Gerenciador de Relacionamento com Clientes
<b>C#</b>	Linguagem de Programação CShap
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>GUI</b>	<i>Graphical User Interface</i>
<b>HIA-EINSTEIN</b>	Hospital Israelita <i>Albert Einstein</i>
<b>HIV</b>	<i>Human Immunodeficiency Virus</i>
<b>IBSP</b>	Instituto Brasileiro para Segurança do Paciente
<b>JCAHO</b>	<i>Joint Commission Accreditation of Healthcare Organizations</i>
<b>LUXAND</b>	Nome da Empresa Responsável pela Aplicação <i>LUXAND</i> ®
<b>MHEALTH</b>	<i>Mobile Health</i>
<b>NAM</b>	<i>National Academy of Medicine</i>
<b>NCD</b>	<i>New Concept Development</i>
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>OPENGL</b>	<i>Open Graphics Library</i>
<b>PNSP</b>	Programa Nacional de Segurança do Paciente
<b>RA</b>	Realidade Aumentada
<b>REBRAENSP</b>	Rede Brasileira de Enfermagem e Segurança do Paciente

<b>REST</b>	<i>Representational State Transfer</i>
<b>RF</b>	Reconhecimento Facial
<b>RFID</b>	<i>Radio-Frequency Identification</i>
<b>SDK</b>	<i>Standard Development Kit</i>
<b>SIES</b>	Sistema Especialista
<b>SWOT</b>	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
<b>TAG</b>	<i>Tagging</i>
<b>TOPSIS</b>	<i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
<b>UCI</b>	Unidade de Cuidados Intensivos
<b>UNITY</b>	Nome da Empresa Responsável pela Ferramenta <i>UNITY</i> ®
<b>VUFORIA</b>	Nome da Empresa Responsável pela Ferramenta <i>VUFORIA</i> ®

# 1 Introdução

Este capítulo apresentará uma breve análise da situação geral e dos sistemas informáticos relativos à segurança de pacientes. No final é apresentada uma proposta para melhorar estes números com os objetivos e contribuições.

## 1.1 Enquadramento

### 1.1.1 Segurança do Paciente

A partir da publicação de um artigo do Instituto de Medicina Americana em 1999, foi observado que existiam várias questões de segurança a ocorrer na prestação de cuidados médicos. Este relatório chamado *“Errar é humano”* publicou dados que indicavam um número alarmante de eventos adversos com pacientes (Kohn *et al.*, 2000).

O termo evento adverso refere-se *“(...) ao aparecimento de um problema de saúde causado pelos cuidados e não por uma doença primária ou de base, que causou uma lesão não intencional e que resultou em incapacidade temporária ou permanente e/ou prorrogação da duração da estadia ou morte em consequência dos cuidados prestados”* (Silva, 2012).

Desde então, o conceito de segurança do paciente começou a ser pensado e, mais tarde, pôde ser definido um conjunto de boas práticas (JACHO, 2013). Dos 10 passos do Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) (PNSP, 2019), o primeiro refere-se à identificação do paciente.

O processo de identificação exata de um paciente é geralmente feito por pulseiras, número de registo médico, nome e data de nascimento (IBSP, 2017). Se este passo de identificação não for preciso, todos os outros perdem o seu sentido, uma vez que nenhum outro cuidado será válido se não estiver a cuidar do paciente correto.

A prática de identificação é confirmada pelo Dr. António Capone Neto, antigo Gestor de Qualidade e Segurança do HIA-EINSTEIN (Hospital Israelita *Albert Einstein*), em entrevista ao IBSP (Instituto Brasileiro para Segurança do Paciente), afirma: *“Para garantir que todos os pacientes estão corretamente identificados, recomenda-se que use uma pulseira com pelo menos dois identificadores, por exemplo, o nome e o número do registo médico e que seja verificado antes de cada procedimento”* (IBSP, 2017).

Em números, segundo dados da OMS (Organização Mundial da Saúde) (OMS, 2020a), em 2019 houve 335 milhões de serviços médicos e deste total houve 40% de incidentes que causaram eventos adversos (134 milhões), em que 80% (107,2 milhões) era possível prevenir (Neale, 2001), mas dos quais 2,68 milhões (2%) resultaram em óbito devido a esses incidentes.

Nota-se que, mesmo com os conjuntos de objetivos de boas práticas (JACHO, 2013) (PNSP, 2013), é possível observar falhas no processo de cuidados e é um item a ser observado com grande importância, devido às consequências que essa falha pode causar.

### **1.1.2 Sistemas Informáticos de Segurança**

Os sistemas de segurança de hoje implicam que as pessoas devem de algum modo ser identificadas por seus dados pessoais e por uma fotografia, ou seja, uma imagem do seu rosto, para aumentar a fiabilidade da sua identificação. A tecnologia de Reconhecimento Facial (RF) refere-se a um desses sistemas informáticos que analisam imagens para fins de identificação (Mohapatra, 2016).

A primeira memória que se tem quando se fala do uso de RF é que está a ser usada para fins de segurança ou vigilância, porque a deteção facial é feita para identificar uma pessoa. Os atuais usos comerciais do RF incluem, mas não se limitam, a vigilância geral, iniciativas policiais, esforços de marketing e aplicações de fotos de redes sociais. Em aplicações médicas, a tecnologia de RF não tem sido comumente usada para fins de segurança, mas este cenário pode em breve mudar (Mohapatra, 2016).

Estudos indicam que, independentemente do algoritmo utilizado pelos sistemas de RF, estes apresentam uma precisão biométrica superior a 90% e, dependendo das circunstâncias de iluminação e do tempo de treino, podem mesmo atingir 99% de precisão na identificação de pessoas (Huang; Learned-Miller, 2014).

### **1.1.3 Sistemas Informáticos Interativos**

Nos últimos 20 anos, o uso de tecnologias da informação transformou o local de trabalho com uma transição da computação estacionária, mais conhecida como computadores de mesa (*desktop*) para um conceito de computação móvel. É possível afirmar essa transformação apenas pelos números das vendas de dispositivos móveis que ultrapassaram em muito as vendas de computadores há anos (StatCounter, 2019).

Nesta mesma perspetiva, a interação com estes dispositivos móveis também foi transformada, passando de uma interação de botões para uma interação digital através de toques no ecrã (*touch screen*). A Realidade Aumentada (RA) apresenta-se como um paradigma de interação adicional para estes dispositivos.

Com a RA é possível ter uma interface que permita manipular objetos virtuais dentro de um cenário real que o rodeia. Este modo de manipulação de objetos permite um alargamento sensorial ao utilizador com uma interação mais próxima do natural (Cardoso *et al.*, 2007) (Kirner; Zorzal, 2005).

A utilização da RA aplicada no sector da Saúde tem sido alvo de investigações nos últimos anos. (Sielhorst, Feuerstein; Navab, 2008) (Zorzal; Nunes, 2014). E com o apoio de dispositivos móveis e a utilização de um cenário de ambiente real, adaptado para visualizar, manipular e interagir virtualmente, a utilização da RA no contexto dos cuidados médicos é relevante para que se possa, por exemplo, apresentar as informações de um registo médico de um paciente de um modo interativo (Pauly *et al.*, 2012).

#### **1.1.4 Como Melhorar a Segurança do Paciente?**

Tendo em conta os números expostos, é questionável se os métodos atuais de identificação do paciente são suficientes. De acordo com o IBSP, "*(...) garantir a identificação em 100% dos procedimentos é o que reduz a probabilidade de ocorrência de eventos adversos*", mas os números expostos levam a entender que há falhas neste processo de identificação exata do paciente e também de acordo com o IBSP, "*(...) foram também o pilar responsável pelo elevado número de procedimentos médicos erróneos*" (IBSP, 2017).

As investigações científicas afirmam que o MHEALTH ("*Mobile Health*") será uma tendência para os anos vindouros (West, 2013). MHEALTH é um termo utilizado na medicina quando os dispositivos móveis são usados na execução de serviços e cuidados médicos.

Considerando o contexto descrito e após uma entrevista de campo com a atual Gestora de Qualidade e Segurança Dra. Fernanda Paulino Fernandes Anjos, do HIA-EINSTEIN, acredita-se que é possível encontrar uma solução biométrica de reconhecimento facial para ser usada como ferramenta para evitar a identificação errada. A mesma nas suas palavras dizia: "*Há, sem dúvida, uma grande possibilidade de acrescentar valor à segurança do paciente*".

Com o objetivo de reduzir o elevado número de eventos adversos e, conseqüentemente, as mortes por eles causadas, justifica-se o desenvolvimento de uma aplicação móvel com tecnologia de Reconhecimento Facial e Realidade Aumentada para que a equipa médica possa cumprir bem o primeiro passo do PNSP que é identificar corretamente o paciente (COREN, 2013), aumentando a segurança deste.

## 1.2 Objetivos e Contribuições

Esta investigação visa desenhar, desenvolver e testar uma aplicação móvel com Reconhecimento Facial a aplicar em ambiente hospitalar a ser adicionada às práticas de identificação e verificação do paciente de modo a aumentar a segurança do mesmo. O objetivo será alcançado através de:

- ✓ Estudo e investigação sobre segurança do paciente, avaliando o estado da arte na área e como o tema tem sido abordado no contexto hospitalar;
- ✓ Estudo e investigação sobre RF e RA, avaliando o estado da arte na área e como o tema tem sido abordado no contexto hospitalar;
- ✓ Desenhar e desenvolver uma aplicação móvel compatível com os sistemas móveis atuais e que tenha características que acrescentem maior segurança ao paciente quando utilizadas;
- ✓ Pesquisa de campo e avaliação a aplicação.

## 1.3 Estrutura de Tópicos

O documento será apresentado em 5 partes principais:

- ✓ Introdução, Contexto, Objetivos e Contribuições já acima descritos;
- ✓ Contextualização do estado da arte sobre segurança, realidade aumentada, reconhecimento facial e a expressão da proposta do trabalho;
- ✓ Análise de valor e seus cálculos e apresentação de outras soluções existentes;
- ✓ Conceção do desenho da solução e a construção da solução proposta;
- ✓ Considerações, discussões e conclusões.

## 2 Contexto e Estado da Arte

Neste capítulo será mostrado como a questão da segurança do paciente no contexto hospitalar é um ponto importante que deve ser levado em consideração pelas organizações de saúde. É feita assim uma revisão bibliográfica das tecnologias envolvidas no seu contexto geral, contexto específico da área de Saúde, dos aspetos tecnológicos e no final a formulação da proposta de trabalho.

### 2.1 Segurança

O termo segurança é um termo muito generalista em seu conceito. Ele é omnipresente e está associado a conceitos de risco e proteção individual e coletivo. Foi originalmente utilizado na filosofia como uma referência à segurança do ser humano individual. Após a segunda guerra mundial, a definição mudou para designar a sobrevivência do Estado-nação. Depois, com um cenário de paz, de direitos humanos e de robustez da própria sociedade, foi possível expandir o conceito de segurança (Jore, 2019). Conceptualizações como: segurança social, segurança humana, segurança internacional, segurança nacional vieram de seguida (Baldwin, 1997; Rothschild, 1995).

O atual significado de segurança é muito amplo e abrange múltiplos sectores da sociedade (Brooks, 2010) e é visto como uma responsabilidade compartilhada nesses diversos sectores (Jore, 2012). Assim Brooks (2010) refere que *“(...) a segurança não pode ser considerada única na definição de conceito, porque a definição depende do contexto aplicado”*.

#### 2.1.1 Segurança do Paciente

Para compreender o conceito de segurança do paciente é importante compreender os vários fatores envolvidos (Silva, 2012), porque o resultado de um conjunto de boas práticas é o que define o processo de cuidados chamado segurança do paciente.

O conjunto dessas boas práticas são objetivos fundamentais para garantir a segurança do paciente, e este conjunto é amplamente divulgado por organizações que conduzem o processo de acreditação, a seguir:

Internacionalmente através da JCAHO (*Joint Commission Accreditation of Healthcare Organizations*), a segurança do paciente é definida por seis objetivos (JACHO, 2013). Estes objetivos incluem:

- ✓ Identificar corretamente os pacientes;
- ✓ Melhorar a comunicação;
- ✓ Melhorar a segurança dos medicamentos de alta vigilância;
- ✓ Assegurar as cirurgias com local de intervenção correto, o procedimento correto e o paciente correto;
- ✓ Reduzir o risco de infecções relacionadas com os cuidados de saúde;
- ✓ Reduzir o risco de ferimentos no paciente devido a quedas.

Nos Estados Unidos da América (EUA), o *National Academy of Medicine* (NAM) declara que a cultura de segurança dos pacientes nos cuidados de saúde requer três elementos fundamentais (NAM, 2018):

- ✓ A crença de que, embora os processos de cuidado em saúde sejam de alto risco, eles podem ser planejados para prevenir danos;
- ✓ Um comprometimento a nível organizacional para detetar erros e aprender com eles;
- ✓ E um ambiente para gerir os erros quando os colaboradores aumentam conscientemente os riscos para os pacientes e seus pares.

No Brasil, são 10 os passos para segurança do paciente que foram definidos pela REBRAENSP (Rede Brasileira de Enfermagem e Segurança do Paciente), juntamente com o COREN-SP (Conselho Regional de Enfermagem - São Paulo). Posteriormente, esta definição foi adaptada para se tornar uma legislação (PORTARIA n° 529, de 1 de abril de 2013) sob o nome de Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP, 2013) (COREN,2013) e estabelece hoje as ações para garantir a segurança do paciente, as seguintes são:

- 1) Identificação do Paciente (Um erro aqui pode ser fatal);
- 2) Cuidados Limpos e Cuidados Seguros (Higiene antes e depois do contacto com o paciente);

- 3) Cateteres e Sondas (Prevenção da infusão medicamentosa em vias erradas);
- 4) Cirurgia Segura (Intervenção correta, procedimento correto e paciente correto);
- 5) Sangue e Hemo Componentes (Administração segura de sangue);
- 6) Paciente Envolvido com Sua Segurança (Participação do paciente e/ou da família durante os procedimentos);
- 7) Comunicação Eficaz (Comunicar e registrar as condições, procedimentos e medicamentos realizados);
- 8) Prevenção de Quedas (Guiar e dar assistência à deslocação do paciente na saída da cama);
- 9) Prevenção da Úlcera por Pressão (Proteger o paciente do excesso de humidade ou secura. Hidratar a pele periodicamente);
- 10) Segurança na Utilização de Tecnologia (Certificar de que o equipamento que será utilizado com o paciente está em pleno funcionamento e manutenção).

Ao analisar estas definições, dos 10 passos do PNSP o primeiro refere-se à identificação do paciente e é importante priorizar este passo. Porque se este passo de identificação não for preciso, todas os outros perdem o seu sentido, uma vez que nenhum outro será válido se não estiver a cuidar do paciente correto.

A partir destas definições, podemos dizer que pela legislação vigente existem regras que protegem o paciente e que estabelecem um ambiente seguro para receber cuidados. No entanto, isso pode não se traduzir em práticas igualmente seguras. Muitos pacientes hospitalizados podem identificar eventos adversos que afetam os seus cuidados e muitos eventos identificados pelo paciente não são verificados em suas fichas médicas e nem registados nos registos médicos do sector de qualidade do hospital mais tarde. Envolver pacientes hospitalizados como parceiros na identificação de erros médicos e lesões é uma abordagem promissora para melhorar a segurança do paciente (Weingart *et al.*, 2005).

De acordo com Alrubaiee (2011) *“(...) a segurança do paciente é considerada uma das dimensões mais importantes da qualidade”*. A OMS (2010) define a segurança do paciente como *“(...) a redução do risco de danos desnecessários associados aos cuidados de saúde até um mínimo aceitável. O mínimo aceitável refere-se ao que é viável tendo em conta o conhecimento atual, os recursos disponíveis e o contexto em que os cuidados foram prestados face ao risco de não tratar ou de outro tratamento”*. Com essas definições e contextualização é preciso analisar os números e que tipos de erros estão a ocorrer.

### 2.1.2 Segurança do Paciente em Números

Em números, segundo dados da OMS (Organização Mundial da Saúde) (OMS, 2020a), em 2019 houve 335 milhões de serviços médicos e deste total houve 40% de incidentes que causaram eventos adversos (134 milhões) e 8 a 12% destes eventos ocorreram nos países membros da União Europeia.

Num relatório de 2000, o Departamento de Saúde do Reino Unido registou 850.000 eventos adversos (10% das admissões registadas). Países como Espanha, Dinamarca e França publicaram resultados semelhantes em 2005 (OMS, 2020b).

O Instituto de Medicina do EUA, através de um artigo publicado em 2000 por Kohn (2000) criou uma fórmula matemática onde é possível estimar o número de mortes por ano que a identificação errada causa:

$$HPA \times FEA \times FEE \times FELM = NM$$

, sendo:

HPA = Hospitalizações Por Ano

FEA = Frequência de Eventos Adversos

FEE = Frequência de Eventos Evitáveis

FELM = Frequência de Eventos que Levaram à Morte

NM = Número de Mortes Por Ano

Com a aplicação dos números de 1997, obteve-se o resultado seguinte:

$$33.600.00 \times 0,037 \times 0,136 \times 0,58 = 98.000$$

Esta fórmula foi posteriormente atualizada em 2013 por James (2013). Para a nova fórmula ele considerou os resultados do “*Harvard Medical Practice Study*” (Brennan *et al.*, 1991) e do artigo “*A New Evidence-based Estimate of Patient Harms Associated with Hospital Care. Journal of Patient Safety*” (Kohn *et al.*, 2000):

$$HPA \times MEA \times MEAE = NM$$

, sendo:

HPA = Hospitalizações Por Ano

MEA = Mortalidade por Eventos Adversos

MEAE = Média de Eventos Adversos Evitáveis

NM = Número de Mortes por Ano

Para calcular esta nova fórmula, James considerou os números americanos de 2007 e obteve o resultado seguinte:

$$34.000.000 \times 0,0089 \times 0,69 = 210.000$$

Ainda de acordo com James (2013) esta estimativa de mortes/ano pode ser duplicada, devido a informações insuficientes nos registos médicos (subnotificação). Então:

$$NM \times 2 (210.000 \times 2) = 420.000 \text{ mortes/ano}$$

Este número de mortes é extremamente significativo e deve ser encarado frontalmente.

O Brasil teve 17,686 milhões de internamentos em 2014 (IBSP, 2015a). Aplicando a fórmula é possível afirmar que morreram 220.000 pacientes por identificação errada do paciente. Este número representa mais mortes do que as causadas por HIV (*Human Immunodeficiency Virus*), acidentes de viação e cancro do pulmão (IBSP, 2015b).

De acordo com o IBSP (2017), “(...) garantir a identificação em 100% dos procedimentos é o que reduz a probabilidade de ocorrência de eventos adversos”, mas os números expostos levam a perceber que há falhas neste processo de identificação exata do paciente e também de acordo com o IBSP, “(...) foi o pilar responsável pelo elevado número de procedimentos médicos erróneos”.

### 2.1.3 Classificação dos Erros e Incidentes

A OMS define o erro médico (OMS, 2016) “(...) como uma falha na execução de uma ação planejada de acordo com o desejo o desenvolvimento incorreto de um plano que não é intencional por definição” e o incidente como “(...) um evento ou circunstância que poderia ter resultado ou resultou em dano desnecessário ao paciente”. Os tipos de incidentes que levam a ocorrer um evento adverso quando se fala sobre segurança do paciente são:

- ✓ **Quase erro:** Um incidente que ocorre quando, por exemplo, um profissional de saúde vai administrar um medicamento para o paciente que está hospitalizado na UCI (Unidade de Cuidados Intensivos) para um tratamento de pneumonia. Ao verificar a medicação antes da administração, o paciente informa que é alérgico ao medicamento, pelo que o profissional não administra a dose e pede ao médico que reavalie a prescrição;
- ✓ **Incidente sem danos:** Um incidente que ocorre quando, por exemplo, um medicamento foi administrado por um período maior do que o apropriado. Este caso pode ser classificado como um incidente sem danos, uma vez que não causou mais eventos;

- ✓ **Incidente com dano previsível:** Um incidente que ocorre quando, por exemplo, um profissional administra uma dose do fármaco ao qual o paciente é alérgico e que não observou ou ignorou a consulta (violação) ao registo médico;
- ✓ **Incidente com dano não previsível:** Um incidente que ocorre quando, por exemplo, um profissional administra uma dose do fármaco ao qual o paciente é alérgico, mas ao contrário do descrito acima a informação era inexistente na ficha médica ou qualquer outra fonte.

Se o evento atingiu um paciente, mas não causou danos podemos classificá-lo como um “*incidente sem danos*”. Se este incidente atingiu o paciente e causou danos é qualificado como um “*evento adverso*” que pode ser previsível ou não previsível (ANVISA, 2017) (Gascou *et al.*, 2011). A Figura 1 a seguir, ajuda a perceber melhor o fluxo da classificação dos tipos de incidentes.

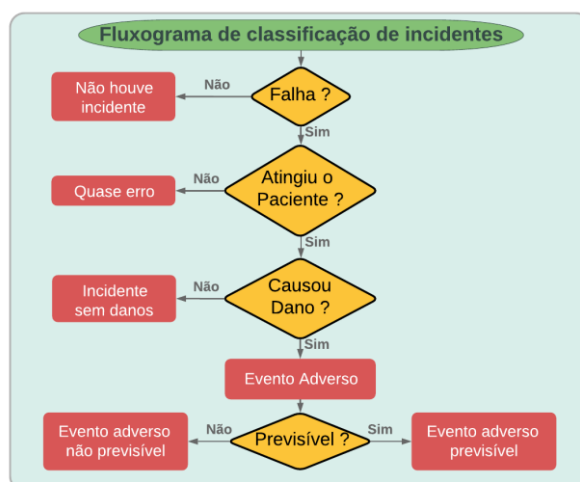


Figura 1 - Fluxograma de Classificação de Incidentes Médicos  
 Fonte: (ANVISA, 2017)

A figura 1 demonstra a classificação dos incidentes e que nem sempre causam eventos adversos, mas o que é notado de acordo com os relatórios/pesquisa de segurança do paciente de (Weingart *et al.*, 2004) (Weingart *et al.*, 2005) é que os incidentes de “*quase erro*” e os “*incidentes sem danos*” raramente são incluídos nos registos médicos dos pacientes e também não são reportados aos sectores de qualidade do hospital ou às entidades que os monitorizam.

Com as evidências acima, podemos confirmar que os cálculos de estimativa apresentados por James (2013), devem efetivamente ser duplicados de 210.000 para 420.000 mortes/ano, devido a informações insuficientes nos registos médicos e porque não consideram todos os tipos de incidentes.

