**SEGMENTAÇÃO DE ILHOTAS PANCREÁTICAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL**

José Henrique Teixeira

Prof. Aurélio Faustino Hoppe – Orientador

# Introdução

Doenças crônicas não transmissíveis representam a principal causa de morte no mundo, sendo responsáveis por 71% (41 milhões) dos óbitos. São doenças de progressão longa que afetam a qualidade de vida das pessoas, dentre as quais estão doenças cardiovasculares, câncer, doenças respiratórias e a diabetes, esta última, representando 4% (1,6 milhão) das mortes (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018).

Segundo dados levantados pela Federação Internacional da Diabetes (2019), atualmente o número de adultos, com idade de 20 a 79 anos, com diabetes no mundo é de 463 milhões de pessoas, estimando-se para 2045 algo em torno de 700 milhões. Ainda segundo a autora, a diabetes é uma doença crônica séria, caracterizada pelos níveis elevados de açúcar no sangue (hiperglicemia), que ocorre quando o corpo não produz nenhuma ou pouca insulina, ou se torna resistente à insulina e/ou não consegue utilizar efetivamente o que produz, tornando-se indispensável o seu monitoramento ou controle diário.

Rosa *et al.* (2011) apontam que os tratamentos para a diabetes incluem a aplicação de insulina, monitoramento e controle do nível glicêmico através de dieta e exercícios físicos, transplante de pâncreas ou de ilhotas pancreáticas (no caso de pacientes com diabetes do tipo 1). As células beta, que são as células produtoras da insulina, o hormônio responsável pelo controle do nível glicêmico, se encontram amontoadas no centro das ilhotas pancreáticas (ou ilhotas de Langerhans), que são agrupamentos arredondados distribuídos de forma aleatória por todo o pâncreas e compõem a porção endócrina do pâncreas (ROSA *et al*., 2011). Logo, a diabetes causa efeitos nas ilhotas pancreáticas, como “a redução do seu número e tamanho, infiltração leucocitária, desgranulação das células‚ pela depleção da insulina armazenada e substituição amilóide no diabetes tipo 2” (COTRAN *et al*. 2000, apud ROSA *et al*. 2011).

Segundo Lemos (2018), estudos recentes buscam encontrar compostos que possam ser usados de forma terapêutica para o tratamento da diabetes melitus tipo 1, doença em que a produção de insulina é comprometida por causa da destruição das células beta. Ainda, pode-se afirmar que tais compostos trazem efeitos positivos, aumentando o nível de produção de insulina e reestabelecendo a população de células beta nas ilhotas pancreáticas. E, que através da análise de microscopia de pâncreas pode-se observar alterações benéficas na configuração morfométrica da ilhota pancreática após seu uso, como o aumento da área da ilhota pancreática, devido ao surgimento de novas células beta (LEMOS, 2018; MIRANDA, 2014; ROSA *et al.*, 2011).

Kakimoto *et al*. (2012) destacam que a análise de microscopia é feita de forma semiautomatizada, no qual pesquisadores/biomédicos transferem as imagens das ilhotas para algum software de processamento de imagens como o software ImageJ, em que é possível demarcar o contorno da ilhota pancreática e, através de uma escala, é possível calcular a área e perímetro da ilhota. Já Almeida (2007) afirma que tal processo precisa ser feito individualmente para cada ilhota fotografada, o que é um trabalho laborioso e que consome muito tempo.

Diante deste contexto, propõem-se neste trabalho o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de auxiliar na análise da morfometria de ilhotas pancreáticas, realizando a sua segmentação e extraindo suas características morfométricas de forma automática.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é disponibilizar uma ferramenta capaz identificar e analisar morfometricamente ilhotas pancreáticas.

Os objetivos específicos são:

1. efetuar a segmentação das ilhotas pancreáticas de forma automática;
2. extrair características morfométricas, sendo elas a área e a circularidade da ilhota;
3. validar e analisar o tempo de resposta da segmentação e extração de medidas morfométricas assim como sua assertividade em relação ao processo manual.

# trabalhos correlatos

Neste capítulo são apresentados trabalhos semelhantes ao estudo proposto por este projeto. A seção 2.1 apresenta um software para análise morfométrica de ilhotas pancreáticas (BACCA, 2019). A seção 2.2 discorre sobre um algoritmo para análise automática de imagens microscópica de ilhotas pancreáticas isoladas (HABART *et al*., 2012). Por fim, a seção 2.3 descreve sobre uma aplicação para realizar a segmentação e medição da área de ilhotas pancreáticas utilizando um software para análise de tecidos biológicos (KAKIMOTO *et al*., 2012).

