http://journal.unoeste.br/index.php/ce/index
DOI: 10.5747/ce.2022.v14.e390
ISSN on-line 2178-8332

Colloquium Exactarum

Submetido: 04/08/2022 Revisado: 08/09/2022 Aceito: 26/10/2022

DETECÇÃO DE NUDEZ EM IMAGENS POR SEGMENTAÇÃO E RECONHECIMENTO DE PADRÕES

NUDITY DETECTION IN IMAGES BY SEGMENTATION AND PATTERN RECOGNITION

Caique Cesar Gargel de Oliveira, Leandro Luiz de Almeida, Francisco Assis da Silva, Robson Augusto Siscoutto

Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente, SP.
E-mail: cacagargel@gmail.com, llalmeida@unoeste.br, chico@unoeste.br, robson@unoeste.br

RESUMO – Com o surgimento da INTERNET e o crescimento das redes sociais, o compartilhamento de conteúdo, como imagens, áudios e vídeos, e o acesso a esse conteúdo por meio de sites e redes sociais, se tornou muito maior. O conteúdo compartilhado, sendo ele composto por imagens, áudios e/ou vídeos, pode não ser apropriado para todos os públicos ou ambientes, por diversas razões. Uma delas é em relação a nudez e pornografia, que é muito presente na INTERNET e em redes sociais, e pode causar impactos negativos quando acessada em ambientes empresariais, assim como pode causar problemas no desenvolvimento e comportamento de crianças e adolescentes. Para que haja um controle do acesso a esses tipos de conteúdos, faz-se necessário o desenvolvimento de recursos que realizem filtragens. Diante disso, este trabalho busca contribuir com o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de detectar nudez em imagens pela combinação de técnicas de processamento de imagens já existentes, como por exemplo a detecção de pixels de cor de pele, contagem de elementos conexos, técnicas de zoneamento e classificadores de nudez utilizando algoritmos de aprendizado de máquina. Os testes realizados no demonstraram uma acurácia de 90,5% no melhor dos casos.
Palavras-chave: Detecção de nudez; Visão Computacional; Reconhecimento de Padrões;

ABSTRACT – With the emergence of the INTERNET and the growth of social networks, the sharing of content, such as images, audios and videos, and access to this content through websites and social networks, has become much greater. Shared content, consisting of images, audio and/or videos, may not be appropriate for all audiences or environments, for various reasons. One of them is in relation to nudity and pornography, which is very present on the INTERNET and social networks, and can cause negative impacts when accessed in business environments, as well as it can cause problems in the development and behavior of children and adolescents. In order to control access to these types of content, it is necessary to develop resources that perform filtering. Therefore, this work seeks to contribute to the development of a tool capable of detecting nudity in images by combining existing image processing techniques, such as the detection of skin color pixels, counting of related

elements, zoning techniques and nudity classifiers using machine learning algorithms. Tests carried out on showed an accuracy of 90.5% in the best case.
Keywords: Nudity detection; Computer vision; Pattern Recognition;

1. INTRODUÇÃO

A fotografia se originou na primeira metade do século XIX, causando grande impacto em diversas áreas como: entretenimento, ciências e artes visuais. Grande parte de seu início e evolução deu-se graças a estudos de físicos e astrônomos que observavam eclipses solares por meio de acessórios chamados de câmeras obscuras, que possuíam o princípio básico do que viria a se tornar a máquina fotográfica, no final da década de 80 a fotografia passou por uma grande revolução surgindo a fotografia digital (OLIVEIRA, 2006).

Segundo Oliveira (2006), a fotografia digital permite várias vantagens em relação ao modelo analógico como, por exemplo, a comunicação com computadores, a capacidade de editar imagens por meio de softwares de edição, a automatização de processos que anteriormente eram feitos manualmente, além da rapidez na comunicação.

Com o surgimento dos smartphones, a quantidade de pessoas que possuem um aparelho com câmera digital aumentou consideravelmente. Segundo a GSMA (2022), associação que representa os interesses de operadoras móveis e organiza o Mobile World Congress (MWC), o número de pessoas portadoras de um aparelho celular atingiu 5,7 bilhões em 2021, sendo grande parte desses aparelhos smartphones.

Outro fator importante é a quantidade de imagens compartilhadas pela INTERNET e por mídias sociais. Nos últimos anos é perceptível o grande crescimento e popularização do uso da INTERNET que está presente em grande parte das tarefas do cotidiano, bem como das interações sociais, como troca de mensagens, até por motivos comerciais como e-commerce entre outros (KEMP, 2022).

As mídias sociais correspondem a grande parte do uso de INTERNET, sendo algumas das mais acessadas o Facebook, Instagram, WeChat, WhatsApp e TikTok (KEMP, 2022). Nessas redes sociais um grande número de imagens é compartilhado diariamente, como por exemplo, no Facebook, em torno de 350 milhões de imagens são compartilhadas por dia, enquanto no instagram, mais de 50 bilhões de imagens foram compartilhadas, desde a sua criação até fevereiro de 2022 (OMNICOREAGENCY, 2022).

O conteúdo encontrado na Internet contempla diversos e diferentes tipos, sendo que alguns deles podem ser considerados inapropriados para determinados grupos, como, por exemplo, conteúdo pornográfico ou de violência explícita. Diante disso, é necessário o uso de ferramentas de filtragem e detecção de conteúdo inapropriado, tanto por motivos de controle parental, como institucional (SANTOS; SOUTO; SANTOS, 2015)

Existem aspectos positivos da utilização de INTERNET entre os jovens, como, por exemplo: educação, notícias, entretenimento, cultura e relações sociais. Porém, por outro lado, o uso não monitorado e indiscriminado da INTERNET pelos jovens, gera preocupações com alguns riscos que afetam o desenvolvimento sexual, podendo gerar problemas na maneira em que os jovens irão se relacionar e em casos mais sérios, podendo gerar comportamento compulsivo e até mesmo criminoso (OWENS *et al*., 2012).

A filtragem de conteúdo explícito também é importante no ambiente empresarial, em que grandes empresas possuem ferramentas para identificar se determinado conteúdo é inapropriado, como por exemplo Google, Twitter e etc. Essas tecnologias também são importantes dentro de um ambiente organizacional, no qual as empresas têm cada vez mais interesse em limitar o acesso de seus funcionários a conteúdos que não estão de acordo com a política empresarial.

Diversas tecnologias são comumente empregadas para a detecção de conteúdo inapropriado, podendo ser elas: filtragens de áudio, de páginas da WEB, ou até mesmo filtragens de imagens baseadas em visão computacional e técnicas de segmentação de objetos como mostrado por Moreira e Fechine (2018). Porém, as tecnologias de identificação de nudez e conteúdo impróprio ainda estão em desenvolvimento e sujeitas a melhorias que podem aumentar a precisão e velocidade dos algoritmos. Portanto este trabalho tem como

objetivo desenvolver uma ferramenta capaz de realizar a detecção de nudez em imagens de maneira eficiente, permitindo ainda avaliar quais métodos, estudados em trabalhos anteriores possuem maior eficácia na identificação de nudez.

Após esta Seção introdutória, o trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os trabalhos relacionados que deram base para o desenvolvimento deste. Na Seção 3 é detalhado o método proposto para o desenvolvimento da ferramenta. Na Seção 4 são apresentados os resultados obtidos pela ferramenta e, por fim, na Seção 5 encontram-se as conclusões finais.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Na sequência são descritos alguns trabalhos considerados mais relevantes, para o desenvolvimento do artigo.

Em Santos (2012), buscou-se melhorar as técnicas de identificação de nudez em imagens, por meio da divisão da imagem em zonas independentes, permitindo a extração de recursos locais, e o descarte de informações irrelevantes. O objetivo do trabalho, se dividiu em gerar um filtro de detecção de pele e realizar o zoneamento da imagem. Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente, foi utilizado um filtro de detecção de pele estatístico baseado em histogramas retirado de trabalhos anteriores, onde os pixels são classificados como pele, caso os seus canais de cores estejam dentro de um determinado intervalo de cor, após isso, foi necessário determinar as estratégias para o zoneamento da imagem, nas quais a imagem é dividida em *k* zonas, onde essas zonas são retângulos proporcionais entre si e internos a outros retângulos (todos orientados ao centro da imagem). Por fim, cada zona é analisada individualmente e os dados gerados são confrontados para determinar se há nudez nas imagens. Como resultado, o método atingiu 97.4% de acerto para o banco de imagens testado, onde o mesmo método sem o zoneamento obteve 84.9% de acerto.

Segundo Sandoval (2014), existe uma necessidade de, a partir de um grupo de imagens, determinar quais possuem nudez, além de avaliar quais características são mais eficazes para realizar a classificação correta. Para alcançar o objetivo, o processamento foi dividido em três etapas: classificador de cor de pele, extrator de características, classificador de nudez. Na etapa do classificador de cor de pele, uma imagem RGB é percorrida, em que cada pixel vai ser avaliado individualmente, os canais de cores deste pixel são inseridos em uma rede neural do tipo *feedforward* com Levenberg–Marquardt. O resultado da rede é inserido em uma estrutura binária, com o valor de 0 para pixels de pele e 1 caso contrário, na etapa de extração de características são extraídas e avaliadas, características consideradas relevantes para realizar a classificação da imagem, sendo elas: número de elementos conectados, área relativa do maior elemento conectado, porcentagem total de pele presente em face, porcentagem de pele em zonas e quantidade de elementos morfológicos, por fim na última etapa, as características extraídas são inseridas em uma rede neural, com objetivo de se realizar a classificação da imagem, determinando se a imagem possui ou não possui nudez.

O trabalho gerado por Naji, Jalab e Kareem (2018), mostra que é importante realizar a análise e avaliação de técnicas de detecção de pele em imagens coloridas, para isso foram analisados diversos artigos com diferentes propostas para solução do mesmo problema. A partir desta análise foram realizados testes com objetivo de gerar uma métrica capaz de avaliar os resultados dos diferentes métodos. Para o desenvolvimento do trabalho foram analisados 14 diferentes tipos de métodos para detecção de pele em imagens coloridas, sendo estes classificados em três categorias: métodos estatísticos, métodos baseados em aprendizado de máquina, e métodos baseados em limiarização.

Os métodos estatísticos se baseiam em coletar dados e desenvolver experimentos, para criar modelos capazes de resumir o entendimento de como os dados se relacionam, assim podendo realizar predições, alguns deles são: *Histograms, Lookup Tables, Distance-Based, Gaussian Distribution, Naive Bayes Classifier*. Os métodos baseados em aprendizado de máquina tentam construir detectores de pele com a capacidade de aprender a partir de uma base de dados, sem a necessidade de se construir um modelo explícito, são eles: Redes Neurais Artificiais, Máquina de Vetor de Suporte, Lógica de Fuzzy . Por fim, os métodos baseados em limiarização utilizam regras de classificação simples para representar o modelo, baseado em princípios de limiarização, são eles: *Trail and*

error, Automatic Adjustment, Adaptive Adjustment, WaterShed, Region Growing.

Moreira e Fechine (2018), mostram que existe uma necessidade de se aprimorar técnicas de detecção de nudez, permitindo realizar uma melhor classificação, mesmo em cenários mais difíceis, como por exemplo, diferenciar imagens de bikini com imagens contendo nudez. A abordagem proposta pelos autores foi dividida em duas etapas, sendo elas: a etapa de extração de características e a etapa de classificação da imagem. A etapa de extração de características é dividida em dois módulos, onde no primeiro são obtidas características relativas à detecção de pele na imagem, já no segundo módulo, são características relativas a quantidade de faces na imagem. As características extraídas são relativas ao tamanho da imagem, o retângulo delimitador das três maiores áreas com pixels de pele, o número de faces detectadas e a soma da área das faces, para realizar a classificação das imagens. Foram testados quatro diferentes modelos de aprendizado de máquina com objetivo de medir quais obteriam melhores resultados, sendo eles: *Logistic Regression, Multilayer Perceptron, Decision Tree* e *Random Forest*. Dentre esses, o que obteve o melhor resultado foi o *Random Forest* produzindo uma acurácia de 96.96%.

Segundo Garcia *et al.* (2018), desenvolver uma aplicação que fosse capaz de realizar a filtragem de pornografia, em imagens e videos, é de extrema relevância em tempos atuais. Para isso, foram implementadas e analisadas técnicas que pudessem realizar uma classificação adequada ao problema proposto. Inicialmente, os vídeos são separados em *frames*, para que sejam analisados individualmente como imagens. Para realizar a classificação, o algoritmo realiza um pré-processamento nas imagens/*frames* onde são utilizadas técnicas de equalização de histogramas, correção de luz e redução de ruídos, com o objetivo de restaurar a iluminação correta e de trazer detalhes em imagens desfocadas.

Após o pré-processamento, as imagens são analisadas pixel a pixel, sendo utilizadas características de cor e textura para determinar quais pixels representam a pele humana.

Ao fim da classificação é calculada a porcentagem de pixels de pele, em relação ao total de pixels na imagem, a partir disso quatro condições são utilizadas para determinar se a imagem possui nudez, sendo elas:

A. se uma imagem possui mais de 15% dos pixels classificados como pele ela tem chance de possuir nudez;
B. se a porcentagem de pixel de pele nas 3 maiores regiões de pele forem equivalentes a no mínimo 35%, 30% e 30% ela tem chance de possuir nudez;
C. se a porcentagem de pixel de pele da maior região de pele for de no mínimo 45% ela tem chance de possuir nudez, se o número de regiões da pele, no entanto, for superior a 60% e a intensidade média dentro do polígono for menor que 0,25, a imagem não possui nudez.

Segundo Ion e Minea (2019), as soluções existentes para a detecção de nudez em imagens, baseiam-se em modelos binários de classificação, apenas detectando nudez explícita. Sendo assim, se via necessária a implementação de métodos que pudessem realizar uma classificação mais refinada das imagens, permitindo a detecção de nudez em imagens que não contém nudez explícita, mas que pudessem ser consideradas inapropriadas para certos públicos. Para realizar a classificação, os autores realizaram estudos sobre as partes do corpo humano, rotulando em 20 diferentes partes. Portanto, uma das primeiras etapas do algoritmo é, a partir de uma imagem, identificar quais são as partes de corpo humano encontradas naquela imagem, utilizando a regra de rotulação, para partes do corpo humano, estabelecida anteriormente.

As partes de corpo humano, encontradas na imagem, serão analisadas individualmente, para cada uma dessas partes será calculado a quantidade de pixels de pele, após isso as informações extraídas (partes de corpo humano encontradas na imagem e número de pixels de pele relativo a cada parte) serão inseridos em uma rede neural convolucional (CNN), com objetivo de realizar predições para identificar o grau de nudez presente nas imagens.

Segundo Ahuja (2021), grande parte dos métodos para identificação de nudez não levam em consideração certas características como: raça, etnia e o fundo da imagem. Portanto, se vê a necessidade de construir soluções que levem em consideração tais características, além disso é importante a construção de base de dados mais detalhadas, com objetivo de se entender quais são os casos mais comuns onde os métodos de detecção de nudez costumam falhar. Para a implementação do método, foi construída uma base de dados contendo imagens que possuíam

nudez e imagens que não possuíam nudez. Além disso, para cada uma dessas imagens, foram associados dados considerados relevantes para a identificação de nudez, sendo eles: número de pessoas presentes na imagem, gênero dessas pessoas, etnia, porcentagem de pele descoberto, idade, partes sexuais dos corpos humanos presentes, contexto relativo ao fundo da imagem (dentro de algum ambiente ou ao ar livre). A partir da base de dados detalhada, foram utilizadas técnicas de detecção de nudez em imagens, sendo elas: técnicas de segmentação em imagens, para determinar quais partes da imagem são relativas a seres humanos e quais partes são relativas a fundo, identificação de pixels de pele por meio da coloração e técnicas de identificação de partes íntimas do corpo humano. Ao fim foi possível analisar quais são as características mais relevantes para a detecção de nudez em imagens.

Por fim, foi feita a análise das técnicas implementadas nos trabalhos relacionados, para determinar quais delas seriam mais relevantes para a problemática apresentada neste artigo.

A tabela abaixo demonstra as diferentes técnicas estudadas que foram selecionadas para serem implementadas

Tabela 1. Técnicas selecionadas.

Métodos estatísticos para detecção de nudez em imagens	**SIM**
Métodos baseados em aprendizado de máquina para detecção de nudez em imagens	**NÃO**
Métodos baseados em limiarização para detecção de nudez em imagens	**NÃO**
Contagem de elementos conexos	**SIM**
Zoneamento	**SIM**
Identificador de partes do corpo humano	**NÃO**
Classificador de nudez usando SVM	**SIM**
Classificador de nudez usando outros tipos de Redes Neurais	**NÃO**
Detecção de faces na imagem	**NÃO**

3. MÉTODO PROPOSTO

Para o desenvolvimento do algoritmo de identificação de nudez foi criado uma base de dados, com imagens obtidas da INTERNET, para os procedimentos de treinamento e teste.

A base de dados gerada possui 4000 imagens, sendo destas 2000 para a fase de treinamento e 2000 para a fase de teste. Das imagens separadas para a fase de treinamento, 1000 foram classificadas antecipadamente como imagens que continham nudez, as outras 1000 eram de imagens que não possuíam nudez. A seleção das imagens para teste seguiu o mesmo critério separando 1000 imagens classificadas como possuindo nudez e 1000 que não possuíam nudez. Após a geração da base de dados, foi feita a análise das diversas técnicas encontradas em trabalhos relacionados, selecionando as técnicas mais adequadas ao problema proposto.

O método utilizado para o desenvolvimento do algoritmo foi dividido em quatro etapas sequenciais, sendo elas: o pré-processamento, a identificação de pixels de pele, a extração de características e o classificador de nudez.

3.1. Pré-processamento

Com objetivo de melhorar a qualidade dessas imagens, remover ruídos que atrapalhem na extração de características e convertê-las para canais de cores que possuem menor redundância, foi realizada uma etapa de pré-processamento.

As imagens são inicialmente convertidas do padrão RGB para o espaço de cor YCbCr, pois de acordo com Garcia, et al. (2018) o espaço de cor YCbCr possui uma menor redundância de seus canais, em comparação ao RGB. Além disso o espaço de cor YCbCr separa as características de crominância (Cb e Cr) das características de Luminância (Y), o que segundo Sandoval (2014) tornam este espaço de cor muito atraente para modelagem de cor de pele, pois as características relativas a cor da pele humana estão presentes apenas na crominância. Isso faz com que o espaço de cor YCbCr seja estatisticamente mais eficiente do que outros espaços de cores utilizados para a identificação de nudez.

3.2. Identificação de pixels de pele

Após a geração da base de dados e pré-processamento, foi implementado um algoritmo para classificar os pixels de uma imagem como pixels relativos à pele ou pixels considerados como não pele, pois, de acordo com diversos

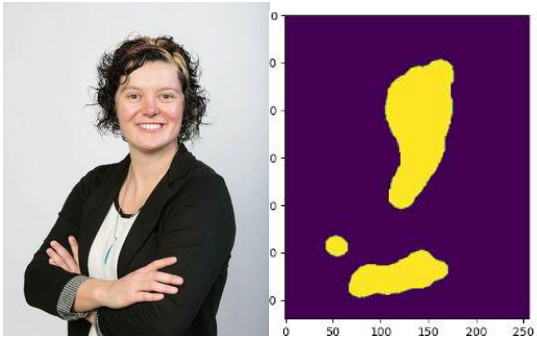
autores, sendo um deles de Sandoval (2014), a quantidade de pele presente em imagens é uma das características mais relevantes para a detecção de nudez. Para isso foram analisados diversos métodos propostos em Naji, Jalab e Kareem (2018).

O método selecionado foi o estatístico baseado em histogramas, pois exige um menor custo computacional e possui bons resultados, em comparação aos outros métodos (métodos baseados em aprendizado de máquina e métodos baseados em limiarização). Nele é gerado um histograma a partir de uma base de dados de imagens de pele de diferentes etnias. A partir do histograma gerado foi feita uma análise para calcular os valores médios de coloração equivalentes à da pele humana. Para o espaço de cor YCbCr foi determinado que o intervalo de cor onde se é considerado pele é [Cb>77 e Cb<177] e [Cr>133 e Cr<173], o mesmo intervalo de cor já foi usado em outros trabalhos e obteve resultados aceitáveis como demonstrado por Santos, Souto e Santos (2015).

Por fim, o intervalo anteriormente estabelecido foi utilizado no processamento da imagem, realizando a análise dos canais de cor da imagem, pixel a pixel, onde para cada pixel é analisado se seus canais de cor Cb e Cr estão dentro dos intervalos estabelecidos previamente. Assim, classifica os pixels dentro do intervalo como pixels de pele, e os fora do intervalo como não-pele. A partir disso é gerada uma imagem resultante, onde os pixels classificados como pele são colocados no valor 255 para seus canais de cor, já os classificados como não pele são colocados com o valor 0, este processo é extremamente importante, para que se possa determinar as regiões de pele presentes na imagem.

A Figura 1 mostra o processo de identificação de pixels de pele, realizado em uma imagem da base de dados, em que a imagem à esquerda é a original e a imagem à direita é a resultante do processo.

Figura 1. Processo de identificação de pixels de pele.



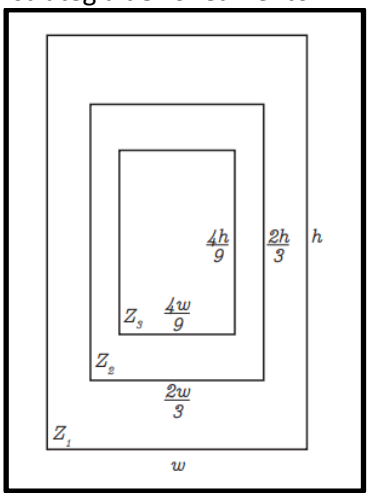
Fonte: Os autores.

3.3. Extração de características

A partir da imagem resultante do processo de identificação de pixels de pele, é realizado o processo de contagem e rotulação de elementos conexos, onde os pixels de peles vizinhos são agrupados em diferentes elementos e é feita a contagem de quantos agrupamentos (elementos) existem e qual a quantidade de pixels de pele pertencentes a cada um destes elementos.

Outra característica importante para detecção de nudez em imagens é a porcentagem de pele relativa às zonas, o algoritmo irá realizar a divisão da imagem em três diferentes zonas, essa divisão ocorre como é descrito em Santos (2012). A região central de imagens costuma ser a mais representativa, portanto, é realizada a análise separadamente de cada uma das zonas, realizando a contagem de pixels de pele das zonas individualmente. A Figura 2, mostra a estratégia de zoneamento, evidenciando o critério utilizado para a divisão das imagens em zonas, onde *w* representa a largura e *h* representa a altura da imagem.

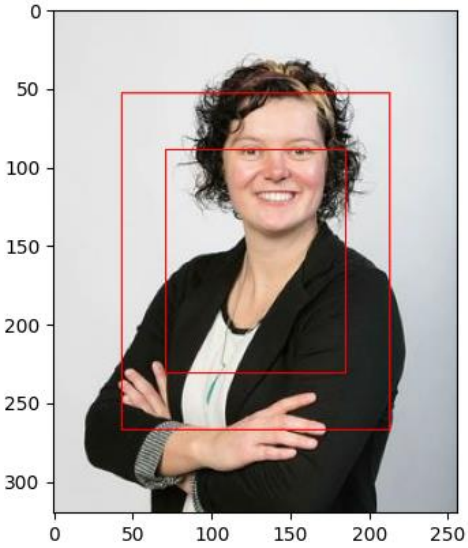
Figura 2. Estratégia de zoneamento.



Fonte: Sandoval (2014).

A Figura 3 mostra a divisão por zonas, feita em uma das imagens da base de dados, utilizando o critério de zoneamento demonstrado na Figura 2.

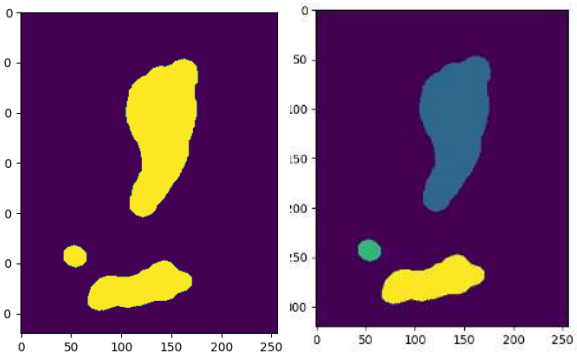
Figura 3. Processo de zoneamento.



Fonte: Os autores.

A Figura 4 mostra o processo de rotulação dos elementos conexos, onde a imagem à esquerda é a imagem resultante da identificação de pixels de pele e a imagem à direita é a imagem resultante da contagem de elementos conexos. É possível observar que na segunda imagem existem 3 diferentes cores para os elementos conexos, o que significa que encontrou 3 diferentes elementos conexos.

Figura 4. Processo de rotulação de pixels de pele conexos.



Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos nos processos de contagem de elementos conexos e zoneamento são utilizados no classificador de nudez.

3.4. Classificador de Nudez

A partir dos processos realizados anteriormente, são obtidas características relevantes para a classificação das imagens, sendo elas: número de elementos conexos, quantidade de pixels de pele presente no maior dos elementos e quantidade de pixels de pele subdivididos em zonas. Os processos descritos nas etapas anteriores são inicialmente realizados no conjunto de imagens de treinamento, presentes na base de dados. As características retiradas desses conjuntos são inseridas em um SVM (*Support Vector Machine*), visando treinar o SVM com as características relevantes para a identificação de nudez. O SVM é um algoritmo de aprendizado de máquina supervisionado que pode ser usado para desafios de classificação, ele basicamente, utiliza os dados de treinamento para construir um hiperplano que separa os dados em classes, utiliza vetores de suporte para maximizar as margens do hiperplano, fazendo com que as classes se adequem melhor aos dados.

Para realizar a classificação das imagens, o mesmo processo é executado com o conjunto teste. Após a extração de características, o SVM foi utilizado para determinar a qual classe o conjunto de imagens de teste pertence, nudez ou não-nudez.

4. RESULTADOS

Como descrito anteriormente na Seção 3, inicialmente foi gerada uma base de dados, com 4000 imagens obtidas da INTERNET, sendo que 2000 foram utilizadas para teste e avaliar a precisão do método proposto. As imagens de teste, inicialmente, foram classificadas como imagens com nudez e imagens sem nudez. Essa classificação foi feita pelos autores, utilizando como critério partes íntimas expostas nas imagens, com o objetivo de comparar com o resultado do método proposto. Após o treinamento do classificador de nudez utilizando SVM, as imagens selecionadas para a fase de teste foram submetidas a esse classificador, o resultado obtido está na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra os resultados do classificador de nudez para as 2000 imagens de testes, sendo destas 1000 contendo nudez e 1000 não contendo nudez. Os testes foram separados utilizando as imagens sem e com a estratégia de zoneamento, para que se pudesse avaliar o impacto destas características nos resultados. Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos com as 2000 imagens de teste, sendo 1000 imagens contendo nudez e 1000 imagens sem nudez.

Tabela 2. Resultados obtidos para as 2000 imagens selecionadas para teste.

	Sem nudez (1000 imagens)		Com nudez (1000 imagens)	
	Acertos	**Erros**	**Acertos**	**Erros**
Imagens com zoneamento	879 (87,9%)	121 (12,1%)	931 (93,1%)	69 (6,9%)
Imagens sem zoneamento	903 (90,3%)	97 (9,7%)	906 (90,6%)	94(9,4%)

Fonte: Os autores.

Pode ser observado na Tabela 2 que ao aplicar a estratégia de zoneamento (Figura 3) obteve-se um melhor resultado na detecção das imagens que possuem nudez, porém também pode-se observar uma maior taxa de erro, em relação a imagens que não possuem nudez, isso ocorre pois a estratégia de zoneamento leva em consideração a porcentagem de pixels na região central da imagem. Para determinar se existe nudez, porém, como grande parte das imagens selecionadas para testes foram retiradas de redes sociais, sendo um grande número de imagens de autorretrato, é possível perceber um menor desempenho na estratégia de zoneamento na avaliação de imagens que não possuem nudez e possuem características de autorretrato, além disso é possível perceber que o método proposto, sem a utilização da estratégia de zoneamento obteve resultados mais homogêneos para os grupos de imagens com e sem nudez.

5. CONCLUSÕES

Foi proposto neste trabalho, um método de detecção de nudez em imagens, como uma extensão das técnicas e ferramentas estudadas nos artigos relacionados. O método proposto e desenvolvido foi capaz, em uma escala de 0 a 100, atingir a capacidade de 90,6% em imagens que contém nudez e de 90,3% em imagens onde a nudez não é encontrada, também foi feita a análise do método, sem a utilização das estratégias de zoneamento, onde o mesmo foi capaz,em uma escala de 0 a 100, atingir a capacidade de 93,1% em imagens que contém nudez e de 87,9% em imagens onde a nudez não é encontrada.

O aprimoramento realizado propôs estudar as características que vão ser realizadas para a detecção de nudez em imagens, sendo estas a quantidades de pixels de pele, área relativa em pixels de pele, a quantidade de pixels de pele dividido por zonas, a quantidade de elementos conexos de pixels de pele e a área do maior elementos.

Os resultados do experimento mostram que os métodos propostos a partir do estudo de técnicas apresentadas em artigos (detecção de pixels de pele, contagem de elementos conexos, contagem de pixels de pele por zonas e classificador de nudez utilizando SVM) e das avaliações das características, foi capaz de observar os aspectos que influenciam nestes resultados.