De acordo com outras investigações, é notado que a instituição médica não colaborou na comunicação dos incidentes médicos ocorridos nas fichas médicas ou no sistema

confidencial de notificação de eventos hospitalares. Friedman dizia em seu relatório (Friedman et al., 2008):

*“(...) Dos 292 pacientes elegíveis, 201 (69%) foram entrevistados no prazo de 24 horas após a alta do centro médico, e 143 (71% dos entrevistados) foram submetidos a uma entrevista de acompanhamento 3-7 dias após a alta. Os entrevistados não diferem da população base em termos de idade, sexo ou linguagem. A análise das entrevistas de pacientes identificou 10 eventos adversos (taxa de incidentes de 5%; intervalo de confiança de 95%, 8 quase falhas (taxa de incidentes de 4%) e sem erros médicos. Dos 10 eventos adversos, 6 (60%) foram caracterizados como evitáveis. Os acontecimentos adversos estavam principalmente relacionados com a analgesia atrasada ou inadequada. Apenas 4 em 8 (50%) das quase falhas foram intercetados por pessoal do hospital. A entrevista secundária provocou 2 em 10 eventos adversos e 3 em cada 8 quase falhas que não tinham sido identificadas na entrevista primária. Nenhuma designação (0 em 10) de um evento adverso foi registada no registo médico do centro médico ou no sistema confidencial de reporte de eventos hospitalares”.*

As figuras 2, 3 e 4 a seguir, permitem a compreensão dos resultados o relatório de Friedman de um modo mais amplo:

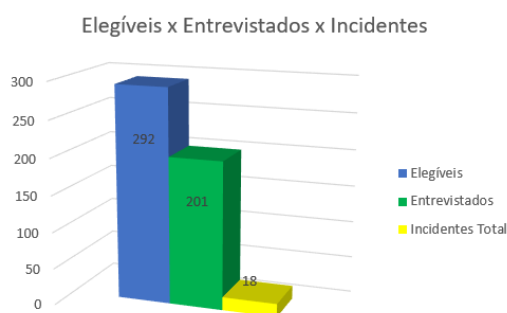


Figura 2 - Relatório Segurança do Paciente - Pacientes Elegíveis x Inquiridos x Incidentes

Nesta figura 2 acima, é possível identificar o número de pacientes elegíveis (292) para entrevista, o número de entrevistados de facto (201) e número de incidentes (18) que ocorreram dentro de 24 horas.



Figura 3 - Relatório Segurança do Paciente - Incidentes Ocorridos por Tipo

Nesta figura 3 é possível identificar que dos 18 incidentes ocorridos, 56% (10 incidentes) resultaram em dano ao paciente que a eles resultaram eventos adversos e os demais 8 incidentes de “quase erro” representam os outros 44%.



Figura 4 - Relatório Segurança do Paciente - Quantidade de Incidentes Relatados

Nesta figura 4 é possível constatar que dos 18 incidentes relatados pelos pacientes, nenhum deles estava nos registos médicos do paciente ou nos registos confidenciais de qualidade do hospital.

Nestes três subcapítulos acima foi possível ver os conceitos que definem a segurança do paciente, o levantamento dos seus números e classificações. É possível concluir que a segurança no domínio da Saúde pode ser definida como um risco a ser bem gerido e que a melhor maneira de realizar a gestão destes riscos é delegar para sistemas informáticos as tarefas humanas que possuem uma maior probabilidade de erro, como a identificação e verificação de pacientes, na iniciativa de reduzir o risco de danos para o paciente ao mínimo aceitável, conforme recomendação da OMS (2010).

## 2.2 Reconhecimento Facial

A melhor definição sobre Reconhecimento Facial deriva da definição de Romdhani (1996). *“O Reconhecimento Facial é o processo de reconhecer e nomear (rotular) uma face”*. Este processo refere-se ao uso de um recurso computacional que faz o reconhecimento de rostos numa imagem.

O processo usa um algoritmo que usará várias estratégias de análise diferentes na imagem para determinar a localização de um rosto nessa imagem. Então este mesmo algoritmo deve ser capaz de comparar um rosto armazenado com o rosto de uma segunda imagem (armazenada numa Base de Dados) para dar uma opinião sobre qual a probabilidade do primeiro rosto ser semelhante ao segundo.

Em geral os algoritmos (Motyl, 2012) *“(...) utilizam como característica discriminatória dos indivíduos as características geométricas, onde se calcula a distância entre os olhos, boca, largura do nariz, etc.”* Há ainda outras variáveis menos frequentes apresentadas posteriormente.

Um dos algoritmos pioneiros, proposto por Turk e Pentland (1991) para reconhecer rostos em imagens digitais chama-se *Eingenface* e usa a técnica *“(...) Principal Component Analysis para pré-processar as imagens, gerando um conjunto de vetores que servem como*

*entrada para o Eingenface. O resultado obtido no reconhecimento de rostos nas imagens utilizadas é satisfatório dada a complexidade do problema” (Motyl, 2012).*

A tecnologia de RF refere-se a sistemas e programas informáticos que analisam imagens para fins de identificação (Mohapatra, 2016) em uma definição mais recente. Atualmente, quando se fala do uso de RF, a primeira memória que se tem está a ser usada para fins de segurança ou vigilância, porque é feita uma deteção facial para identificar uma pessoa.

Os atuais usos comerciais do RF incluem, mas não se limitam a vigilância geral, iniciativas policiais, esforços de marketing orientados para o negócio e aplicação de fotos das redes sociais. Nas aplicações médicas, a tecnologia de RF não tem sido comumente usada, mas pode em breve mudar (Mohapatra, 2016).

Como explicado, o RF é utilizado como forma de identificação em várias áreas e com o objetivo de alcançar uma maior segurança. É classificado como um sistema biométrico em comparação com outros mecanismos de autenticação fidedignos. O termo biometria deriva do grego *biometrian* (*bio* (vida) + *metrian* (medida)) e, na autenticação, segundo Magalhães (2003), “(...) se refere à utilização das características próprias de um indivíduo para autenticar e/ou identificar-se perante um sistema de uma organização”. Outras alternativas de biometria são discutidas mais a frente no capítulo 5.3.

Atualmente, existem várias estratégias de autenticação de um utilizador que estão a ser utilizadas em aplicações e que podem ser classificadas em quatro categorias: com base em algo que o utilizador é (por exemplo, utilizador/senha), com base em algo que só o utilizador sabe (por exemplo, uma questão pessoal), com base em algo que o utilizador tem (por exemplo, um cartão de identidades) ou alguma característica física ou comportamental da pessoa (biometria) (Diniz *et al.*, .2013).

A autenticação biométrica fornece um mecanismo mais fiável que lhe permite identificar utilizadores com base nas suas características naturais. Assim, o utilizador pode estabelecer a identidade com base no que ele é e não no que ele tem ou no que se lembra. Entre os vários traços biométricos físicos, o reconhecimento biométrico baseado no rosto é um dos menos intrusivos (Andrezza, 2015).

É importante diferenciar a deteção e o reconhecimento. O RF consiste em identificar um indivíduo através da análise do seu rosto, comparando-o com outros rostos pré-rotulados. A deteção facial é a determinação da presença e da posição espacial de cada rosto existente numa imagem. A deteção facial frequentemente é usada como um passo inicial para o reconhecimento (Omaia *et al.*, 2009) (Li; Jain, 2011).

### **2.2.1 Reconhecimento Facial no Contexto da Saúde**

Existem muitas aplicações de reconhecimento facial no contexto da Saúde, para vários fins. Nas mais recentes investigações podemos ver aplicações que usam RF na deteção de

doenças, na detecção de emoções, na detecção de sinais vitais e outras (Leo *et al.*, 2020). Aplicações que visam aumentar a segurança do paciente hospitalizado não são comuns.

Mohapatra expõe preocupações não tangentes a esta investigação, mas que é importante mencionar como é o caso de uso do RF para fins de invasão de privacidade. Ele aponta que *“(...) cientistas de Oxford relataram que desenvolveram um programa de reconhecimento facial que usa fotos comuns da família para ajudar a diagnosticar condições genéticas raras. E de acordo com a lei em vigor, pode não demorar muito até que tal software esteja comercialmente disponível para uso geral”* (Mohapatra, 2016).

Jeon (2019) descreve em sua investigação uma aplicação de RF no contexto da Saúde. *“(...) O objetivo deste estudo foi desenvolver uma aplicação de Saúde móvel para identificação do paciente para superar as limitações das alternativas de identificação do paciente atuais. Espera-se que o desenvolvimento desta aplicação forneça um método alternativo de fácil utilização para a identificação do paciente”*.

Esta aplicação mencionada tem o objetivo de ser uma alternativa para reconhecer os pacientes e Jeon complementa o valor da aplicação: *“(...) como um método de identificação alternativo, foi possível identificar corretamente tanto os pacientes de ambulatórios como os internados, e também, reduzir o custo desnecessário da verificação do paciente utilizando a aplicação de reconhecimento facial móvel com grande precisão. A nossa aplicação móvel pode fornecer uma ajuda valiosa para a verificação do paciente, incluindo quando o paciente está inconsciente”* (Jeon *et al.*, 2019).

Assim vemos que o RF aplicado no contexto da Saúde é um tema pouco explorado e este *"custo desnecessário de verificação do paciente"* citado por Jeon como conclusão da sua pesquisa, pode ser resolvido com o uso de RF para aumentar a segurança do paciente, uma vez que pode diminuir a probabilidade de um erro humano na identificação, pois os algoritmos de RF tem taxas de precisão biométrica superiores a 90% (Huang, 2014).

## **2.2.2 Aspectos Tecnológicos do Reconhecimento Facial**

Após a detecção do rosto em uma imagem, ela é submetida a um sistema que irá compará-la com as outras imagens já coletadas anteriormente. Nesse momento cada sistema de RF utiliza uma estratégia, um algoritmo. Este processamento confere um grau de fiabilidade de que a imagem atual é semelhante a outra existente. Estes algoritmos normalmente devem ser treinados para que cada vez mais possam aumentar o seu grau de precisão.

Os resultados dos estudos de Huang (2014), que testou diferentes algoritmos de RF indicam que, independentemente do algoritmo utilizado, os sistemas alcançam uma precisão biométrica superior a 90% e podem, dependendo das circunstâncias de iluminação e se há ou não um ambiente controlado durante o treino, atingir 99% de precisão na identificação de pessoas. Logo podem ser utilizados como uma forma de identificação biométrica altamente segura.



Figura 5 - Exemplo de Mapeamento de Algoritmo de Reconhecimento Facial  
Fonte: (Miranda, 2018)

A figura 5 mostra um exemplo de como os algoritmos em geral fazem o mapeamento de pontos de um rosto. Este mapeamento utiliza de algumas técnicas.

As técnicas de RF, são divididas em técnicas não holísticas, técnicas holísticas e híbridas. As técnicas não holísticas utilizam como característica discriminatória entre os indivíduos as dimensões dos elementos do rosto (boca, nariz, olhos, etc.) e as distâncias entre eles. As técnicas holísticas são aquelas que analisam o rosto como um todo, fazem a comparação dos modelos faciais existentes e as técnicas híbridas, por outro lado, são combinações entre técnicas holísticas e não holísticas (Zhao *et al.*, 2003) (Andrezza, 2015).

Percebe-se que treinar um algoritmo de RF com uma dessas técnicas não é trivial, pois existem muitos fatores que influenciam na detecção e no reconhecimento como: iluminação, posição do rosto na imagem, plano de fundo, expressões faciais, presença e variação de barba, de cabelo, tom de pele, utilização de acessórios como *piercings*, óculos, maquiagem e outros (Andrezza, 2015).

Como exemplo, apenas para as técnicas holísticas de acordo com Andrezza (2015) “(...) existem três principais métodos de identificação, são a Transformada Cosseno Discreta (*Discrete Cosine Transform - DCT*), *Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis - PCA)* ou *Padrões Binários Locais (Local Binary Patterns - LBP)*”.

Estas técnicas, apenas exemplificam o quão complexo são elas se houvesse a necessidade de codificar um novo algoritmo. Mas atualmente todo este processamento de RF pode ter sua complexidade encapsulada por API (*Application Program Interface*).

A API LUXAND® (Nome da Empresa Responsável pela Aplicação) é um exemplo deste encapsulamento no processo de RF. Por ser uma ferramenta de código fonte fechado, não há como saber quais das técnicas mencionadas é utilizada. Para utilizar esse recurso, basta enviar as imagens que serão usadas como referência e em um segundo momento enviar a imagem de comparação que depois esta API faz todo o processo de RF em tempo real (LUXAND, 2020).

## 2.3 Realidade Aumentada

Há muitas definições propostas para a Realidade Aumentada (RA) pela comunidade científica. De acordo com Cardoso e Azuma “(...) RA é um sistema computacional utilizado para criar um ambiente artificial no mundo real, em que o utilizador tem a amplificação da percepção sensorial por intermédio de recursos computacionais através de uma interface mais natural” (Cardoso et al., 2007) (Azuma et al., 2001).

Uma das características mais importantes da RA é a modificação de como é feita a interação. Com a utilização de RA, a interação não ocorre com um único componente e/ou elemento localizado, mas com o ambiente real em que está localizado e com geração de elementos virtuais que são inseridos neste ambiente de forma a que o utilizador acredite que são partes do ambiente em que está inserido (Cardoso et al., 2007).

Nos últimos 20 anos, o uso de tecnologias da informação transformou o ambiente de trabalho com uma transição da computação estacionária para a computação móvel. As vendas de telemóveis e aparelhos móveis ultrapassaram em muito as vendas de computadores convencionais de ambiente de trabalho há anos (StatCounter, 2019).

A medida que os utilizadores se afastam de um ambiente de trabalho fixo, faz cada vez mais sentido incluir o mundo físico na nossa experiência de computação. Dito isto, uma nova representação de interface de utilizador tornou-se necessária.

Neste contexto a RA tem demonstrado o potencial de se tornar a nova interface de utilizador para a computação móvel situada. A RA tem a qualidade única de proporcionar uma ligação direta entre a realidade física e informação virtual sobre esta realidade levando à proclamação familiar: “(...) O mundo torna-se a interface do utilizador” (Schmalstieg; Höllerer, 2015).

De outro ponto de vista, RA é definida por Milgram (1994) como uma tecnologia que “(...) aumenta o retorno natural ao operador com sugestões simuladas”. Este aumento ocorre em cima do contexto do mundo físico acima descrito. Já a definição oposta à definição de RA é a Realidade Virtual que de acordo com Milgram (1994) “(...) Realidade Virtual é um ambiente no qual o participante-observador está totalmente imerso em um mundo completamente sintético”. A figura 6 a seguir demonstra a oposição de ambos, mas que estão no mesmo contexto.

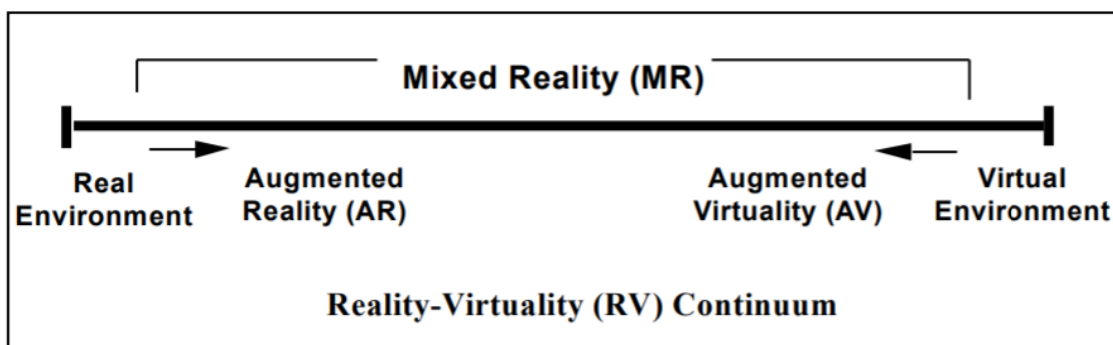


Figura 6 - Realidade Aumentada, Virtual, Mista em Suas Diferenças  
 Fonte: (Milgram *et al.*, 1994)

A figura 6 demonstrou como a realidade contínua deve ser considerada em termos de ambientes puramente reais para ambientes puramente virtuais.

Entendidas as definições de RA devemos também ver a classificação dos tipos de visão utilizados para representar a o objeto RA. De acordo com Kirner (2005) essa classificação leva a quatro tipos de sistemas: visão ótica direta, visão direta por vídeo, visão por vídeo baseado em monitor e o sistema de visão ótica por projeção (Azuma *et al.*, 2001).

Dentre elas, o sistema de visão ótica por projeção, permite-nos utilizar objetos do ambiente real para projetar imagens e objetos virtuais em cima de objetos reais, cujo conjunto é mostrado ao utilizador apenas quando o padrão é reconhecido, e então, o utilizador pode interagir com tais objetos virtuais no ecrã do seu telemóvel, por exemplo (Zorzal; Nunes, 2014).

### 2.3.1 Realidade Aumentada no Contexto da Saúde

A utilização da RA aplicada no sector da Saúde tem sido alvo de investigações nos últimos anos. (Sielhorst; Feuerstein; Navab, 2008). E como foi possível perceber, o uso da tecnologia RA na generalidade tem como premissa a interface do utilizador como o mundo real. Neste contexto, a RA pode encaixar perfeitamente em ambientes hospitalares, pois de acordo com Guerra (2017):

*“(...) O ambiente hospitalar é bastante difícil de modificar devido a todas as questões legais, organizacionais, tecnológicas e sociais que precisam de ser ultrapassadas. Consequentemente, em determinadas situações ou procedimentos, seria mais fácil e interessante, se em vez do ambiente ser modificado, pudesse ocorrer uma extensão da percepção dele”.*

E, com o apoio de dispositivos móveis, usando a interface do ambiente real, adaptado para visualizar, manipular e interagir, a utilização da RA no contexto da Saúde tem o objetivo de fornecer interfaces acessíveis e fáceis de utilizar que suportem as atividades de atenção e dos cuidados médicos, para que possam apresentar as informações do paciente de forma interativa (Pauly *et al.*, 2012).

Ainda neste contexto, a realidade aumentada é a tecnologia que em relação a simulações é a melhor para fornecer sistemas de visualização tridimensional de processos que não são possíveis de ser percebidos visualmente no mundo real. Um exemplo de uso deste tipo de simulação seria a visualização das informações críticas do paciente que receberá os cuidados. E ao tomar estas informações com antecedência o médico e/ou enfermeiro podem ter um cuidado especial com a área afetada no corpo do paciente.

### 2.3.2 Aspectos Tecnológicos da Realidade Aumentada

Conforme contextualizado a RA tem como requisito principal o uso de objetos virtuais e tridimensionais projetados em uma realidade contínua. As modelações destes objetos tridimensionais para utilização em RA podem ter diversas fontes.

Uma delas é a OpenGL (*"Open Graphics Library"*) que é uma ferramenta criada em 1992 e tem o seu uso intensivo na indústria e na academia por ser uma ferramenta gratuita. *"O OpenGL não é uma linguagem de programação, mas uma biblioteca robusta que permite a configuração e acesso a um determinado hardware"*, sendo necessário à sua utilização em conjunto com as linguagens de programação para gerar um modelo 3D (Cardoso *et al.*, 2007).

Com o avanço da tecnologia, já é mais fácil encontrar sítios com uma grande biblioteca de objetos 3D prontos, uma segunda alternativa muito comum é encontrada no sistema operativo *Microsoft Windows® 10*, depois da atualização do *Windows® 10 Fall Creators Update*. O mesmo já possui a aplicação *3D Viewer* em que é possível pesquisar por vários modelos como mostrado na GUI (*Graphical User Interface*) da figura 7 a seguir.

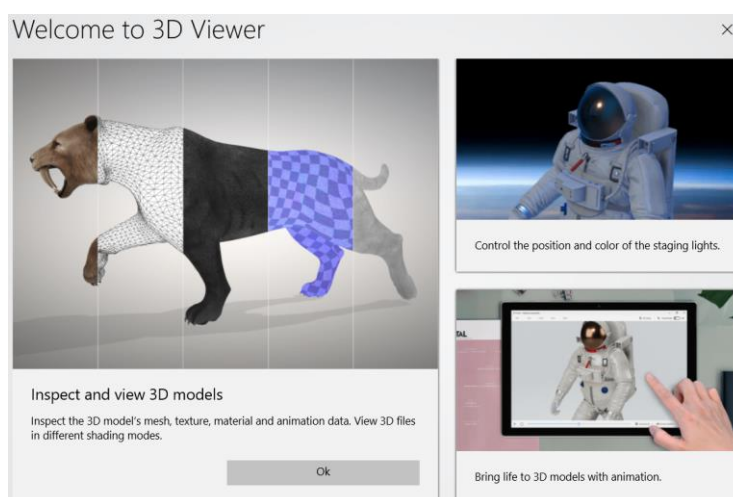


Figura 7 - Aplicação *3D Viewer* - *Microsoft Windows® 10*

A figura 7 demonstra a GUI principal da aplicação *3D Viewer* incluída no sistema operativo *Microsoft Windows® 10*.

Após a obtenção de modelos 3D, é necessária uma ferramenta para desenvolver aplicações RA, as três principais SDKs (*Standard Development Kit*), que são o OpenCV ("*Intel Open Source Computer Vision Library*"), ARToolKit ("*Open Source Computer Tracking Library*") e VUFORIA® (Nome da Empresa Responsável pela Ferramenta). Todas proporcionam uma boa usabilidade e interface intuitiva para o utilizador e funcionam em vários sistemas operativos. As ferramentas OpenCV e ARToolKit são gratuitas e igualmente ao *OpenGL*, ambas têm o seu uso intensivo na indústria e na academia (Cardoso *et al.*, 2007).

Sobre a SDK VUFORIA®, podemos enumerar dois pontos fortes "fundamentais" para resolver os dois principais problemas em RA que são o rastreio de pontos de vista e a interação com objetos virtuais. Além disso, possui diversas bibliotecas extras que expandem esses pontos.

VUFORIA® é mantida pela empresa americana UNITY® *Technologies* (Nome da Empresa Responsável pela Ferramenta) que possui a maior comunidade de desenvolvedores. Em 2012 a empresa registou um milhão de utilizadores e 300.000 deles são utilizadores frequentes que acedem a aplicação pelo menos uma vez por mês (Keene, 2012) (VUFORIA, 2020).

O uso em conjunto da ferramenta UNITY® e a SDK VUFORIA®, permite extrair o resultado desenvolvido com compatibilidade direta para telemóveis no formato *Android Package*, que é o formato reconhecido pelo sistema operativo *Android*.

Em resumo nos capítulos RF e RA, pode se ter uma perceção bibliográfica mais ampla das definições e dos aspetos tecnológicos de cada uma das tecnologias que serão utilizadas na implementação da aplicação proposta, sendo que para o RF será utilizada a API LUXAND® e para a RA será utilizada a ferramenta UNITY® + SDK VUFORIA®.