## VONCELL: UM PROTÓTIPO PARA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE ILHOTAS PANCREÁTICAS

Bacca (2019) desenvolveu uma ferramenta que realiza a segmentação de ilhotas pancreática a partir de imagens de microscopia do pâncreas. Além disso, ela disponibiliza informações a respeito da morfometria da ilhota, como área, perímetro e circularidade. O funcionamento da ferramenta se baseia nos operadores morfológicos, que são filtros aplicados na imagem e que podem aumentar a qualidade, suprimindo distorções e ruídos, realçar as partes mais relevantes da imagem, dentre outros efeitos.

De acordo com Bacca (2019) inicialmente a imagem é carregada, seu tamanho é ajustado, e aplica-se um filtro de borramento para eliminar ruídos. Em seguida, realiza-se uma binarização, utilizando o canal G e um limiar que pode ser informado pelo usuário. O resultado desta etapa é utilizado para eliminar manchas e riscos que não fazem parte da ilhota, ao qual, poderiam atrapalhar a segmentação. Posteriormente, aplica-se o filtro morfológico de abertura (dilatação da erosão), equalização de histograma e novamente uma binarização seguida de uma abertura, tendo como objetivo realçar a parte clara da imagem. A Figura 1 demonstra o resultado deste processo.

Figura 1 - Realce das regiões claras

|  |
| --- |
|  |

Fonte: Bacca (2019).

Com a imagem realçada, é realizado um corte, resultando numa região menor, que conterá a ilhota, facilitando sua segmentação. Segundo Bacca (2019) o perímetro da ilhota é definido utilizando o algoritmo convexHull, que delimita os pontos mais extremos do contorno. Já o algoritmo findContours encontrará a maior região, que será considerada a ilhota. A circularidade da ilhota é definida através do algoritmo convexHull e a área através da extração e conversão da escala presente na imagem original. Por fim, o perímetro é estabelecido pelo método arcLenght (BACCA, 2019).

Bacca (2019) destaca que a ferramenta utiliza dois valores para limiares que podem ser definidos pelo usuário, sendo que o resultado da segmentação depende muito destes valores. Ainda segundo o autor, utilizando os valores padrões nos limiares, 42% das imagens foram segmentadas corretamente. No entanto, o autor ressalta que regulando os valores para cada imagem pode-se segmentar corretamente praticamente todas as ilhotas. Além disso, Bacca (2019) também aponta que se a segmentação da ilhota fosse bem sucedida, a extração da área, perímetro e circularidade ficaria facilitada, pois as características necessárias estariam bem definidas. No entanto, de acordo com Bacca (2019) a ferramenta depende de informações providas pelo usuário, e isso a torna pouco automatizada e dependente de um bom valor informado para se obter um bom resultado. Ainda segundo o autor, o ideal seria que a ferramenta não dependesse dos valores informados pelo usuário, e conseguisse defini-los por conta própria.

## AUTOMATED ANALYSIS OF MICROSCOPIC IMAGES OF ISOLATED PANCREATIC ISLETS

Habart *et al*. (2016) desenvolveram uma ferramenta para a contagem automatizada de ilhotas pancreáticas presentes em amostras usadas para transplante. Para isso, os autores desenvolveram dois algoritmos, o algoritmo treinável de ilhotas e o algoritmo não treinável de pureza. Inicialmente, o algoritmo das ilhotas corrige as diferenças de iluminação e configuração de câmera normalizando as imagens, assumindo que a cor mais presente é o fundo da imagem, convertendo o fundo para branco. A partir disso, o algoritmo utiliza uma floresta de decisão aleatória para criar um mapa de possibilidades das ilhotas baseados em pixels individuais, usando a cor RGB como característica. Por fim, a classificação entre ilhota e não-ilhota é feita utilizando o mapa de probabilidade empregado com uma regularização espacial utilizando GraphCut (HABART *et al.*, 2016).

