

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

PATRÍCIA REGINA DARÓS

**UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS ADVERSÁRIAS GENERATIVAS ASSOCIADAS
A DEEP LEARNING PARA PROTEÇÃO DA IDENTIDADE DE TESTEMUNHAS**

Cachoeiro de Itapemirim

2022

PATRÍCIA REGINA DARÓS

**UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIIS ADVERSÁRIAS GENERATIVAS ASSOCIADAS
A DEEP LEARNING PARA PROTEÇÃO DA IDENTIDADE DE TESTEMUNHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Sistemas de Informação
do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Cachoeiro de Itapemirim, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas
de Informação.

Orientador: Prof. Me. Daniel José Ventrorm Nunes

Cachoeiro de Itapemirim

2022

(Biblioteca do Campus Cachoeiro de Itapemirim)

D224u Darós, Patrícia Regina.

Utilização de redes neurais adversárias generativas associadas a deep learning para proteção da identidade de testemunhas / Patrícia Regina Darós. - 2022.

47 f. : il. ; 30 cm..

Orientador: Daniel José Venturim Nunes

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cachoeiro de Itapemirim, Sistemas de Informação, 2022.

1. Redes neurais (Computação) . 2. Inteligência artificial. 3. Aprendizado do computador . I. Nunes, Daniel José Venturim. II. Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 006.3

Bibliotecário/a: Renata Lorencini Rizzi CRB6-ES nº 085

PATRÍCIA REGINA DARÓS

**UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS ADVERSÁRIAS GENERATIVAS ASSOCIADAS
A DEEP LEARNING PARA PROTEÇÃO DA IDENTIDADE DE TESTEMUNHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Sistemas de Informação
do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus
Cachoeiro de Itapemirim, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas
de Informação.

Aprovado em 19 de Dezembro de 2022

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Me. Daniel José Ventorim Nunes

Instituto Federal do Espírito Santo -
Cachoeiro de Itapemirim
Orientador

Dr. Rafael Silva Guimarães

Instituto Federal do Espírito Santo -
Cachoeiro de Itapemirim
Examinador

Dr. Raul de Souza Brandão

Instituto Federal do Espírito Santo -
Cachoeiro de Itapemirim
Examinador



Emitido em 13/01/2023

FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 1/2023 - CAI-CCLI (11.02.18.01.08.02.06)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 13/01/2023 11:03)

DANIEL JOSE VENTORIM NUNES

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

CAI-CCLI (11.02.18.01.08.02.06)

Matrícula: 1918045

(Assinado digitalmente em 13/01/2023 11:42)

RAFAEL SILVA GUIMARAES

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

CAI-CCSI (11.02.18.01.08.02.13)

Matrícula: 1919203

(Assinado digitalmente em 13/01/2023 12:17)

RAUL DE SOUZA BRANDAO

PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO

CAI-CCSI (11.02.18.01.08.02.13)

Matrícula: 2764324

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ifes.edu.br/documentos/> informando seu número: **1**, ano: **2023**, tipo: **FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC**, data de emissão: **13/01/2023** e o código de verificação: **30dcc6aac7**

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Cachoeiro de Itapemirim, 19 de Dezembro de 2022

PATRÍCIA REGINA DARÓS

Por todo amor, carinho, dedicação e cuidado que meu pai, madrasta, avós e irmã me deram durante toda a minha existência, dedico esta monografia a eles. Gratidão eterna.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pois nos momentos difíceis ele foi o primeiro a quem recorri. Nos momentos de angústia foi a minha fé que me apeguei.

A minha família, que foi o meu suporte. Meu pai que mesmo em meio a dificuldades me ajudou e que acima de tudo me incentivou a ir atrás de tudo que eu podia conquistar. A minha irmã Karina, que SEMPRE me ajudou, puxou minha orelha em todas as vezes que foram necessárias, por ser a pessoa que mais revisou os meus trabalhos acadêmicos, e por todas as aulas particulares de cálculo gratuitas. Aos meus avós Maria e Hamilton e minha madrastra Michelle, por sempre me apoiarem e incentivarem. Todos vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos colegas de estágio. Larissa, Katiúscia, Géssica e Paulo, por todos apoios, carinho e focos compartilhados. Mateus, que foi a minha primeira referência de TI no mercado de trabalho, por sempre me ajudar, direcionar e por toda a paciência que teve para me ensinar, te admiro muito. A Taninha, por todo apoio emocional, por todas as vezes em que saímos e conversamos, você com certeza tornou os meus dias mais fáceis, sempre cuidou de mim com uma mãe, ao Crisson, por não ter desistido do meu processo de admissão, por todas as caronas e apoios, você é incrível e por fim, João Vitor, que sempre foi a pessoa que me ajudou quando eu estava com problemas e me aconselhava quando eu estava perdida.

Ao Ruan, meu namorado, que sempre acreditou em mim e me ajudou de todas as formas, que secou minhas lágrimas e que compartilhou do processo comigo, sem você eu com certeza não conseguiria. A Natalia, minha dupla preferida da faculdade, por todo apoio, confiança e parceria. Sem vocês a faculdade teria sido muito mais triste

A todas as pessoas com quem morei (que não foram poucas), em especial a Phamella, Tainara e Alciara vocês são incríveis e com certeza eu trouxe um pedacinho de cada uma de vocês, sempre vou lembrar dos momentos que passamos juntas, fossem eles chorando pela faculdade, em nossas conversas filosóficas com pipoca ou virando as noites no verdinho. Vocês são sensacionais.

A Silvani, que me ajudou no momento em que eu estava mais desesperada e sem saber para onde seguir, você foi a minha luz no fim do túnel quando eu achava que já não dava mais. Obrigada por tudo que fez, mesmo sabendo que não tinha necessidade. Você é luz e com certeza o apoio de muitos alunos do IFES. E por fim ao meu orientador Daniel, que não me deixou desistir do meu tema, mesmo quando achei que seria inviável continuar.

“Se tu choras por ter perdido o sol, as lágrimas te impedirão de ver as estrelas.”

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

O formato que o sistema judicial lida com os depoimentos pode permitir que por medo as testemunhas tendam a mentir ou omitir informações, levando em consideração que as provas testemunhais são extremamente importantes para os processos, este estudo propõem a utilização de redes neurais e *deep learning* como alternativas para proteção de vítimas e testemunhas durante seus depoimentos. Para o qual se procedeu à validação da eficiência e viabilidade do uso da tecnologia para garantia de anonimato e preservação da essência dos depoimentos. A principal motivação deste trabalho é possibilitar que a tecnologia possa vir a ser usada como ferramenta para o auxílio de casos que possam vir a ser "adulterados" tendo em vista o medo que pode ser sentido por aquele que se encontra na posição de testemunha. Para tal foi gerada a aplicação web "*AnonimousFace*", que a partir da adaptação e parametrização de uma aplicação pré existente "*DeepFaceLab*" possibilitou a manipulação dos depoimentos para atingir os fins supracitados. Para a validação da estrutura aplicada aos depoimentos foi utilizado como instrumento questionário online, a partir dos quais se tornou ainda mais evidente a importância de gravação dos testemunhos, a visualização das expressões faciais e que a possibilidade de testemunhas como "testemunhas sem rosto" pode influenciar positivamente os testemunhos. Quanto a aplicação tornou-se mais clara a necessidade do treinamento da rede por um tempo adequado, seguindo estes pontos é possível obter bons resultados relacionados tanto a preservação anonimato quanto das expressões.

Palavras-chave: GAN. Deepfake. Humanizado. Depoimentos. Privacidade.

ABSTRACT

The format that the judicial system deals with testimonies may allow witnesses to tend to lie or omit information out of fear, taking into account that testimonial evidence is extremely important for processes, this study proposes the use of neural networks and *deep learning* as alternatives for protecting victims and witnesses during their testimonies. For which, the efficiency and feasibility of using technology were validated to guarantee anonymity and preserve the essence of the testimonies. The main motivation of this work is to enable technology to be used as a tool to help cases that may be "tampered" in view of the fear that can be felt by those who are in the position of witness. For this purpose, the web application "*AnonimousFace*" was created, which, based on the adaptation and parameterization of a pre-existing application "*DeepFaceLab*" enabled the manipulation of testimonials to achieve the aforementioned purposes. For the validation of the structure applied to the testimonies, an online questionnaire was used as an instrument, from which the importance of recording the testimonies, the visualization of facial expressions and that the possibility of witnesses as "faceless witnesses" can become even more evident positively influence testimonials. As for the application, the need for training the network for an adequate time became clearer, following these points it is possible to obtain good results related to both the preservation of anonymity and expressions.

Keywords: GAN. Deepfake. humanized. Testimonials. Privacy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fisiologia de um neurônio natural	20
Figura 2 – Fisiologia de um neurônio artificial	21
Figura 3 – Exemplo da geração de números a partir da rede neural	21
Figura 4 – Arquitetura do Funcionamento do GAN	22
Figura 5 – Pessoa Criada Por Gan	23
Figura 6 – Desenhos gerados por rede neural	24
Figura 7 – Imagem gerada pelo modelo criado pela NVIDIA	24
Figura 8 – Código	32
Figura 9 – Tela Inicial	34
Figura 10 – Janela de envio	35
Figura 11 – Interface das aplicação	35
Figura 12 – Tela de downloads	37
Figura 13 – Tela do tutorial	37
Figura 14 – Gráfico - Com as gravações as testemunhas tendem a falar o que realmente aconteceu sem que o medo e a pressão interfiram? . . .	39
Figura 15 – Gráfico - A aplicação preserva o anonimato?	40
Figura 16 – Gráfico - Importância da preservação das expressões para os entre- vistados	41
Figura 17 – Gráfico - Você reconhece quem está no vídeo?	41
Figura 18 – Gráfico - Quem é a pessoa do vídeo?	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Explicação e funcionamento das partes de um neurônio	20
Tabela 2 – Fases do DeepFaceLab	31
Tabela 3 – Bibliotecas	33
Tabela 4 – Botões relacionados às suas funções	34

LISTA DE SIGLAS

API	<i>Application Programing Interface</i>
CSS	Folhas de estilo em cascata
DFL	<i>Deepfacelab</i>
DHPP	Delegacia de Homicídios e Proteção à Pessoa
DL	<i>Deep Learning</i>
EUA	Estados Unidos da América
GAJOP	Gabinete de assessoria Jurídica às Organizações Populares
GAN	Redes Neurais Adversárias
HTML5	Linguagem de Marcação de HiperTexto
PROVITA	Programa Estadual de Proteção a Vítimas e Testemunhas Ameaçadas
S3FD	<i>Single Shot Scale-invariant Face Detector</i>
TJRN	Tribunal de Justiça do Rio Grande do Norte
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	PROGRAMA ESTADUAL DE PROTEÇÃO A VÍTIMAS E TESTEMUNHAS AMEAÇADAS - PROVITA	18
2.2	REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	19
2.3	REDES ADVERSÁRIAS GENERATIVAS - GAN	22
2.4	<i>DEEP LEARNING</i>	24
2.4.1	Aplicações Relacionadas	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1	TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS	28
3.1.1	<i>Django - Framework</i>	29
3.1.2	<i>Python</i>	29
3.1.3	<i>DeepFaceLab</i>	30
3.1.4	Geração dos artefatos	32
3.2	MÉTODOS	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	VALIDAÇÃO	38
4.1.1	Questionário	38
4.2	PRINCIPAIS INFERÊNCIAS	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1	46
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2	47

1 INTRODUÇÃO

Nosso atual sistema judicial permite aos envolvidos em determinado processo o acesso às informações das testemunhas, podendo assim possibilitar fraudes e omissões. Neste mesmo cenário, atualmente, existem diversos processos criminais em que os depoimentos podem ter um grande poder decisório. Entretanto, as vítimas continuam se sentindo inibidas a depor.