## 2.4 Proposta de Trabalho

A proposta deste trabalho é desenhar, desenvolver e avaliar uma aplicação móvel, com a tecnologia de reconhecimento facial e realidade aumentada que pode garantir uma maior precisão na identificação de pacientes. Destina-se a ser utilizada no contexto hospitalar como uma ferramenta que pode aumentar a segurança do paciente. E que em razão da quantidade considerável de incidentes, conforme comprovado na revisão literária, justifica-se o desenho e implementação desta proposta de trabalho.

Numa entrevista com a equipa do HIA-EINSTEIN, foi levantada a informação de que em toda a sua rede de hospitais houve 300 incidentes de identificação errada em 2019. Isto motivou a procura de uma solução para este problema conforme já descrito. Ainda nesta entrevista a atual Gestora de Qualidade e Segurança Dra. Fernanda Paulino Fernandes Anjos, do HIA-EINSTEIN, afirmou acreditar que o uso de uma aplicação com identificação biométrica pode ajudar a diminuir os incidentes de identificação errada. A mesma nas suas palavras dizia: "*Sem dúvida que existe uma grande possibilidade de acrescentar valor à segurança do paciente*".



## 3 Pressupostos e Análise de Valor

Neste capítulo serão mostrados o propósito da engenharia de solução com pressupostos e implicações na manipulação de dados conforme legislação vigente. Depois será apresentada a análise de valor que determina as características mais importantes da proposta e ao final a proposta de valor.

### 3.1 Propósito da Engenharia de Solução

#### 3.1.1 Qual é o Objetivo Desta Solução?

O objetivo deste estudo foi o de desenhar, desenvolver e avaliar uma aplicação móvel de saúde para identificação de pacientes, usando tecnologias de reconhecimento facial e de realidade aumentada que num momento futuro possa contribuir para reduzir o número de eventos adversos com pacientes e, conseqüentemente, as mortes por eles causadas.

Nesta aplicação, a tecnologia de reconhecimento facial serve para fazer a verificação precisa de um paciente e a tecnologia de realidade aumentada tem a finalidade de facilitar a análise de zonas críticas de pacientes.

##### 3.1.1.1 Posição do Produto

**Para:** Equipa médica em geral

**Quem:** Hospitais em geral

**Nome do Produto:** *PatientID*

**O que:** Aplicação móvel *Android* que realiza a verificação da identidade de pacientes com maior precisão, promovendo maior segurança.

**Ao contrário de:** Das formas de verificações manuais, que expõe o paciente a riscos de erros humanos e adiciona outro método de verificação dos pacientes através de tecnologia

**Descrição:** A solução em síntese de tecnologia será uma aplicação móvel que utilizará o reconhecimento facial para fazer uma identificação precisa de pacientes e com a tecnologia de realidade aumentada será possível visualizar os dados assim que o rosto for reconhecido.

### **3.1.2 Quais são as Oportunidades de Mercado?**

Com base no número de incidentes verificados durante a revisão literária, o mercado-alvo desta solução são todas as instituições médicas (hospitais). Espera-se que o produto resultante possa ser utilizado por aqueles que desejam reduzir o risco de ocorrência de eventos de identificação errada no seu dia-a-dia.

### **3.1.3 Quem Define Oportunidades de Mercado?**

Como o objetivo aplicação é reduzir o risco de incidentes de identificação errada, o próprio hospital definirá o momento certo para investir na implementação da aplicação no seu dia-a-dia com a sua equipa médica.

Em outro ponto de vista, o paciente pode vir a definir a oportunidade de mercado com a exigência da implementação de uma solução adicional que aprimore as medidas de segurança do hospital para com seus pacientes.

### **3.1.4 Quem é o Cliente?**

Este projeto tem como potenciais clientes as redes hospitalares públicas e privadas. Espera-se que a solução possa ser utilizada pela equipa médica em todas as áreas internas do hospital, com maior enfoque nas áreas que têm pacientes hospitalizados, inconscientes ou que por motivos diversos estão incapazes de confirmar a sua identidade ao profissional da equipa antes de ser submetido a qualquer procedimento.

#### **3.1.4.1 Descrição dos envolvidos e dos clientes:**

**Nome:** Médico/Enfermeiro;

**Descrição:** Principal cliente que irá usar a aplicação;

**Responsabilidade:** Antes de realizar procedimentos e na verificação de pacientes.

### **3.1.5 Satisfação dos Requisitos do Cliente**

Na hipótese da utilização deste produto o cliente pode para além da certeza de que está a lidar com o paciente correto, focar-se melhor na execução de cuidados com maior dedicação,

porque além da identificação precisa, a aplicação permitirá aceder aos registos médicos e dados relevantes do paciente que serão exibidos com tecnologia RA, enquanto o rosto do paciente está sob a mira da *camera*.

Desta forma a assistência a um paciente será muito mais rápida e eficaz, uma vez que a utilização da aplicação diminui o "*custo desnecessário de verificação do paciente*" (Jeon *et al.*, 2019) que existe por meios tradicionais. Em resumo, obtém-se a satisfação dos requisitos se a aplicação atingir os seguintes objetivos:

- Contribuir para a redução do número de incidentes de identificação errada;
- Aumentar os níveis de segurança dos procedimentos médicos;
- Aumentar o nível de satisfação dos pacientes através da percepção de maior segurança;
- Agilidade no processo de cuidado com a redução do custo na verificação do paciente por meios tradicionais.

### **3.1.6 Definição de Valor para o Cliente**

Após uma pesquisa de campo/entrevista com o atual Gestora de Qualidade e Segurança Dra. Fernanda Paulino Fernandes Anjos, do HIA-EINSTEIN. Ela acredita que é possível utilizar a aplicação proposta como uma solução de identificação biométrica que ajudará a diminuir os incidentes de identificação errada. A mesma nas suas palavras dizia: "*Sem dúvida que existe uma grande possibilidade de acrescentar valor à segurança do paciente*".

### **3.1.7 Necessidade de Novas Tecnologias**

A solução da proposta em si já faz o uso de tecnologias promissoras, como dispositivos móveis com sistema operativo *Android*, APIs de Reconhecimento Facial e da tecnologia de Realidade Aumentada para uma melhor percepção do estado do paciente.

### **3.1.8 Importância do Time-to-Market**

O *time-to-market* deste projeto é de grande importância devido ao facto de a solução proposta ter a possibilidade de contribuir para a redução de erros de identificação. Outro ponto importante é aproveitar que até este momento (Diário da República, junho de 2020) as tecnologias para o desenvolvimento da solução aqui mencionada ainda estão disponíveis para descarregar, utilizar e validar a solução gratuitamente até certos limites.

## **3.2 Pressupostos**

### **3.2.1 Pressupostos de Riscos Programáticos ou Técnicos**

Assumindo que não existe qualquer conflito na utilização da solução proposta em conjunto com os métodos atuais, o pressuposto de uma falha de código, de falha da ligação à internet, de falha do dispositivo móvel e outros riscos técnicos, o método atual de identificação por pulseiras não deixa de ter a sua utilidade e não deve ser excluído na implementação da nova solução.

### **3.2.2 Pressupostos de Segurança**

O desenvolvimento da aplicação deve seguir recomendações de segurança para que o seu código fonte não venha a ter vulnerabilidades e mantenha a confidencialidade das informações privadas de pacientes médicos.

Um segundo pressuposto de segurança é a perda do dispositivo móvel. Permitir que uma pessoa que não pertença à equipa médica tenha acesso pode trazer sérios problemas de privacidade. Para contornar esta situação, o ideal é que se limite à conectividade em redes específicas.

### **3.2.3 Pressupostos Assumidos para uma Solução Ótima**

A aplicação deve ser desenvolvida de acordo com os parâmetros de aplicações críticas. Estes parâmetros pressupõem que os processos de negócio devem ser codificados na perspetiva de "permissão mínima", onde qualquer funcionalidade que não tenha o objetivo de resolver um processo de negócio deve ser bloqueada, tais como, liberar o *print screen* apenas quando é necessário utilizar. Se assim for, a aplicação irá requerer pouca manutenção e baixo índices de erros.

## **3.3 Implicações**

### **3.3.1 Implicações Importantes de Dados/Informações Recolhidas**

Dada a convergência da transformação digital que estamos a viver (Agnez, 2011), estamos a reduzir progressivamente o uso de papel e a maioria dos dados já é digital. Grandes hospitais como o HIA-EINSTEIN, que não é apenas um, mas uma rede de hospitais e já têm para além das suas rotinas médicas, uma gestão em larga escala do seu "centro de dados" onde armazenam e mantêm seguras todas as informações importantes.

A nível comparativo, a responsabilidade pela gestão destes dados pode ser comparada com a mesma importância de uma instituição bancária, porque tratam de dados sensíveis e que devem ser de máxima privacidade entre médicos e pacientes.

Outras implicações são a responsabilidade acrescida imposta pelos governos em vigor (Diário da República, junho de 2020) através das leis do GDPR (*General Data Protection Regulation*) que afeta Portugal e Europa desde 2018 e a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) que afeta o Brasil e começa a aplicar-se em agosto/2020 e ambas vieram regular a recolha, utilização e tratamento dos dados das pessoas.

## 3.4 Abordagens e Soluções Existentes

### 3.4.1 Pesquisas Relacionadas

Seguindo os conceitos do NCD ("*New Concept Development*"), que define uma forma de pesquisar novas oportunidades (Schöfer *et al.*, 2015), foi possível identificar apenas uma aplicação/investigação relevante e semelhante a esta. A aplicação de Jeon (2019) tem o propósito de identificar pacientes através do RF, e a finalidade de superar as limitações dos métodos atuais de identificação. Porém se difere dessa, pois não abrange a exploração de zonas críticas com o uso de realidade aumentada e que tem o objetivo de ser utilizada como uma ferramenta de segurança do paciente com intuito de reduzir incidentes por erro humano.

Uma das barreiras para encontrar outras pesquisas relacionadas é que o uso de RF no contexto de saúde e com a finalidade de promover segurança para o paciente é um termo ainda pouco explorado. E uma vez que esta investigação visa resolver um problema muito específico com esta tecnologia, acaba por não ter relevância mencionar aqui outras aplicações que, por exemplo, usam RF em pacientes com o propósito de identificar uma doença específica.

A seguir os resultados apresentados: (Jeon *et al.*, 2019)

*"(...)O objetivo deste estudo foi desenvolver uma aplicação de Saúde móvel para identificar o paciente para superar as limitações das alternativas de identificação do paciente atuais - Métodos: Desenvolvemos uma aplicação móvel de reconhecimento facial para uma melhor verificação do paciente. - Resultados: A aplicação foi desenvolvida para conter 5 partes principais: registo, registos médicos, exames, prescrições e consultas. Entre 62 pacientes, 30 estavam no ambulatório a visitar o departamento de cirurgia plástica e 32 internados reservados para cirurgia. Quer os pacientes estivessem sob anestesia ou inconscientes, o reconhecimento facial verificou todos os pacientes com 99% de precisão mesmo após uma cirurgia. Conclusões: Foi possível identificar corretamente tanto os pacientes em ambulatório, como os pacientes internados, e reduzir o custo desnecessário da verificação do paciente utilizando a aplicação de reconhecimento facial móvel com grande precisão. A nossa aplicação móvel pode proporcionar uma ajuda valiosa à verificação do paciente, incluindo quando o paciente está inconsciente, como um método de identificação alternativo".*

A aplicação afirma que nos seus testes foi possível obter 99% de precisão na identificação, mesmo num paciente que tinha sido submetido a cirurgia. Com este valor de precisão confirmado por testes é apropriado afirmar que o uso de RF reduziria o número de incidentes de identificação errada.

### 3.4.2 Adaptação de Projetos Existentes

A solução proposta tem como objetivo ser uma evolução dos métodos de identificação existentes nos hospitais e a recomendação de um profissional médico é que “(...) *para garantir que todos os pacientes estão corretamente identificados, recomenda-se que use uma pulseira com pelo menos dois identificadores, por exemplo, o nome e o número do registo médico e que ela seja verificada antes de cada procedimento*”. De acordo com o Dr. António Capone Neto antigo Gestor de Qualidade e Segurança do HIA-EINSTEIN (IBSP, 2017).

Ao analisarmos a resposta deste profissional médico, podemos dizer que não haveria conflito na utilização da solução proposta em conjunto com os métodos atuais, pelo contrário, devem cooperar e coexistir, assim como a OMS (2010), recomenda ações que propõem a redução do risco de danos desnecessários associados aos cuidados de saúde até um mínimo aceitável. Esse mínimo aceitável refere-se à utilização de tudo que é viável considerando o conhecimento atual e o uso de recursos disponíveis.

## 3.5 Análise de Valor

### 3.5.1 Definições de Valor

O conceito de análise de valor definido por Rich (2000) “(...) *é um processo sistemático, formal e organizado de análise e avaliação. Não é casual ou informal e é uma atividade de gestão que requer planeamento, controlo e coordenação*”. Ainda segundo ele “(...) *para ter sucesso, o processo formal de gestão deve cumprir os critérios de especificação funcional e de desempenho de forma consistente, a fim de adicionar valor ao cliente*”.

Logo a adição de valor para o cliente vem de 3 elementos, Valor de Uso, Valor de Estima e Valor de Mercado que são definidos por Rich (2000) como:

- ✓ **Valor de Uso:** *Uso do produto / quão útil e funcional o produto é visto.*
- ✓ **Valor de Estima:** *A segunda fonte de valor vem da propriedade. O valor que o cliente / utilizador atribui aos atributos do produto, não contribuindo diretamente para a utilidade, mas relacionado ao valor estético e ao valor subjetivo.*

- ✓ **Valor de mercado** – *O quanto o mercado está preparado para pagar pelo produto. (Valor utilitário + valor estimado).*

Com base nestes conceitos percebemos que devemos expandir a análise de valor da aplicação proposta com direcionamento no valor de uso e valor de mercado.

#### 3.5.1.1 Análise de Valor de Mercado da Tecnologia de Reconhecimento Facial

De acordo com Kufinski (2013), foi possível identificar que o uso da tecnologia de reconhecimento facial em geral terá uma valorização de 13% de CAGR (*“Compound Annual Growth Rate”*) até 2024. E ele continua, *“(…) dado que os cuidados de Saúde são conhecidos por estarem sob pressão constante por falhas de segurança física e ameaças cibernéticas, a indústria médica será a que mais irá investir, especialmente no reconhecimento facial para permitir uma segurança mais avançada das instalações”*.

### 3.5.2 Por que Fazer Análise de Valor?

A análise de valor permite avaliar e quantificar valores intangíveis e permite comparar dois itens bem distintos como laranja e maçãs. E ela é necessária para prover significado para a avaliação de alternativas. (Rich *et al.*, 2000).

Ainda conforme Rich (2000) pessoas não compram o que elas têm “interesse”, elas compram o que elas acreditam que tem valor, a análise de valor vai evidenciar aos consumidores os aspectos tangíveis e intangíveis de um novo produto e os aspectos que eles não se importam.

Percebe-se, então, que é necessário fazer uma análise de valor que evidencie os aspectos tangíveis e também para identificar o que irá gerar valor para a percepção de valor do produto para o cliente.

### 3.5.3 Satisfação do Cliente e Percepção de Valor

A aplicação mais comum de análise de valor é o que muitos chamam de estudo de "satisfação do cliente" e o estudo da "percepção de valor". Há algumas formas de preparar o estudo para os clientes (Rich *et al.*, 2000). Para desenvolver um estudo específico para esta solução, é preciso ver quais valores-chave que conduzem à percepção de valor para a aplicação. A seguir a tabela 1 com este levantamento:

Tabela 1 - Percepção de Valor

Percepção de valor para esta investigação			
Âmbito Domínio	Produto	Serviço	Relacionamento
Benefício	Tecnologia	Segurança	Segurança
	Benefício Operativo	Qualidade	Credibilidade
	Precisão na Identificação	Exatidão na Assistência	Confiança
	Diminuição do risco de Incidentes	Alternativas na Identificação	Imagem da instituição Hospitalar
Sacrifício	Preço	Preço	Privacidade
	Risco de Incidentes	Custo de oportunidade	Dados Pessoais

A tabela acima demonstrou de forma estruturada os parâmetros que determinam a percepção de valor da aplicação para o cliente hospital (equipa médica). Estes parâmetros permitem o desenho de uma segunda tabela da satisfação do cliente *versus* percepção de valor:

Tabela 2 - Percepção de Valor x Satisfação do Cliente

Percepção de Valor x Satisfação do Cliente	
Alta Satisfação / Alto Valor	Alta Satisfação / Baixo Valor
Precisão na Identificação Segurança Diminuição do Risco de Incidentes	Qualidade Confiança Imagem da Instituição Hospitalar
Baixa Satisfação / Alto Valor	Baixa Satisfação / Baixo Valor
Inovação Alternativas na Identificação Preço Benefício Operativo	Alto Risco de Incidentes Elevado Número de Incidentes Ceticismo Falha na Identificação

Os elementos identificados nas tabelas 1 e 2, seguindo a metodologia de análise de valor, possibilitam concluir que os elementos positivos justificam satisfatoriamente o desenvolvimento da solução.

### 3.5.4 O Processo de Análise de Valor e as Suas Técnicas

A seguinte figura demonstra o processo de análise de valor e as suas técnicas:

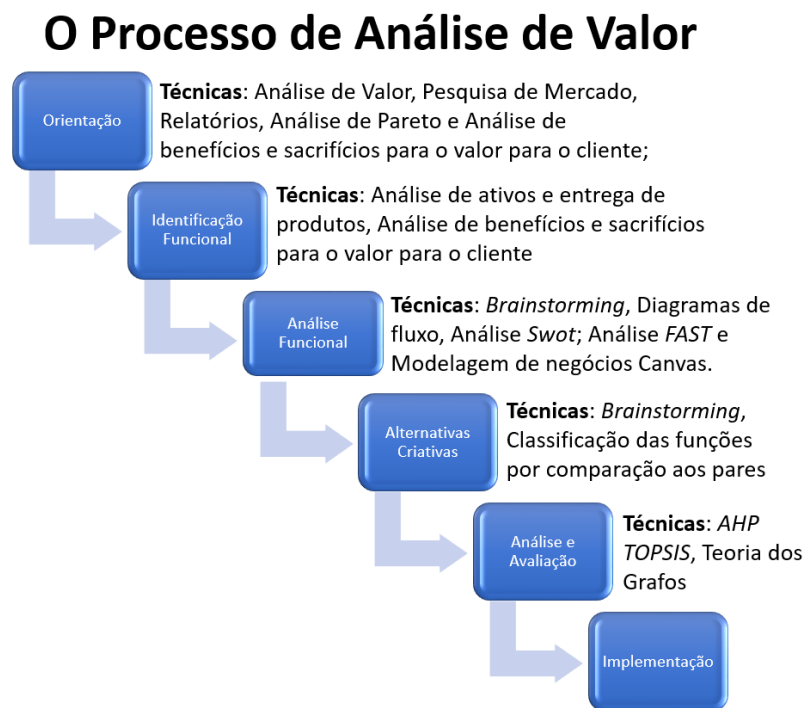


Figura 8 - Processo de Análise de Valor

Fonte: (Rich *et al.*, 2000)

A figura 8 demonstrou o processo de levantamento da análise de valor e as técnicas necessárias a cada fase e podemos afirmar que os dois primeiros processos de Orientação e Identificação Funcional já foram mostrados.

### 3.5.5 Análise Funcional

De acordo com Eggert; Ulaga; Schultz (2006) “(...)diferentes clientes percebem valores diferentes para os mesmos produtos/serviços. Já as organizações envolvidas no processo de compra podem ter diferentes percepções da entrega de valor dos clientes”, justificando a necessidade da aplicação da técnica.

A matriz de modelagem funcional *SWOT* (acrônimo inglês que representa as seguintes palavras: Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*)), num conceito simples, permite montar esquematicamente uma tabela de quatro quadrantes onde devemos enumerar os pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças que podem ocorrer numa empresa ou, neste caso, num produto. A tabela 3 a seguir mostra essa matriz:

Tabela 3 - Tabela matriz de análise e modelagem funcional SWOT

<b>Análise de Pontos Fortes, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças</b>	
<b>Forças</b>	<b>Oportunidades</b>
Redução do número de incidentes de identificação errada	Aumento dos níveis de segurança do paciente
Aumento dos níveis de segurança dos procedimentos médicos	Aumento do nível de satisfação do cliente através de uma sensação de segurança acrescida
Identificação não depende de fatores humanos (precisão)	Agilidade no processo de atenção com a redução do custo na verificação do paciente
Um método não invasivo de identificação	Confiança por parte dos clientes (pacientes)
Dispositivo móvel	Melhoria/Destaque da Imagem da Instituição Hospitalar
	Uso de Tecnologias recentes
<b>Fraquezas</b>	<b>Ameaças</b>
Não substitui completamente a forma de identificação atual	Depende de uma conexão com a rede <i>internet</i>
Privacidade dos dados dos pacientes	Depende da disponibilidade de serviços na nuvem
Não conter todas as informações de um prontuário	Preço/Custo do uso e manutenção

A tabela 3 acima pode elucidar como cada umas das forças podem aproveitar oportunidades ou proteger-se de ameaças, e da mesma forma, como e quais fraquezas devem ser reparadas para que as oportunidades não sejam desperdiçadas ou ameaças afetem o resultado da solução.

### 3.5.6 Análise e Avaliação (Cálculo AHP)

O próximo elemento do processo é a análise e avaliação e para esta investigação foi escolhida a técnica AHP (“*Analytic Hierarchy Process*”), uma vez que se trata de uma técnica de análise matemática baseada em objetivos, critérios e alternativas (Wind; Saaty, 1980), que dentre as outras existentes como TOPSIS (“*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*”) e Teoria dos Grafos acredita-se ser a técnica de criação de valor que entre os fatores de qualidade, tecnologia, privacidade e segurança permitirão avaliar a percepção de valor da solução.

O cálculo AHP é um método multicritério que é dividido em 7 fases e agora, pode-se de acordo os inquéritos dos elementos anteriores, demonstrar os cálculos de acordo com os critérios definidos e respetiva importância, algumas fases dos cálculos serão omitidas.

As sete fases são:

1. Construção da árvore hierárquica de decisão;
2. Comparação entre os elementos da hierarquia;
3. Prioridade relativa de cada critério (escrevendo o problema sob a forma de matrizes);
4. Avaliar a consistência das prioridades relativas;
5. Construção da matriz de comparação paritária para cada critério, considerando cada uma das alternativas selecionadas;
6. Obter a prioridade composta para as alternativas;
7. Escolha da alternativa.

#### 3.5.6.1 Construção da árvore hierárquica de decisão.

**Problema:** Incidentes de identificação errada

**Quais os fatores a considerar:** Precisão na identificação, Privacidade, Custo de Oportunidade

**Como fazer a decisão:** Precisão na identificação versus Privacidade; Precisão na identificação versus Custo de Oportunidade; Privacidade versus Custo de Oportunidade.