De acordo com Habart *et al*. (2016) o segundo algoritmo calcula a pureza da amostra baseado em uma segmentação de três classes (ilhota, tecido exócrino e fundo) utilizando o algoritmo de clusterização k-means, pois observou-se que a maior componente das imagens era o fundo. Já as ilhotas e o tecido exócrino eram facilmente distinguíveis por conta da sua coloração avermelhada e amarelada, respectivamente. Habart *et al.* (2016) utilizaram valores de limiar determinados empiricamente utilizando um conjunto de imagens de pureza conhecida. Por fim, o valor da pureza da amostra é determinado calculando a razão entre a área total de ilhotas pancreáticas e a área de tecido exócrino. A Figura 2 apresenta imagens das ilhotas que foram usadas no trabalho (a-d), (e) mostra a segmentação manual das ilhotas presentes em (c), e em (f) é possível verificar a segmentação automática feita pela ferramenta.

Figura 2 – Imagens das ilhotas e o resultado da segmentação

|  |
| --- |
|  |
|  |

Fonte: Habart *et al*. (2016)

Habart *et al*. (2016) conseguiram realizar a segmentação das ilhotas e calcular a pureza da amostra com resultado compatível com o procedimento realizado manualmente por um operador especializado, mas a análise não foca nas ilhotas individualmente, e sim na qualidade do enxerto. Dessa forma, não extrai nenhuma informação a respeito da morfometria das ilhotas pancreáticas. Portanto, concluem que os algoritmos desenvolvidos ficam limitados ao cenário de análise de amostras para transplante, e não podem ser usados para avaliar a qualidade das ilhotas individualmente.

## Automated recognition and quantification of pancreatic islets in Zucker diabetic fatty rats treated with exendin-4

Kakimoto *et al*. (2012) demonstram a utilização de um software de reconhecimento de tecidos biológicos, para realizar a segmentação das ilhotas pancreáticas e analisar o efeito de um composto para o tratamento de diabetes, observando a área e a forma da ilhota. Segundo os autores, inicialmente as imagens de microscopia de pâncreas foram colorizadas com imuno-histoquímica e segmentadas manualmente com o software Image-Pro Plus, um trabalho laborioso e que consumiu muito tempo. A partir disso, utilizou-se o software treinável Tissue Studio para realizar a segmentação automática das ilhotas. O Tissue Studio é um software de processamento de imagens de tecidos biológicos em que é possível treiná-lo para o reconhecimento e segmentação de tecidos/células, sem que ele venha preparado de fábrica para esta utilização.

Kakimoto *et al.* (2012) utilizaram a ferramenta ‘composer training tool’ para treinar o programa para o reconhecimento da área das ilhotas após a segmentação, com a escala definida em 6. A área imuno positiva foi quantificada utilizando a ferramenta ‘marker area detection tool’, com o limiar definido em 0,5. Como pode ser visto na Figura 3, o software identifica pequenos pedaços na imagem e os classifica como ilhota pancreática (laranja), região insulino-positiva (amarelo), ou outra região pancreática qualquer (roxo). Após os ajustes, o programa foi capaz de identificar e segmentar estas regiões pancreáticas em lote.

Figura 3 – Regiões segmentadas pelo software Tissue Studio após o treinamento

|  |
| --- |
|  |

Fonte: Kakimoto *et al*. (2012)

De acordo com Kakimoto *et al*. (2012), houve uma forte correlação entre as avaliações manuais e automáticas da área das ilhotas, validando o uso do método automático de quantificação. Com isso, os autores também foram capazes de analisar os efeitos no tamanho e formato das ilhotas, causados pelo composto exendin-4, demonstrando também, que é possível utilizar um método automático para avaliar a eficácia de novos medicamentos e drogas. Contudo, os autores tiveram um grande trabalho para criar as imagens para o treinamento do software, pois precisaram realizar a segmentação manualmente de cada ilhota em todas as imagens para treinar o Tissue Studio.

# proposta da ferramenta

A seguir é apresentada a justificativa para o desenvolvimento desse trabalho, os principais requisitos e a metodologia de desenvolvimento que será utilizada. Também são relacionados os assuntos e as fontes bibliográficas que irão fundamentar o estudo proposto.

## JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 é apresentado um comparativo entre os trabalhos correlatos. As linhas representam as características e as colunas os trabalhos.