Em entrevista, o delegado adjunto da 4ª Delegacia de Homicídios e Proteção à Pessoa (DHPP), Rodrigo Pohlmann afirmou que os casos em que as pessoas se dispõem a testemunhar em um crime que não tem relação com algum familiar são raros. Em sua grande maioria isso se dá pelo medo e insegurança de relatar o crime e relacioná-los a pessoas perigosas (TORRES, 2014).

Ressaltando a importância e o “poder decisório” da prova testemunhal, visto que em diversas situações a mesma tem caráter decisivo nos julgamentos. Sabendo da importância destes depoimentos e provas, faz-se importante pensar em maneiras de tornar estes processos menos dolorosos para quem se dispõe a testemunhar ao mesmo tempo em que faz com que os depoimentos sejam mais consistentes (GALDINO, 2013).

Pensando neste cenário podemos notar a necessidade de políticas que possibilitem que as pessoas possam depor de uma forma mais segura, para que possamos obter a verdade dos depoimentos e possibilitar para as testemunhas uma segurança maior ao depor. É evidente que ao testemunhar em algum processo as testemunhas podem se sentir desprotegidas e pela falta de segurança e serem levadas a mentir ou alterar algum ponto de suas histórias.

Com o avanço das tecnologias e do poder computacional é possível que metodologias de *deep learning* e redes neurais possam auxiliar na resolução de problemas que existem em nosso sistema judicial atual, ou seja, possíveis alterações em depoimentos por medo. Podendo possibilitar assim que depoimentos possam acontecer sem que as testemunhas sejam expostas, utilizando imagens criadas por redes neurais artificiais. A escolha desta tecnologia se faz para que a imagem e os dados das testemunhas sejam

preservados mantendo assim, sua integridade física e sua humanidade e também de forma a preservar ao máximo as expressões durante os depoimentos.

É notório que existe a insegurança de quem depõe visto a sociedade onde vivemos, e que existe a possibilidade de colocar a sua vida em risco ao depor. Baseados neste ponto percebe-se uma lacuna de uso das tecnologias como alternativas possibilitando que questões relacionadas à segurança e a privacidade sejam vistas e minimizadas.

É evidente a necessidade do depoimento de vítimas e testemunhas durante os processos criminais, esses podem ser decisórios e são chaves importantíssimas para os processos que compõem. Também é necessário trazer a segurança e evitar o desgaste para as vítimas da melhor forma, e ainda assim possibilitar as melhores interpretações para os juízes, advogados e júri, quando estes existirem.

Ao manter os dados das testemunhas em sigilo é possível que a mesma se sinta mais encorajada a depor. Para além da segurança, a preservação da essência dos testemunhos também pode se tornar importante para análises durante os depoimentos.

As vítimas e testemunhas se expõem de diversas formas para prestar os seus depoimentos, sendo assim se torna um ponto relevante amenizar e tornar a situação menos desgastante, assegurando a sua segurança, e também mantendo depoimentos mais fiéis e possibilitando que essas pessoas possam depor como "Testemunhas sem rosto".

A utilização de *Generative Adversary Networks*, em português redes neurais adversárias (GAN) e *Deep learning* (DL) permite a desidentificação de uma imagem preservando as suas características principais, espera-se que o uso de GAN adaptado a desidentificação facial possa trazer depoimentos mais humanizados preservando as expressões faciais do depoente. Propondo que nas situações permitidas por lei, o depoimento possa ser gravado, porém utilizando os arquivos com imagem e voz das testemunhas alterados para as exposições e arquivamentos.

Para fins didáticos a divisão desta monografia se deu da seguinte forma.

O Capítulo 1 aborda as motivações, justificativas, hipótese e os objetivos que motivaram

o desenvolvimento deste trabalho. Nestes tópicos são sintetizadas as informações principais com o fim de situar o leitor.

O segundo capítulo dispõe a respeito dos assuntos relevantes para o desenvolvimento e entendimento acerca deste trabalho. Pontuando conceitos e explanando trabalhos já existentes sobre os temas abordados.

O terceiro capítulo discorre sobre as tecnologias, ferramentas e métodos utilizados para atingir os fins desejados.

No quarto capítulo são explanados os resultados obtidos, estes gerados a partir de questionários, que estão dispostos no apêndice. Por fim, o quinto capítulo propõem sugestões de trabalhos futuros baseados nos resultados obtidos durante o desenvolvimento desta monografia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Validar a utilização de uma estrutura de DL e GAN como ferramentas para proteção das testemunhas, possibilitando maior segurança e a preservar a essência dos testemunhos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar dados referenciais a respeito do funcionamento de GAN e DL;
- Compreender por meio do estudo de artigos, revistas e de código disponibilizados no *GitHub* o funcionamento da arquitetura necessária para possibilitar o anonimato;
- Parametrizar o algoritmo com base na análise dos resultados;
- Validar a eficácia da arquitetura da aplicação desenvolvida no âmbito judicial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o referencial teórico acerca dos conceitos envolvidos neste trabalho, destacando: redes neurais, GAN, Programa Estadual de Proteção a Vítimas e Testemunhas (PROVITA), DL e aplicações relacionadas.

2.1 PROGRAMA ESTADUAL DE PROTEÇÃO A VÍTIMAS E TESTEMUNHAS AMEAÇADAS - PROVITA

O GAJOP - Gabinete de assessoria Jurídica às Organizações Populares, destaca-se como os pioneiros na criação de um programa de proteção a testemunhas no Brasil, o gabinete contou com o apoio de países como a Itália e os Estados Unidos da América (EUA), que forneceram dados de programas similares, a princípio o seu surgimento (PROVITA) se deu baseado na necessidade de um alternativa para que as vítimas, ou testemunhas oculares pudessem falar e ainda assim garantir sua segurança, e por conseguinte diminuir a criminalidade e quebrar a lei do silêncio (ROSATO, 2005).

As testemunhas são tratadas como um sujeito “que é chamado em juízo para declarar, sob juramento, a respeito de circunstâncias referentes ao fato delituoso objeto da ação penal, a partir da percepção sensorial que sobre eles obteve no passado” (MOREIRA, 2014).

O PROVITA é utilizado como ferramenta ao combate de impunidade, o programa acolhe e possibilita que pessoas em estado de ameaça ou risco possam depor e ter suas integridades preservadas, porém sob algumas normas (VALADÃO *et al.*, 2005).

As pessoas que aderem ao programa acabam sendo obrigadas a mudar de vida. “A similaridade dessas experiências reside, essencialmente, em relação à condição subjetiva de o sujeito abrir mão de seus referenciais, abandonar o local de moradia ou de origem e assumir uma outra identidade” (ROSATO, 2005).

O programa conta ainda com uma série de critérios que estão contidos na Lei Federal para que as pessoas possam aderir a ele, além de querer fazer parte do programa, os participantes devem estar em situação de risco, por sua colaboração, devem possuir

personalidade e conduta compatíveis e devem estar em liberdade.

Ressalta-se também que países como Portugal e Espanha utilizam "testemunhas sem rosto" em seus processos. Como tentativa de proteção de pessoas que se coloquem em risco de alguma forma, o que pode amenizar de certa forma o medo sentido pelas testemunhas. Em Portugal é garantido por lei que testemunhas que se coloquem em risco devido aos seus depoimentos tenham direito ao anonimato. Cabendo o anonimato a testemunhas que ao depor possam "trazer perigo a sua vida, integridade física, psíquica, liberdade ou bens patrimoniais com valores elevados" (TONOLLI, 2008).

Ainda segundo a autora a constituição portuguesa permite que os depoimentos sejam feitos de forma a garantir a: "ocultação da imagem ou com distorção da voz, ou de ambas, de modo a evitar-se o reconhecimento da testemunha". Podendo também ser usada teleconferência, podendo ela ser efetuada com distorção de voz e ou imagem. As testemunhas podem se tornar alvo ao depor em processos que envolvam pessoas perigosas, de alto escalão e influência, existem programas responsáveis para a proteção de pessoas que se encontram nesta situação, que no Brasil é caso do Programa Estadual de Proteção a Vítimas e Testemunhas Ameaçadas (PROVITA). Em outros países como Portugal, EUA, Espanha as vítimas também possuem programas e seus direitos definidos na constituição (TONOLLI, 2008).

2.2 REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS

As redes neurais são classificadas como métodos supervisionados do aprendizado de máquina, são consideradas pilares da inteligência artificial. As redes neurais se fazem necessárias visto que os computadores tinham formas de processamento de dados muito diferentes de um cérebro humano, este é tido como "altamente complexo, não linear e paralelo". As redes neurais realizam procedimentos como reconhecimento de padrão, percepção motora e percepção muito mais rápido do que o cérebro, são como computadores projetados para modelar o funcionamento do cérebro humano para realizar determinada tarefa (HAYKIN, 2001).

Os neurônios naturais, são células nervosas ". . . Com a funcionalidade de processar, transmitir, pensar, e memorizar os dados e informações adquiridas através dos nossos

receptores". Os neurônios são divididos em 3 partes principais: Dendrito, corpo celular e axônio (SOUZA; CÂMARA, 2019). Como mostrado na tabela 1.