De momento, as alternativas identificadas para o cálculo AHP foram:

- ✓ Maior Frequência de Treinamentos: Aumento da quantidade de sessões de formação para reforçar a importância da correta verificação.
- ✓ Identificação por Etiqueta / Pulseira: Análise e verificação do paciente pelo nome, data de nascimento, registo médico e pulseira.
- ✓ Scaneamento Facial: Uma análise avançada do paciente através de uma aplicação móvel com reconhecimento facial que tem maior precisão no momento de fazer a sua identificação e tem uma alta precisão que pode chegar a 99% (Jeon *et al.*, 2019).

A figura 9 a seguir exhibe a criação da árvore hierárquica de decisão:

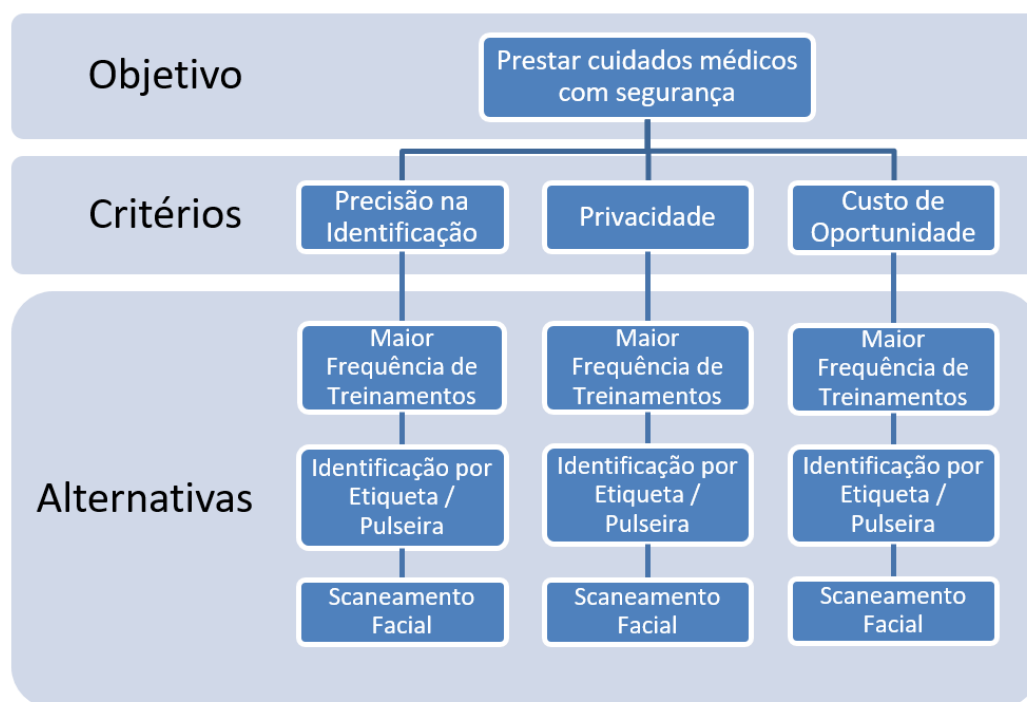


Figura 9 - Árvore Hierárquica de Decisão

Nas tabelas seguintes as outras fases de 2 a 6: Comparação entre os elementos da hierarquia, Prioridade relativa de cada critério (escrevendo o problema sob a forma de matrizes), Avaliar a consistência das prioridades relativas, Construção da matriz de comparação paritária para cada critério, considerando cada uma das alternativas selecionadas e Obter a prioridade composta para as alternativas.

Tabela 4 - Escala Fundamental de Saaty  
 Fonte: (Wind; Saaty, 1980)

Nível de Importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Fraca importância	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Forte importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Muito forte importância	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Tabela 5 - Comparação de Critérios de decisão

Precisão na Identificação	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Privacidade
Privacidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Custo de Oportunidade
Custo de Oportunidade	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Precisão na Identificação

Tabela 6 - Cálculos Metodologia AHP – Parte 1

<b>Critério x Critério (Fase 2)</b>	Precisão na sua Identificação	Privacidade	Custo de Oportunidade	
Precisão na Identificação	1,000	3,003	1,502	
Privacidade	0,333	1,000	2,000	
Custo de Oportunidade	0,666	0,500	1,000	
<b>Normalização 1 (Fase 3)</b>	Precisão na sua Identificação	Privacidade	Custo de Oportunidade	
Precisão na Identificação	1,000	3,003	1,502	
Privacidade	0,333	1,000	2,000	
Custo de Oportunidade	0,666	0,500	1,000	
Soma	1,999	4,503	4,502	
<b>Normalização 2 (Fase 3)</b>	Precisão na sua Identificação	Privacidade	Custo de Oportunidade	
Precisão na Identificação	0,500	0,667	0,334	
Privacidade	0,167	0,222	0,444	
Custo de Oportunidade	0,333	0,111	0,222	
<b>Priorização Relativa (Fase 3)</b>	Precisão na sua Identificação	Privacidade	Custo de Oportunidade	Prioridade Relativa
Precisão na Identificação	0,500	0,667	0,334	<b>0,500</b>
Privacidade	0,167	0,222	0,444	<b>0,278</b>
Custo de Oportunidade	0,333	0,111	0,222	<b>0,222</b>
				<b>=1</b>
<b>Fase 3 Em Forma de Matriz</b>	Precisão na sua Identificação	Privacidade	Custo de Oportunidade	Prioridade Relativa
Precisão na Identificação	1/2	2/3	1/3	1/2
Privacidade	1/6	2/9	4/9	2/7
Custo de Oportunidade	1/3	1/9	2/9	2/9

O resultado da fase 3 na tabela 6 definiu a prioridade relativa a que chamaremos “peso” na tabela seguinte. Nesta tabela seguinte, também construímos a comparação paritária para

cada critério resumindo as fases 4, 5 e 6 em apenas uma tabela. Na última linha é mostrado o campo “Soma dos Resultados” que é o resultado da fase 7, sendo “9,005” o maior valor e o indicado para a escolha.

Tabela 7 - Cálculos Metodologia AHP – Parte 2

Fases 4,5,6 e 7 do Cálculo AHP								
Alternativas Critérios	Peso	Nota p/ Maior Frequência de Treinamentos	Resultado Peso x Nota	Nota p/ Identificação por Etiqueta ou Pulseira	Resultado Peso x Nota	Nota p/ Scaneamento Facial	Resultado Peso x Nota	
Precisão na Identificação	0,500	6,000	3,000	9,000	4,500	9,900	4,950	
Privacidade	0,278	9,500	2,641	8,500	2,363	7,000	1,946	
Custo de Oportunidade	0,222	9,500	2,109	6,000	1,332	9,500	2,109	
Soma dos Resultados ->			7,750	Soma dos Resultados ->		8,195	Soma dos Resultados ->	9,005

Após completar os cálculos, a alternativa indicada no primeiro lugar para ser adotada foi a do scaneamento facial com 9,005 em segundo lugar, a recomendação é manter o atual processo de Identificação por Etiqueta/Pulseira com 8,195 e por último o investimento em uma maior frequência de sessões de formação com 7,750.

### 3.6 Proposta de Valor

A proposta de valor, de acordo com o *Marketing Science Institute*, é a desenvolvimento de marketing centrado no cliente. Outra definição afirma que a proposta de valor “(...) *define a estratégia específica de competir por novos clientes*” (Jalili e Rezaie, 2010). Com base nessas declarações seguem as propostas de valor preparadas para a solução proposta que iremos identificar como *PatientID*.

*“PatientID - You never felt so secure”* (Você nunca se sentiu tão seguro);

*“PatientID - Because every life matters”* (Porque cada vida importa);

*“PatientID - Created with the goal of making a difference in hospital safety”* (Criado com o objetivo de fazer a diferença na segurança hospitalar de pacientes);

*“PatientID is a mobile application that make a connection between patient safety to the medical information desired, enhancing the patient security experience. This provides to medical team a quite easy and secure access to the patient medical records, promoting safety environment during medical care”*. (é uma aplicação móvel que faz uma conexão entre a segurança do paciente e as informações médicas desejadas, melhorando a experiência de segurança do paciente. Isso fornece à equipa médica um acesso muito fácil e seguro aos registos do paciente, promovendo um ambiente de segurança durante os cuidados médicos).

## 4 Desenho e Implementação

Neste capítulo serão mostrados o desenho da solução e sua implementação (protótipo), aspetos da arquitetura de aplicação, engenharia de informação, requisitos funcionais e não funcionais e no final as evidências da construção da aplicação *Android*.

### 4.1 Desenho Preconizado

*PatientID* é um projeto de uma aplicação para telemóveis com o sistema operativo *Android*, com tecnologia de realidade aumentada e reconhecimento facial. A aplicação visa garantir uma maior precisão na identificação de pacientes e destina-se a ser utilizada no contexto hospitalar e que num momento futuro possa contribuir para reduzir o número de eventos adversos com pacientes.

Em síntese a solução da tecnologia será uma aplicação móvel que utilizará o reconhecimento facial para fazer uma identificação precisa de pacientes e com a tecnologia de realidade aumentada será possível explorar as zonas críticas dos mesmos.

### 4.2 Engenharia da Informação

#### 4.2.1 Fontes de Informações

O primeiro conjunto de dados necessário para a identificação ser bem sucedida são os dados pessoais do paciente, tais como nome, data de nascimento, peso, altura e o segundo são os dados de anamnese como sintomas, estado de saúde, alergias e outros. Normalmente esses dois conjuntos de dados já são recolhidos pelo CRM em fases anteriores, quer na receção, quer na abertura do registo médico do paciente.

Conforme entrevista com a equipa do HIA-EINSTEIN estes dados já estão disponíveis para as diversas aplicações internas do hospital e são acedidos por meio de uma API que mantém esses dados seguros numa base de dados.

#### **4.2.2 Informação em Falta**

A estrutura de informação em falta e necessária a ser desenvolvida, é a recolha de imagens do paciente e a criação de vínculo com a fonte de dados. Essa estrutura é necessária para que a tecnologia de reconhecimento facial da aplicação possa ser consultada. Esta informação pode também começar a ser recolhida pelo CRM em fases anteriores de receção ou registo.

Para atender aos requisitos funcionais o armazenamento das fotografias vinculadas a um ID do paciente precisará ser armazenadas tanto na base de dados da API LUXAND® como na base dados da API VUFORIA®.

### **4.3 Requisitos Funcionais e Não Funcionais**

#### **4.3.1 Requisitos Funcionais**

Ao nível dos requisitos funcionais, são apresentadas as funcionalidades a serem implementadas na plataforma de desenvolvimento, para que se possa ter uma visão completa do sistema de forma clara e objetiva.

De seguida é mostrado o diagrama de caso de uso na figura 10, e as descrições nas tabelas 8, 9, 10 e 11:

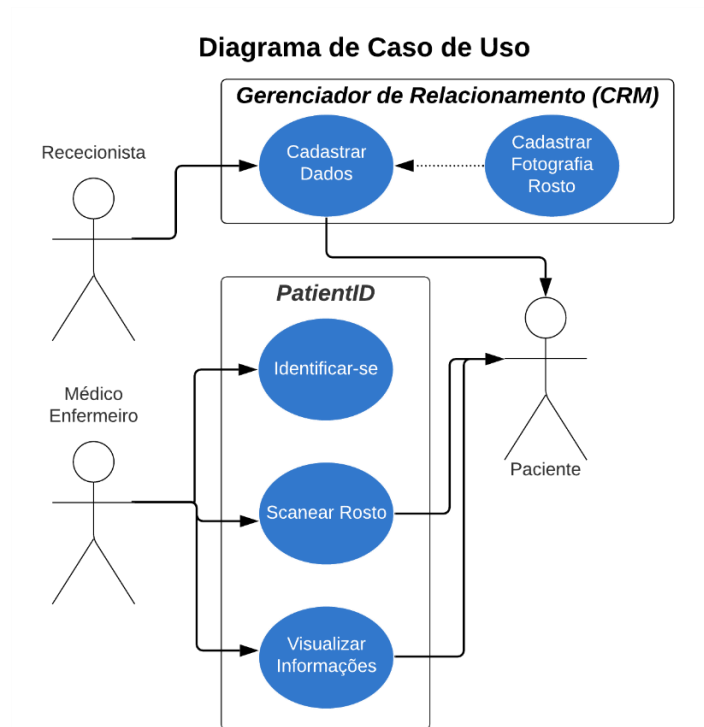


Figura 10 - Diagrama de Caso de Uso  
Tabela 8 - Caso de Uso 01 - UC1 -Cadastrar Dados do Paciente

Caso de Uso	UC1 - Cadastrar Dados do Paciente.
Descrição Geral	O caso de uso se inicia quando a rececionista faz o registo das informações de um paciente.
Atores	Ator Rececionista e Ator Paciente.
Pré-Condições	Não há.
Pós-Condições	Paciente registado e suas informações vinculadas a uma fotografia do seu rosto.
Fluxo Básico	1 - A rececionista regista as informações do paciente no Gerenciador de Relacionamento (CRM); 2 - Após este passo deve ser atribuído alguns retratos do rosto do paciente.
Fluxo Alternativo	O paciente pode optar por não fornecer um retrato, mas também ciente que não haverá como usar a aplicação para si.

Tabela 9 - Caso de Uso 02 - UC2 - Identificação do Médico/Enfermeiro

Caso de Uso	UC2 - Identificação do Médico e/ou Enfermeiro
Descrição Geral	O caso de uso se inicia quando o caso de uso anterior UC1 foi completado com sucesso e as informações da anamnese e os retratos de um paciente já estão armazenados.
Atores	Ator Médico/Enfermeiro.

Pré-Condições	O caso de uso se inicia quando o médico/enfermeiro deseja identificar um paciente.
Pós-Condições	Caso a autenticação seja bem sucedida, inicia-se o UC3. Caso a autenticação seja negada, existe a possibilidade de uma nova tentativa ou de se realizar um novo cadastro.
Fluxo Básico	1 - O utilizador deverá abrir a aplicação no telemóvel e depois de um momento a primeira GUI com a <i>camera</i> aberta já estará visível com as instruções num <i>canva</i> semitransparente. Esta instrução fornece ao utilizador a opção de autenticação ou da realização de um novo cadastro;  2 - Se escolhida a opção de autenticação, o utilizador deve digitar seu ID e recolher um retrato do seu rosto para verificação, pois a identificação é por reconhecimento facial;  3 - Sendo a verificação do seu ID e reconhecimento facial bem sucedida inicia-se o UC3.
Fluxo Alternativo	2A - Se escolhida a opção de um novo cadastro, o utilizador deve digitar seu nome e também recolher um retrato do seu rosto registando a si mesmo no sistema de autenticação e, então, como retorno a aplicação exibirá seu ID único para posterior autenticação voltando ao fluxo básico;  2B - Se a autenticação for negada, existe a possibilidade de uma nova tentativa ou a realização de um novo cadastro.

Tabela 10 - Caso de Uso 03 - UC3 - Scanear Rosto de um Paciente

Caso de Uso	UC3 - Scanear Rosto do Paciente.
Descrição Geral	O caso de uso se inicia quando o médico/enfermeiro já está autenticado conforme o UC2.
Atores	Ator Médico/Enfermeiro e Ator Paciente.
Pré-Condições	Utilizador com sessão iniciada, conforme UC2.
Pós-Condições	Paciente identificado ou paciente não identificado.
Fluxo Básico	1 - Numa estrutura de <i>loop</i> programado, a aplicação procurará em uma API incessantemente por uma imagem do paciente que corresponda a uma outra imagem já existente na sua base de dados;  2 - Uma vez que a <i>camera</i> é emoldurada em uma imagem de um paciente conhecido e o identifica (processo conhecido como reconhecimento facial) haverá um gatilho de evento que irá processar o caso de uso UC4.
Fluxo Alternativo	1A - Caso o utilizador desista de identificar um paciente o mesmo pode clicar no botão de “Sair” da GUI de scanear o rosto revogando sua autenticação e, então, será direcionado à tela inicial de autenticação UC2.

Tabela 11 - Caso de Uso 04 - UC4 - Visualizar Informações do Paciente

Caso de Uso	UC4 - Visualizar Informações
Descrição Geral	O caso de uso se inicia quando caso de uso anterior UC3 foi completado com sucesso e o ator médico/enfermeiro deseja visualizar as informações de um paciente.
Atores	Ator Médico/Enfermeiro e Ator Paciente.
Pré-Condições	Caso de Uso UC3 ainda ativo e <i>camera</i> ainda emoldurada no rosto do paciente.
Pós-Condições	Realidade Aumentada a exibir as informações de um paciente
Fluxo Básico	<p>1 - Uma vez que o gatilho de reconhecimento facial satisfizer com sucesso o UC3 a aplicação vai numa outra API procurar as principais informações deste paciente para, em seguida, sobrepor a imagem da <i>camera</i> com estas informações;</p> <p>2 - Os dados relevantes serão mostrados na parte superior no formato de um <i>canva</i> semitransparente azul e na parte inferior da GUI será exibida também uma imagem de um corpo humano em 3D com ênfase na cor vermelha para a(s) parte(s) do corpo que destacam as partes afetadas ou que estão em tratamento;</p> <p>3 - A imagem 3D exibida em Realidade Aumentada permite ao utilizador interagir com comandos de deslocamento, redimensionamento e rotação no ecrã do telemóvel;</p> <p>4 - Finalizada a visualização das informações a aplicação voltará ao estado do UC3 pronta para scanear um novo rosto.</p>
Fluxo Alternativo	2A - Se durante a exibição das informações houver a perda do foco pela <i>camera</i> da imagem reconhecida que desencadeou o gatilho UC3, as informações deste UC4 desaparecerão do ecrã, sendo necessário ao utilizador voltar ao UC3 para realizar um novo scaneamento.

Pode-se perceber na figura 10 e nas tabelas 8, 9, 10 e 11 as funcionalidades planeadas para a aplicação, o fluxo básico e alternativo de funcionamento com as pré e pós condições.

#### 4.3.2 Requisitos Não Funcionais

Relativamente aos requisitos não-funcionais, destacam-se os seguintes aspetos:

##### 4.3.2.1 Confiabilidade

O sistema deverá apresentar poucas falhas e na ocorrência apresentar mensagens de erros apropriadas.

##### 4.3.2.2 Implementação

Uma vez que a solução é contruída para a aplicação na área médica, é esperado que seja executada numa plataforma móvel *Android*.

### 4.3.2.3 Desempenho

Considera-se essencial que a aplicação apresente um bom desempenho em diferentes dispositivos móveis, de modo a manter uma constante performance no tempo de resposta. Por bom desempenho entende-se a ausência de longos períodos de espera entre as ações de identificação e reconhecimento facial, segundo a ótica do utilizador.

## 4.4 Desenho de Arquitetura

De modo a assegurar que os requisitos sejam atendidos, qualquer solução tecnológica necessita de um planeamento da sua arquitetura para que os recursos que estão disponíveis sejam aproveitados ao máximo. Este projeto segue uma arquitetura orientada a serviços em detrimento à um projeto monolítico que poderia fazer tudo internamente. E, então, os vários requisitos estabelecidos seriam atendidos de forma eficaz e eficiente.

Considerando a premissa referida, procedeu-se à definição, um desenho de arquitetura que utiliza o máximo de APIs e SDKs existentes para cada componente com base nas relações e interações destes componentes envolvidos no sistema.

O processo de estruturação das relações entre componentes, representou um processo evolutivo, sendo a arquitetura final o resultado de diversos aprimoramentos da estrutura inicialmente concebida.

Numa visão global, a figura de desenho de arquitetura a seguir exhibe o desenho planeado de implantação da aplicação como forma a demonstrar a solução.

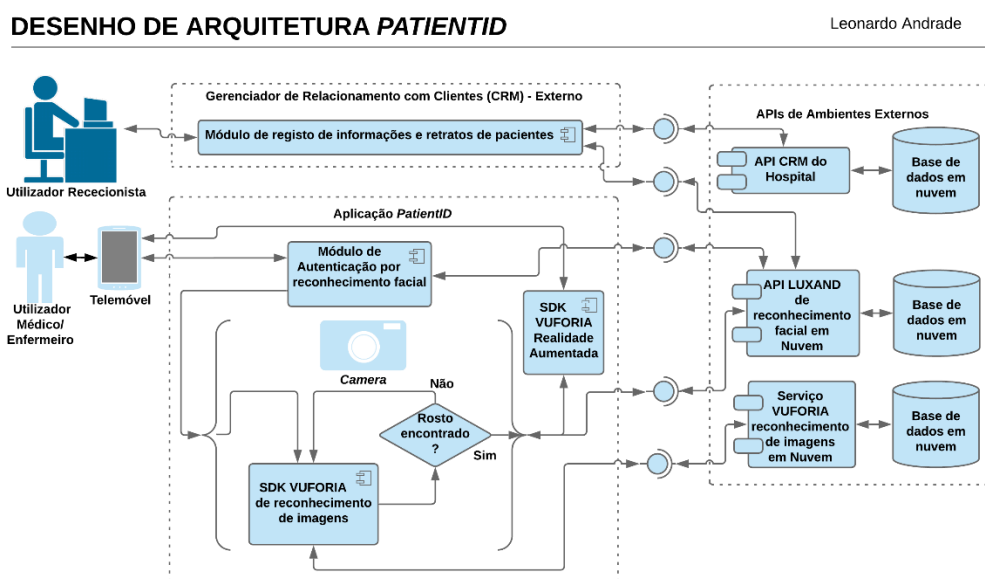


Figura 11 - Visão da Arquitetura da Aplicação

A figura 11 mostra a visão da arquitetura da aplicação *PatientID*, que contém o utilizador com seu telemóvel e as integrações internas e externas com serviços expostos através de APIs e da base de dados acolhida na rede de nuvem.

#### **4.4.1 Suportabilidade**

A aplicação a ser desenvolvida utiliza a ferramenta de desenvolvimento UNITY® versão 2019.2.0b10 e deverá ser compatível com versões posteriores.

A aplicação exportada após desenvolvimento será configurada para ter sua compatibilidade apenas no sistema operativo *Android 6* e versões posteriores.

O SDK VUFORIA® de animações de realidade aumentada a ser utilizada é VUFORIA® *Engine* versão 9.2.7 e deve ser compatível com versões posteriores. Neste mesmo SDK foi utilizado a opção de armazenamento de “imagens alvo” no seu serviço de nuvem VUFORIA® *cloud*.

Para o reconhecimento facial será usada a API *cloud LUXAND*®, que não indica o versionamento atual por ser uma solução de código fechado, mas que naturalmente terá evolução e seu uso deve ser adaptado conforme este processo evolutivo.

Com relação ao Gerenciador de Relacionamento com Clientes (CRM) também não há restrições, mas este deve ser adaptado para fornecer as imagens primárias de pacientes, conforme mencionado no capítulo 4.2.2 de Engenharia da Informação.