Quadro 1 – Comparativo entre os trabalhos correlatos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Trabalhos  Características | Kakimoto *et al.*  (2012) | Habart *et al.*  (2016) | Bacca  (2019) |
| Características extraídas | Área da ilhota | Volume e pureza das amostras | Perímetro, área e circularidade da ilhota |
| Processo de análise | Automático | Automático | Semiautomático |
| Técnicas utilizadas | Não especifica | K-means, GraphCut | Morfologia matemática |
| Softwares de terceiros | Tissue Studio, Image Pro-plus | ImageJ | Não se aplica |

Fonte: elaborado pelo autor.

Como descrito anteriormente, o trabalho de Kakimoto *et al.* (2012) demonstra a utilização de um software de mercado, treinável, para realizar a segmentação das ilhotas pancreáticas automaticamente. O software não vem preparado para realizar este procedimento de fábrica, mas permite que seja treinado. Contudo, o processo de treinamento não é algo trivial, visto que o usuário do software precisa fornecer imagens para este treinamento, e o preparo destas imagens é algo manual, e que consome muito tempo, pois é necessário delimitar a borda das ilhotas individualmente, para que o programa aprenda a reconhecê-las. Usando as ferramentas disponibilizadas pelo software, os autores conseguiram treiná-lo para reconhecer, segmentar e calcular a área de ilhotas pancreáticas a partir de imagens de microscopia de pâncreas. Para demonstrar a utilidade de tal ferramenta, os autores fizeram o uso de um composto para o tratamento de diabetes e conseguiram notar mudanças na configuração e tamanho das ilhotas de organismos saudáveis, doentes e os que receberam o composto para tratamento, denotando um bom resultado da ferramenta, que era correspondente ao processo realizado de forma manual. O produto final realiza a segmentação de forma automática das ilhotas, mas para isso, demandou um grande trabalho manual dos usuários.

O trabalho de Habart *et al.* (2016) foca num cenário diferente, buscando avaliar a qualidade de enxertos de ilhotas pancreáticas que serão utilizadas para transplante, como tratamento para a diabetes. Para automatizar esta tarefa, os pesquisadores desenvolveram algoritmos de aprendizado de máquina para reconhecer as ilhotas presentes nas amostras dos enxertos, realizar a contagem de ilhotas e determinar a pureza da amostra. Os algoritmos obtiveram um resultado correspondente ao procedimento realizado de forma manual, o que proporciona uma automatização do processo e maior rapidez. Porém, os algoritmos analisam amostras contendo diversas ilhotas em uma única imagem, e por isso, não trazem informações a respeito das ilhotas em si, mas sim, da amostra.

A ferramenta desenvolvida por Bacca (2019) foca na morfometria de ilhotas individuais, trazendo as características morfométricas da ilhota. Nesta ferramenta, o usuário carrega uma imagem de microscopia de pâncreas, contendo uma ilhota pancreática, e informa dois valores para o programa utilizar como limiares, uma parte do processo de identificação da ilhota. Caso os valores tenham sido eficientes para a segmentação da ilhota, o programa devolve a ilhota com seus contornos demarcados, e traz o valor do perímetro, área e circularidade da ilhota, baseados em uma escala que deve estar presente na imagem original. Apesar de trazer informações relevantes a respeito da ilhota, a ferramenta depende muito dos valores iniciais informados pelo usuário, e mesmo que a segmentação tenha sido automatizada, o usuário ainda precisa testar valores para obter a melhor segmentação da ilhota.

Contudo, a partir do Quadro 1 pode-se perceber que os trabalhos de Kakimoto *et al.* (2012) e Habart *et al.* (2016) realizam o processo de detecção das ilhotas pancreáticas de forma automática, enquanto Bacca (2019) apresenta uma ferramenta semiautomática. Os trabalhos de Bacca (2019) e Kakimoto *et al.* (2012) focam em trazer informações das ilhotas em si, enquanto Habart *et al.* (2016) analisam a amostra como um todo. Habart *et al.* (2016) usaram K-means e GraphCut, e Bacca (2019) utilizou morfologia matemática, enquanto Kakimoto *et al.* (2012) utilizaram um software de terceiros, cuja técnica não foi informada. Além disso, Kakimoto *et al.* (2012) e Habart *et al.* (2016) precisaram utilizar softwares de processamento de imagens para preparar as imagens.