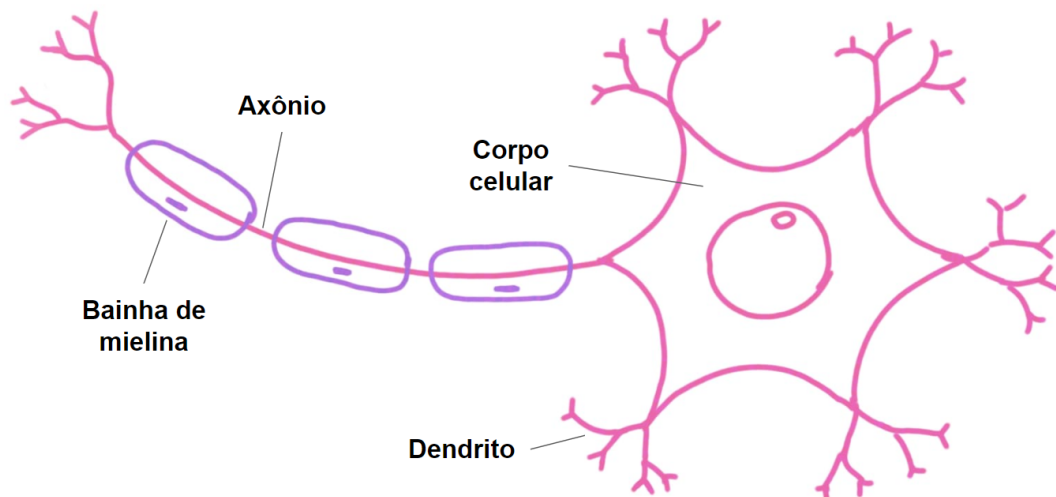
Tabela 1 – Explicação e funcionamento das partes de um neurônio

Partes	Funções
Dendrito	A principal função destas estruturas é captar os estímulos, sejam eles vindos de outros neurônios ou do ambiente.
Corpo celular	O corpo celular é incubado de processar todas as informações provenientes das dendritos para criar um potencial de ativação, que determina se o neurônio deve disparar o impulso.
Axônio	Seu objetivo consiste em conduzir os impulsos elétricos.

Fonte: Adaptado de Silva, Spatti e Flauzino (2010).

Um neurônio artificial utilizado pelas redes neurais baseia-se no neurônio natural, mostrado na figura 1 mostra a fisiologia de um neurônio.

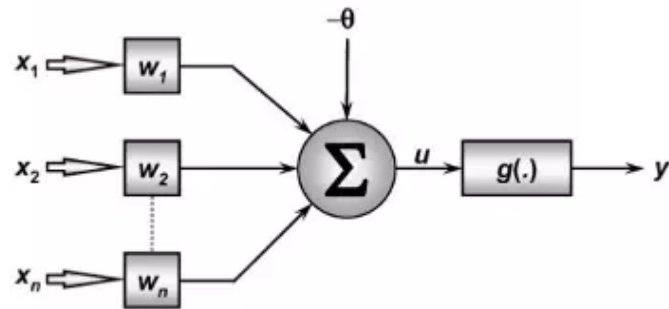
Figura 1 – Fisiologia de um neurônio natural



Fonte: Adaptada de: Souza e Câmara (2019).

Já para a computação usa-se uma estrutura semelhante ao neurônio, porém mais simplificada, chamadas neurônios artificiais. A figura 2 representa esta estrutura.

Figura 2 – Fisiologia de um neurônio artificial



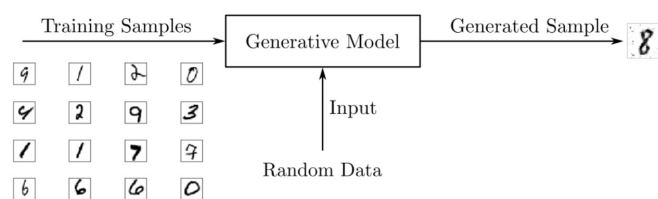
Fonte: Souza e Câmara (2019).

Em suma para o funcionamento do neurônio artificial segue os seguintes passos: Recebe as variáveis de entrada, que são representadas pelo conjunto x , em seguida multiplica a camada de pesos sinápticos, representadas pelo conjunto w , baseado nos sinais de entrada, o símbolo de somatório representa o combinador linear, que determina o potencial de ativação, a função obtém o potencial de ativação, aplica a função de ativação e compila a saída (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

Estas redes neurais definem seus parâmetros por si próprias e os algoritmos utilizam um conjunto de regras de natureza local para o ajuste de pesos (BRAGA; LUDERMIR; CARVALHO, 2007).

Este tipo de abordagem, discriminativa, é utilizada para aprendizagem supervisionada, a figura 3 traz uma sequência de números manuscritos, que foram usados para o treinamento e com o auxílio de algum algoritmo é feito o ajuste do parâmetro para minimizar a função de perda. A partir daí este modelo pode gerar novos números (SILVA; SILVA, 2014), exemplificado abaixo.

Figura 3 – Exemplo da geração de números a partir da rede neural

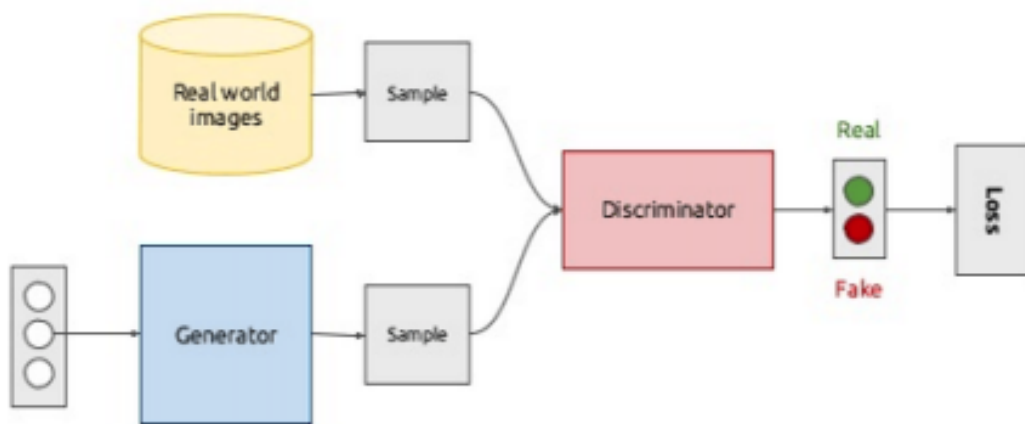


Fonte: Candido (2020).

2.3 REDES ADVERSÁRIAS GENERATIVAS - GAN

Proposta pela primeira vez em 2014, GANs são compostas por duas redes neurais adversárias: um gerador(G) e um discriminador(D), sendo G responsável por gerar amostras que são semelhantes aos dados que estão presentes em um conjunto de dados C, e D diferencia os dados criados por G, dos dados que são reais e presentes no conjunto C (SILVA; SILVA, 2014). A figura 4 exemplifica o funcionamento das redes.

Figura 4 – Arquitetura do Funcionamento do GAN

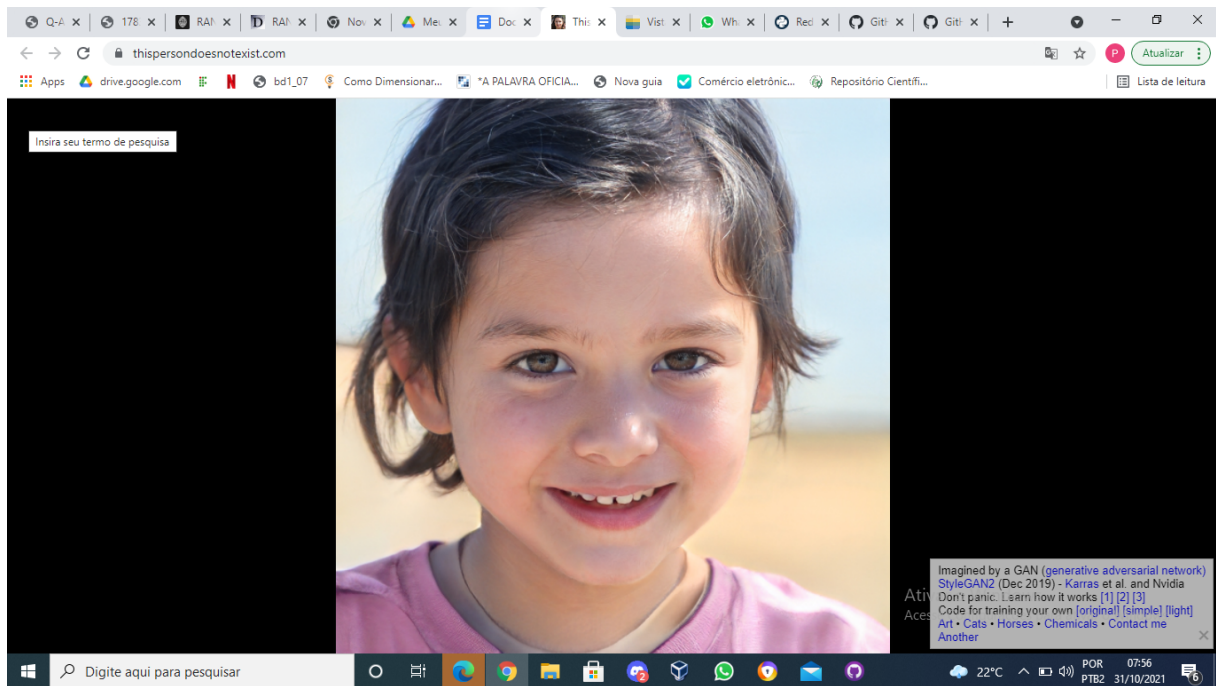


Fonte: Silva e Silva (2014).

As duas redes se treinam gerando resultados cada vez mais próximos da realidade e tornando difícil a tarefa de identificar o que é ou não real (CANDIDO, 2020).

Alguns destaque na geração de imagens, utilizando *CyberGAN*, que possibilita a transferência de estilo, um exemplo clássico é a transformação da imagem de um cavalo em um zebra. E utilizando o *StyleGAN* que possibilita a geração de rostos humanos (CANDIDO, 2020). Como é o caso do site *This Person Does Not Exist*, que mostra imagens de pessoas geradas por GAN exemplificado na figura 5.

Figura 5 – Pessoa Criada Por Gan



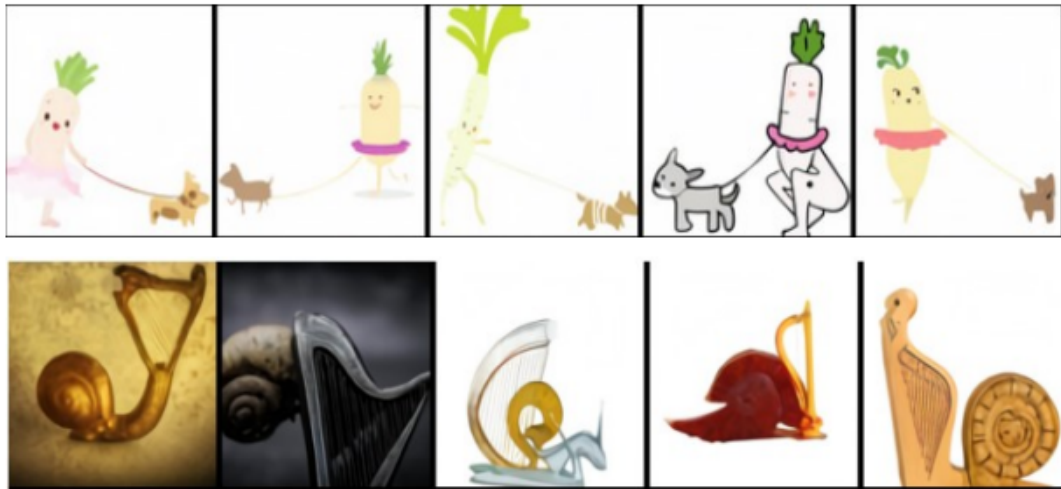
Fonte: Autoria Própria.

Estas redes são aptas para gerar amostras através da aprendizagem de características que são naturais e que vêm do conjunto de dados. Conseqüentemente, as redes competem entre si, fazendo com que G aprenda a gerar amostras mais reais, para que minimize as chances de acerto de D na função de diferenciar as imagens reais das criadas (BACKES *et al.*, 2019).

Uma rede neural de destaque é o DALL-E, composto basicamente de uma entrada textual que é processada por uma rede neural que possui 12 milhões de parâmetros, para gerar imagens que são criadas a partir das interpretações realizadas pela rede (ANJOS, 2021).

A figura 6 foi gerada pela rede. A primeira fileira de imagens mostra a ilustração de um bebê rabanete em um tutu rosa passeando com um cachorro e a segunda fileira um caracol feito de uma harpa.

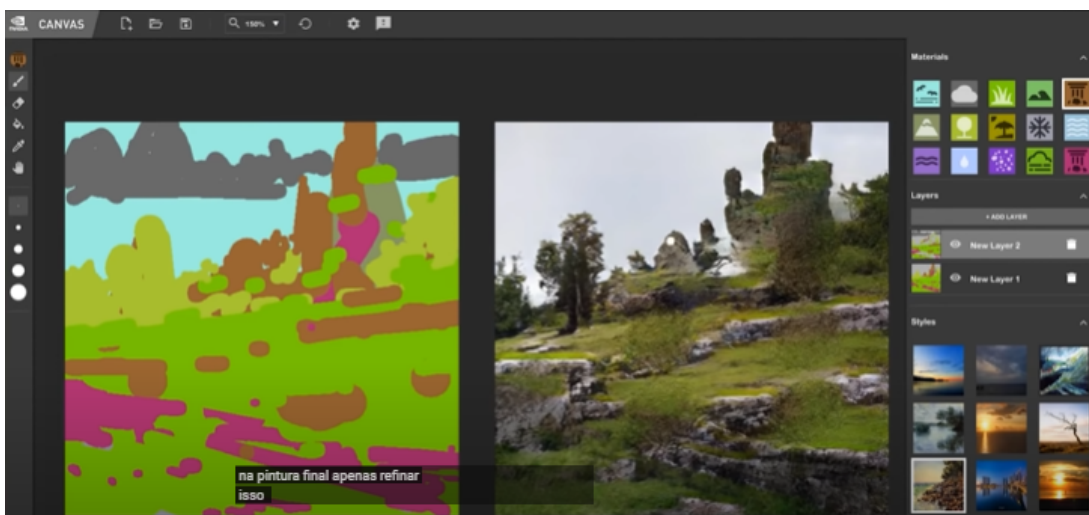
Figura 6 – Desenhos gerados por rede neural



Fonte: Anjos (2021).

Outro exemplo do funcionamento do GAN pode ser exemplificado em um modelo desenvolvido pela NVIDIA Research, NVIDIA (2021) , este modelo transforma rabiscos quaisquer em imagens fotorrealistas. Como mostrado na figura 7.

Figura 7 – Imagem gerada pelo modelo criado pela NVIDIA



Fonte: NVIDIA (2021).

2.4 DEEP LEARNING

"*Deep learning* trata-se de um conjunto de técnicas de *Machine Learning* que utilizam redes neurais artificiais profundas, com muitas camadas intermediárias entre a camada de entrada e a de saída" (HOSAKI; RIBEIRO, 2021).

As técnicas de DL tem sido uma ferramenta extremamente eficiente para o tratamento de dados não categorizados e em massa, utilizando-se de redes neurais para diversas atividades, dentre elas, reconhecimento de processamento de imagens, vozes, dentre outras diversas técnicas (PACHECO; PEREIRA, 2018).

O autor Mendes (2018) também ressalta quão poderosa e surpreendente é o sucesso de DL em diversas áreas, sendo elas o processamento de linguagem natural, reconhecimento de fala e processamento de imagens. Frisando também o seu sucesso em: aprender tarefas complexas a partir de uma grande quantidade de dados.

Podemos notar a presença da estrutura em diversas novas aplicações, com intuítos variados, encontramos DL desde pesquisas até recomendações (LECUN; BENGIO; HINTON, 2015).

O DL também é visto como uma ferramenta poderosa para aprendizado de máquina, prometendo remodelar o futuro da inteligência artificial. Assim como uma abordagem que possibilita que o ramo gere novas melhorias no poder computacional, armazenamento rápido de dados e paralelização (RAVI *et al.*, 2017) .

As estruturas de DL podem ser utilizadas para sanar atividades em que humanos tendem a ser melhores que máquinas, como por exemplo reconhecimento de padrões, reconhecimento de imagem, fala. Estas estruturas utilizam diversas camadas de processamento facilitando e melhorando tarefas deste gênero em conjuntos de dados grandes, as estruturas de aprendizagem profunda funcionam a partir de camadas. Onde as camadas subsequentes possui conceitos mais complexos. exemplificando: "Uma rede neural profunda encarregada de interpretar formas aprenderia a reconhecer arestas simples na primeira camada e, em seguida, adicionaria reconhecimento das formas mais complexas compostas por essas arestas nas camadas subsequentes" (RUSK, 2016).

"O *Deep Learning* abrange as áreas de pesquisa de redes neurais, inteligência artificial, modelagem gráfica, otimização, reconhecimento de padrões e processamento de sinais" (HOSAKI; RIBEIRO, 2021).

DP foi tratada como uma técnica eficaz, sendo uma das áreas mais promissoras do ambiente da informatização. Trazendo avanços para diversos nichos, *Machine Learning* trás algoritmos que são capazes de aprender a partir de um conjunto de dados trazendo soluções para problemas (PACHECO; PEREIRA, 2018).

O aprendizado pode ser dividido em três grupos, supervisionado, não supervisionado e híbrido, sendo o aprendizado supervisionado como: Uma estrutura que já possui o seu treinamento de certa forma desenhada, trazendo entradas e saídas, que já são esperadas para o seu treinamento. Em contrapartida, o aprendizado não supervisionado apenas recebe entradas e o próprio algoritmo aprende e "aprende a representar" as próprias entradas. E híbrido um misto dos dois (SOUTO *et al.*, 2003).

2.4.1 Aplicações Relacionadas

Além das aplicações supracitadas diversos outros modelos que utilizam redes neurais e *deep learning* tem ganhado mais destaque.

Destaca-se o uso de sistemas de inteligência artificial e *deep learning* utilizados pelo sistema judiciário brasileiro - Sistema Elis e Poti.

- Sistema Elis - Projeto criado para realizar os processos de análise e triagem dos processos executivos fiscais, sendo este o primeiro sistema de inteligência artificial aplicado em Pernambuco. Elis mostra-se extremamente eficiente, principalmente quando olha-se para os números, Elis conseguiu realizar em apenas 15 dias o trabalho que 11 servidores realizariam em 18 meses (LUCKWU; SILVA, 2021).
- Sistema Poti - Projeto desenvolvido em parceria entre tribunal de Justiça do Rio Grande do Norte (TJRN) e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). O sistema faz-se necessário para realização de tarefas como bloqueio e desbloqueio de contas, assim como "à tarefa de emissão de certidões relativas ao BACENJUD(Sistema de Comunicação Eletrônica entre o Poder Judiciário e instituições financeiras e demais entidades autorizadas pelo Banco Central)" (VIEZZER, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta de utilização das tecnologias de GAN e DL aplicadas à proteção dos dados de testemunhas durante os processos dos seus depoimentos, surge pelo fato de existirem poucos estudos relacionados a esta temática.

Foi desenvolvida uma aplicação, responsável por realizar as alterações necessárias nos depoimentos, a mesma recebe o vídeo da testemunha e a partir dele realiza a troca de faces. Para o desenvolvimento optou-se por gerar uma aplicação *web* executada a partir do navegador, porém localmente.

Para tal a pesquisa foi realizada manualmente em artigos e livros disponíveis no google acadêmico, com exceção do artigo relacionado ao funcionamento da arquitetura do "*DeepFaceLab*". Além disso, alguns sites foram consultados, como por exemplo sites oficiais de ferramentas.

O procedimento de coleta de dados para validação foi realizado a partir de questionário. Os formulários devem ser construídos de forma a evitar duplicidade, trazendo perguntas mais diretas para a pessoa que o responde, esta ferramenta de coleta de dados traz diversas vantagens, possibilita uma grande quantidade de resposta, com menos tempo, sem necessidade de deslocamento (MICHEL, 2009).

As seguintes etapas foram seguidas para o desenvolvimento.

Levantamento de informações.

- Levantamento de informações sobre as ferramentas que serão utilizadas;
- Levantamento de informações que validam a aplicação da tecnologia em julgamentos, locais de aplicação e embasamento pela legislação.

Desenvolvimento prático.

- Adaptação da aplicação *DeepFaceLab*. Geração dos processos da rede neural;

- Tratamento dos áudios para geração da ATA;
- Geração dos arquivos de saída para o usuário;
- Geração da interface gráfica.

Validação.

- Validação do anonimato, por meio de formulários;
- Validação da preservação das expressões, por meio de formulários;
- Verificação do cenário.

3.1 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS

Para o desenvolvimento da aplicação foram usadas as seguintes tecnologias:

- HTML5 ¹: A linguagem de marcação HTML5 (Linguagem de Marcação de Hipertexto) é a linguagem que fornece a estrutura do site. Segundo Santiago *et al.* (2020) HTML Permite que a semântica dos elementos seja preservada, a linguagem conta com um conjunto de *tags* pré definidas que podem ser utilizadas para facilitar o manuseio correto de cada estrutura. A mesma também possui suporte para diversas *Application Programming Interface* (API) e para as folhas de estilo em cascata (CSS) e o *framework bootstrap*;
- CSS3 ²: O CSS foi definido por Silva (2007) como: "um mecanismo simples para adicionar estilos", em suma este tipo de arquivos define como serão formatados os elementos. É a partir do CSS que podem ser definidas as características principais dos elementos, por exemplo, é a partir desta estrutura que designamos as cores, tamanho, posições, bordas e entre outras características dos elementos;

¹ Disponível em: *HTML*

² Disponível em: *CSS*

- Bootstrap ³: Santiago *et al.* (2020) ressalta que *framework* que surgiu com o objetivo de resolver problemas de falta de padronização. Através de diversos estilos e configurações globais, proporciona mais responsividade.

Para o desenvolvimento do *back-end* foram utilizadas as tecnologias a seguir:

3.1.1 *Django - Framework*⁴

Baseado nas informações do site oficial da ferramenta Django (2022) (utilizado na versão 4.1.3) é um *framework* que permite que os projetos possam ser desenvolvidos mais rápido, visto que ao *startar* a aplicação inicial já conseguimos ter acesso a uma estrutura de base. O mesmo é voltado para a linguagem *python*, gratuito e de código aberto.

Sua característica de maior peso para a sua utilização neste trabalho é a segurança fornecida, possui estrutura para lidar com *clickjacking protection*, *SQL injection* e contra diversas outras formas de ataque.

O Django possui uma estrutura que facilita o desenvolvimento do usuário em diversos pontos, o mesmo trata as autenticação dos usuários e administra diversos conteúdos. Ele também é extremamente escalável e trabalha bem com os recursos de hardware disponibilizados.

3.1.2 *Python*

Para o desenvolvimento da aplicação optou-se pelo uso da linguagem de programação *python* ⁵, na versão 3.10.9. A linguagem criada por Guido van Rossum em 1991 é uma linguagem de programação de alto nível, fortemente tipada e orientada a objetos.

Python possui uma ampla comunidade ativa, é de fácil utilização, com uma sintaxe simples. A linguagem possui diversas opções para desenvolvimento web, contando com diversas opções de *frameworks*, sistemas de gerenciamento avançados e suporta diversos protocolos de internet.

³ Disponível em: *Bootstrap*

⁴ Disponível em: *Django*

Optou-se pelo uso dessa linguagem por ser uma das mais utilizadas para trabalhar com inteligência artificial. É uma linguagem extremamente versátil, podendo ser utilizada para os mais diversos fins, também possui bibliotecas e ferramentas gratuitas para trabalhar com *machine learning*.

E através do python pudemos utilizar os módulos necessários para a construção desta aplicação, como por exemplo:

- Subprocess - Módulo que permite que arquivos externos sejam executados através dos *scripts* em *python*.
- Speech Recognition - Módulo que permite que áudios sejam transcritos.

3.1.3 *DeepFaceLab*

O *deepFaceLab*⁶ é uma aplicação de código aberto disponibilizada no *GitHub*. Este trabalho faz uma adaptação da rede neural gerada pelos desenvolvedores do *DeepFaceLab*, para atingir os objetivos deste TCC.

A partir do *DeepFaceLab* é possível além de realizar a troca de face de um rosto para outro, o envelhecimento de faces, manipulação dos lábios, a mesma possibilita a utilização de diversos algoritmos voltados para o treinamento da rede neural. Para este trabalho adaptamos o algoritmo de treinamento, *Quick96*, este possibilita o treinamento até mesmo em máquinas que possuem um poder computacional menor e não possuem placa de vídeo.

Para o desenvolvimento da aplicação os autores utilizaram *StyleGAN*, que é uma ramificação das GANs.

Como supracitado o *StyleGAN* torna possível a geração de rostos humanos, sendo um exemplo o site "*This Person Does Not Exist*", que a cada *reload* gera rostos que se assemelham aos rostos humanos (CANDIDO, 2020).

⁵ Disponível em: *Python*

⁶ Disponível em: *DeepFaceLab*

Em suma, a estrutura é dividida em 3 etapas.

- Extração;
- Treinamento;
- Conversão.

As informações quanto a arquitetura do *DeepFaceLab* foram retiradas do artigo Ivan *et al.* (2021). O funcionamento das principais etapas é mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Fases do DeepFaceLab

Fase	Como funciona
Extração	Extrair as faces a partir dos vídeos, o DeepFaceLab utiliza o <i>Single Shot Scale-invariant Face Detector</i> para extração da face(S3FD), Ainda nessa fase são usadas duas estruturas para o alinhamento da face, 2dfan (Algoritmo de referência facial baseado em calor), é utilizado quando as imagens possuem ângulos maiores e (PRNET) usado geralmente em rostos que estão em posições desfavoráveis.
Treinamento	É nesta fase que as redes neurais são treinadas, para que elas aprendam a replicar as faces.
Conversão	Fase onde ocorre a transformação das faces efetivamente. Neste ponto o rosto destino é inserido no lugar das máscaras, ou seja, o rosto criado é inserido na mesma posição do original.

Fonte: Adaptado de Ivan *et al.* (2021).

Durante a primeira fase, o algoritmo parte de um *frame* do vídeo, através do codificador gera uma face latente, posteriormente esta face é decodificada com o objetivo de recriar a face novamente, trazendo o alinhamento da face origem, porém com os traços do rosto que se deseja recriar.

A proposta do *DeepFaceLab*, é que utilizando as imagens geradas nas etapas anteriores, sejam mantidas as expressões e que as novas imagens sejam geradas ao "sobrepôr" as antigas utilizando as habilidades criadas pela rede neural de recriar a imagem.

No processo a face original é substituída por uma máscara, que representa o espaço onde a nova face deverá ser inserida. As expressões da face original são mantidas, porém a rede gera essas expressões utilizando do rosto que se deseja recriar.

3.1.4 Geração dos artefatos

O código a seguir representa a função utilizada para a separação do áudio do vídeo e a transcrição do conteúdo do áudio para texto. O código na figura 8 foi introduzido para demonstrar o estilo de programação utilizado na linguagem *python*.

Figura 8 – Código

```
1 import moviepy.editor as mp
2 import speech_recognition as sr
3 import os
4
5 def gerar_txt():
6
7     clip = mp.VideoFileClip(r"data_dst.mp4")
8     clip.audio.write_audiofile(r"coverted.wav")
9
10    r = sr.Recognizer()
11
12    audio = sr.AudioFile("coverted.wav")
13
14    with audio as source:
15        audio_file = r.record(source)
16
17    result = r.recognize_google(audio_file, language="pt-BR")
18
19    with open('traducao.txt',mode='w') as file:
20        file.write(result)
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As linhas 1, 2 e 3 representam os *imports* necessários para a execução da aplicação. Como representadas na tabela 3.

Tabela 3 – Bibliotecas

Linha	Biblioteca	Função
1	<i>Moviepy</i>	Biblioteca para edição de vídeos e áudios.
2	<i>Speech Recognition</i>	Biblioteca para realização de reconhecimento de fala.
3	Os	Biblioteca para automação de processos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A função é aberta na linha 5, em seguida o vídeo é carregado (linha 7), e convertido para um arquivo de áudio (linha 8).

Um objeto de reconhecimento de fala (*Speech Recognition*) é criado (linha 10), na sequência é criada uma nova instância de áudio *file* a partir do arquivo de áudio gerado anteriormente (linha 12).

(Linhas 14 e 15) A leitura do arquivo é realizada, (linha 17) a transcrição do áudio é feita, que é configurado para a língua Portuguesa, (linhas 19 e 20) e por fim o conteúdo é escrito no arquivo "traducao.txt".

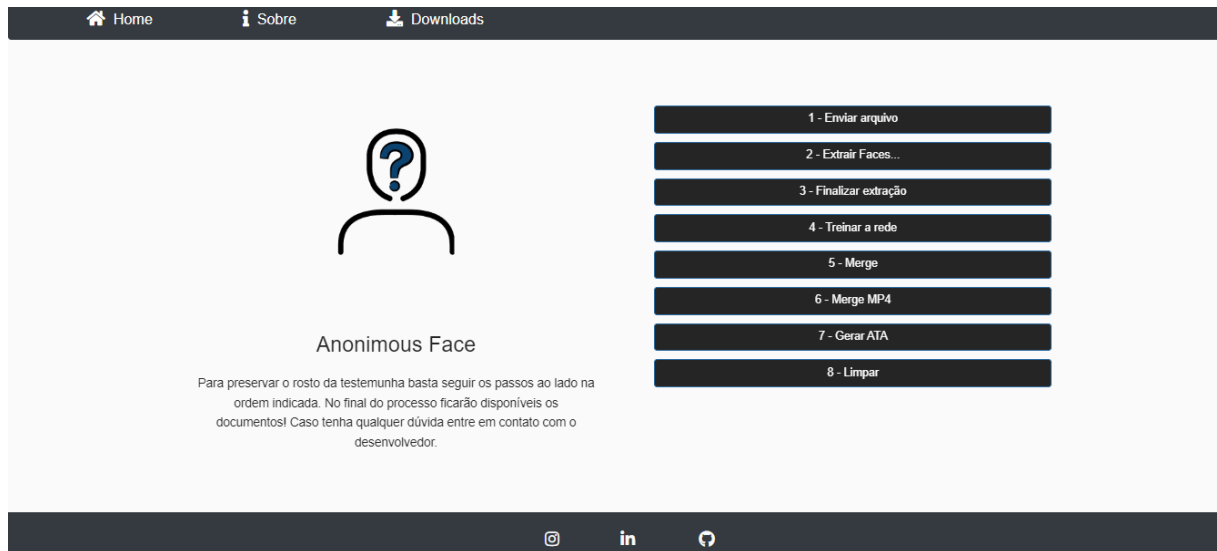
3.2 MÉTODOS

Para o desenvolvimento da aplicação optou-se pela aplicação executada localmente. Para a sua utilização é necessário o *download* do código disponibilizado no *google drive*⁷. Para executá-lo basta executar o arquivo "*AnonimousFace.bat*". As dependências necessárias são informadas no arquivo "*README.md*".

Ao executá-lo o usuário é redirecionado para a página ilustrada na figura 9, para o desenvolvimento do *front-end* foi utilizado: HTML, CSS e *Bootstrap*.

⁷ Disponível em: *AnonimousFace*

Figura 9 – Tela Inicial



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A tela possui o logo da aplicação, uma explicação rápida sobre o funcionamento e os botões para execução dos processos. Cada botão apresenta uma numeração que representa a ordem na qual eles devem ser clicados para a execução dos processos. A tabela 4 abaixo apresenta os botões e suas funções.

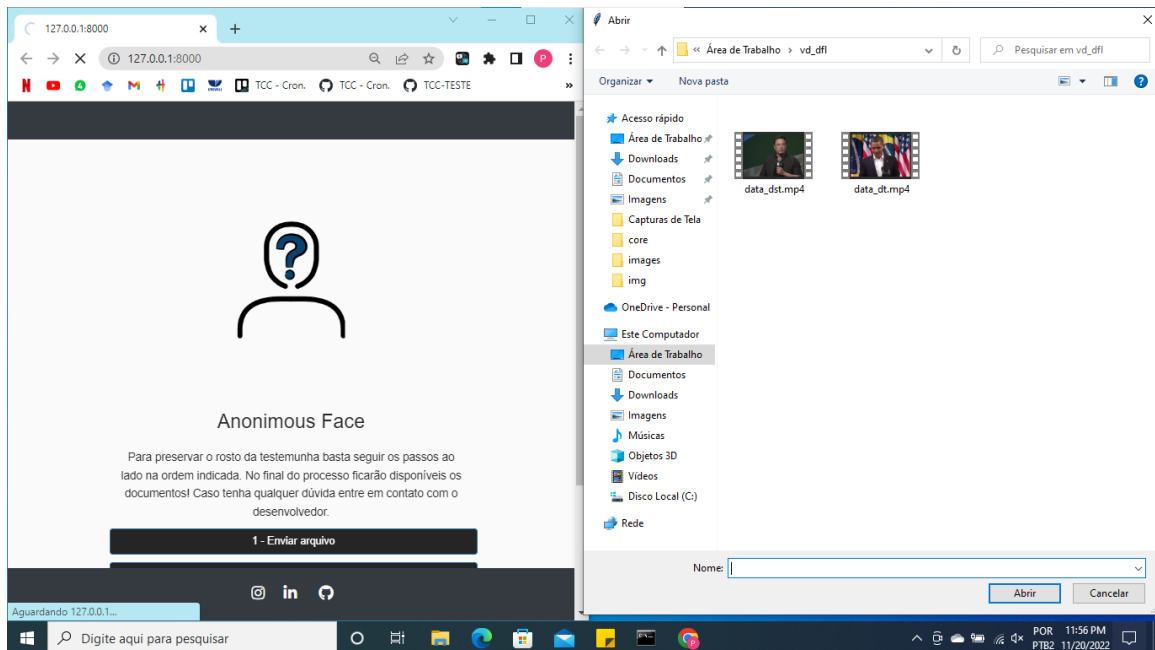
Tabela 4 – Botões relacionados às suas funções

Botões	Funções
1 - Enviar Arquivo	Abre espaço para envio de dos depoimentos.
2 - Extrair Faces...	Inicia a extração das faces, extraindo os <i>frames</i>
3 - Finalizar extração	Processo de extração das faces.
4 - Treinar a rede	Treina a rede neural para a substituição dos rostos
6 - Merge para MP4	Transfere o vídeo para o formato MP4
7 - Gera a ata	Gera os arquivos
8 - Limpar	Limpa os dados anteriores

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Inicialmente para a execução do processo o vídeo deve ser enviado, para isto, ao clicar no botão 1 uma aba é aberta, como mostrado na figura 10. Este passo simplesmente armazena o vídeo na aplicação, neste ponto é necessário que seja inserido o vídeo do depoimento da vítima.

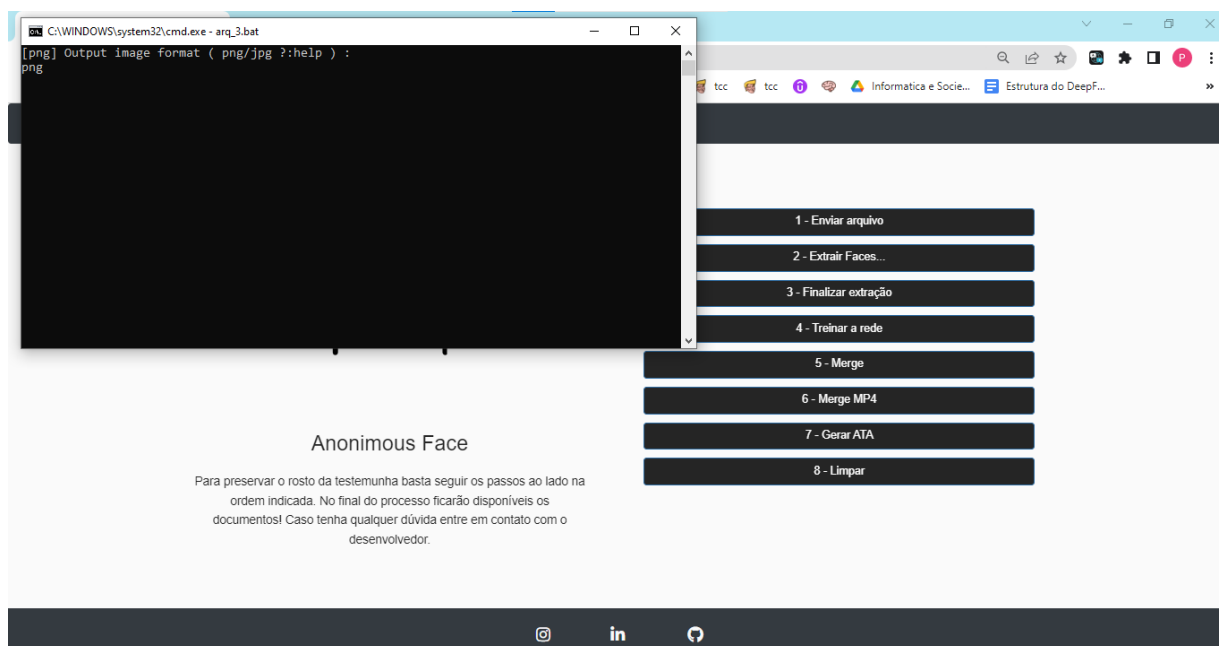
Figura 10 – Janela de envio



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quanto ao funcionamento dos próximos botões, ao serem clicados, um terminal é aberto na tela, e o usuário deve pressionar "*enter*" para que as opções padrões sejam selecionadas e aguardar o fim do processo. Como mostrado na figura 11.

Figura 11 – Interface das aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O primeiro processo a ser realizado é o processo de extração que já foi citado anteriormente. Ele é realizado ao clicar no primeiro e no segundo botão, extrair faces e finalizar extração, o processo supracitado, realiza inicialmente a separação dos *frames* do vídeo, e após o reconhecimento da face, ao fim o processo a aplicação gera uma espécie de máscara pela qual se torna possível identificar a posição do rosto.

O processo descrito acima é realizado apenas para o rosto da testemunha, levando em consideração que a aplicação gerada possui um rosto padrão utilizado para todos os depoimentos gerados.

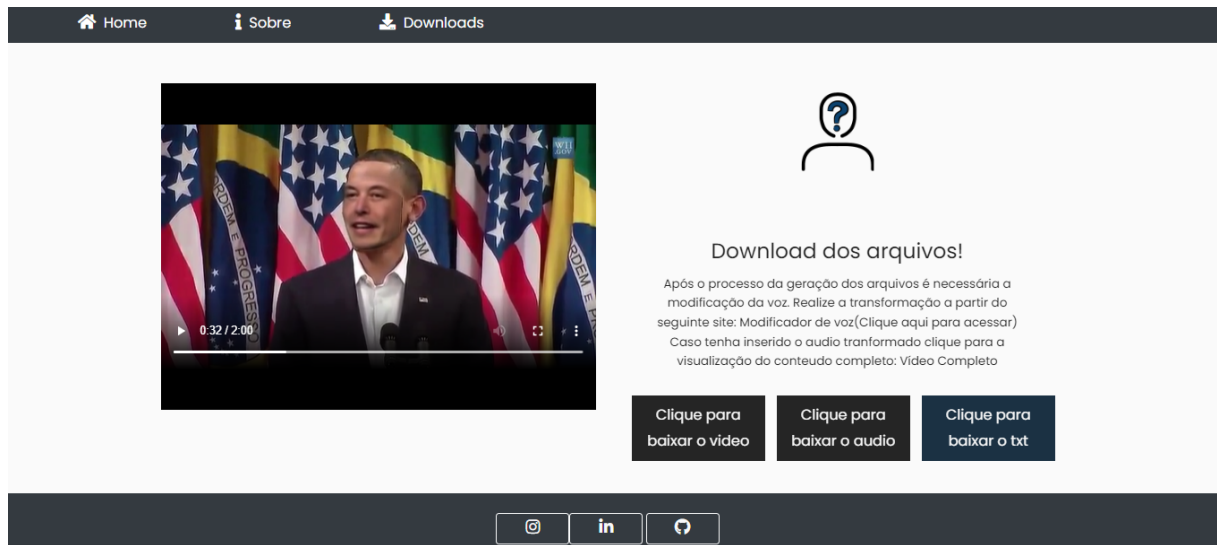
Com estes processos finalizados ocorre o processo de treinamento da rede, aplica-se o algoritmo para treinamento da rede neural e por fim é realizada a concatenação das faces.

Por fim, ao clicar no botão "Gerar ATA" é realizada a geração dos arquivos, o vídeo modificado, o áudio isolado para que o usuário possa realizar a modificação da voz e a transcrição do áudio do testemunho.

O último botão da aplicação é responsável por realizar a exclusão do vídeo original, assim como a exclusão de todos os *frames* extraídos anteriormente para o treinamento, mantendo apenas o novo vídeo gerado com a alteração das faces.

Ao fim dos processos é possível baixar os documentos (áudio, vídeo sem áudio e texto do depoimento transcrito) clicando no *link* no menu "*Downloads*". A página contém 2 *link*, o primeiro direcionando para uma aplicação que modifica a voz. Como mostrado na figura 12.

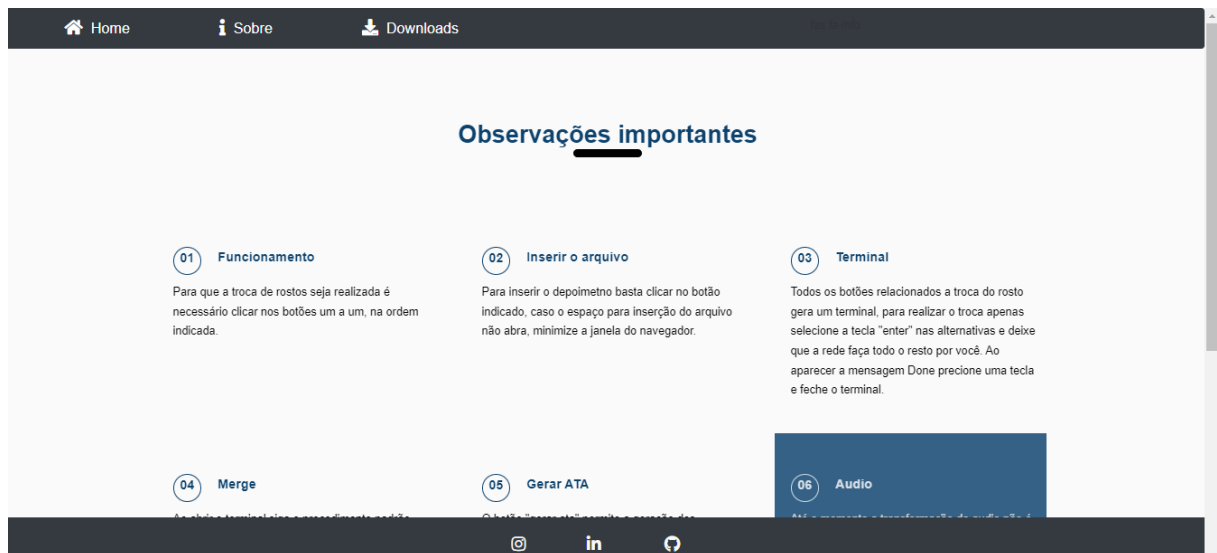
Figura 12 – Tela de downloads



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Por fim, a aplicação fornece um mini tutorial com todos os pontos importantes para a execução da aplicação, como mostrado na figura 13.

Figura 13 – Tela do tutorial



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o desenvolvimento deste trabalho o principal resultado gerado foi a aplicação para proteção das testemunhas, *Anonimousface*. Evidenciou-se que as gravações de depoimentos podem se tornar ferramentas relevantes para os processos, assim como a preservação da identidade e das expressões das testemunhas. A aplicabilidade da ferramenta se tornou ainda mais nítida, visto que, a mesma mantém as expressões e preserva o anonimato das vítimas em um nível satisfatório. As próximas seções apresentam a validação e as principais inferências referente ao "*Anonimousface*" e sua utilização.

4.1 VALIDAÇÃO

O *AnonimousFace* foi validado utilizando duas vertentes, questões relacionadas ao âmbito técnico, embasado pela projeto de Lei N° 5.778 (projeto de lei prevê gravação, em áudio e vídeo, dos depoimentos no inquérito policial), para validar o quanto este tipo de abordagem possibilita que as expressões seja mantidas e o impacto disto nos processos. E quanto a aplicação para validar se a mesma fornece o anonimato e mantém as expressões faciais. A validação foi realizada em duas etapas.

4.1.1 Questionário

As questões abordadas pelo questionário em anexo no apêndice A foram divididas em 2 seções relacionadas a aplicação em si e questões técnicas. Para que as questões relacionadas à aplicação sejam respondidas é exibido um vídeo modificado, que explica de uma forma simplificada o funcionamento de *deep fake* e faz o contraste com o vídeo original.

Caso o usuário acredite que o anonimato não é preservado, o questionário exibe um campo para que ele informe o motivo. As questões também possibilitam observações a respeito dos temas.

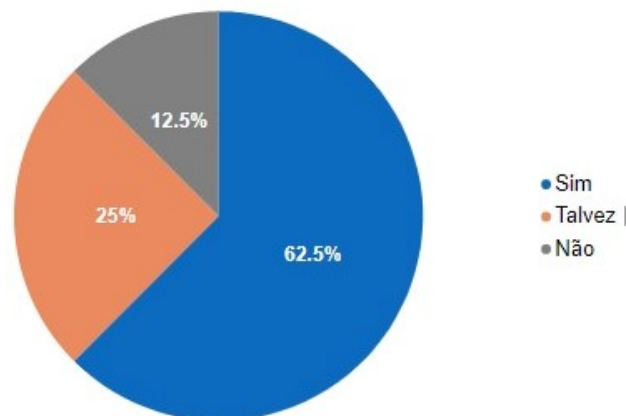
4.2 PRINCIPAIS INFERÊNCIAS

O questionário foi criado pelo *google forms*, ferramenta do *google* para geração de formulários e o mesmo foi disponibilizado por meio de grupos no aplicativo *WhatsApp* que contam com alunos e ex-alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, campus Cachoeiro de Itapemirim e em grupos de turmas de alunos do curso de Direito. O questionário conta com 32 respostas destas sendo 25% vindas da área de direito. O questionário é totalmente online com questões fechadas e possui espaços para observações pertinentes. As questões técnicas foram respondidas apenas por estudantes e profissionais da área de direito.

As pessoas que responderam as questões técnicas consideraram que em uma escala de 1 à 5, as gravações apresentam muita importância, considerando 5, baseando-se no fato de que estas medidas possibilitam mais transparência nos depoimentos, assim como preserva ainda mais as informações contidas nele. No quesito importância das expressões faciais para o julgamento, 75% das pessoas que responderam consideram que a importância têm um grau 5 e 25% grau 3. Com uma média de 4.5 de 5.

Apenas 12,5% das pessoas que responderam ao questionário não acreditam que o medo é menor no formato em que os depoimentos são gravados, assim como as vítimas tendem a não se sentir menos pressionadas. Exemplificado na imagem 14.

Figura 14 – Gráfico - Com as gravações as testemunhas tendem a falar o que realmente aconteceu sem que o medo e a pressão interfiram?



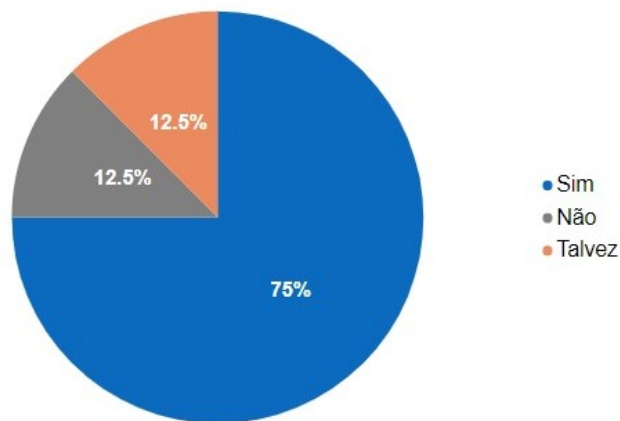
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O quesito com maior divergência foi em relação às expressões faciais, recebendo

uma média de 2.96, levando em consideração que quanto mais próximo de 5, mais a aplicação preserva as expressões faciais.

A maioria das pessoas que responderam o questionário consideraram a estrutura eficiente para a proteção do anonimato das testemunhas. Porém neste quesito houveram alguns problemas de interpretação. Nesta primeira validação um ponto a ser desconsiderado (Explicado no enunciado da pergunta) era a voz, quesito apontado como motivação principal para que não mantivesse o anonimato. O gráfico 15 também leva em consideração estas respostas.

Figura 15 – Gráfico - A aplicação preserva o anonimato?



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As respostas a respeito da preservação do anonimato e das expressões faciais fizeram com que fosse necessária uma segunda etapa de validação. O segundo questionário em anexo no apêndice B seguiu a mesma linha do questionário anterior, porém disponibilizado em grupos com alunos e ex-alunos do IFES campus Cachoeiro de Itapemirim. O questionário foi realizado totalmente online. Contando com 30 respostas.

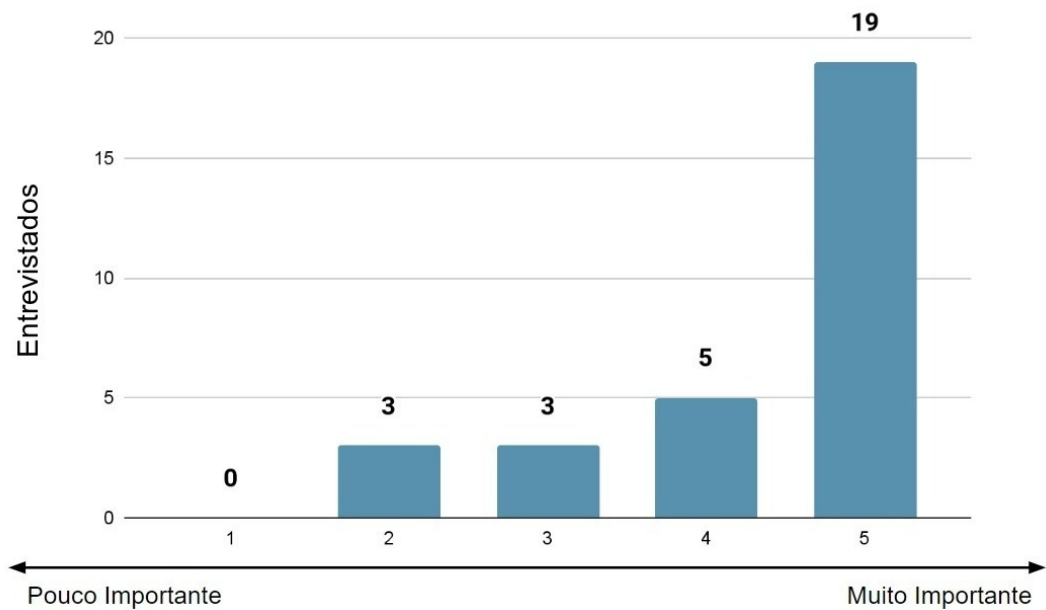
Antes da divulgação foram realizados alguns ajustes, a rede neural foi treinada por mais tempo, para minimizar problemas relacionados à interpretação as questões tiveram pequenas alterações.

Para que as questões fossem respondidas foi divulgado um vídeo alterado pela rede neural. O vídeo utilizado possui como rosto original Elon Musk, que é uma figura extremamente conhecida na área de Sistemas de Informação, sobreposto pelo de

Robert Downey Jr.

Como resultado para os questionamentos a respeito da preservação das expressões, foi obtida uma média de 4,34, sendo que quanto mais próximo a 5 mais as expressões são preservadas. Como exemplificado no gráfico 16.

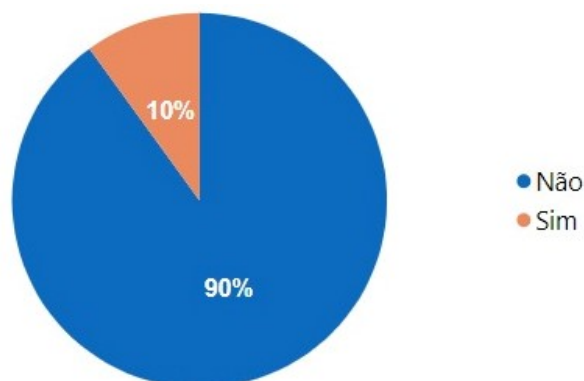
Figura 16 – Gráfico - Importância da preservação das expressões para os entrevistados



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quanto ao quesito anonimato 90% das pessoas afirmaram não reconhecer o rosto por trás do vídeo original, como mostrado na figura 17.

Figura 17 – Gráfico - Você reconhece quem está no vídeo?

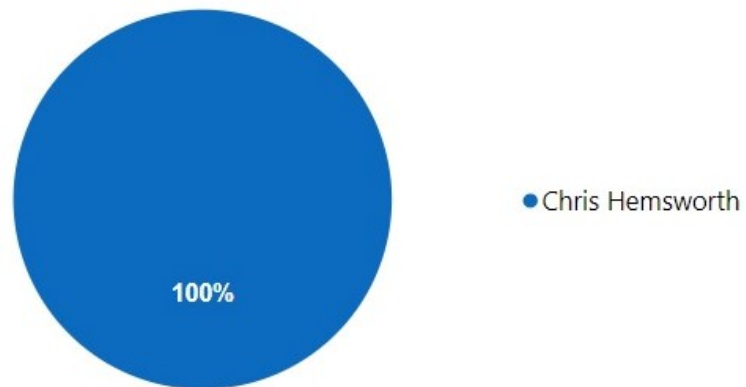


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os 10% restantes afirmaram reconhecer o rosto, porém ao dizer quem era a pessoa identificaram outra pessoa que não estava relacionada ao vídeo.

Como mostrado no gráfico 18

Figura 18 – Gráfico - Quem é a pessoa do vídeo?



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como artefato gerado uma aplicação *desktop*, *anonymousface*, que funciona localmente e possibilita que a partir da inserção do vídeo da testemunha seja gerado um novo vídeo que mascara o rosto, com o objetivo de torná-la irreconhecível.

A partir de todo o processo chegamos às conclusões de que gravações dos depoimentos realmente são consideradas importantes, assim como as expressões faciais apresentam a sua relevância, sendo estes pontos abordados pelo objetivo deste trabalho de utilizar as estruturas de DL e GAN como ferramentas para proteção da identidade das testemunhas.

A ferramenta atingiu seu objetivo no quesito anonimato considerando que mesmo as pessoas que disseram conseguir reconhecer quem estava por trás, foram enganadas pela rede neural, assim como trouxe uma percepção de segurança, visto que quem representou a testemunha não foi reconhecida na fase de testes.

Como melhorias e direcionamentos futuros fica evidente a necessidade de possibilitar que a própria ferramenta realize a modificação de voz, no momento o próprio usuário é responsável por este processos, incorporação do sistema a algumas funcionalidade que até o momento ainda são executados via terminal.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. A. dos. Uma interface de redes generativas para publicitários. 2021.
- BACKES, G. C. *et al.* Geração de modelos de elevação digital a partir de esboços topográficos utilizando redes generativas adversárias. Universidade Federal de Santa Maria, 2019.
- BRAGA, A. d. P.; LUDERMIR, T. B.; CARVALHO, A. C. P. d. L. F. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. [S.l.: s.n.], 2007.
- CANDIDO, R. **REAL PYTHON - Generative Adversarial Networks: Build Your First Models**. 2020. <<https://realpython.com/generative-adversarial-networks/>>. Accessed: 05.11.2021.
- DJANGO. **Django makes it easier to build better web apps more quickly and with less code**. 2022. <<https://www.djangoproject.com/>>. Accessed: 15.11.2021.
- GALDINO, D. d. S. Proteção pela metade: um estudo sobre as necessidades humanas no programa federal de assistência a vítimas e testemunhas ameaçadas. 2013.
- HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. [S.l.]: Bookman Editora, 2001.
- HOSAKI, G. Y. G. Y.; RIBEIRO, D. F. Deep learning: ensinando a aprender. 275, 2021.
- IVAN, P. *et al.* Deepfacelab: Integrated, flexible and extensible face-swapping framework. 2021.
- LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **nature**, Nature Publishing Group, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.
- LUCKWU, M.; SILVA, A. S. da. A inteligência artificial elis na prática do tribunal de justiça de pernambuco. **Revista Brasileira de Inteligência Artificial e Direito-RBIAD**, v. 1, n. 1, 2021.
- MENDES, L. B. Utilização de redes neurais artificiais convolucionais para classificação de caracteres manuscritos. 2018.
- MICHEL, M. Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina. **São Paulo: SM**, 2009.
- MOREIRA, R. de A. **A prova testemunhal**. 2014. <<https://romulomoreira.jusbrasil.com.br/artigos/160990946/a-prova-testemunhal>>. Accessed: 05.11.2021.
- NVIDIA. **Introducing the NVIDIA Canvas App - Paint With AI | NVIDIA Studio**. 2021. <<https://www.nvidia.com/>>. Accessed: 22/10/2022.
- PACHECO, C. A. R.; PEREIRA, N. S. Deep learning conceitos e utilização nas diversas áreas do conhecimento. **Revista Ada Lovelace**, v. 2, p. 34–49, 2018.
- RAVI, D. *et al.* Deep learning for health informatics. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 21, n. 1, p. 4–21, 2017.
- ROSATO, C. M. A psicologia no provita: Trajetórias da subjetividade e cidadania. **Psicologia: Ciência e Profissão**, SciELO Brasil, v. 25, p. 636–655, 2005.

- RUSK, N. Deep learning. **Nature Methods**, Nature Publishing Group, v. 13, n. 1, p. 35–35, 2016.
- SANTIAGO, C. P. *et al.* Desenvolvimento de sistemas web orientado a reuso com python, django e bootstrap. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2020.
- SILVA, I. N. d.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas. 2010.
- SILVA, M. S. **Construindo sites com CSS e (X) HTML: sites controlados por folhas de estilo em cascata**. [S.l.]: Novatec Editora, 2007.
- SILVA, V. D. C.; SILVA, S. M. Geração de músicas utilizando redes adversárias generativas. In: . [S.l.: s.n.], 2014.
- SOUTO, M. D. *et al.* Técnicas de aprendizado de máquina para problemas de biologia molecular. **Sociedade Brasileira de Computação**, v. 1, n. 2, 2003.
- SOUZA, T. Jonas de; CÂMARA, C. E. Análise de um algoritmo desenvolvido para solução de deep learning utilizando redes neurais convolucionais para diferenciar gatos de cachorros. **Revista de Ubiquidade**, v. 2, n. 2, p. 29–63, 2019.
- TONOLLI, E. M. A “testemunha sem rosto” frente à constituição federal de 1988. 2008.
- TORRES, E. **Assinar um depoimento como testemunha de homicídio pode ser um atestado de morte**. 2014. <<http://diariogaucha.clicrbs.com.br>>. Accessed: 10/11/2021.
- VALADÃO, G. R. *et al.* Aspectos psicológicos implicados no processo de proteção a vítimas e testemunhas de violência-provita. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005.
- VIEZZER, M. O uso da inteligência artificial pelo sistema jurídico brasileiro, classificação da inteligência artificial e análise de seu uso. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 1, p. 1193–1213, 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO 1

1. De acordo com o projeto de Lei N° 5.778, DE 2019(A utilização de gravações nos depoimentos) : "Tal medida, além de conferir maior transparência à forma como são colhidos os depoimentos em sede policial, preserva, da forma mais fidedigna possível, as falas e expressões utilizadas pelo indiciado e pelas testemunhas."Em uma escala de 1 a 5, quão importante você acredita que seja a gravação dos depoimentos? ;
2. O projeto de Lei N° 5.778, DE 2019, sugere que : "[...] Os depoimentos de investigados, indiciados, ofendidos e testemunhas sejam gravados, em áudio e vídeo, e armazenados até o julgamento da apelação, se houver [...]"Você acredita que este formato seria mais eficaz do que nos depoimentos nos tribunais?;
3. Diversos pontos da psicologia podem ser levados em consideração ao analisar depoimentos, "desde o sexo, simpatia, a percepção e memória, influência do tempo e das emoções, no testemunho, bem como o efeito do sorriso"(SCHWANTES; BERTOLI, 2017). Em uma escala de 1 a 5, quão importante você acredita que seja a preservação das expressões faciais.
4. Em países como Espanha e Portugal é permitido que as testemunhas sejam "Testemunhas sem rosto", ou seja, seus depoimentos são prestados sem a exposição de seus rostos, também permitindo a gravação de áudios e vídeos. Você acredita que com esta política as testemunhas tendem a falar o que realmente aconteceu sem que o medo e a pressão interfiram?
5. Você acredita que esta estrutura mantém as expressões faciais da vítima?;
6. Você acredita que esta estrutura mantém o anonimato da vítima?(Desconsiderando voz).

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 2

1. Em uma escala de 1 a 5 quanto você acha que o vídeo acima preserva as expressões?;
2. O vídeo acima NÃO é o Robert Downey JR (Homem de Ferro), você consegue identificar quem é a pessoa que está "por baixo"? (APENAS COM BASE NO ROSTO);
3. Quem é a pessoa por trás do vídeo?(Johnny Depp, Chris Hemsworth, Elon Musk, Chris Evans);
4. Por qual motivo você conseguiu reconhecer?