Não existem restrições à capacidade de suporte de outras ferramentas, SDKs ou versões de sistema operativo que façam as mesmas funções, pelo que deve presumir-se que, se alguma delas for alterada, poderá não obter os mesmos resultados.

#### **4.4.2 Precedência e Prioridade**

- Autenticação do Médico/Enfermeiro por reconhecimento facial;
- Identificação do paciente por reconhecimento facial;
- Apresentar as informações relevantes do paciente identificado.

## 4.5 Estrutura do Projeto - Implementação

Para utilizar as SDKs e APIs da VUFORIA® e LUXAND® são necessários alguns passos de preparação. As figuras a seguir demonstram esta preparação na questão criação de licenças, população das bases de dados em nuvem, simulando a integração do CRM com aplicação e outros passos importantes para a integração completa. Cada imagem será seguida de comentários e explicações:

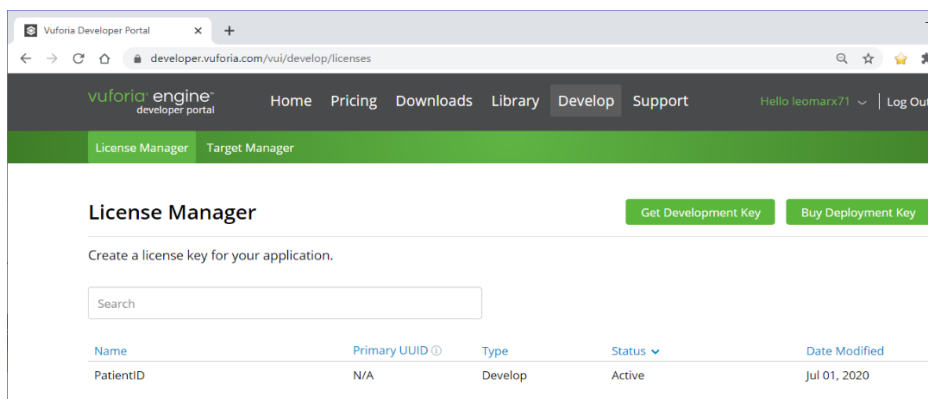


Figura 12 - Criação e Gestão de Licença VUFORIA®

A figura 12 demonstra a criação de uma licença para utilizar o SDK.

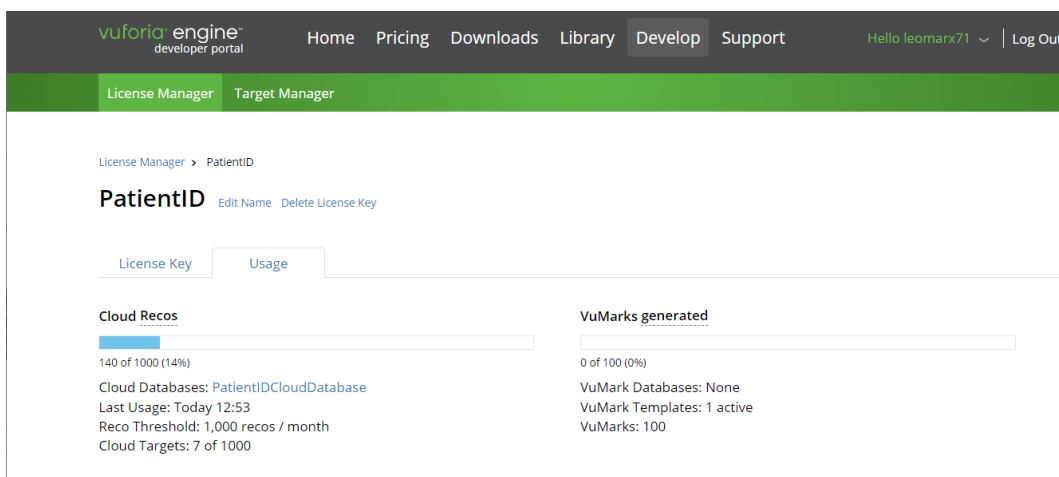


Figura 13 - Chave da Licença e Limites de Uso

A figura 13 ocorre quando já é possível ver a licença que foi criada e os limites de uso para licenças do tipo “desenvolvedor”.

**Target Manager** Add Database

Use the Target Manager to create and manage databases and targets.

Search

Database	Type	Targets	Date Modified
MedReAR	Device	1	Oct 30, 2019
PatientIDCloudDatabase	Cloud	7	Jul 01, 2020

Figura 14 - Lista de Base de Dados

Na figura 14, com uma licença ativa é possível criar e listar as bases dados que podem ser do tipo *device*, dentro da aplicação, ou *cloud*. Para esta solução, foi utilizada a *cloud*, onde cada requisição vem ao serviço de nuvem por meio de uma API para consultar a base de dados de “imagens-alvo”.

Target Manager > PatientIDCloudDat...

**PatientIDCloudDatabase** Edit Name

Type: Cloud  
License Key: PatientID

Targets (7) Database Access Keys

Add Target Search by target name or target ID

Target Name	Rating	Recos	Status	Date Modified
face_mulher_branca_2	★★★★★	4	Active	Jun 30, 2020 21:13
face_homem_branco_3	★★★★★	42	Active	Jun 30, 2020 21:13
face_homem_branco_2	★★★★★	16	Active	Jun 30, 2020 21:12
face_mulher_branca_1	★★★★★	17	Active	Jun 30, 2020 21:12
face_homem_negro_1	★★★★★	20	Active	Jun 30, 2020 21:12
face_homem_branco_1	★★★★★	36	Active	Jun 30, 2020 21:11
IDPatient	★★★★★	255	Active	Oct 30, 2019 19:37

Figura 15 - Gestor de "Imagens-Alvo"

A figura 15 é onde é possível gerir a base dados de “imagens-alvo” que podem ser reconhecidas no futuro na utilização da aplicação. Como simulação da integração com o CRM os carregamentos de imagens devem ser feitos antecipadamente. Após certo tempo de uso reconhecendo as imagens é possível ver o *rating* que é um sistema interno da VUFORIA® que indica se o algoritmo já está a identificar a imagem em várias condições de iluminação, por exemplo.

Igualmente para o uso da API da LUXAND® são necessários alguns passos preparatórios.

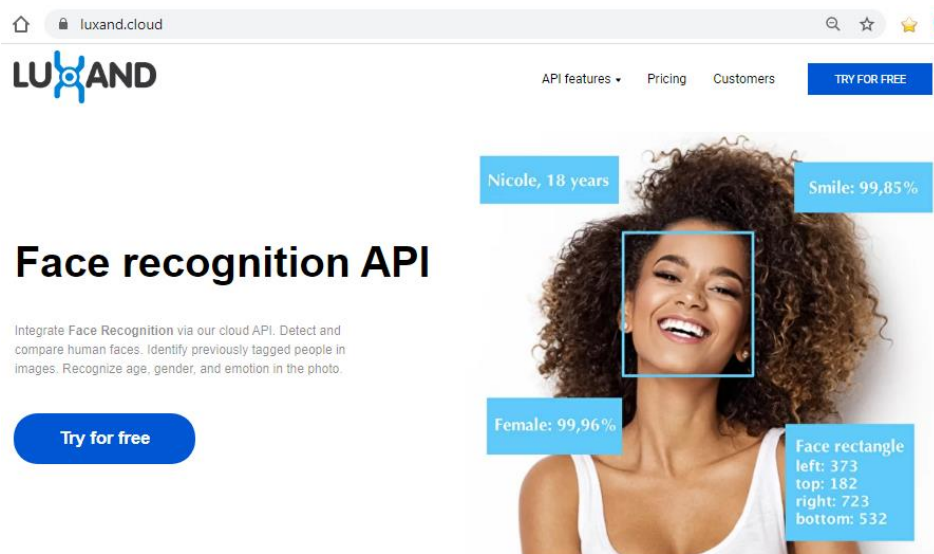


Figura 16 - LUXAND® - API de Reconhecimento Facial

Na figura 16 demonstra a página inicial, onde é necessário fazer uma inscrição na plataforma para receber um *token* para utilizar as APIs.

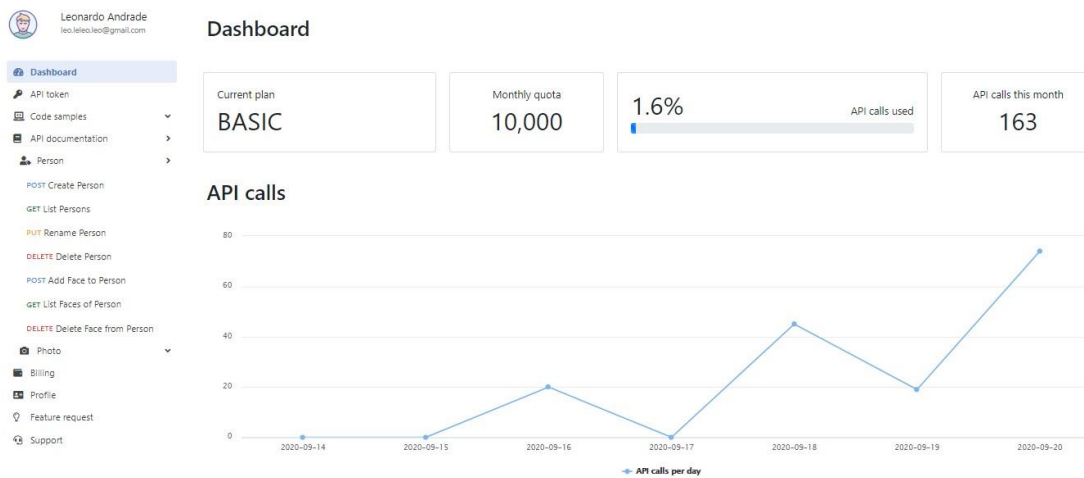


Figura 17 - Tela inicial LUXAND®

Logo após a inscrição, na figura 17 é possível ver o *dashboard* principal, que mostra o tipo de licença, os limites mensais, a utilização diária e as informações de cobrança.

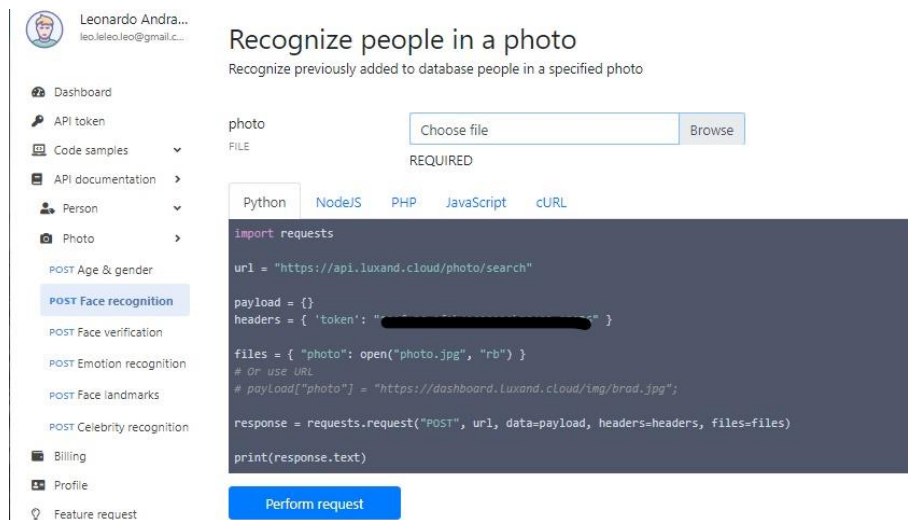


Figura 18 - Documentação LUXAND®

Na figura 18 é possível ver que existe uma documentação com exemplos do uso das API em diversas linguagens de programação como, *Python, NodeJS, PHP, JavaScript e cURL*. A forma de integração com as APIs LUXAND® deve utilizar os protocolos via REST (*Representational State Transfer*).

Seguindo a documentação e a simulação de integração com o CRM, deve-se fazer requisições REST com o objetivo de criar na base de dados o perfil do paciente e vincular fotografias de pacientes que futuramente poderão ser identificados. Esta ação preparatória está de acordo com o que foi mencionado no item 4.2 Engenharia da informação.

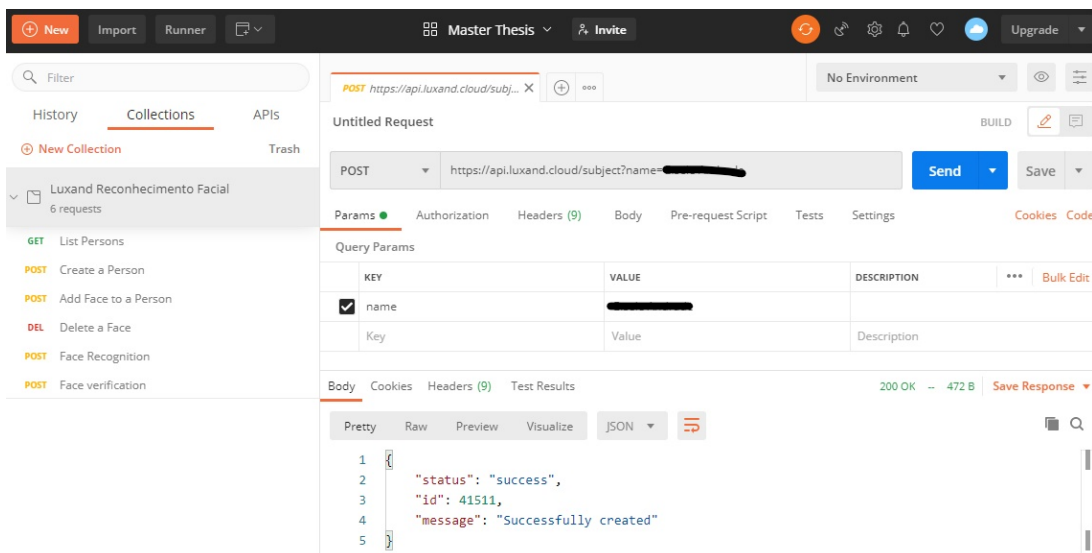


Figura 19 - API de Cadastro de Informações

A figura 19 acima é um exemplo de um cadastro com sucesso dos dados de um paciente.

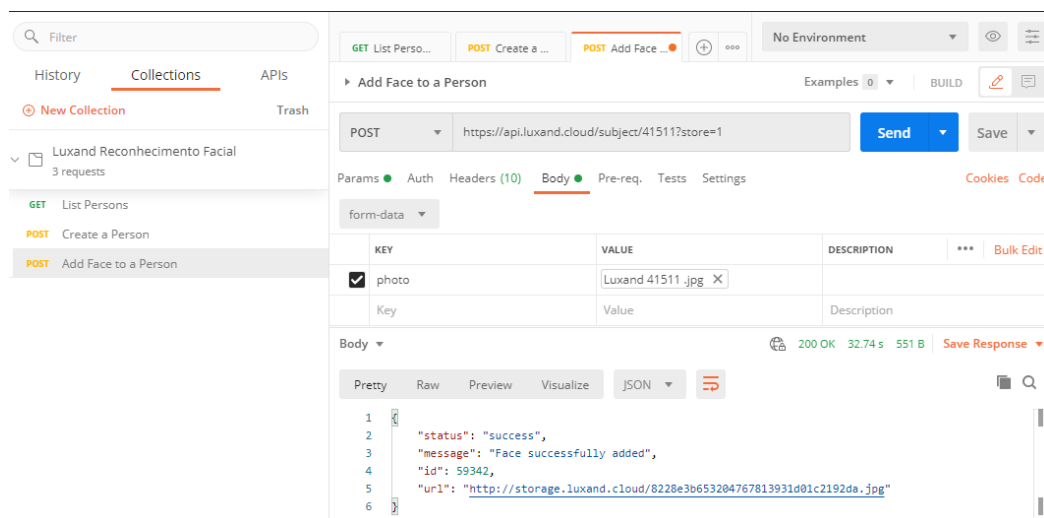


Figura 20 - API de Cadastro Fotos

A figura 20 acima é o momento de associação de uma imagem do rosto aos dados cadastrados. É possível associar mais de uma imagem ao perfil da pessoa.

Após o cadastro já é possível fazer o reconhecimento e/ou verificação. As figuras 21 e 22 a seguir são respectivamente uma simulação de um reconhecimento facial e uma verificação facial pela API LUXAND®. A API recorta o rosto da foto enviada e examina por completo a base de dados. O retorno da API é o resultado numérico da probabilidade desta segunda imagem ser alguma pessoa previamente cadastrada. Já na verificação é um processo mais rápido, pois como premissa deve ser indicado um ID da pessoa cadastrada.

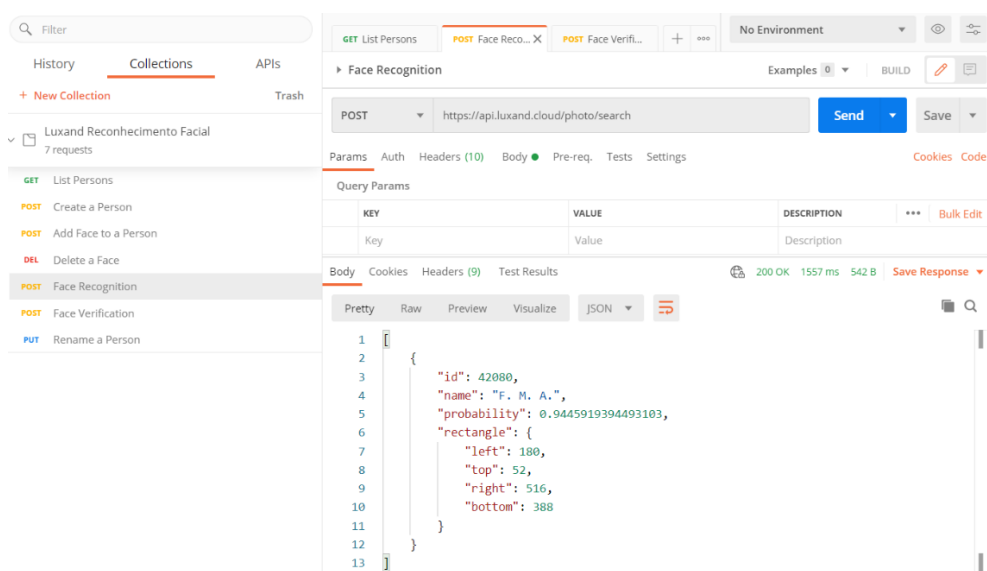


Figura 21 - API de Reconhecimento Facial

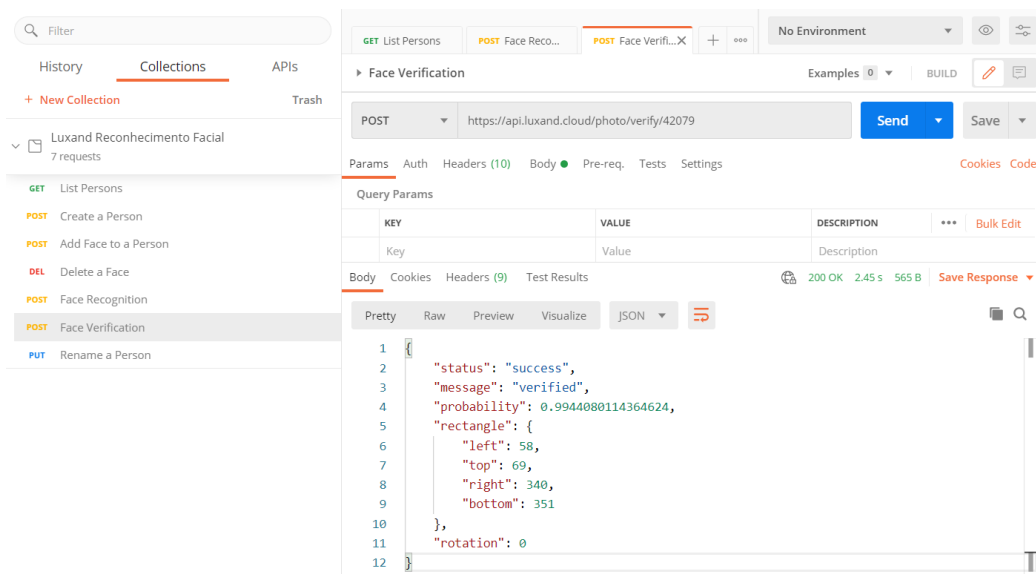


Figura 22 - API de Verificação Facial

Na figura 21 é possível ver o resultado da busca, onde a API informa o ID da pessoa a localização do rosto na foto e que há uma probabilidade de 94,45% de ser a pessoa cadastrada.

Na figura 22 é possível ver o resultado da verificação facial, onde a API informa a localização do rosto na foto e que há uma probabilidade de 99,44% de ser a pessoa informada.

#### 4.5.1 Codificação do Projeto em UNITY®

A codificação em UNITY® consiste na criação de componentes que faz a execução de *scripts* na linguagem de programação C# (*CSharp*), a parte de *design* fica por comandos “*drag and drop*” e na importação de objetos externos. Para projetos que tem como base o uso de realidade aumentada, se faz necessário a importação da SDK VUFORIA®.

Seguindo o desenho de arquitetura, primeiro foi criado um módulo de autenticação por reconhecimento facial para identificar com precisão também o utilizador. E numa segunda GUI, após a autenticação, é carregado o módulo de realidade aumentada.

A imagem a seguir demonstra a área de trabalho da ferramenta UNITY®, após todo o desenvolvimento do protótipo concluído.

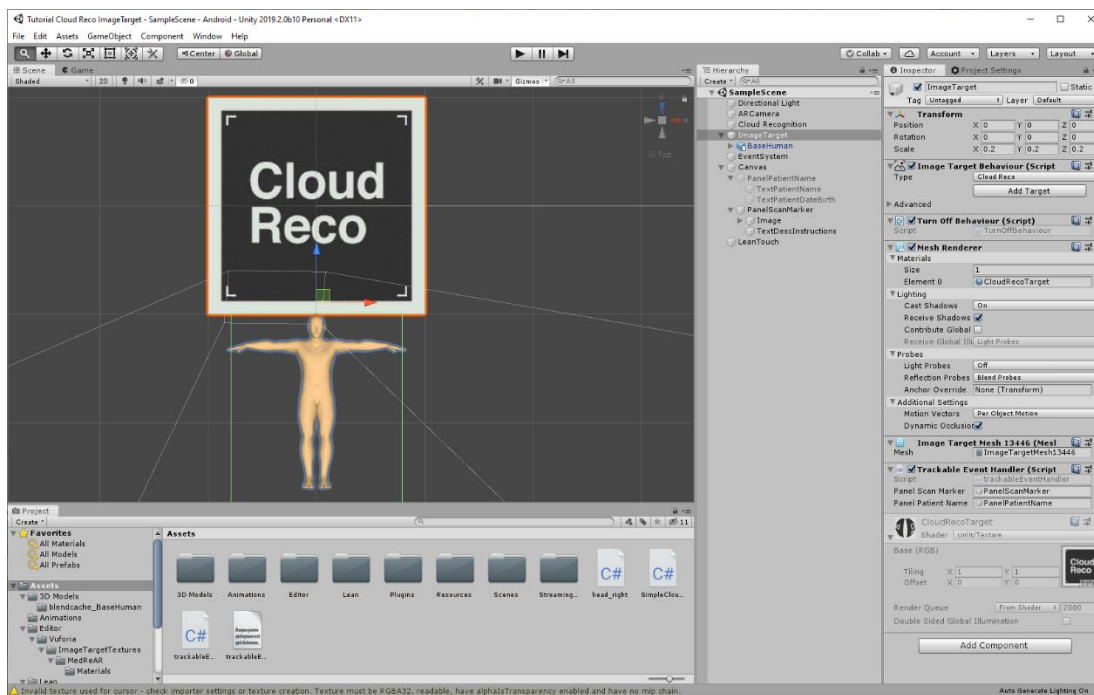


Figura 23 - GUI de Desenvolvimento UNITY®

A figura 23 demonstra a GUI de desenvolvimento de aplicações com UNITY®. Na imagem a seguir a lista de componentes presentes na aplicação.

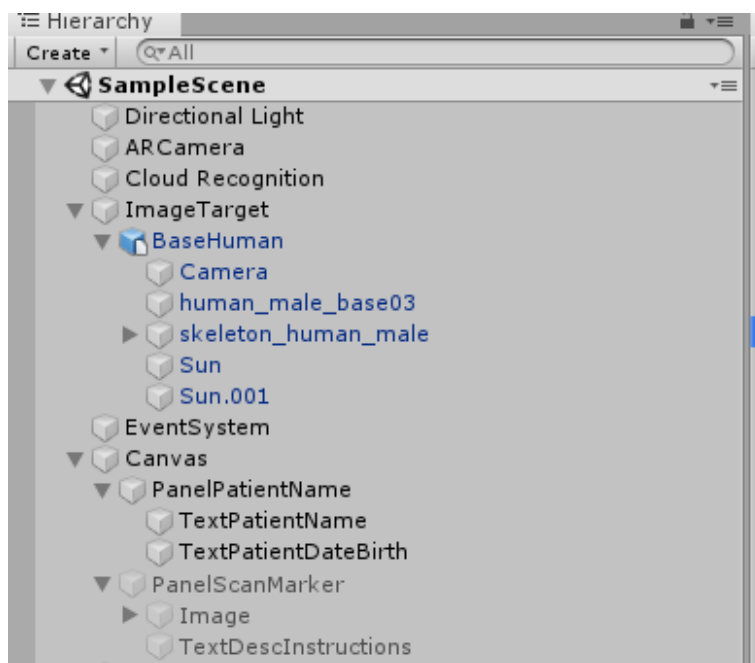


Figura 24 - Árvore Hierárquica do Projeto

Para explicar a figura 24 a seguir é apresentada a função dos principais componentes em uma ordem lógica de construção:

**Canvas:** Componentes que foram utilizados para exibir as informações de instrução de uso da aplicação e também utilizado para exibir os botões na GUI de autenticação.

**ARCamera:** Principal componente para que se possa trabalhar com Realidade Aumentada, pois habilita a *camera* do telemóvel. Neste componente devemos importar a licença da SDK VUFORIA® adquirida, conforme as instruções do subcapítulo 4.5.1.

**LeanTouch:** Componente que permite interações de redimensionamento e rotação com os objetos de realidade aumentada que serão exibidos através de comando de toque no ecrã do telemóvel.

**Cloud Recognition:** Componente da SDK VUFORIA® que habilita a aplicação buscar em tempo real as imagens obtidas pela *camera* na base de dados de nuvem a imagem-alvo.

**BaseHuman:** Componente/imagem em 3D de um corpo humano que será exibido com o aspeto de realidade aumentada após a imagem-alvo ser reconhecida.

**ImageTarget:** Componente que valida a existência da imagem-alvo capturada pela *camera* do telemóvel na base de dados de nuvem VUFORIA®. Neste componente também é associado um *script C# trackableEventHandler* a ser executado quando a imagem-alvo for encontrada.

A principal função base deste *script* é ativar a realidade aumentada e o *script* foi enriquecido com uma codificação adicional para enviar uma requisição para a API LUXAND® de reconhecimento facial para validar a identidade do paciente, completando assim os eventos de fluxo de trabalho do Caso de Uso.

De seguida alguns trechos importantes deste *script*. Os mesmos serão seguidos de comentários para facilitar a leitura.

#### 4.5.1.1 TrackableEventHandler script

TrackableEventHandler.cs

```
1.  /*=====
2.  ==
3.  Copyright (c) 2020 Leonardo Andrade. All Rights Reserved.
4.  Confidential and Proprietary - Protected under copyright and other laws.
5.  */
6.  using UnityEngine;
7.  using UnityEngine.Networking;
8.  using Vuforia;
9.  using SimpleJSON;
10. using System;
11. using System.Collections;
12.
13. public class trackableEventHandler : MonoBehaviour, ITrackableEventHandler {
14.     public virtual void OnTrackingFound()
```

```

15.     {
16.         if (mTrackableBehaviour) {
17.             var rendererComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildr
en<Renderer>(true);
18.             var colliderComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildr
en<Collider>(true);
19.             var canvasComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildren
<Canvas>(true);
20.
21.             // Enable rendering, colliders and canvas
22.             foreach (var component in rendererComponents)
23.                 component.enabled = true;
24.             foreach (var component in colliderComponents)
25.                 component.enabled = true;
26.             foreach (var component in canvasComponents)
27.                 component.enabled = true;
28.             // Enable Panel PatientID data and hide Instructions Panel
29.             PanelScanMarker.SetActive(false);
30.             PanelPatientName.SetActive(true);
31.         }
32.     }
33.
34.     public virtual void OnTrackingLost()
35.     {
36.         if (mTrackableBehaviour) {
37.             var rendererComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildr
en<Renderer>(true);
38.             var colliderComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildr
en<Collider>(true);
39.             var canvasComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildren
<Canvas>(true);
40.
41.             // Disable rendering, colliders and canvas
42.             foreach (var component in rendererComponents)
43.                 component.enabled = false;
44.             foreach (var component in colliderComponents)
45.                 component.enabled = false;
46.             foreach (var component in canvasComponents)
47.                 component.enabled = false;
48.             // Enable Panel PatientID data and hide Instructions Panel
49.             PanelPatientName.SetActive(false);
50.             PanelScanMarker.SetActive(true);
51.             // Sets Patient's data to null
52.             probabilityUpdater.UpdateProbability("NA", "NA", 0);
53.         }
54.     }

```

Neste excerto de código pode se identificar a lógica de quando a imagem de um paciente for capturada invocando o método *OnTrackingFound* e a invocação do seu oposto na perda do foco (*OnTrackingLost*), linhas 14 e 34 respetivamente

Ainda no *TrackableEventHandler.cs*

```

55.
56.     IEnumerator LuxandFaceAPIRequest(int neverUsedButMandatory)
57.     {
58.         //Sets variables of photo to later call Luxand FaceRecognition
59.         String vuforiaPhotoName = mTrackableBehaviour.TrackableName;
60.         String vuforiaPhotoID = vuforiaPhotoName.Substring(10, 5);
61.
62.         //Creates VUFORIA URL photo to compare
63.         String faceToRecognizeURL = "https://vws.vuforia.com/targets/" + vufor
iaPhotoName + ".jpg";
64.         System.Diagnostics.Debug.WriteLine(faceToRecognizeURL);
65.
66.         //Creates first LUXAND URL to make faceRecognition
67.         String luxandVerifyURL = "https://api.luxand.cloud/photo/verify/" + vu
foriaPhotoID;
68.         System.Diagnostics.Debug.WriteLine(luxandVerifyURL);
69.
70.         //Creates second LUXAND URL to get PatientName
71.         WWWForm form = new WWWForm();
72.         form.AddField("photo", faceToRecognizeURL);
73.
74.         //send POST to Luxand to make faceRecognition
75.         UnityWebRequest request1 = UnityWebRequest.Post(luxandVerifyURL, form)
;
76.         request1.SetRequestHeader("token", "191fc26a1f1b41658930b78483a27136")
;
77.         yield return request1.SendWebRequest();
78.         if (request1.isNetworkError || request1.isHttpError) {
79.
80.             System.Diagnostics.Debug.WriteLine("erro conectividade");
81.             yield break;
82.         }
83.         //Converts response to JSON
84.         JSONNode response1 = JSON.Parse(request1.downloadHandler.text);
85.
86.         //GET status and probability data from response
87.         String status = response1["status"];
88.         System.Diagnostics.Debug.WriteLine("status " + status);
89.         String probability = response1["probability"];
90.         System.Diagnostics.Debug.WriteLine("probability " + probability);
91.

```

Neste segundo excerto, pode se visualizar a requisição realizada através do método POST para a API LUXAND®. Um dos parâmetros da requisição é o envio da foto capturada pela SDK VUFORIA para ser comparada por URL (linha 67).

#### 4.5.2 Desenho da Interface

O desenho da interface foi planejado para ser simples, objetivo e interativo. Dividido em 2 grandes módulos, o primeiro refere-se ao módulo de autenticação por RF e o segundo apresenta o módulo de RA em conjunto com o RF do paciente.

A GUI do primeiro módulo apresenta um *canva* conforme as figuras 25, 26, 27 e 28 a seguir:



Figura 25 - Carregamento Inicial da Aplicação (Esquerda)

Figura 26 - *Canva* Instruções de Login UNITY® (Direita)



Figura 27 - *Canva* com a Captura da Imagem do utilizador (Esquerda)

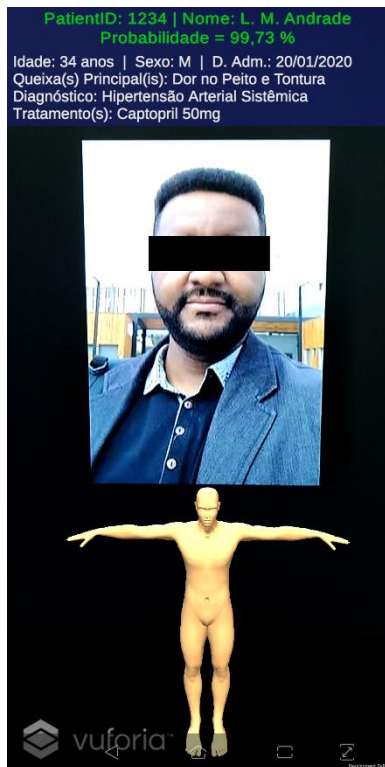
Figura 28 - *Canva* Instruções VUFORIA® (Direita)

As figuras 25, 26, 27 representam a GUI de autenticação. São exibidos dois botões, um para iniciar a sessão e outro para criar uma conta. A exibição das instruções na parte superior explica com detalhes como fazer ambos os processos.

Na hipótese de uma autenticação com sucesso é exibida a nova GUI da figura 28. O utilizador segue para o segundo módulo que também exhibe as instruções de como o utilizador deve proceder. Essa também permanecerá no ecrã enquanto a *camera* não for emoldurada para uma imagem paciente já cadastrado previamente. Assim sendo satisfeita essa condição, as instruções desaparecem e então as informações do paciente identificado serão exibidas em realidade aumentada.

As figuras GUI a seguir são exemplos da aplicação em funcionamento e do resultado de uma identificação bem sucedida, já exibindo com realidade aumentada as informações do paciente e uma representação 3D do seu corpo, com destaque para a parte que está em tratamento.

Figura 29 - (A; B; C; D; E; F) Diversas Páginas da GUI da Aplicação Móvel *PatientID*



A



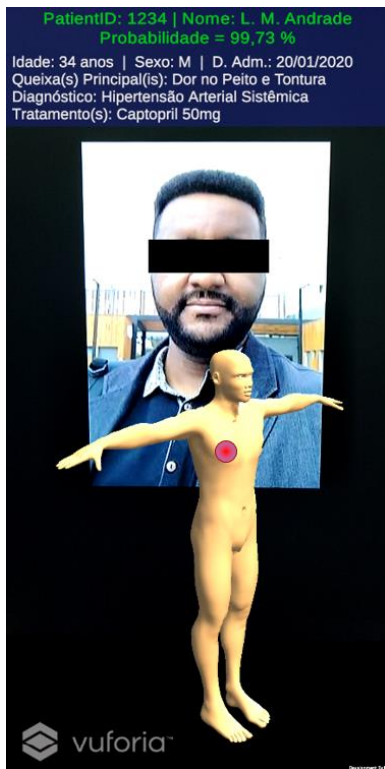
B



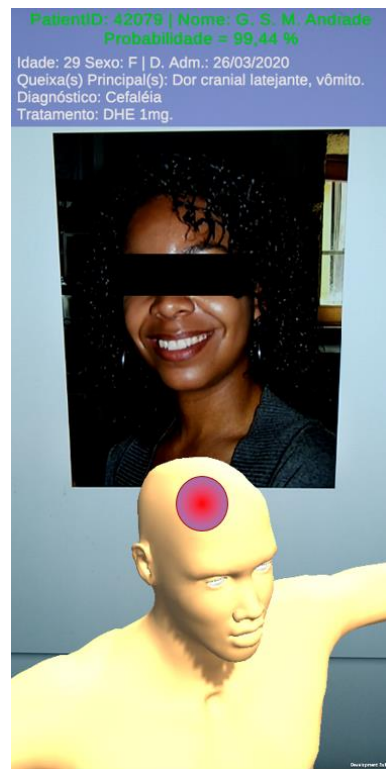
C



D



E



F

As figuras 29A e 29B representam o momento em que a aplicação identifica alguns pacientes. A partir do momento em que a aplicação reconhece a imagem previamente registada, é exibido na parte superior as principais informações de um registo médico de um paciente como: Número, Nome, Idade, Sexo, Data de Admissão, Queixa(s) Principal(is), Diagnóstico e Tratamento.

Já as figuras 29C e 29D demonstram a aplicação quando da interação de comandos de redimensionamento e/ou rotação ocorrem com o modelo que está a ser exibido em realidade aumentada. O componente *LeanTouch* que habilita esta função, foi desenhado com o intuito de ampliar a capacidade e permitir ao utilizador explorar as zonas críticas com maior detalhamento.

Em seguida as figuras 29E e 29F, destacam o momento onde é possível visualizar com maior detalhe a(s) zona(s) crítica(s) do paciente que está em tratamento.



## 5 Discussão e Considerações

O presente capítulo mostrará o inquérito de campo e seus resultados relevantes, as considerações sobre o desenvolvimento e as tecnologias envolvidas, a comparação de RF com as tecnologias alternativas e considerações sobre a classificação da aplicação do ponto de vista das ciências humanas.

### 5.1 Inquérito de Campo

Estabelecidas as regras e leis que definem alguns conjuntos de metas de boas práticas como campanha para a redução de incidentes de identificação errada, pode ser questionável: *“o porque estes conjuntos não têm funcionado na prática?”* De quem seria de fato a culpabilidade do fracasso na tentativa de melhorar a segurança?

Em sua hipótese Silva (2012) acredita que *“(...) um dos aspetos mais frustrantes para os pacientes e profissionais parece ser o aparente fracasso dos sistemas de saúde para aprender com seus erros. Demasiadas vezes, nem os fornecedores, nem as organizações de saúde informam quando ocorre um incidente, tampouco compartilham o que aprenderam quando o inquérito é realizado”*.

Esta negligência no momento de informar que ocorreram incidentes (subnotificação) já foi amplamente revista por James (2013). Cautelosamente é possível afirmar que deve existir um certo constrangimento por parte do profissional que incorreu em erro ou da instituição que não reporta. Mas com base nesta afirmação de Silva (2012) percebemos que nesse processo há muitos envolvidos para além do médico e paciente neste processo e não há como afirmar que apenas os profissionais ou pacientes devem ser responsabilizados. Isso faz com que a responsabilidade em manter o paciente seguro não seja só dos profissionais que prestam a assistência, mas de todos os componentes do sistema – gestores, administradores e instituições em geral.

Foi elaborado um questionário para obter a opinião do público geral e de profissionais da área da Saúde sobre o que pensam sobre o problema apresentado e sobre a solução que esta pesquisa propõe.

No total foram obtidas 19 respostas, onde todos os entrevistados receberam uma breve introdução do problema (IBSP, 2015b), os objetivos deste projeto e como seria o funcionamento da aplicação em ambiente hospitalar. Destaca-se a seguir algumas respostas obtidas neste inquérito:

- 1) Para si, a identificação correta de um paciente internado é um item importante para garantir a segurança e qualidade nos cuidados prestados ao paciente? Se possível justificar.

*"Sim, é importante identificar para a prevenção de erros como falha ou alteração de medicação, procedimentos incorretos ou não realizados quando necessário. Agilidade em casos de procedimentos urgentes". (L. M. A., Farmacêutica)*

*"Sim, é importante, já que pode ter os mesmos nomes populares iguais. Por exemplo, 'Carlos Silva' pode ser confundido com outro e os cuidados pelos quais o paciente está internado podem trazer complicações hospitalares (medicamentos trocados, etc.)". (Valdir Novaes, Autônomo)*

*"Acredito que a aplicação ajudaria efetivamente na identificação. Ainda mais para o meu caso em que tenho um nome que não corresponde à minha etnia (japonesa), que na maioria das vezes sou obrigado a identificar-me mais do que uma vez com documentos para provar 'que eu sou eu'". (A. C. C., Analista de Sistemas)*

*"Sim desde o preenchimento correto na recepção com itens que facilitam a identificação do paciente". (F. M. A., Enfermeira Aposentada)*

- 2) Atualmente, que métodos você conhece que o hospital usa para garantir a correta identificação de um paciente?

*"No Brasil temos recomendações oficiais para este protocolo que contempla a utilização do nome completo seguido de um registo numérico". (K. P., Diretora do IBSP)*

*"A verificação de documentos pessoais com foto para abertura do registo médico do paciente, para além do uso de uma pulseira com nome completo, data de nascimento e nome da mãe do paciente". (E. H. M., Analista de Sistemas)*

*"Verificar a ficha individual do paciente + pulseira de identificação + verificação com o paciente ou membro da família". (A. S., Psicólogo)*

- 3) No ramo de tecnologia, de acordo com a aplicação descrita no início, você acredita que ela poderia reduzir significativamente os incidentes de identificação errada? Se sim e possível justificar.

*"Sim, esta tecnologia pode agilizar cuidados e aumentar a segurança do paciente". (L. M. A., Farmacêutica)*

*“Imprescindível, necessário saber o histórico dos pacientes e identificação através de um registo médico digitalizado”. (J. A. F. M., Auxiliar de Dentista)*

*“Sim, acredito que o reconhecimento facial reduz consideravelmente esse tipo de mal-entendido”. (W. F. Jr., Analista de Tecnologia Bancária)*

- 4) Na unidade de cuidados intensivos (UCI), você acredita que uma aplicação como esta pode aumentar a eficiência e eficácia da equipe médica no atendimento dos pacientes?

*“Sim, não só da equipa médica, mas de todos os profissionais envolvidos no cuidado”. (K. P., Diretora do IBSP)*

*“Depende do número de empregados”. (D. R. I., Gestor de Sector de Enfermagem)*

*“Sim, e pode evitar falhas de comunicação da equipa”. (L. M. A., Farmacêutica)*

- 5) Considerando o uso eficaz da aplicação, que percentagem de incidentes você acredita que podem ser evitados?

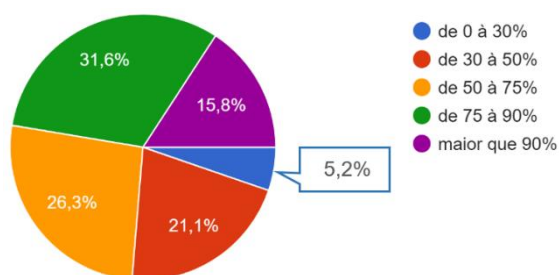


Figura 30 - Percentagem de Incidentes que os Inquiridos Acreditam que Podem ser Evitados

A figura 30 mostra a percentagem de incidentes que os inquiridos acreditam que se possam ser evitados com o uso da aplicação. Ele mostra que 73,7% estão otimistas e acreditam que a aplicação poderá evitar mais de 50% dos incidentes.

- 6) Numa escala de 1 a 10 quão relevante é uma aplicação como esta para si ou para sua organização ? (

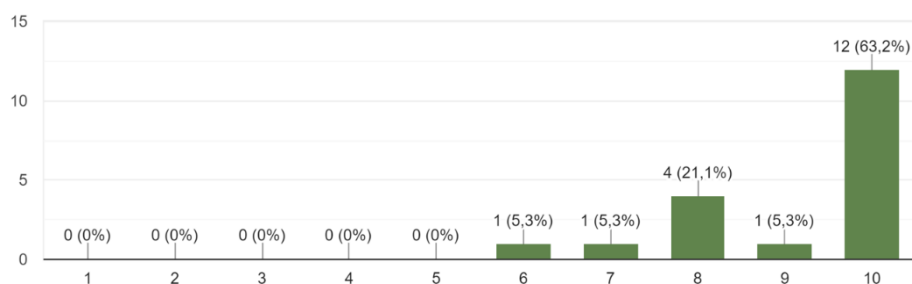


Figura 31 - Gráfico que Representa Quão Relevante é a Aplicação para os Inquiridos

A figura 31 mostrou que 63,2% tem a percepção de uma aplicação altamente relevante.

7) Dada a relevância da proposta da aplicação para reduzir os erros de identificação, quanto tempo você esperaria ver a aplicação sendo utilizada nos hospitais?

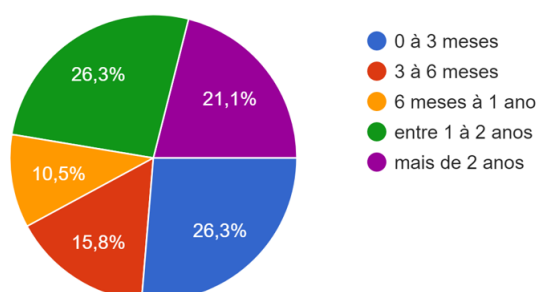


Figura 32 - Prazo Estimado que os Inquiridos Esperam Ver a Utilização da Aplicação

A figura 32 mostra o tempo expeável que os inquiridos esperam ver o uso efetivo da aplicação nos centros médicos e hospitais.

Em resumo, os resultados do inquérito aplicado foram construtivos. Com ele pode se perceber que os pacientes não encaram o RF como perda de privacidade, e sim, como um ganho nos aspetos de segurança do paciente e consideram que será útil durante a sua estadia no hospital, em casos que estiverem desacompanhados ou incapacitados de se identificarem por si mesmos. Consulte o Apêndice A para ver na íntegra como o inquérito foi mostrados aos entrevistados.

## 5.2 Considerações Sobre o Desenvolvimento

A ferramenta de desenvolvimento escolhida UNITY® em conjunto com a SDK VUFORIA®, teve um bom desempenho para a construção do módulo de realidade aumentada, e o componente “Cloud Reco”, que expandiu com funções de reconhecimento de imagens também pode ser utilizado com o conceito de reconhecimento facial.

Esta característica removeu um certo grau de complexidade do desenvolvimento do projeto. Adicionada à esta adaptação da SDK VUFORIA®, as API da LUXAND® proveu uma solução completa para reconhecimento facial e o seu consumo por métodos REST facilitou a integração.

Outro recurso que foi apreciado na ferramenta de desenvolvimento UNITY® foi a capacidade de extrair o resultado em diversas linguagens e essa característica permitiu que a aplicação fosse extraída para o sistema operativo *Android* compatível para ser importada em outra interface de desenvolvimento, assim como também permitiu a exportação no formato *Android Package* para instalação direta em dispositivos móveis.

As modelagens de efeitos no objeto de corpo humano em 3D com a ferramenta *Blender*, foram complexas e parte de realidade aumentada que deveria apresentar uma interatividade maior com a exploração das zonas crítica através de texturas, teve de ser representada manualmente.

## **5.3 Considerações Sobre Outras Formas de Identificação**

Para resolver os problemas atuais com a verificação do paciente, alguns hospitais adaptaram outras tecnologias para solucionar os problemas de identificação errada. A seguir as tecnologias e as considerações em comparação ao reconhecimento facial.

### **5.3.1 Impressão Digital (Biometria)**

Conforme identificado no levantamento bibliográfico, os meios biométricos de verificação são um dos mais fiáveis e, sim, a impressão digital poderia ser uma alternativa ao reconhecimento facial, mas as implicações é que a recolha de impressões digitais requer que os pacientes coloquem fisicamente o dedo no scanner todas as vezes. Outra limitação é o risco de contágio de doenças e/ou microrganismos infecciosos entre os pacientes, porque entre cada leitura digital faz-se necessário um processo de esterilização do leitor.(Jeon *et al.*, 2019).

### **5.3.2 Leitura de Íris (Biometria)**

Assim como o tópico antecessor, este também é relevante por ser biométrico e tem um pouco menos de limitação que a verificação por impressão digital. Contudo a leitura de íris seria ideal, se não houvesse uma limitação na verificação de pacientes inconscientes, ao contrário, do reconhecimento facial (Jeon *et al.*, 2019).

### **5.3.3 RFID**

Existem pulseiras digitalizadas descartáveis de identificação de radio frequências (RFID), para verificação do paciente. Como o método típico de identificação é pedir aos pacientes para confirmarem o seu nome e/ou número do paciente, estas informações podem ser armazenadas dentro uma TAG (*Tagging*) de RFID. A TAG permite ser lida de forma digital e constituiria em uma melhoria de processo de verificação. No entanto, a limitação de empregar objetos físicos anexados aos pacientes, como esta pulseira RFID é que o objeto deve sempre estar em local visível e mantido seguro (Jeon *et al.*, 2019).

## 5.4 Considerações Sobre Sistemas Especialistas (SIES)

Na área de ciências exatas deve-se ser cauteloso na construção de sistemas que envolvem ciências humanas e que propõe resolução de problemas deste ramo, uma vez que sistemas que produzem alguma informação como resultado de uma análise de fatores humanos podem ser classificados como sistemas para apoio a tomada de decisão ou mais comumente chamados de Sistemas Especialistas (SIES).

A questão aqui a ser abordada é que muitas das aplicações classificadas como SIES tem baixo acolhimento pela equipa médica e podem fracassar comercialmente, pois estes sistemas são utilizados somente em casos quando a opinião médica diverge sobre um determinado diagnóstico e então o SIES é consultado a fim de dar suporte a decisão (Pellegrini, 1997).

Pellegrini ainda conclui que para os SIES serem mais aceitos nas rotinas clínicas, os próprios utilizadores devem ser os primeiros a serem convencidos sobre a segurança, exatidão e eficiência do SIES, assim, não se deve estranhar o fato de que estes sistemas fracassem quando aplicados na prática médica.

Para a aplicação *PatientID*, a depender do ponto de vista, não deve recair essa classificação, porque seu objetivo é ser utilizado como uma aplicação rotineira dos atendimentos médicos hospitalares e com a característica de prevenção dos incidentes de identificação errada, assim não cabe a ela ser classificada sobre esta perspectiva.

## 6 Conclusões

O presente capítulo compreende a secção 6.1 que apresenta a relação entre os objetivos iniciais propostos na secção 1.2 com os objetivos que foram implementados e alcançados. Na secção 6.2 a apreciação final e na secção 6.3 os trabalhos futuros.

### 6.1 Objetivos Propostos e Objetivos Realizados

O projeto de dissertação do presente documento descrevia 4 grandes objetivos, e após concluída a pesquisa do estado da arte pelo capítulo 2, se comprovar o valor da investigação destes objetivos pela extensa análise de valor apresentada no capítulo 3, a apresentação do desenho, implementação e dos testes da aplicação no capítulo 4, é possível fazer as conclusões de todo o trabalho.

#### 6.1.1 Estudo e Investigação Sobre Segurança do Paciente

Foi possível compreender que seguir um conjunto de boas práticas é uma ação fundamental para garantir a segurança do paciente e para compreender o conceito de "segurança do paciente" e a segurança no domínio da Saúde como um risco a ser bem gerido e que a melhor maneira de realizar a gestão destes riscos é delegar para sistemas informáticos as tarefas humanas que possuem uma maior probabilidade de erro.

#### 6.1.2 Estudo e Investigação sobre Realidade Aumentada e Reconhecimento facial

Conclui-se que pela revisão bibliográfica que são duas tecnologias que devem se tornar referência nos próximos anos para diversas aplicações a serem exploradas em todos os ramos. Especificamente para realidade aumentada conclui-se que será a tecnologia que tem o potencial de ser o novo paradigma de simulações e no contexto hospitalar e especificamente para o reconhecimento facial conclui-se que é uma tecnologia que possui uma precisão

biométrica altamente fiável e deve ser utilizada para prover segurança em diversas áreas, incluindo a área médica.

### **6.1.3 Desenvolvimento da Aplicação Móvel (*PatientID*)**

Conclui-se que a aplicação tem valor de uso e as tecnologias de reconhecimento facial e realidade aumentada agregadas à aplicação, aumentam e justificam ainda mais o valor de mercado. A aplicação está pronta a ser testada em ambiente hospitalar, como forma de aumentar a segurança dos pacientes hospitalizados e em especial à dos pacientes inconscientes que não podem por si confirmar sua identidade.

### **6.1.4 Pesquisa de Campo e Avaliação**

Conclui-se que a aplicação proposta deve ir a testes de usabilidade em campo para comprovar sua utilidade e relevância e que a pesquisa de campo reforça que um *time-to-market* agressivo é necessário para que a situação não se alongue por mais tempo e que a empregabilidade de uma solução como o *PatientID* no menor tempo possível está na expectativa dos entrevistados.

## **6.2 Apreciação Final**

Conclui-se que de forma a diminuir a ocorrência o problema de incidentes de identificação errada a empregabilidade de uma tecnologia como a do reconhecimento facial, ainda que de forma diferente da aqui apresentada, resultaria numa melhora na segurança do paciente.

A aprendizagem de engenharia é de natureza motivacional, e os desafios propostos para a escrita desta dissertação foram reais, mas mesmo com este desafio a produção e entrega proporcionou um grande crescimento como indivíduo e cidadão.

Realizar o estudo sobre a aplicação *PatientID* sem nenhum prévio background com a área de humanas e Saúde foi complexo, mas gratificante. E motivado pelo desafio desde começo vejo agora que compensou cada minuto dedicado. Agora imerso neste novo ramo de ciências o currículo apenas se expande. Reforço os agradecimentos já expressos no início.

## **6.3 Trabalhos Futuros**

Após a realização deste trabalho, verificou-se que existem oportunidades de melhorias em um projeto futuro. Sendo a principal a realização dos testes de usabilidade em ambiente hospitalar, para avaliação e validação desta aplicação.

As funções que se destacam para melhorar num trabalho futuro são:

- ✓ Após identificar o rosto do paciente, permitir ao utilizador ver os dados de procedimento anteriores;
- ✓ Após identificar o rosto do paciente, permitir ao utilizador inserir os dados de procedimento a ser executado;
- ✓ Fazer a integração com os sistemas de registo médico existentes;
- ✓ Expandir a parte interativa de realidade aumentada com mais funções;
- ✓ Criar rotina de verificação de conexão com a rede e apresentar um alerta em caso de falha;
- ✓ Criar rotina de verificação de conexão com os sistemas integrados e apresentar um alerta em caso de falha.



## Referências

Agnez, L. F. (2011). *A Convergência Digital na Produção da Notícia*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. (Em linha). Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/~boccmirror/pag/agnez-luciane-a-convergencia-digital-na-producao-da-noticia.pdf> (Acedido em: 17/04/2020).

Alrubaiee, L. (2011) The Mediating Effect of Patient Satisfaction in the Patient's Perceptions of Healthcare Quality – *Patient Trust Relationship*. *International Journal of Marketing Studies*. (Em linha). 3 (1). Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Laith\\_Alrubaiee/publication/49610979\\_The\\_Mediating\\_Effect\\_of\\_Patient\\_Satisfaction\\_in\\_the\\_Patients'\\_Perceptions\\_of\\_Healthcare\\_Quality\\_-\\_Patient\\_Trust\\_Relationship/links/55e0b2f108ae6abe6e89c067/The-Mediating-Effect-of-Patient-Satisfaction-in-the-Patients-Perceptions-of-Healthcare-Quality-Patient-Trust-Relationship.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Laith_Alrubaiee/publication/49610979_The_Mediating_Effect_of_Patient_Satisfaction_in_the_Patients'_Perceptions_of_Healthcare_Quality_-_Patient_Trust_Relationship/links/55e0b2f108ae6abe6e89c067/The-Mediating-Effect-of-Patient-Satisfaction-in-the-Patients-Perceptions-of-Healthcare-Quality-Patient-Trust-Relationship.pdf) (Acedido em: 06/02/2020).

Andrezza, I. L. P. (2015) *Análise de Técnicas de Normalização Aplicadas ao Reconhecimento Facial*. Universidade Federal da Paraíba. (Em linha). Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7883> (Acedido em: 26/04/2020).

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2017) *Assistência Segura: uma reflexão teórica aplicada à prática*. (Em linha). Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_assetEntryId=3507945&\\_101\\_type=document](http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=3507945&_101_type=document) (Acedido em: 25/01/2020).

Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, B. (2001) *Recent Advances in Augmented Reality*. *Computer Graphics and Applications*. (Em linha). 21 (6). pp. 24-47. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/963459> (Acedido em: 24/04/2020).

Baldwin, D. (1997) *The Concept of Security*. *Review of International Studies*. (Em linha). 23 (1). pp 5-26. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0260210597000053> (Acedido em: 02/02/2020).

Brennan, T. A., Leape, L. L., Laird, N. M., Hebert, L., Localio, A. R., Lawthers, A. G., Newhouse, J. P., Weiler, P. C., Hiatt, H. H. (1991) *Incidence of Adverse Events and Negligence in Hospitalized Patients - Results of the Harvard Medical Practice Study I*. *The New England Journal of Medicine*. (Em linha). pp. 324-376. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199102073240604> (Acedido em: 20/11/2019).

Brooks, D. J. (2010) *What is Security: Definition through knowledge categorization*. Security Journal. (Em linha). 23 (3). pp. 225-239. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1057%2Fsj.2008.18> (Acedido em: 03/02/2020).

Cardoso, A., Lamounier Junior, E. L., Kirner, C., Kelner, J. (2007) *Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada*. (Em linha). Disponível em: <https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasParaODesenvolvimentoDeSistemasdeRealidadeVirtualEAumentada.pdf> (Acedido em: 26/04/2020).

Conselho Regional de Enfermagem do Estado de São Paulo - COREN-SP (2013) *Dez passos para a segurança do paciente*. Rede brasileira de enfermagem e segurança do paciente. (Em linha). Disponível em: [https://portal.coren-sp.gov.br/sites/default/files/10\\_passos\\_seguranca\\_paciente\\_0.pdf](https://portal.coren-sp.gov.br/sites/default/files/10_passos_seguranca_paciente_0.pdf) (Acedido em: 24/10/2019).

Diniz, F. A., Mendes Neto, F. M., Lima Júnior, F. C., Fontes, L. M. O. (2013) *Um Sistema de Reconhecimento Facial Aplicado a um Ambiente Virtual de Aprendizado Composto por Agentes Pedagógicos*. VIII International Conference on Engineering and Computer Education. (Em linha). pp. 110-114. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/icece2013/proc/works/25.pdf> (Acedido em: 26/04/2020).

Eggert, A., Ulaga, W., Schultz, F. (2006) *Value creation in the relationship life cycle: A quasi-longitudinal analysis*. Industrial Marketing Management. (Em linha). 35 (1). pp. 20-27. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019850105001240?via%3Dihub> (Acedido em: 12/02/2020).

Friedman, S. M., Provan, D., Moore, S., Hanneman, K. (2008) *Errors, Near Misses and Adverse Events in the Emergency Department: What Can Patients Tell Us?* Canadian Journal of Emergency Medicine - CJEM. (Em linha). 10 (5). pp. 421-427. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18826729> (Acedido em: 11/02/2020).

Gascou, M. K., Figon, S., Letrilliart, L., Chanelière, M., Colin, C. (2011) *Classifications and Definitions of Adverse Events in Primary Care: A Systematic Review*. Press Med. (Em linha). 40 (11). pp. 499-505. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21802248> (Acedido em: 10/02/2020).

Guerra, M. A. S. (2017) *Atendimento a Utentes de Unidades de Saúde: uma Abordagem Baseada em Realidade Aumentada*. (Em linha). Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/60074> (Acedido em: 01/03/2020).

Huang, G. B., Learned-Miller, E. (2014) *Labeled Faces in the Wild: Updates and New Reporting Procedures*. University of Massachusetts. (Em linha). Disponível em: <http://vis-www.cs.umass.edu/lfw/results.html> (Acedido em: 02/12/2019).

Instituto Brasileiro de Segurança do Paciente - IBSP (2015a) *Na Ponta do Lápis: número atual de mortes por eventos adversos no Brasil*. (Em linha). Disponível em: [https://www.segurancadopaciente.com.br/central\\_conteudo/na-ponta-do-lapis-numero-atual-de-mortes-por-eventos-adversos-no-brasil/](https://www.segurancadopaciente.com.br/central_conteudo/na-ponta-do-lapis-numero-atual-de-mortes-por-eventos-adversos-no-brasil/) (Acedido em: 24/10/2019).

Instituto Brasileiro de Segurança do Paciente - IBSP. (2015b). *O que é Segurança do Paciente?*. (Em linha). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MiummDk8O5c> (Acedido em: 17/04/2020).

Instituto Brasileiro de Segurança do Paciente - IBSP (2017) *Erros de Identificação: envolvimento do paciente e dos familiares é barreira crucial para evitá-los*. (Em linha). Disponível em: <https://www.segurancadopaciente.com.br/seguranca-e-gestao/erros-de-identificacao-envolvimento-do-paciente-e-dos-familiares-e-barreira-crucial-para-evita-los/> (Acedido em: 24/10/2019).

Jalili, M., Rezaie, K. (2010). *Quality Principles Deployment to Achieve Strategic Results*. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Jalili+e+Rezaie%2C+2010&btnG](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Jalili+e+Rezaie%2C+2010&btnG) (Acedido em: 17/04/2020).

James, J. T. (2013) *A New Evidence-based Estimate of Patient Harms Associated with Hospital Care*. *Journal of Patient Safety*. (Em linha). 9 (3). pp.122-128. Disponível em: [https://journals.lww.com/journalpatientsafety/Fulltext/2013/09000/A\\_New,\\_Evidence\\_based\\_Estimate\\_of\\_Patient\\_Harms.2.aspx](https://journals.lww.com/journalpatientsafety/Fulltext/2013/09000/A_New,_Evidence_based_Estimate_of_Patient_Harms.2.aspx) (Acedido em: 22/11/2019).

Jeon, B., Jeong, B., Jee, S., Huang, Y., Kim, Y., Park, G. H., Kim, J., Wufuer, M., Jin, X., Kim, S. W., Choi, T. H. (2019) *A Facial Recognition Mobile App for Patient Safety and Biometric Identification: Design, Development, and Validation*. *Jmir Publications*. (Em linha). 17 (4). Disponível em: <https://mhealth.jmir.org/2019/4/e11472/> (Acedido em: 10/01/2020).

Joint Commission (2014) Joint Commission Accreditation of Healthcare Organizations - JCAHO. *National patient safety goal*. (Em linha) 33 (7). Disponível em: [https://www.jointcommission.org/assets/1/18/JCP0713\\_Announce\\_New\\_NSPG.pdf](https://www.jointcommission.org/assets/1/18/JCP0713_Announce_New_NSPG.pdf) (Acedido em: 17/04/2020).

Jore, S.H. (2019) *The Conceptual and Scientific Demarcation of Security in Contrast to Safety*. *European Journal for Security Research*. (Em linha). 4 (1). pp. 157-174. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41125-017-0021-9> (Acedido em: 02/02/2020).

Karassavidou, E., Glaveli, N., Papadopoulos, C. T. (2009) *Quality in NHS hospitals: no one knows better than patients*. (Em linha). 13 (1). pp. 34 – 46. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/13683040910943036> (Acedido em: 28/01/2020).

Keene, J. (2012) The Verge. *Unity technologies marks one million developers for its game development tools*. (Em linha). Disponível em: <https://www.theverge.com/2012/4/10/2938040/unity-game-tools-one-million-registered-developers> (Acedido em: 17/04/2020).

Kirner, C., Zorzal, E. R. (2005) *Aplicações Educacionais em Ambientes com Realidade Aumentada*. *Brazilian Symposium on Computers in Education - SBIE*. (Em linha). Disponível em: <https://www.brie.org/pub/index.php/sbie/article/view/398> (Acedido em: 24/04/2020).

Kohn, L. T., Corrigan, J. M., Donaldson, M. S. (2000) *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. *Institute of Medicine (US) Committee on Quality of Health Care in America*. (Em linha). Washington, National Academies Press. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25077248> (Acedido em: 06/11/2019).

Kuflinski, Y. (2019) *How Facial Recognition Software is Revolutionizing Hospital Security, Care, Human Resources*. (Em linha). *Healthcare it Today*. Disponível em: <https://www.healthcareittoday.com/2019/08/29/how-facial-recognition-software-is-revolutionizing-hospital-security-care-human-resources/> (Acedido em: 17/02/2020).

Leo, M., Carcagni, P., Mazzeo, P. L., Spagnolo, P., Cazzato, D., Distante, C. (2020) *Analysis of Facial Information for Healthcare Applications: A survey on computer vision-based approaches*. (Em linha). Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/3/128> (Acedido em: 26/04/2020).

Li, S. Z., Jain, A. K. (2011). *Handbook of Face Recognition*. 2ª ed. Beijing: Springer.

Luxand (2020) *Luxand Cloud API*. (Em linha). Disponível em: <https://www.luxand.com/about/> (Acedido em: 22/04/2020).

Magalhães, P. S. T., Santos, H. D. (2003) *Biometria e Autenticação*. Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas. (Em linha). 4, Porto, 2003 - "CAPSI 2003: actas" [CD-ROM]. [S.l.: APSI, 2002]. ISBN 972-9354-42-1. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2184> (Acedido em: 26/04/2020).

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994) *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. (Em linha). Vol. 2351. Disponível em: [http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram\\_Takemura\\_SPIE1994.pdf](http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf) (Acedido em: 21/01/2020).

Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro, 2013, Portaria nº 529, de 1º de abril de 2013. *Programa Nacional de Segurança do Paciente - PNSP*, Brasil.

Miranda, J. (2013) *Ministério Público Testa Registro de Ponto Eletrônico por Reconhecimento Facial*. Reconhecimento Facial. (Em linha). Disponível em: <http://reconhecimentofacial.com.br/2018/03/11/mp-testa-registro-de-ponto-eletronico-por-reconhecimento-facial/> (Acedido em: 22/04/2020).

Mohapatra, S. (2016) *Use of Facial Technology for Medical Purposes: Balancing with Innovation*. (Em linha). 43 (4). pp. 1016-1064. Disponível em: <https://digitalcommons.pepperdine.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2416&context=plr> (Acedido em: 24/04/2020).

Motyl, L. P. (2012) *Reconhecimento de face utilizando o algoritmo Eigenface*. Anais da XVII Semana de Iniciação Científica da Unicentro, 11 a 13 de setembro de 2012 - ISSN – 2238-7358 (Em linha). Disponível em: <https://anais.unicentro.br/proic/pdf/xviiv1n1/357.pdf> (Acedido em: 22/05/2020).

Neale, G.; Woloshynowych, M.; Vincent, C. (2001) *Exploring the causes of adverse events in NHS hospital practice*. (Em linha). 94 (7). pp. 322-330. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/014107680109400702> (Acedido em: 22/05/2020).

Nunes, F. L. S., Costa, R. M. E. M., Machado, L. S., Moraes, R. M. (2011) *Desenvolvendo Aplicações de RVA para Saúde: imersão, realismo e motivação*. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. (Em linha). pp. 81-95. Disponível em: [http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2011\\_svrps.pdf](http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf) (Acedido em: 24/04/2020).

Omaia, D., Poel, J. V. D., Batista, L. V. (2009) *2D-DCT Distance Based Face Recognition Using a Reduced Number of Coefficients*. XXII Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing. (Em linha). Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~voa/Artigos/2D-DCT%20Distance%20Based%20Face%20Recognition%20Using%20a.pdf> (Acedido em: 26/04/2020).

Organização Mundial da Saúde - OMS (2010) *World Alliance for Patient Safety: forward programme*. (Em linha). Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/70460> (Acedido em: 20/04/2020).

Organização Mundial da Saúde - OMS (2016) *What is Quality of Care and why is it Important?* (Em linha). Disponível em: [https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/quality-of-care/definition/en/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/quality-of-care/definition/en/) (Acedido em: 25/01/2020).

Organização Mundial da Saúde - OMS (2020a) *Patient Safety Numbers*. (Em linha). Disponível em: <https://www.who.int/patientsafety/en/> (Acedido em: 22/05/2020).

Organização Mundial da Saúde - OMS (2020b) *Data and Statistics*. (Em linha). Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/patient-safety/data-and-statistics> (Acedido em: 07/05/2020).

Pauly, O., Katouzian, A., Eslami, A., Fallavollita, P., Navab, N. (2012) *Supervised Classification for Customized Intraoperative Augmented Reality Visualization*. 2012 IEEE International Symposium on

Mixed and Augmented Reality (ISMAR). (Em linha). Disponível: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6402589> (Acedido em: 20/04/2020).

Pellegrini, G. F. (1995). *Proposta de uma Metodologia de Avaliação para Sistemas Especialistas na Área Médica*. Universidade Federal de Santa Catarina. (Em linha). Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111537/264119.pdf> (Acedido em: 07/05/2020).

Programa Nacional de Segurança do Paciente - PNSP (2019) - *Os Dez Passos para a Segurança do Paciente*. (Em linha). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=T8004edt0sw> (Acedido em: 24/10/2019).

Rich, N., Holweg, M., Wirtschaftsing, F. H. (2000) *Value Analysis, Value Engineering*. (Em linha). Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Nick+Rich%2C+BSc+MBA%2C+Matthias+Holweg%2C+Dipl.%2C+Wirtschaftsing.%28FH%29+MSc%09Value+Analysis%2C+Value+Engineering&btnG](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Nick+Rich%2C+BSc+MBA%2C+Matthias+Holweg%2C+Dipl.%2C+Wirtschaftsing.%28FH%29+MSc%09Value+Analysis%2C+Value+Engineering&btnG) (Acedido em: 15/01/2020).

Rios E., Moreira, T. (2013). *Teste de Software*. Rio de Janeiro: Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli.

Romdhani, S. (1996) *Face recognition using principal component analysis*. Master's thesis, Department of Electronics and Electrical Engineering, University of Glasgow, UK, 1996.

Rothschild, E. (1995) *What is Security?* The MIT Press. (Em linha). 124 (3). pp. 53-98. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20027310> (Acedido em: 15/01/2020).

Schmalstieg, D., Höllerer, T. (2016) *Augmented Reality. Principles and practice*. Indiana: RR Donnelley.

Schöfer, M., Fayemi, P. E., Bersano, G., Calvez, Jean-Michel. (2015). *Methodological Support for Prospective Studies in New Concept Development*. Laboratoire Conception de Produits et Innovation, 131, pp. 1041-1049. (Em linha). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815043131> (Acedido em: 07/05/2020).

Sielhorst, T., Feuerstein, M., Navab, N. (2008) *Advanced Medical Displays: A Literature of Augmented Reality*. Journal of Display technology. (Em linha). 4 (4). pp 451-467. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4670083> (Acedido em: 20/04/2020).

Silva, L. D. (2012) *Segurança do Paciente no Contexto Hospitalar*. Revista de Enfermagem. (Em linha). 20 (3). pp 291-292. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/enfermagemuerj/article/download/4076/2871> (Acedido em: 15/04/2020).

StatCounter Globalstats. (2019) *Desktop vs Mobile Market Share Worldwide*. (Em linha). Disponível em: <https://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile/worldwide/#monthly-200901-202001> (Acedido em: 26/04/2020).

The National Academies of Engineering Medicine - NAM (2018) *Crossing the Quality Chasm: The IOM Health Care Quality Initiative*. 2013

Turk, M. A.; Pentland, A. P. (1991) *Face recognition using eigenfaces*. Computer Vision and Pattern Recognition IEEE Computer Society Conference. 1991. MIT, USA

Vuforia (2020) *Vuforia Engine Developer Portal*. (Em linha). Disponível em: <https://library.vuforia.com/articles/Training/getting-started-with-vuforia-in-unity.html> (Acedido em: 07/05/2020).

Weingart, S.N., Toth, M., Eneman, J., Aronson, M.D., Sands, D.Z., Ship, A.N., Davis, R.B., Phillips, R.S. (2004) *Lessons from a patient partnership intervention to prevent adverse drug events*. Int J Qual Health Care. (Em linha). 16 (6). pp. 499-507. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15557360> (Acedido em: 06/02/2020).

Weingart, S. N., Pagovich, O., Sands, D. Z., Aronson, M. D., Davis, R. B., Bates, D. W., Phillips, R. S. (2005) *What Can Hospitalized Patients Tell Us About Adverse Events? Learning From Patient-Reported Incidents*. J Gen Intern Med. (Em linha). 20 (9). pp. 830-836. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16117751> (Acedido em: 06/02/2020).

West, D. M. (2013) *Improving Health Care through Mobile Medical Devices and Sensors*. Center of Technology Innovations at Brookings. (Em linha). Disponível em: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/West\\_Mobile-Medical-Devices\\_v06.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/West_Mobile-Medical-Devices_v06.pdf) (Acedido em: 20/01/2020).

West, M. A., Guthrie, J. P., Dawson, J. F., Borril, C. S., Carter, M. (2006) *Reducing Patient Mortality in Hospitals: the role of human resource management*. Journal of Organizational Behavior. (Em linha). 27. pp. 983-1002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/job.396> (Acedido em: 20/01/2020).

Wind, Y., Saaty, T. L. (1980) *Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process*. (Em linha). 26 (7). pp. 641-745. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/mnsc.26.7.641> (Acedido em: 14/01/2020).

Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., Rosenfeld, A. (2003) *Face Recognition: a literature survey*. ACM Computing Surveys. (Em linha). 35 (4). pp. 399-458. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/954339.954342> (Acedido em: 26/04/2020).

Zorzal, E. R., Nunes, F. L. S. (2014) *Realidade Aumentada e suas Implicações na Área da Saúde*. Sociedade Brasileira de Computação. XVI Symposium on Virtual and Augmented Reality – SVR 2014. (Em linha) 4 pp. 1-216. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptR&as\\_sdt=0%2C5&q=Realidade+Aumentada+e+suas+Aplicacao%3%A7%C3%B5es+na+%C3%81rea+de+Sa%C3%BAde&btnG](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptR&as_sdt=0%2C5&q=Realidade+Aumentada+e+suas+Aplicacao%3%A7%C3%B5es+na+%C3%81rea+de+Sa%C3%BAde&btnG) (Acedido em: 20/04/2020).

# Apêndices

## Anexo A - Pesquisa de Campo

Contexto utilizado para as perguntas realizadas na pesquisa de campo. A linguagem aqui apresentada está em seu original com expressões de Português do Brasil. Em seguida o texto disponibilizado aos entrevistados:

*“Uma investigação concluiu que incidentes de identificação errada ocorreram com pacientes em hospitais. Em número, os incidentes deste tipo variam entre 1,24% e 10% das visitas médicas anuais a depender da localização. No Brasil, em 2015, foram realizadas 17 milhões de consultas médicas em todo o território e 10% (1,7 milhões) (Fonte IBSP, 2017) de pessoas sofreram incidentes de erro na sua identificação que causaram alguns danos à saúde, por terem recebido procedimentos ou cuidados médicos errôneos. Dado ao fato que se verificou que o desenvolvimento de uma aplicação móvel com tecnologia de reconhecimento facial poderia ser adicionado às práticas de identificação atuais e, na hipótese, pode aumentar a segurança do paciente e contribuir diretamente para reduzir estes eventos e, conseqüentemente, as mortes causadas por estes eventos de identificação errada”.*

Lista de perguntas realizadas na pesquisa de campo:

1 - A exata identificação de um paciente internado é um item importante para garantir a segurança e qualidade no atendimento do paciente? Se possível justifique.

2 – Atualmente quais os métodos que você conhece que o hospital utiliza para garantir a correta identificação de um paciente?

3 - Na área de tecnologia, você acredita que uma aplicação conforme descrita no início poderia reduzir de forma significativa os incidentes de identificação errada? Se sim e possível justifique.

4 - Considerando o uso eficaz da aplicação, que porcentagem de incidentes você acredita que podem ser evitados?

5 - No dia a dia na unidade de cuidados intensivos (UCI), você acredita que uma aplicação como esta pode aumentar a eficiência e eficácia da equipe médica no atendimento dos pacientes?

6 - Em uma escala de 1 a 10 o quão relevante é uma aplicação como está para você ou sua organização?

7 - Dada a relevância da proposta do aplicativo de diminuir os erros de identificação, em que prazo você esperaria ver a implantação efetiva da aplicação nos hospitais?

8 - Poderia identificar seu nome, cargo, setor e empresa, CRM? (opcional)

9 - Você permite usar as respostas incluindo o seu nome na dissertação ou prefere ficar anônimo?

Em seguida as respostas:

Tabela 12 - Anexo A - Seção 1 de respostas do inquérito de campo na íntegra

Nome Curto	1 - A exata identificação de um paciente internado é um item importante para garantir a segurança e qualidade no atendimento do paciente? Se possível justifique.
B. L.	Sim, imagina as oportunidades de análise comportamental e linguagem natural, o quanto isso pode ajudar no tratamento.
D. R. I.	Sim, por isso agora também põe identificação em pulseiras.
R. F. R.	Sim, pois uma identificação é de extrema importância para garantir a segurança do paciente.
J. M. F. A.	Imprescindível, necessário saber o histórico dos pacientes e identificação através do prontuário digitalizado.
F. M. A.	Sim, desde o preenchimento correto na recepção com itens que facilite a identificação do paciente.
A. S.	Sim, ajudaria na prevenção de procedimentos indevidos.
L. M. A.	Sim, é importante a identificação para a prevenção de erros como falha ou troca de medicação, procedimentos incorretos ou não realizados quando necessário. Agilidade em casos de procedimentos urgentes.
V. N. A.	Sim, é importante pois visto que pode se ter nomes iniciais iguais (popular), por exemplo Carlos Silva. Ele pode ser confundido com outro e o atendimento pelo qual o paciente está internado poderá lhe trazer complicações hospitalares (medicamentos trocados etc.).
A. C. C.	Sim, é de extrema importância que o paciente seja identificado de forma correta. Eu possuo descendência japonesa, porém não tenho sobrenome oriental... Ao ser chamado para atendimento, os funcionários do hospital sempre ficam surpresos quando me identifico como António C. Costa, ou as vezes nem esperam eu me identificar dizendo: " <i>por favor aguarde senhor, logo o chamaremos, agora vamos atender o paciente António C. Costa</i> ".

N. M.	Sim, importante a identificação do paciente, para saber o que o paciente está sentindo alguma doença grave e saber o diagnóstico correto.
A. A. M.	Sim, eu acho que esse método pode evitar muitos erros.
R. N. M.	Sim, com certeza é muito importante saber o principal motivo da internação e qual será o possível tratamento a ser realizado durante a internação.
R. V. F.	Sim, tão essencial quanto o próprio tratamento em si.
W. F. Jr.	Sim, histórico e prontuário podem definir o tratamento correto para diversos casos.
E. H. M.	Com certeza, pois qualquer divergência na identificação pode resultar numa conduta inadequada, como administração de uma medicação que seria destinada a outro paciente, por exemplo.
V. Z.	Com certeza, pois caso aconteça algo grave, a família precisa saber.
F. A.	Sem dúvida, para aumentar a segurança e evitar que levem paciente errado para cirurgia.
J. M. A.	Muito importante, pois com a identificação diminui erro no tratamento.
K. P.	Sim, a identificação correta do paciente mitiga erros e falhas na assistência à saúde.

Tabela 13 - Anexo A - Seção 2 de respostas do inquérito de campo na íntegra

Nome Curto	2 - Atualmente quais os métodos que você conhece que o hospital utiliza para garantir a correta identificação de um paciente?
B. L.	Pulseira e prontuário de identidade.
D. R. I.	Nome completo, repetir em todos os procedimentos.
R. F. R.	N/A
J. M. F. A.	Prontuário digitalizado.
F. M. A.	Sempre chamando pelo nome e confirmando com o paciente ou familiares na impossibilidade dele mesmo responder.
A. S.	Checagem de ficha individual do paciente + pulseira de identificação + verificação junto ao paciente ou familiar.
L. M. A.	Em neonatos são utilizadas pulseiras e identificação no berço, incubadora. Em adultos, quando é possível a comunicação, confirmação de nome e sobrenome além da pulseira.
V. N. A.	Prontuário com numeração.

A. C. C.	Os únicos métodos que conheço hoje são: 1 - adesivo de identificação no peito; 2 - pulseira com identificação.
N. M.	Questionando o nome completo do paciente e o que ele está sentindo para identificar melhor.
A. A. M.	Atualmente se usa prontuário e carteirinha.
R. N. M.	Entendo que todos os pacientes possuem prontuário médico aonde é repassado a cada troca de turno.
R. V. F.	Cadastro no pré-atendimento, triagem, prontuário e pulseiras de identificação.
W. F. Jr.	Pulseira com identificação.
E. H. M.	A verificação de documentos pessoais com foto (RG, CNH, passaporte, entre outros) para abertura de ficha e prontuário do paciente, além da utilização de pulseira com nome completo, data de nascimento e nome da mãe do paciente.
V. Z.	Documentos pessoais.
F. A.	Identificação de pulseira com o nome do paciente, número de leito, nome do paciente no leito.
J. M. A.	Documento pessoal. Qualquer documento com foto e Cartão Nacional do Sistema Único de Saúde.
K. P.	No Brasil temos recomendações oficiais para este protocolo, que contempla a utilização do nome completo seguido de um registro numérico.

Tabela 144 - Anexo A - Seção 3 de respostas do inquérito de campo na íntegra

Nome Curto	3 - Na área de tecnologia, você acredita que uma aplicação conforme descrita no início poderia reduzir de forma significativa os incidentes de identificação errada? Se sim e possível justifique.
B. L.	Acho que um aplicativo seria uma parte, mas uma forma de reconhecimento com linguagem natural, biometria e imagem seria “matador”, pois esses dados poderiam ser usados para diagnóstico e evolução de prognóstico bem como personalização e medição de assertividade de tratamento.
D. R. I.	Nem todos os hospitais estão com aplicativos, principalmente os governamentais.
R. F. R.	Sim, uma correta identificação evita possíveis problemas.

J. M. F. A.	Sim, ter prontuário completo com identificação facial e histórico médico.
F. M. A.	Sim, é um item importante a mais sem deixar de confirmar como citado acima se possível.
A. S.	Sim.
L. M. A.	Sim, essa tecnologia pode agilizar atendimentos e aumentar a segurança do paciente.
V. N. A.	Sim, completamente.
A. C. C.	Sim, ainda mais para o meu caso onde tenho um nome que não condiz com minha aparência física, que na maioria das vezes sou obrigado a me identificar mais de uma vez com documentos para provar "que eu sou eu".
N. M.	Acredito que aplicação ajudaria efetivamente na identificação.
A. A. M.	Sim, acontecem mortes de pacientes por negligência médica, e por não examinar corretamente o paciente.
R. N. M.	Sim, porque com a identificação facial, não teria como se enganar de pessoa.
R. V. F.	Sim, hoje a medicina deve possuir um grande banco de dados com os possíveis tratamentos, com este banco de dados, poderia ter um sistema onde o médico tivesse um sistema de consulta para saber se o que ele pretende fazer com o paciente está no caminho certo.
W. F. Jr.	Também, neste caso poderia ter um grupo de discussões e análises dos casos.
E. H. M.	Talvez, mas também é passível de erro.
V. Z.	Sim, creio que reconhecimento facial reduz consideravelmente esse tipo de equívoco.
F. A.	Sim, pois assim como a biometria, o reconhecimento facial minimiza as chances de fraude e erro na identificação de uma pessoa, afinal, os traços faciais de um ser humano são únicos e é praticamente nula a possibilidade de haver confusão nas identificações.
J. M. A.	Sim, pois os dados estando armazenados em um banco de consulta, pode-se trazer toda a ficha da pessoa, incluindo parentes.
K. P.	Sim, é bom tecnologias mais avançadas para facilitar o desenvolvimento da identificação.

Tabela 155 - Anexo A - Seção 4, 5, 6 e 7 de respostas do inquérito de campo na íntegra

Nome Curto	4 - Considerando o uso eficaz da aplicação, que percentagem de incidentes você acredita que podem ser evitados?	5 - No dia a dia na unidade de cuidados intensivos (UCI), você acredita que uma aplicação como esta pode aumentar a eficiência e eficácia da equipe médica no atendimento dos pacientes?	6 - Em uma escala de 1 a 10 o quanto relevante é uma aplicação como está para você ou sua organização?	7 - Dada a relevância da proposta do aplicativo de diminuir os erros de identificação, em que prazo você esperaria ver a implantação efetiva da aplicação nos hospitais?
B. L.	de 50 a 75%	Sim, pelos mesmos motivos comentados acima.	10	0 a 3 meses
D. R. I.	maior que 90%	Depende do contingente de funcionários.	8	mais de 2 anos
R. F. R.	maior que 90%	Sim.	10	6 meses à 1 ano
J. M. F. A.	de 0 a 30%	Acredito.	10	3 a 6 meses
F. M. A.	de 75 a 90%	Sim.	10	mais de 2 anos
A. S.	de 50 a 75%	Sim	10	mais de 2 anos
L. M. A.	de 50 a 75%	Sim. Ao evitar falhas de comunicação	10	3 a 6 meses
V. N. A.	maior que 90%	Sim.	8	0 a 3 meses
A. C. C.	de 50 a 75%	Sim, devido ao meu caso onde minha aparência não condiz com meu nome, em caso de estar inconsciente, além do documento físico teria uma segunda evidencia por	10	entre 1 a 2 anos

		reconhecimento facial que eu sou realmente o António.		
N. M.	de 30 a 50%	Sim.	10	0 a 3 meses
A. A. M.	de 75 a 90%	Sim.	10	0 a 3 meses
R. N. M.	de 30 a 50%	Sim, na minha opinião iria ajudar muito.	7	mais de 2 anos
R. V. F.	de 30 a 50%	Provavelmente sim.	6	entre 1 a 2 anos
W. F. Jr.	de 75 a 90%	Sim.	10	3 a 6 meses
E. H. M.	de 75 a 90%	Sim, pois na correria de atendimentos na UCI, uma aplicação tecnológica vai agilizar muito o trabalho dos profissionais.	10	entre 1 a 2 anos
V. Z.	de 50 a 75%	Sim.	8	6 meses à 1 ano
F. A.	de 75 a 90%	Com certeza.	9	entre 1 a 2 anos
J. M. A.	de 30 a 50%	Sim.	8	entre 1 a 2 anos
K. P.	de 75 a 90%	Sim, não só da equipe médica, mas de todos os profissionais envolvidos no cuidado.	10	0 a 3 meses

## Anexo B - Análise Estatística e Projeção de Impacto Futuro

Partindo do pressuposto de que os testes de usabilidade e as melhorias mencionadas como trabalho futuro serão implementadas com êxito, e que a aplicação será efetivamente utilizada, é possível fazer uma análise estatística para projetar o impacto positivo e os resultados. Nesta medida foi realizada uma projeção do número global de incidentes e mortes atuais (2019-2020) e uma redução progressiva para os próximos 3 anos (OMS, 2020b):

1 - Adoção da solução em 2021 por 20% do fluxo de atendimento e redução de 30% do número de incidentes com eventos adversos;

2 - Adoção da solução em 2022 por 50% do fluxo de atendimento e redução de 50% do número de incidentes com eventos adversos;

3 - Adoção da solução em 2023 por 85% do fluxo de atendimento e redução de 80% do número de incidentes com eventos adversos.

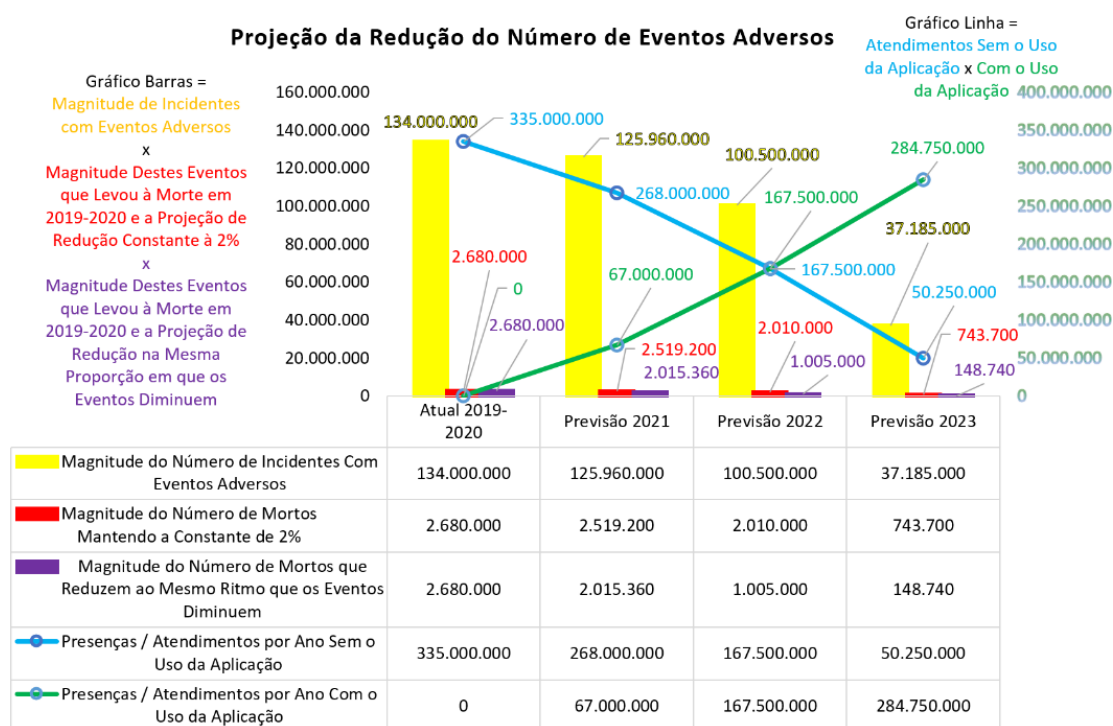


Figura 33 - Anexo B - Análise Estatística e Projeção da Redução do Número de Eventos Adversos e Mortes (Com e Sem o Uso da Aplicação)

A figura 33 mostra nos gráficos de barras uma análise preditiva que, à medida que aumenta anualmente (2021, 2022 e 2023) a adoção da solução no número total de atendimentos médicos globais, pode-se estimar uma redução progressiva de incidentes de identificação errada que começaria na ordem de 30% no primeiro ano de utilização e uma diminuição de 50% e 80% respectivamente nos anos seguintes. Os dados do calendário 2019-2020 são provenientes OMS globalmente. (OMS, 2020b).

No gráfico de linhas, os números atuais referem que houve 335 milhões de visitas médicas e que houve 40% de eventos adversos (134 milhões), dos quais 2,68 milhões vieram a óbito devido a estes acontecimentos. Nos números da coluna de previsão para 2021, estimou se uma queda para 2,015 milhões de mortes porque 20% dos atendimentos globais utilizaram a aplicação e impediu que 30% dos incidentes ocorressem.

Até 2022, se houver 50% dos hospitais a utilizar a aplicação, já se prevê que o número de incidentes baixe para 100,5 milhões e o número de mortes caia para 1,005 milhão. Finalmente, até 2023, se houver 85% de utilização da aplicação é possível prever uma redução de 80% no número de incidentes para 37,185 milhões e a redução de mortes para apenas 148.000