Os trabalhos descritos utilizam programas de processamento de imagens que servem para muitas coisas e não especificamente a análise morfométrica das ilhotas, necessitam de procedimentos ou configurações manuais, ou valores providos pelo usuário, sendo assim, nenhum deles realiza a tarefa de forma automática. Dessa forma, este trabalho propõe disponibilizar uma ferramenta que realize a segmentação das ilhotas de forma automática, e informe as características mormofétricas da ilhota analisada, sendo elas, a área e a circularidade da ilhota. Espera-se que o seu resultado corresponda aos procedimentos realizados manualmente, e que a ela agilize o processo da análise das ilhotas, podendo ser uma alternativa a falta de mão de obra e maquinários de análise laboratorial especializada.

## REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

A ferramenta a ser desenvolvida deverá:

1. permitir ao usuário carregar imagens a serem analisadas (Requisito funcional – RF);
2. realizar o realce e melhoramento das imagens (ruídos, distorções e problemas de iluminação) utilizando técnicas processamento de imagens (RF);
3. utilizar técnicas de aprendizado de máquina para a detecção das ilhotas (RF);
4. estabelecer medidas morfométricas (área, perímetro e circularidade) das ilhotas segmentadas (RF);
5. permitir ao usuário visualizar as detecções e medidas encontradas independente do composto reativo utilizado (RF);
6. ser desenvolvida na linguagem de programação Python (Requisito não funcional – RNF);
7. ser desenvolvida para a plataforma Windows (RNF);
8. utilizar as bibliotecas OpenCV para o processamento de imagens e TensorFlow para o aprendizado de máquina (RNF);
9. ser capaz de realizar a análise em um tempo máximo de 1 minuto (RNF).

## METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

1. levantamento bibliográfico: pesquisar e estudar sobre pâncreas, diabetes, ilhotas pancreáticas e suas características morfométricas, aprendizado de máquina, processamento de imagens e trabalhos correlatos;
2. criação da base de imagens: juntar imagens de microscopia de pâncreas contendo ilhotas pancreáticas em tamanho adequado para a análise da sua morfometria. Estas imagens serão utilizadas para o treinamento e validação da ferramenta, quanto mais imagens forem utilizadas, melhores devem ser os resultados, portanto, a busca por estas imagens pode se estender durante todo o desenvolvimento do trabalho;
3. rotulação das imagens coletadas: rotular as imagens que serão utilizadas, permitindo assim que o algoritmo possa ter sua assertividade testada;
4. pesquisa e escolha do algoritmo de segmentação: pesquisar os principais algoritmos de segmentação e detecção de objetos, escolhendo o adequado para o desenvolvimento do trabalho;
5. levantamento de formas para extrair medidas morfométricas: pesquisar métodos utilizados para extrair/estabelecer medidas a partir de imagens;
6. implementação da ferramenta: utilizando as imagens obtidas (a), baseado no conhecimento levantado nos itens (d) e (e) desenvolver a ferramenta para a análise morfométrica de ilhotas pancreáticas;
7. testes: realizar testes em conjunto com especialistas, os quais fornecerão parte das imagens que irão compor a base de dados, analisando o seu grau de satisfação e a taxa de acerto em relação ao processo manual.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma de atividades a serem desenvolvidas

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2020 | | | | | | | | | |
|  | fev. | | mar. | | abr. | | maio | | jun. | |
| etapas / quinzenas | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| levantamento bibliográfico |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| criação da base de imagens |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| rotulação das imagens coletadas |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| pesquisa e escolha do algoritmo de segmentação |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| levantamento de formas para extrair medidas morfométricas |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| implementação da ferramenta |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| testes |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fonte: elaborado pelo autor.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo descreve brevemente sobre os assuntos que fundamentarão o estudo a ser  
realizado: ilhotas pancreáticas, processamento de imagens e visão computacional e, detecção de objetos.

Conforme Magalhães (2020), o pâncreas é uma glândula com função exócrina e endócrina. A porção exócrina, que compreende cerca de 98% do tecido pancreático, é formada pelos ácinos pancreáticos, que secretam as enzimas digestivas que auxiliam no processo de digestão, fazendo com que as moléculas grandes de carboidratos, proteínas e gorduras possam ser quebradas em pedaços menores para seguir até o intestino. A porção endócrina é formada pelas ilhotas pancreáticas (ou ilhotas de Langerhans), dispostas de forma irregular pelo pâncreas, possuem células especializadas que secretam os hormônios glucagon, insulina e somatostatina, que atuam na regulação dos níveis glicêmicos; o glucagon estimula o fígado a liberar mais glicose para a corrente sanguínea, elevando o nível glicêmico, enquanto a insulina estimula a absorção da glicose pelas células, diminuindo sua concentração no sangue, e a somatostatina inibe a produção destes dois hormônios (CARMO, 2020).