Para trabalhos futuros é de extrema importância, desenvolver técnicas que analisam características que não sejam relativas a coloração das imagens, pois algumas imagens podem ter a coloração alterada e possuírem nudez, para isso importante analisar as características morfológicas dos objetos encontrados nas imagens, pois tais características não dependem de cor e podem ser úteis para a detecção de nudez, além disso seria interessante o desenvolvimento de ferramentas que pudessem fazer essa análise em tempo real.

REFERÊNCIAS

AHUJA, N. **Nudity detection**. 2021. 25 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Computer Science & Social Sciences, Indraprastha Institute Of Information Technology, New Delhi, 2021.

FRANCO, P. S.; SANDOVAL, D. A. M.; ZAGHETTO, Alexandre; RALHA, Célia Ghedini. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS FORENSES EM MULTIMÍDIA E SEGURANÇA ELETRÔNICA, 1., 2012, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: Icmedia, 2012. 116 p.

GARCIA, M. B.; REVANO, T. F.; HABAL, B. G. M.; CONTRERAS, J. O.; ENRIQUEZ, J. B. R. A Pornographic Image and Video Filtering Application Using Optimized Nudity Recognition and Detection Algorithm. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANOID,

NANOTECHNOLOGY, INFORMATION TECHNOLOGY, COMMUNICATION AND CONTROL, ENVIRONMENT AND MANAGEMENT (HNICEM), 10., 2018. Anais [...]. [S.l.]: IEEE, 2018, p. 1-5. https://doi.org/10.1109/HNICEM.2018.8666227

GSMA (Londres). **The Mobile Economy**. 2022. Disponível em: https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2022/02/280222-The-Mobile-Economy-2022.pdf. Acesso em: 22 jul. 2022.

ION, C.; MINEA, C. Application of Image Classification for Fine-Grained Nudity Detection. *In*: **Advances in Visual Computing**. ISVC 2019. Lecture Notes in Computer Science, v.11844. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33720-9_1.

KEMP, S. **Digital Around The World In 2022.** 2022. Disponível em: https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report. Acesso em: 20 jul. 2022.

MOREIRA, D. C.; FECHINE, J. M. A Machine Learning-based Forensic Discriminator of Pornographic and Bikini Images. *In*: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS (IJCNN), 2018. **Anais** [...]. [S.l.: s.n.], 2018. https://doi.org/10.1109/IJCNN.2018.8489100

NAJI, S.; JALAB, H. A.; KAREEM, S. A. A survey on skin detection in colored images. **Artif Intell Rev**, v. 52, p. 1041–1087, 2019. https://doi.org/10.1007/s10462-018-9664-9.

OLIVEIRA, E. M. **Da fotografia analógica à ascensão da fotografia digital.** São Paulo: Eca-USP, 2006, Disponível em: http://www.bocc.ubi.pt/pag/oliveira-erivam-fotografia-analogica-fotografia-digital.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

OMNICOREAGENCY. **Facebook by the Numbers:** Stats, Demographics & Fun Facts. 2019. Disponível em: https://www.omnicoreagency.com/facebook-statistics/. Acesso em: 20 jul. 2022.

OMNICOREAGENCY. **Instagram by the Numbers:** Stats, Demographics & Fun Facts. 2019. Disponível em: https://www.omnicoreagency.com/instagram-statistics/. Acesso em: 20 jul. 2022.

OWENS, E. W. *et al*. The Impact of Internet Pornography on Adolescents**:** A Review of the Research. Sexual Addiction & Compulsivity The **Journal Of Treatment & Prevention**, London, v. 19, n. 1, p.99-122, abr. 2012. https://doi.org/10.1080/10720162.2012.660431

PRESSMAN, R. S. Software Engineering. 7th ed.New York: AddisonWesley, 2004.

SANDOVAL, D. A. M. **Método para detecção automática de nudez em imagens digitais utilizando redes neurais artificiais.** 2014. Tese (Doutorado) - Curso de Bacharelado em Engenharia de Computação, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SANTOS, C. A. M. A**nálise de Características para Detecção de Nudez em Imagens.** 2012. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

SANTOS, C.; SOUTO, E.; SANTOS, E. M. ANDImage: An adaptive architecture for nude detection in image. *In*: IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI), 10., 2015, pp. 1-6. https://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170388