

MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES DO CORPO HUMANO POR MEIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Bruno Ferrari Eboli¹

Graduando em Engenharia de Controle e Automação
IFSP/Câmpus São Paulo

Felipe Moraes de Almeida²

Graduando em Engenharia de Controle e Automação
IFSP/Câmpus São Paulo

Marcos Simoneli Souza³

Graduando em Engenharia de Controle e Automação
IFSP/Câmpus São Paulo

Ricardo PIRES⁴

Doutor em Sistemas Automáticos e
Microeletrônicos/Université Montpellier II
Docente do Departamento de Elétrica
IFSP/Câmpus São Paulo

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema o qual, a partir da imagem obtida de uma câmera, visa a informar as medidas de largura de ombro e cintura da pessoa presente na imagem. Para a determinação das medidas do indivíduo na imagem, foi utilizado algoritmo de inteligência artificial, que é baseado em Redes Neurais Artificiais Convolucionais. O sistema criado teve uma taxa de acerto de 95% para identificação de medidas do ombro e de 91% para identificação de medidas da cintura. Ele apresentou uma divergência máxima de 2 centímetros entre resultado informado e dimensão real de indivíduo testado para ambas as medidas. Para que corpos e dimensões possam ser identificados com sucesso, o sistema exige que o usuário esteja a uma distância suficiente para que a câmera capture tanto o rosto quanto o torso do indivíduo. Este sistema destina-se a ser utilizado principalmente por comércios de roupa, como uma ferramenta de redução de taxa de devolução de compras realizadas de forma online.

Palavras-chave: Redes Neurais; Compras online; Processamento de imagens

¹ Endereço eletrônico: bruno.eboli@aluno.ifsp.edu.br

² Endereço eletrônico: felipe.moraes.almeida@outlook.com

³ Endereço eletrônico: marcos.simoneli@aluno.ifsp.edu.br

⁴ Endereço eletrônico: ricardo_pires@ifsp.edu.br

INTRODUÇÃO

O contexto da moda na Europa tem origens antigas, datadas desde o século XV. Tradicionalmente, em períodos anteriores aos da Idade Média, os estilos de roupa eram semelhantes entre crianças e adultos, classes sociais baixas e altas. Com o renascimento europeu, surgiram variações de características de roupa com o propósito de diferenciar aqueles de classes sociais distintas. Estilos, tecidos e cores específicas de roupas foram limitados até por lei a uso somente pela nobreza e com o passar dos anos à burguesia. Com a revolução industrial e o surgimento de máquinas a vapor e de costura, o custo de produção de vestimentas foi reduzido consideravelmente, permitindo que até classes mais baixas adquirissem roupas de maior qualidade, dando início a um novo propósito às vestimentas humanas (GARCIA LIMA, 2010).

Em 2022, a indústria da moda se mostra consolidada e com grande relevância no cenário global e nacional. Não mais para diferenciar classes sociais, as vestimentas hoje são uma forma de expressão de um grupo e/ou sociedade, sendo capaz de criar linguagens e influenciar comportamentos em diversos indivíduos, além de continuar sendo uma das necessidades básicas do ser humano. Por esses e outros motivos, de acordo com o site Valor Investe, a indústria da moda é o segmento com maior faturamento global em e-commerce B2C (*business to consumer*), com vendas de US \$525 bilhões anualmente no mundo. Além disso, o crescimento médio anual do segmento é de 11,4% e espera-se que até 2025 o faturamento anual seja pelo menos dobrado (NASCIMENTO, 2021). No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil - ABIT (2022), a indústria de moda faturou R\$ 126 bilhões em 2020, recebeu R\$ 4,5 bilhões de investimentos no mesmo ano e proporcionou emprego direto para quase 2 milhões de pessoas.

Não somente pelos números de vendas expressivos, o segmento da moda tem se mostrado atrativo dada a sua capacidade de crescimento nos meios digitais. Com o desenvolvimento de tecnologias e de ferramentas digitais, a popularização de plataformas de compras e vendas *online (e-commerce)* tem se mostrado como grande potencial para a indústria da moda. Pode-se dizer que, independentemente do mercado, as plataformas de lojas virtuais estão com faturamento e número de usuários em ascensão desde 2010, de acordo com o estudo Webshoppers realizado pela Ebit e Nielsen todos os anos (MOBILE TIME, 2021). Esse crescimento se dá por benefícios que atingem os dois principais agentes que compõem o mercado varejista: os consumidores e os produtores e/ou revendedores.

Primeiro ponto que deve ser notado para o crescimento dos meios digitais é a maior conectividade da população mundial e principalmente nacional à internet. A pesquisa "TIC

Domicílios 2020", elaborada pelo Cetic.br (Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação), apoiado pela Unesco, e pelo Cgi.br (Comitê Gestor da Internet no Brasil) revelou que 152 milhões de brasileiros possuem acesso à internet, o que representa 81% da população do país entre 2020 e 2021. Isso significa que, assim como outros canais de comunicação tradicionais como televisão e rádio, a internet possui relevante capilaridade social e regional no país. O desenvolvimento de ferramentas como o meio de pagamento eletrônico gratuito, o PIX, o auxílio emergencial online, bancos digitais, sistemas de atendimento, entre outros, também contribuem para esse crescimento, ao facilitar a confiança do usuário em plataformas baseadas na internet. A ampla oferta de canais de venda digitais traz também a conveniência para o cliente final. Os compradores conseguem transitar entre lojas em instantes e buscar e encontrar o que está de acordo com suas preferências com maior facilidade. Por fim, para os revendedores, surge a possibilidade de adotar ferramentas e estratégias inovadoras para seus negócios, para atrair clientes, entender seu perfil de consumo, flexibilizar atendimento, personalizar campanhas, entre outros. Não à toa, as vendas do e-commerce no Brasil saltaram de 18.7 bilhões de reais em 2010 para 87.4 bilhões em 2020, de acordo com o estudo Webshoppers (MOBILE TIME, 2021).

Pode-se dizer que as medidas tomadas para contenção do novo coronavírus em 2020, como a mínima histórica da taxa Selic em 2% (TCU, 2020), principal índice de referência para rendimentos de renda fixa, como a poupança, impulsionaram o crescimento do e-commerce naquele ano e no ano subsequente. Ainda de acordo com o estudo realizado pela Mobile Time (2021), o faturamento total no ano de 2020 superou as projeções estipuladas pelo próprio grupo que realizou o estudo. De acordo com o grupo, os usuários se encontram quase obrigados a se ambientar aos novos meios digitais e totalizaram 79.7 milhões de consumidores em e-commerce em 2020, sendo mais de 10 milhões de novos consumidores nesse meio.

Para manter o crescimento acelerado, é importante que empresas se mantenham atentas às novidades tecnológicas e busquem sempre manter o alto nível de satisfação de seus clientes, em todos os canais. Apesar do maior engajamento e familiarização da população com essas plataformas, ainda podem ser encontradas algumas dificuldades no processo de compras online. Os problemas mais citados entre os consumidores, de acordo com o Procon de SP e DF (PROCON DF, 2020; PROCON SP, 2021), são: atraso ou não entrega do produto, cobranças indevidas, produto com vício, produto diferente do pedido e desistência de compra. Essas três últimas reclamações são geralmente motivos para necessidade de troca ou devolução do produto adquirido, o que implica em um custo e planejamento de logística reversa por parte dos produtores e/ou revendedores, além de aumentar a insatisfação do consumidor com o estabelecimento. Para melhor entender essa realidade, os autores entrevistaram as donas da loja

Suntime Swim, na cidade de São Paulo, empresa varejista que decidiu apoiar o desenvolvimento deste projeto, que apontam que em média 10% de todas as vendas realizadas mensalmente pela loja são devolvidas por diferentes razões. De todas devoluções realizadas, tem-se uma média de 80% delas serem feitas pela escolha indevida do tamanho da peça de roupa adquirida pelo consumidor.

Para sanar o problema de troca e devolução de roupas, observam-se diversas soluções hoje que buscam sanar uma das consequências do problema, ou seja, buscam facilitar o processo logístico e administrativo da troca, como a plataforma Troque Fácil e a +Envios (GOMES, 2019). Também se encontram ferramentas que buscam tratar a maior causa do problema: a escolha de tamanhos indevidos de roupas em compras online. Ainda de acordo com o autor Geremias Gomes (2019), um exemplo de ferramenta que busca minimizar a dificuldade em escolha de roupas com tamanho correto é a Sizebay, que busca sugerir o melhor tamanho de roupa baseado em um modelo criado pelo próprio usuário, simulando seu próprio corpo.

Apesar de a pandemia ter afetado inevitavelmente o setor da moda, segundo um levantamento realizado pelo Sebrae (AGÊNCIA SEBRAE, 2021) com dados da Receita Federal, quase meio milhão de brasileiros abriram um negócio ligado à moda em 2020 e 2021, representando um aumento de 16,5% em relação a 2018 e 2019. A procura virtual pelo segmento de moda aumentou significativamente, por conta do fechamento das lojas físicas. Segundo a agência Conversion (2021) - agência de SEO (Search Engine Optimization) líder no Brasil - o faturamento subiu cerca de 63,18% nas vendas online.

Com o exponencial crescimento das compras *online*, aliado ao novo público que tem aderido a esse tipo de modelo de aquisição de roupas nos últimos dois anos, em que 7,3 milhões de brasileiros fizeram sua primeira compra *online* apenas durante o primeiro semestre de 2020 (EBIT/NIELSEN, 2021), surge a problemática relacionada ao que esse público buscava em lojas físicas, a possibilidade de experimentar as peças de roupas. O aumento das compras *online* veio acompanhado de problemas. Muitas vezes *sites* e *marketplaces* não estão preparados para atender aos clientes, sendo uma das principais de suas dificuldades a escolha do tamanho da vestimenta. Podem-se encontrar facilmente na internet diferentes cortes que as marcas oferecem, apresentações do produto feitas por diferentes *sites*, dentre outras questões, acabam gerando uma confusão para o cliente, principalmente pouco acostumado com esse tipo de serviço, que muitas vezes não consegue escolher o melhor tamanho para o seu corpo, ou se vê com a necessidade de trocar o produto, já que efetuou a compra de peças que não serviu como gostaria.

O presente trabalho tem como proposta solucionar um dos problemas que hoje ainda fazem parte do e-commerce de moda brasileiro: a escolha do melhor tamanho de roupa, visando

a mitigar a taxa de devolução de peças compradas pelos consumidores, reduzindo custos e aumentando a satisfação dos clientes com as empresas beneficiadas pela tecnologia. Para tal, será utilizado um algoritmo de processamento de imagens, passível de ser implementado em qualquer dispositivo com processador e câmera digital e que, a partir das imagens obtidas pelo usuário, oferecerá como saída as medidas de pontos focais do corpo como largura de ombros e cintura com alta taxa de acerto. O resultado do algoritmo deve facilitar o processo de compras, visto que, com as principais medidas do corpo, serão mais facilmente entendidas as tabelas de medições sugeridas pelos fabricantes e revendedores da moda.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para compreensão do projeto apresentado, mostra-se importante o entendimento de conceitos associados às tecnologias aplicadas. Um sistema baseado em processamento de imagens depende profundamente de uma importante entrada: a imagem propriamente dita.

Pela definição do dicionário Michaelis (2022), imagem significa “Representação do aspecto ou formato de pessoa ou objeto através de desenho, gravura, escultura.”. No contexto da tecnologia, mais do que a definição apresentada, devem ser compreendidas as formas com que computadores e sistemas digitais leem e representam as imagens que são encontradas no dia a dia.

Para esses sistemas digitais, baseados em dispositivos elétricos e eletrônicos e com capacidade de processamento, imagens não são lidas e representadas com tinta e papel, isto é, no formato físico, mas sim por meio de bits, ou seja, no formato digital. Uma imagem nesse formato é chamada de imagem digital e nada mais é do que a representação digital (em bits) de uma imagem real (em tinta, por exemplo).

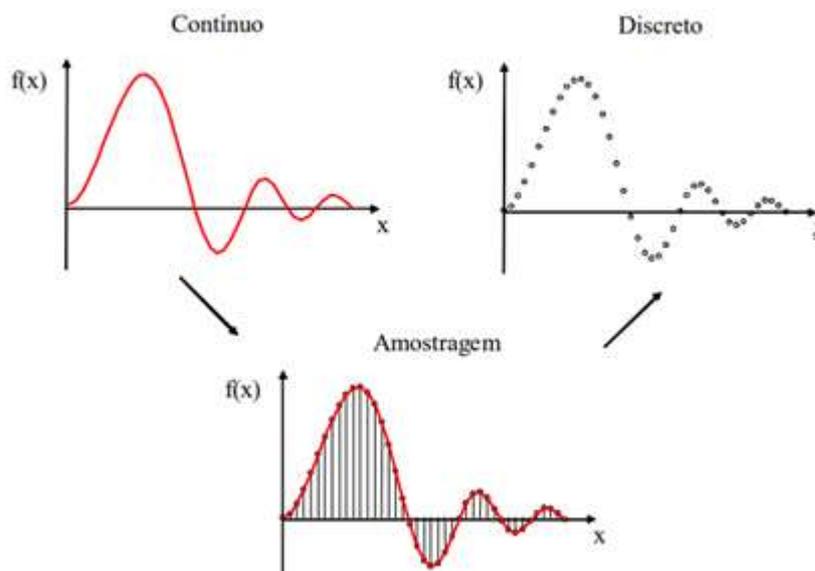
Para que uma imagem real possa ser convertida em digital e vice-versa, são utilizadas diversas transformações matemáticas. Um computador e/ou sistema digital, em seu mais baixo nível, entende e é capaz de armazenar informações por meio dos chamados bits, que assumem os valores de 0 ou 1 e podem ser representados pela eletricidade (tensão ou corrente elétrica); luz; ondas eletromagnéticas, entre outras grandezas físicas. Quanto um bit assume o valor 0, significa que, fisicamente, existe o corte (a não passagem) de uma dessas grandezas e quando assumido o valor 1, há a passagem da grandeza (energia, por exemplo) (PCMAG, 2022). Para estes sistemas, toda informação (palavras, imagens, sons, etc) é representada por meio de bits. Sendo assim, diz-se que o meio digital trabalha com a base binária, em que somente os valores 0 e 1 são utilizados para representar qualquer informação. Dada a pequena quantidade de valores disponíveis na base binária, é comum que os bits sejam agrupados em 8 ou até maiores

quantidades. O conjunto de 8 bits é chamado de byte, muito utilizado para representar valores da base decimal. Importante ressaltar que, como 8 bits compõem um byte, e cada bit pode assumir 2 valores somente, um único byte tem a possibilidade de assumir $2^8=256$ valores decimais diferentes (de 0 a 255) (UFRGS, 2022.).

Sendo assim, pode-se dizer que sistemas digitais conseguem representar um conjunto finito de números. Os demais números (como os decimais) são tomados por proximidade àqueles conhecidos. Essas aproximações podem ser realizadas de diferentes formas. O importante a se considerar é que, devido a necessidade de aproximações para certos valores decimais em binários, um sistema digital não é capaz de representar uma função contínua, isto é, uma função que, para cada valor de X fornecido, exista um único valor de $f(x)$ correspondente.

Em computadores, funções contínuas são representadas por meio de sua discretização. O processo de discretização de forma geral significa dividir uma função contínua em um certo intervalo/período, tomar valores de X dentro desse intervalo e armazenar o valor de $f(x)$ correspondente (SCURI, 2002). Assim, apesar de não ser capaz de representar a função contínua, o sistema digital se torna capaz de representar uma função próxima suficiente da contínua que possa ser utilizada como referência para seus processamentos. Pode-se ver na figura 1 um exemplo do processo de discretização de uma função contínua, obtida pela seleção de um intervalo/período (chamado de amostragem).

Figura 1: Sistemas contínuo e discreto



Fonte: Autores

O processo mencionado acima se mostra importante, pois é utilizado para leitura e representação de imagens digitais de e por um computador. Uma imagem real fotográfica é representada por meio de papel e tinta, por exemplo, e pode ser obtida de diversas maneiras. Uma delas é através de câmeras, compostas por sensores. Pode-se dizer que, a imagem obtida, é representada por uma função contínua, em que cada valor de $f(x)$ significa a cor da imagem. A imagem digital é obtida a partir de uma amostragem dessa função. Para o sistema digital, após a discretização da função contínua obtida através da imagem real, tem-se, também, uma matriz de valores que representam a cor digital de cada ponto de X da imagem. Cada elemento dessa matriz da função discreta é chamado de Pixel (abreviação de *Picture Element*). Cada pixel pode ter associado a si um único valor, no caso de imagens de tons de cinza (de 0 a 255), ou um conjunto de três valores, cada um de 0 a 255 (R – red, G – green, B - blue) para se representar uma cor. Fisicamente, um pixel pode ser implementado por um led que emite luz na proporção de cores informadas pela matriz que o compõe. O conjunto de pixels forma uma imagem digital emitida por um sistema digital que é vista e entendida pelos humanos. A qualidade de uma imagem depende da quantidade de pixels que a compõem. Quanto mais pixels, maior a qualidade. Isso é chamado de resolução. Em geral, é medida em pontos por polegada ou DPI (*dots per inch*), mas pode ser também em pontos por centímetro ou DPC (*dots per centimeter*), ou ainda em qualquer outra unidade equivalente. Também é simples estabelecer a relação: número de pixels = resolução x tamanho real (MARTINS, 2022).

Assim, após a discretização de uma função contínua obtida de uma imagem real e a obtenção dos valores de pixels, tem-se o resultado de uma imagem digital. Essa imagem digital torna-se então passível de leitura, representação e modificação pelo próprio sistema digital utilizado. Pode-se dizer que, para computadores, imagens são matrizes de pixels que assumem valores que caracterizam a cor de cada ponto dela. A manipulação das imagens fica dependente da manipulação desta matriz gerada pelo computador. Alterando valores da matriz obtida, altera-se a representação da imagem pelo sistema.

Atualmente, dada a disponibilidade de linguagens de programação de alto nível, é possível gerar e alterar imagens facilmente. Para exemplificar o que é uma imagem, foi gerado um código simples na linguagem de programação Python, utilizando comandos de geração de imagem e representação via matriz, mostrado na Figura 2.

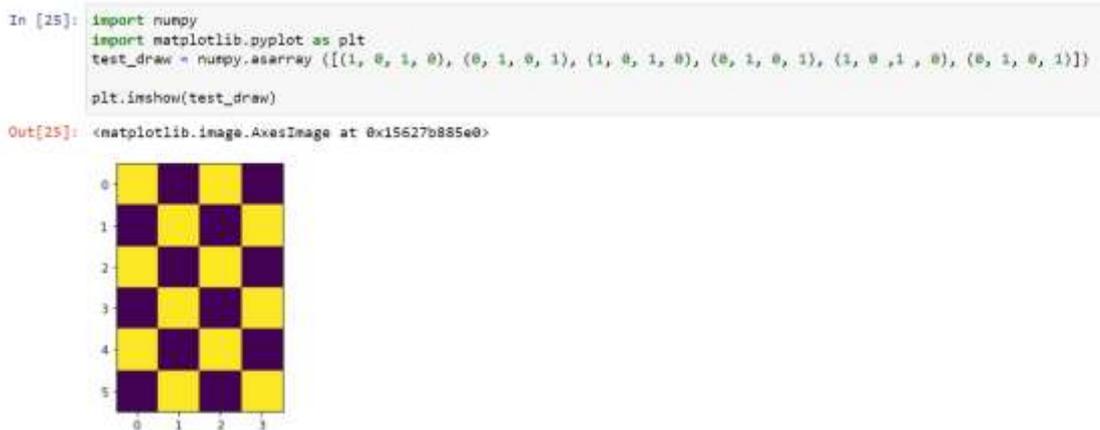
Figura 2: Representação de imagem via python



Fonte: Autores

Pode-se facilmente alterar o quadro gerado, alterando os valores da matriz criada. As mudanças dos valores podem ser feitas de maneira aleatória ou de maneira lógica para que se obtenha uma determinada imagem desejada como saída. Como exemplo, os autores deste projeto representaram um quadro xadrez, mostrado na Figura 3.

Figura 3: Modificação de parâmetros de imagem via Python



Fonte: Autores

Importante notar que, para o caso exemplificado acima, ambas as imagens estão representadas no formato RGB, em tons de amarelo e roxo. Isso porque para os pixels em que há uma coloração, os valores escolhidos foram sempre 0 ou 1. Para que houvesse outras cores

presentes nas imagens apresentadas, bastaria que fossem escolhidos valores de 0 a 255 em alguns dos pixels.

A partir desses conceitos básicos relacionados à imagem, é possível seguir para entendimento do que é chamado de processamento de imagens. Pode-se dizer que o processamento digital de imagens é a manipulação de uma imagem por computador de modo que a entrada e a saída do processo sejam imagens. Isto é, por meio de sensores, uma máquina com poder de processamento recebe dados multidimensionais, transforma-os em uma matriz de pixels, segue determinados procedimentos definidos pela equipe de projeto (alterando a composição desta matriz) e retorna novamente uma imagem (MARTINS, 2022). Esse processo é muito utilizado principalmente por profissionais da área de design e/ou marketing com o intuito de melhorar aspectos visuais de uma determinada imagem (cores e resolução, por exemplo). Porém, tem se tornado uma área muito explorada também pela engenharia, com o intuito de obter, a partir de imagens, subsídios para a sua interpretação e possibilitando a geração de outros produtos, podendo ser submetidos ainda a outras formas de processamento. Como exemplo de aplicações em engenharia que se baseiam em processamento de imagens, têm-se: análise de recursos naturais e meteorologia por meio de imagens de satélites; análise de imagens biomédicas; aplicações em automação industrial envolvendo o uso de sensores visuais em robôs e obtenção das medidas do corpo humano a partir de imagens digitais. Nesses casos, não há uma grande preocupação com a qualidade das imagens propriamente ditas, mas sim, com as informações que podem ser extraídas dessas imagens (identificação de padrões, reconhecimento de objetos, entre outros). Existem hoje trabalhos em andamento e concluídos no Brasil que demonstram a eficácia do uso de imagens para auxílio em determinados processos. Uma aplicação muito comum e altamente demandada no período de pandemia é a detecção do uso de máscara facial através de imagens (METZ, 2020; ÉVORA; SOUSA; PIRES; 2021). Diversos autores desenvolveram soluções diversificadas para o mesmo problema e, apesar de utilizarem algoritmos diferentes, baseiam-se em hardware e conceitos semelhantes: uma câmera digital e processamento de imagem por programação orientada a objeto.

Pode-se dizer que, hoje, as linguagens de programação disponíveis atingiram um nível alto o suficiente para proverem aos usuários recursos suficientes para receberem, interpretarem, alterarem e retornarem imagens utilizando uma única plataforma. Uma das linguagens de programação mais utilizadas no mundo, com grande comunidade e casos de sucesso de desenvolvimento de software é a Python (PYTHON, 2021). Para ela, já existem diversas bibliotecas com recursos direcionados exclusivamente para o processamento de imagens como o OpenCV e por isso se torna apropriada para uso em aplicações que requerem análise de

imagens. Para este projeto, essa foi a linguagem de programação escolhida para desenvolvimento dos algoritmos apresentados, devido aos recursos disponíveis.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O objetivo do projeto é o desenvolvimento de um algoritmo, apto a ser acessado via computador e/ou celular que, a partir de imagem de forma frontal do corpo de uma pessoa, identifique pontos de referência e determine as medidas reais de largura de seu ombro e cintura.

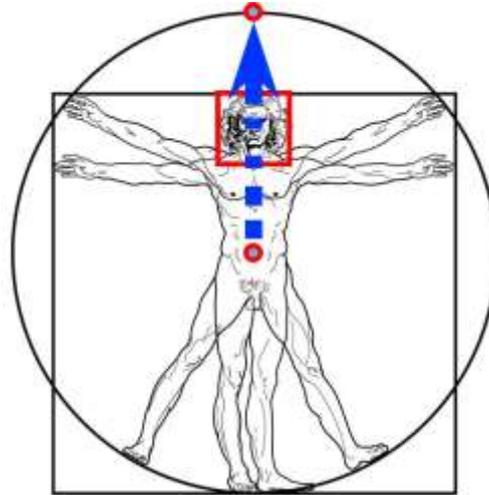
O sistema deve ter capacidade de processar vídeos e imagens, executando instruções em linguagem de programação Python e retornar resultados via aplicação.

Para o hardware, considerou-se que qualquer câmera digital capaz de capturar imagens com resolução HD ou maior poderia ser utilizada. A implementação do programa Python foi feita diretamente na plataforma Anaconda Navigator utilizando o jupyter notebook (JUPYTER, 2022), em um computador de uso pessoal dos autores.

Para desenvolvimento do algoritmo proposto, foram utilizadas algumas bibliotecas conhecidas pela comunidade de desenvolvedores, com intuito de facilitar a implementação de funções relevantes, e conseguindo assim desenvolver melhor o projeto. Além de bibliotecas, foi utilizado um algoritmo de inteligência artificial já desenvolvido e disponibilizado publicamente para identificação de poses em uma imagem e retorno de pontos focais relevantes à pose.

O algoritmo de inteligência artificial que compôs a solução final é o BlazePose, anunciado em 2020 no workshop CV4ARVR (GITHUB, 2020) e baseado em rede neural convolucional (CNN). A utilização dessa rede é comumente vista em resolução de problemas que envolvem imagens. Ela faz a captura da imagem e atribui valores de importância a pontos da entrada, fazendo com que a própria rede “aprenda” a reconhecer pontos exigidos, além de possuir um pré-processamento menor quando comparado a outros tipos de algoritmo. O algoritmo deste projeto utiliza primeiro um detector de região de interesse já treinado previamente para então retornar 33 pontos de interesse associados à região, ou seja, ao corpo detectado. Para definir a região de interesse (ROI), o sistema busca por um rosto humano no quadro de entrada e estima dois pontos virtuais que devem representar o centro do corpo do rosto detectado e um ponto em um círculo virtual. Inspirado no trabalho de Leonardo da Vinci com desenhos do homem vitruviano, o algoritmo é capaz de prever o ponto central da cintura do corpo, estimar o raio do círculo virtual e determinar o ângulo entre essas duas coordenadas (BAZAREVSKY e GRISHCHENKO, 2020). A figura 4 ilustra como o algoritmo atuaria em um desenho de corpo humano.

Figura 4: Homem vitruviano alinhado com dois pontos virtuais, estimados pelo BlazePose.



Fonte: Autores

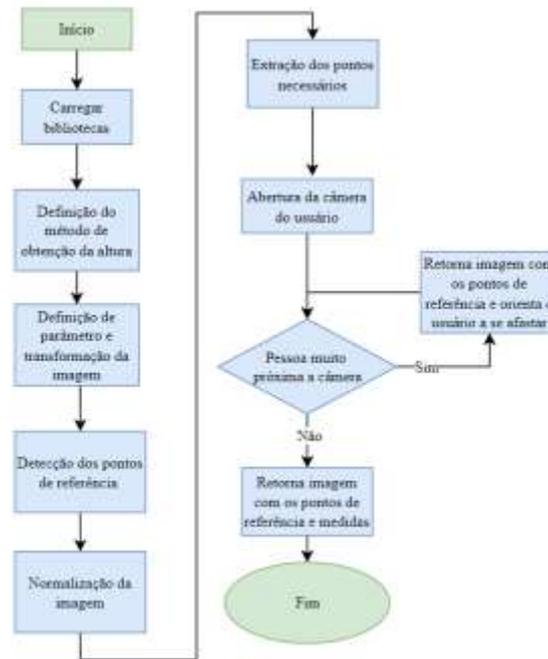
Ao treinar o algoritmo com extenso banco de dados, os autores foram capazes de fornecer, como resultado, 33 pontos focais associados ao rosto e corpo detectados inicialmente, dentre esses pontos têm-se os utilizados que são o ombro esquerdo e direito e a parte esquerda e direita da cintura.

É com esses pontos de referências criados e a altura do usuário que se pode calcular a distância de um ponto ao outro e encontrar as distâncias reais desejadas em centímetros, para poder recomendar um tamanho de vestimenta adequado, assim como descrito nos objetivos deste projeto.

Em conjunto com BlazePose, as bibliotecas CV2 e Numpy foram utilizadas na programação Python. O fluxograma do programa desenvolvido é ilustrado na figura 5.

De forma geral, o programa recebe como entrada uma matriz de valores (obtidos a partir de um vídeo gravado pela câmera do dispositivo), destaca um único quadro para análise, utiliza o quadro destacado como referência na função *landmarks* (que compõe o algoritmo BlazePose) e calcula matematicamente a distância entre os pontos focais desejados para retornar a dimensão final do corpo humano detectado.

Figura 5: Fluxograma do programa desenvolvido



Fonte: Autores

Para validar o funcionamento das funções, foram feitos alguns testes somente para detecção de corpo humano e retorno de pontos focais, que apresentaram resultados positivos. Assim, foi possível seguir com o desenvolvimento das equações matemáticas para detecção de dimensões do corpo propriamente ditas.

Os pontos focais fornecidos pelo BlazePose são compostos de suas coordenadas. Com algumas validações, foi possível determinar que para cada imagem é necessário definir um valor de uma constante a ser multiplicada pela diferença das coordenadas, a fim de computar a resolução da imagem no resultado final. Com algumas inferências, definiu-se que toda equação de diferença de coordenadas deve ser multiplicada por pelo menos 200, para que o resultado do programa desenvolvido seja próximo ao das medidas reais já conhecidas do corpo nessa etapa de treinamento.

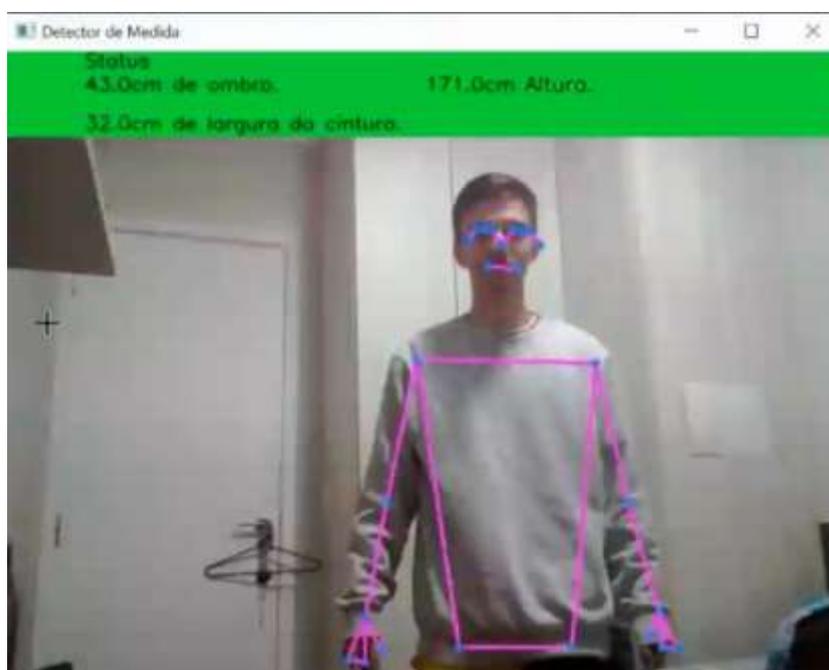
Para resultados fiéis, espera-se que o *frame* escolhido e fornecido para o BlazePose deva conter todo o corpo da pessoa em questão. Assim, caso não seja possível detectar certos pontos focais, o programa desenvolvido instrui o usuário a se distanciar da câmera para que todos seus pontos possam ser identificados e computados. Em caso positivo, o programa retorna a distância dos ombros e cintura do usuário, em centímetros, automaticamente na tela.

Como usuário, a pessoa que deseja obter as medidas de seu corpo deve acessar o algoritmo via web, executá-lo e seguir as instruções disponibilizadas na tela. O usuário deve se posicionar a uma distância em que o sistema identifique corretamente a sua altura real (que é mostrada em tempo real na tela da aplicação). Quando a altura for identificada corretamente, o usuário deve permanecer estável e registrar as dimensões de cintura e ombro informadas em sua tela.

RESULTADOS

Algumas amostras de resultado final da execução do programa podem ser observadas nas figuras 6, 7 e 8, onde são apresentadas pessoas (os próprios autores) com resultados diferentes de largura de ombros e cintura. Na figura 9 é mostrado um teste realizado em manequim.

Figura 6: Resultado das medidas fornecidas pelo sistema



Fonte: Autores.

Figura 7: Resultado das medidas fornecidas pelo sistema



Fonte: Autores.

Figura 8: Resultado das medidas fornecidas pelo sistema



Fonte: Autores.

Figura 9: Resultado das medidas fornecidas pelo sistema



Fonte: Autores.

Na tabela 1 são descritas as medidas reais dos corpos dos autores e manequins utilizados para teste e as medidas obtidas através do algoritmo desenvolvido.

Tabela 1: Medições reais e identificadas pelo algoritmo dos autores

Nome	Altura real (cm)	Altura identificada (cm)	Largura ombros real (cm)	Largura ombros identificada (cm)	Largura cintura real (cm)	Largura cintura identificada (cm)
Bruno	168	168	44	45	32	35
Felipe	176	176	44	45	33	36
Marcos	171	171	42	43	31	32
Manequim 1	170	170	40	39	25	25
Manequim 2	169	169	41	42	30	31
Manequim 3	173	173	43	42	33	33
Manequim 4	174	174	44	45	34	35

Nota-se que, os autores haviam previamente medido seus ombros e a largura de sua cintura utilizando uma fita métrica para obter a medida real.

O programa desenvolvido apresentou, para os 3 autores e 5 manequins testados, com dimensões divergentes, disponibilizados pela Suntime Swim (empresa parceira do projeto), uma precisão de 98% para detecção de largura de ombros, independente de cores de roupa e cores de fundo. Para largura de cintura, essa mesma precisão foi de 95%. Para o cálculo da precisão obtida na detecção das medidas, calculou-se um a um o quociente da medida real de cada indivíduo pela medida identificada pelo sistema. Por fim, foi calculada a média do quociente de cada medida (largura de ombros e largura da cintura).

Importante notar que, o sistema requer que usuário esteja a uma distância mínima para que a câmera possa capturar partes de seu corpo sem problemas de dimensão, além de estar em um ambiente iluminado suficientemente para que as mesmas partes do corpo possam ser identificadas pelos algoritmos utilizados no sistema.

CONCLUSÃO

Neste projeto, foi proposto o desenvolvimento de um sistema que, com as imagens capturadas por uma câmera, é capaz de identificar um corpo humano e definir suas medidas mais relevantes para uma loja de roupas. Foram empregados algoritmos relacionados à área do conhecimento da visão computacional, sendo o principal deles uma rede neural, que foi treinada previamente, e passível de ser implementada em qualquer dispositivo com processamento comum.

O sistema proposto foi capaz de identificar corpos humanos com sucesso e retornar distância entre ombros e largura de cintura com taxa de acerto de 95% para ombros e 91% para cintura. Cabe ressaltar que, para o funcionamento pleno do algoritmo, é importante que o usuário esteja a uma distância mínima o suficiente para que sua câmera capture rosto e torso com sucesso, além de luminosidade mínima para que ambos possam ser identificados.

Ainda assim, o sistema demonstra-se eficaz para ser empregado como uma ferramenta auxiliar na identificação de medidas mais relevantes de pessoas que desejam fazer compras de vestimentas online e se sintam inseguras com suas medidas, podendo ser empregado por donos de negócios da moda mesmo após o período de pandemia. Donas da loja Suntime Swim, que influenciaram a execução deste projeto, se mostraram satisfeitas com os resultados obtidos e passarão a testar o uso do sistema em sua plataforma, visando a facilitar o atendimento de seus consumidores e reduzir taxas de devoluções de roupas adquiridas online. Além disso, o sistema se apresenta como uma base para trabalhos futuros com possibilidade de melhorar a interface do usuário e capturar de forma automática quando o usuário fica na distância correta da câmera, captura de mais medidas para aumentar a eficácia do sistema, que não puderam ser

desenvolvidos por demandar mais tempo que os autores dispunham para realização do projeto e pela necessidade de base de dados de imagens de corpos de pessoas para treinamento e testes dos algoritmos implementados, que devem ser aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Perfil do Setor**. Disponível em <https://abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em 24/05/2022.

AGENCIA SEBRAE. **MEI representam cerca de 90% dos novos negócios ligados à moda criados no período da pandemia**. Novembro de 2021. Disponível em <https://www.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/NA/mei-representam-cerca-de-90-dos-novos-negocios-ligados-a-moda-criados-no-periodo-da-pandemia,94f4df2b4431d710VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em 25/05/2022

CETIC. **TIC DOMICÍLIOS 2020. Dezembro de 2021**. Disponível em <https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2020/domicilios/A4/>. Acesso em 25/05/2022

CONVERSION. **Relatório E-commerce no Brasil Abril/2021**. Abril de 2021. Disponível em https://www.conversion.com.br/wp-content/uploads/2021/04/Abr_21-Mar-Relato%CC%81rio-E-commerce-no-Brasil-1.pdf. Acesso em 25/05/2022

ÉVORA, Fernando Marcel Cardozo; SOUSA, Vinícius de Barros; PIRES, Ricardo, **Classificação de Imagens de Pessoas Quanto a Estarem Utilizando Máscara por Redes Convolucionais em Sistema Embarcado**. REGRASP. (ISSN 2526-1045), v. 6, n. 3, set. 2021.

GARCIA LIMA, Paula. **Moda, necessidade e consumo**. Ano V, Vol. 9, Julho 2010, Buenos Aires, Argentina. Disponível em https://fido.palermo.edu/servicios_dyc///publicacionesdc/actas_de_diseno/detalle_articulo.php?id_libro=148&id_articulo=6046#:~:text=%C3%89%20fato%20corrente%20que%20o,d e%20proteger%20o%20nosso%20corpo. Acesso em 24/05/2022.

GITHUB, **MediaPipe Pose** 2020. Disponível em <https://google.github.io/mediapipe/solutions/pose.html>. Acesso em 07/06/2022

GOMES, Geremias. **Roupa na medida certa e troca facilitada reduzem devolução no e-commerce**. Ecommerce Brasil - Setembro de 2019. Disponível em <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/roupa-na-medida-certa/>. Acesso em 25/05/2022

GOOGLE AI BLOG, **On-device, Real-time Body Pose Tracking with MediaPipe BlazePose** 2020. Disponível em <https://ai.googleblog.com/2020/08/on-device-real-time-body-pose-tracking.html> . Acesso em 07/06/2022

GOOGLE. **Colaboratory**, 2022. Disponível em https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb?hl=pt_BR . Acesso em 17/06/2022

JUPYTER. **Jupyter**. 2022. Disponível em <https://jupyter.org/>. Acesso em 24/06/2022.

MARTINS, Antonio Cesar Germano, **Introdução a Análise de Imagens Digitais**. UNESP/Sorocaba. Disponível em <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/antonio/imagens.pdf>. Acesso em 25/05/2022

MENDES, Renann. E-Commerce atinge marca histórica de R\$ 87 bi em vendas em 2020. **PROFISSIONAL DE E-COMMERCE**. 2021. Disponível em: <https://www.profissionaldeecommerce.com.br/mercado-de-e-commerce-vendas-em-2020/>>. Acesso em: 18 de março de 2022.

METZ, Rachel, **Diante de pandemia, tecnologia avança para reconhecer rostos com máscaras** - CNN Business - Agosto de 2020. Disponível em <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/diante-de-pandemia-tecnologia-avanca-para-reconhecer-rostos-com-mascaras/>. Acesso em 25/05/2022

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Disponível em <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/imagem/> Acesso em 10/05/2022

MOBILE TIME. **43a Edição Webshoppers**. Março de 2021. Disponível em https://www.mobiletime.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Webshoppers_43.pdf. Acesso em 24/05/2022.

NASCIMENTO, Arthur Braga. **Com crescimento do mercado de moda, surgem oportunidades para empreender**. Valor Investe — São Paulo, 16/08/2021. Disponível em <https://valorinveste.globo.com/blogs/seu-negocio/post/2021/08/com-crescimento-do-mercado-de-moda-surgem-oportunidades-para-empreender.ghtml>. Acesso em 24/05/2022.

PCMAGAZINE, **BIT**. Disponível em <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/bit#:~:text=The%20bit%20is%20a%20single,voltage%20pulsing%20through%20a%20circuit..> Acesso em 25/05/2022

PROCON DF. **Compras online e aumento de reclamações.** Maio de 2020. Disponível em <https://www.procon.df.gov.br/compras-online-e-aumento-de-reclamacoes/>. Acesso em 25/05/2022

PROCON SP. **Crescem reclamações contra compras online.** Janeiro de 2021. Disponível em <https://www.procon.sp.gov.br/crescem-reclamacoes-contr-compras-online/>. Acesso em 25/05/2022

PYTHON, **PSF Annual report 2021.** Disponível em <https://www.python.org/psf/annual-report/2021/>. Acesso em 25/05/2022

SCURI, Antonio, **Fundamentos da Imagem Digital.** PUC-Rio - Setembro de 2002. Disponível em <https://web.tecgraf.puc-rio.br/~scuri/download/fid.pdf>. Acesso em 25/05/2022

SILVA, Ursula. **História da Indumentária.** Curso Técnico em Moda – Estilismo. 2ª Edição. 2009. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

TCU, **Contas do Governo 2020.** Disponível em <https://sites.tcu.gov.br/contas-do-governo/02-conjuntura-economica-pib.html>. Acesso em 25/05/2022

UFRGS, **Representação de números em máquina.** Agosto de 2020. Disponível em <https://www.ufrgs.br/reatmat/CalculoNumerico/livro-oct/rdneadm-representacao-de-numeros-em-maquina.html>. Acesso em 25/05/2022

HUMAN BODY DIMENSIONS BY IMAGE PROCESSING

ABSTRACT

This article presents the development of a system that aims to provide the dimensions of shoulder and hip width of one person based on an image obtained by a camera. To determine the person's dimensions, the system uses an artificial intelligence algorithm that is based on convolutional neural networks. The developed system has obtained a hit rate of 95% for the shoulder dimensions and 91% for the hip dimensions. It has also achieved a maximum of 2 centimeters difference between result informed and real world dimension of tested person for both measurements provided. To be able to identify bodies and feedback it's dimensions, the system demands that the person stands on enough distance so that the camera can capture both the face and torso of the individual. The system is intended to be used mainly by clothing businesses as a tool to reduce the return rate of purchases made online.

Keywords: Neural networks; Online shopping; Image processing.

Envio: Junho/2022