A visão computacional é uma área da inteligência artificial focada em fazer com que a máquina seja capaz de detectar e extrair informações de imagens, de forma semelhante a habilidade humana de enxergar. Suas aplicações se tornam cada vez mais comuns e alguns exemplos são: classificação de imagens, detecção de objetos, segmentação, edição e geração de imagens (SOUZA, 2020). É presente também na medicina, para diagnóstico assistido por computador, por exemplo. Neste cenário, o processo de visão computacional pode ser divido em duas etapas principais. A primeira etapa consiste no processamento da imagem para realce e segmentação, em que a segmentação é a subdivisão da imagem em partes ou objetos que a constituem, utilizando propriedades da imagem como avaliação dos níveis de cinza procurando linhas, bordas, limiares e fronteiras entre os elementos da imagem, ou busca entre regiões com características similares. A segmentação resultará numa região de interesse, ou um conjunto de objetos que descrevem a imagem. Métodos de pré-processamento podem ser utilizados para aumentar a efetividade do processamento da imagem, como filtros para remoção de ruídos, aumento do contraste da imagem, equalização de histograma, dentre outros. A segunda etapa do processo de diagnóstico assistido por computador consiste na quantificação das características da imagem, estas características podem ser compreensíveis para o observador humano comum, como tamanho, forma, contraste, quantidade ou qualquer outro atributo que seja relevante para o problema; após extraí-los, um especialista pode analisar as informações. Contudo, os atributos também podem ser baseados em fórmulas matemáticas que são compreensíveis somente pela máquina, neste caso, o computador que analisa as informações extraídas e pode providenciar um diagnóstico (MARQUES, 2001).

Brownlee (2019) descreve detecção de objetos, como a tarefa conjunta de encontrar um objeto específico em uma imagem digital, desenhar uma caixa delimitadora ao seu redor e classificar o objeto em uma determinada categoria. Segundo o autor, existem duas famílias de algoritmos para realizar essa tarefa, a primeira delas seria a família do modelo Region-based Convolutional Neural Networks (R-CNN), em que os algoritmos são baseados em Convolutional Neural Networks (CNN), como o R-CNN, Fast R-CNN e Faster R-CNN. Brownlee (2019) explica que nesta abordagem, primeiro a imagem é carregada, são extraídas regiões descritoras, as características são computadas, e por fim, as regiões são classificadas. O autor afirma também, que esta abordagem, apesar de precisa, pode ser lenta, e as variações Fast R-CNN e Faster R-CNN procuram alcançar uma performance maior. Segundo Brownlee (2019), a segunda família de algoritmos é a YOLO (You Only Look Once), esta abordagem envolve uma única rede neural, treinada de ponta a ponta, que a partir de uma imagem, prediz caixas delimitadoras e classifica cada uma delas. Segundo Brownlee (2019), apesar de ser menos precisa, que algoritmos como o Faster R-CNN, o YOLO possui uma performance muito alta, conseguindo fazer a detecção de 45 quadros por segundo, sendo mais voltada para execução em tempo real.

Referências

ALMEIDA, Aline S. **Análise Morfométrica e funcional do Pâncreas de Camundongos Infectados com Trypanosoma cruzi na fase crônica**. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

BACCA, Guilerme D. R. **VONCELL: UM PROTÓTIPO PARA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE ILHOTAS PANCREÁTICAS**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

BROWNLEE, Jason. **A Gentle Introduction to Object Recognition With Deep Learning.** Machine learning mastery, 2020. https://machinelearningmastery.com/object-recognition-with-deep-learning/. Acesso em: 11 out. 2020.

CARMO, L. **Histologia do pâncreas**. Disponível em <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/histologia-do-pancreas>. Acesso em 11 out. 2020.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DA DIABETES. **IDF Diabetes Atlas Ninth Edition 2019**. 2019. Disponível em: < https://idf.org/e-library/epidemiology-research/diabetes-atlas/159-idf-diabetes-atlas-ninth-edition-2019.html>. Acesso em 03 out. 2020.

HABART, David; ŠVIHLÍK, Jan; SCHIER, Jan; CAHOVÁ, Monika; GIRMAN, Peter; ZACHAROVOVÁ, Klára; BERKOVÁ, Zuzana; KŘÍŽ, Jan; FABRYOVÁ, Eva; KOSINOVÁ, Lucie; PAPÁČKOVÁ, Zuzana; KYBIC, Jan; SAUDEK, František. Automated Analysis of Microscopic Images of Isolated Pancreatic Islets. **Cell Transplantation**, [S.L.], v. 25, n. 12, p. 2145-2156, dez. 2016. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.3727/096368916x692005.

KAKIMOTO, Tetsuhiro; KIMATA, Hirotaka; IWASAKI, Satoshi; FUKUNARI, Atsushi; UTSUMI, Hiroyuki. Automated recognition and quantification of pancreatic islets in Zucker diabetic fatty rats treated with exendin-4. **Journal Of Endocrinology**, [S.L.], v. 216, n. 1, p. 13-20, 22 out. 2012. Bioscientifica. <http://dx.doi.org/10.1530/joe-12-0456>.

LEMOS, Licyanne I. C. **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO EXTRATO ALLIUM CEPA L. E SULFÓXIDO DE S-METILCISTEÍNA EM RATOS DIABÉTICOS INDUZIDOS POR ESTREPTOZOTOCINA**. 2018. 49 f. Tese (Mestrado em Patologia Clínica) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba.

MAGALHÃES, L. **Pâncreas**. Disponível em <https://www.todamateria.com.br/pancreas/>. Acesso em 11 out. 2020.

MARQUES, Paulo M. de A. **Diagnóstico auxiliado por computador na radiologia**.Radiol Bras, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 285-293, Oct.  2001.   Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0100-39842001000500008&lng=en&nrm=iso>. acesso em:  02 out.  2020.

MIRANDA, P. H. A. **Potencial Neogênico da Vildagliptina em células beta pancreáticas e efeito potencializador da Quercetina na modulação de parâmetros bioquímicos e histológicos em um modelo experimental de Diabetes *mellitus* tipo 1.** Ouro Preto, 2014, 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto) – Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Noncommunicable diseases country profiles 2018**. 2018. Disponível em: < <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-profiles-2018/en/>>. Acesso em 03 out. 2020.

ROSA, M. F.; PACHECO, M. R.; GIRARDI, A.M.; SILVA, M. H. M.; SANTOS, E.; BARALDI-ARTONI, S. M. **AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS ILHOTAS DE LANGERHANS DE RATOS DIABÉTICOS TRATADOS COM EXTRATOS DE Azadirachta indica (NEEM) E ESTREPTOZOOTOCINA 6 CH**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 175-180, 2011.

SOUZA, Maria F. **Carreira em Visão Computacional: como se preparar para trabalhar na área**. progra{m}aria. 2020. https://www.programaria.org/carreira-em-visao-computacional-como-se-preparar-para-trabalhar-na-area/. Acesso em: 04 out. 2020.

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Orientador(a): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver): |

FORMULÁRIO DE avaliação – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a):

Avaliador(a):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ASPECTOS AVALIADOS1 | | atende | atende parcialmente | não atende |
| ASPECTOS TÉCNICOS | 1. INTRODUÇÃO   O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado? |  |  |  |
| O problema está claramente formulado? |  |  |  |
| 1. OBJETIVOS   O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado? |  |  |  |
| Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal? |  |  |  |
| 1. TRABALHOS CORRELATOS   São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos? |  |  |  |
| 1. JUSTIFICATIVA   Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada? |  |  |  |
| São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta? |  |  |  |
| São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta? |  |  |  |
| 1. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO   Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos? |  |  |  |
| 1. METODOLOGIA   Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC? |  |  |  |
| Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta? |  |  |  |
| 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto)   Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC? |  |  |  |
| As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)? |  |  |  |
| ASPECTOS METODOLÓGICOS | 1. LINGUAGEM USADA (redação)   O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica? |  |  |  |
| A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)? |  |  |  |

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR:

**(preencher apenas no projeto)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:   * qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; * pelo menos **5 (cinco)** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. | | |
| **PARECER**: | ( ) APROVADO | ( ) REPROVADO |

Assinatura: Data: