

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
(X) PRÉ-PROJETO	() PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2021.1

ANÁLISE MORFOMÉTRICA EM IMAGENS DE CINTILOGRAFIA RENAL

Gabriel da Silva Bernardi

Prof. Aurélio Faustino Hoppe – Orientador

1 INTRODUÇÃO

Sousa *et al.* (2019) destacam que a Doença Renal crônica (DRC) está se tornando uma doença problemática devido ao grande crescimento de casos registrados anualmente ~~de-em~~ pacientes que fazem o tratamento hemodialítico, gerando muitos casos de mortalidade até mesmo devido aos prognósticos ruins e aos custos altíssimos do tratamento. Ainda segundo os autores, no Brasil estima-se que aproximadamente 100.400 realizam o tratamento dialítico, sendo que 62,6% têm entre 19 e 64 anos, tendo em 2013, uma taxa de mortalidade de 17,9% de pacientes em diálise. Sobretudo, nota-se que quanto mais eficiente e rápida a análise de pacientes com problemas renais, menos riscos eles correm.

Segundo Bastos *et al.* (2011), o tratamento da insuficiência renal crônica é baseado em 3 pilares: diagnóstico precoce, encaminhamento imediato para tratamento nefrológico e implementação de medidas para preservar a função renal. Os autores também afirmam que para se otimizar os cuidados ao paciente com DRC, deve-se realizar um diagnóstico precoce. No entanto, mencionam que a ausência de sintomas nos pacientes nos estágios iniciais exige que os médicos mantenham sempre um nível adequado de suspeita, principalmente em pacientes com fatores de risco. Uma das características importantes para o diagnóstico do DRC está na alteração funcional da Taxa de Filtração Glomerular (TFG). A TFG é compreendida pelos médicos e pacientes, pois ela está relacionada a capacidade dos rins de eliminar substâncias do sangue.

Para Bastos *et al.* (2011), o encaminhamento precoce para tratamento nefrológico é o segundo pilar do tratamento da insuficiência renal crônica. Eles citam que em estudos realizados com pacientes que haviam sido encaminhados precocemente ao nefrologista, com período ≥ 16 semanas antes do início da diálise, os mesmos passavam menos tempo no hospital após o procedimento ser iniciado, tinham menor probabilidade de precisar de diálise de urgência, melhor controle arterial e menos edema agudo de pulmão em relação aos pacientes com encaminhamento tardio.

Bastos *et al.* (2011) também explicam que o terceiro pilar (implementação de medidas para preservar a função renal), trata-se também de agir precocemente para estabilizar a progressão do DRC e prevenir a ocorrência da Doença Renal em Estágio Terminal (DRET). Os autores apontam que fatores clínicos como a idade, sexo, diabetes, hipertensão, proteinúria, anemia, complicações metabólicas, obesidade, tabagismo e dislipidemia são agravantes para a progressão da DRC, assim como tendências familiares, logo, é imperativo que os nefrologistas e médicos tenham atenção primária a esses pacientes.

Segundo Narciso (2014), a cintilografia renal é um exame para avaliar a função do rim ~~como ou todo ou de segmentos~~. Tanto características qualitativas como quantitativas das imagens são utilizadas em diagnóstico médico. Um dos dados quantitativos obtidos de imagens renográficas com dinâmicas é a curva de atividade em função do tempo para cada rim (renograma), porém, erros na metodologia da avaliação dos renogramas ou no cálculo da função renal relativa podem gerar equívocos no diagnóstico.

Narciso (2014) também destaca que usualmente os fabricantes dos equipamentos disponibilizam softwares proprietários para determinação automática ou semiautomática dos renogramas e da função renal relativa. No entanto, tais programas permitem pequena flexibilidade na variação de parâmetros e utilizam usualmente métodos manuais de delimitação dos rins e região de fundo, gerando resultados com grande variabilidade e subjetividade.

Diante deste contexto, este trabalho visa implementar um protótipo ~~que faça~~ para a análise morfométrica de imagens de cintilografia renal e, que ela seja realizada de forma rápida e que tenha a menor margem de erro possível nas avaliações das funções renais.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é ~~implementar~~ um protótipo ~~que faça~~ a análise morfométrica de imagens de cintilografia renal.

Os objetivos específicos são:

- identificar o método de segmentação de imagens de cintilografia mais adequado para a seleção dos rins e geração dos dados quantitativos;
- reduzir a margem de subjetividade na delimitação dos rins e região de fundo;
- estabelecer numericamente o valor da função renal relativa.

Comentado [AS1]: Confuso.

Comentado [AS2]: Implementar é meio para chegar ao objetivo.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Neste capítulo são apresentados trabalhos com características semelhantes aos principais objetivos do estudo proposto. A seção 2.1 detalha o trabalho de Cruz (2018), na qual teve como objetivo fazer uma avaliação automática do esvaziamento gástrico utilizando Análise de Componentes Principais bidimensional com imagens de cintilografia. Na seção 2.2 é descrito o trabalho de Marcuzzo (2007), onde através de imagens de cintilografia renal, propôs medidas quantitativas que refletem impressões diagnósticas comumente observadas por especialistas, para então através destes atributos valores numéricos pudesse potencialmente reduzir a subjetividade e a variabilidade da interpretação. E, por fim, a seção 2.3 apresenta o trabalho de Onusic (2016), no qual objetiva avaliar o uso de imagens planas SPECT/CT com DMSA-99mTc para a quantificação da função renal relativa e absoluta AF.

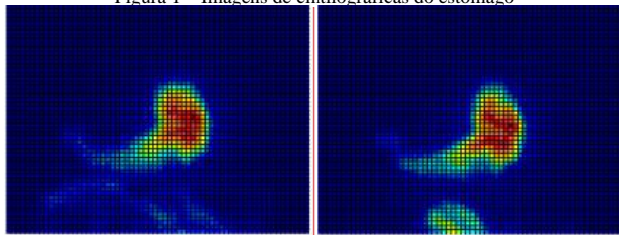
2.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS NA AVALIAÇÃO DA MOTILIDADE GÁSTRICA POR CINTILOGRAFIA

Cruz (2018) explica que as motilidades gastrointestinais podem ser resultantes de uma acomodação gástrica inadequada, ressaltando que técnicas para verificação por imagens de cintilografia, limitam-se na realização de uma avaliação visual. A partir disso, Cruz (2018) ~~propõe~~ ~~propôs~~ avaliar automaticamente o esvaziamento gástrico utilizando Análise de Componentes Principais Bidimensionais juntamente com técnicas para limpar, identificar região de interesse de forma automática e avaliar a velocidade da digestão dos indivíduos através de imagens.

De acordo com Cruz (2018), para analisar as informações, tornou-se necessário aplicar novas metodologias de dados superdimensionados. Geralmente são aplicadas duas técnicas: Mineração de dados e o Aprendizado Estatístico. Porém, Cruz (2018) optou pela utilização da Análise de Componentes Principais, que é uma técnica aplicada em dados superdimensionados, assim como para análise de imagens. Além disso, a autora também utilizou algumas variantes da técnica, sendo elas a Análise de Componentes Principais, Análise de Componentes Principais Esparsas e Análise de Componentes Principais Bidimensional (2DPCA).

Segundo Cruz (2018), utilizou-se o formato Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) para armazenar e compartilhar informações médicas. A base de dados é composta por imagens cintilográficas do estômago. ~~Ainda segundo a autora,~~ ~~a~~ As imagens foram obtidas por meio do radiofármaco Tc-99m colocado no alimento para servir de contraste nas imagens obtidas pelo equipamento médico. Para avaliar a motilidade gástrica, Cruz (2018) pegou 512 frames da imagem durante um intervalo de tempo da ingestão e dividiu em dois grupos, cada um com 256 frames, para ajudar na visualização das informações contidas. A Figura 1 apresenta exemplos de imagens de cintilográficas do estômago capturadas.

Figura 1 – Imagens de cintilográficas do estômago



Fonte: Cruz (2018).

De acordo com Cruz (2018), inicialmente realiza-se a limpeza da imagem para eliminar os pontos que não são relevantes. Para isso, a autora subdividiu as 512 imagens de cada ponto no tempo em dois grupos, ou seja, dois grupos com 256 imagens. Posteriormente, calculou-se a mediana em cada grupo. Também foi necessário identificar a região de interesse pois as imagens de cintilografia acabam captando informações sobre áreas próximas ao estômago. Cruz (2018) também precisou verificar qual a velocidade de digestão e, para isso, utilizou a Análise de Componentes Principais Bidimensional, no qual foram obtidos dados capazes de explicar 95% da variabilidade contida nas imagens medianas em cada ponto no tempo e para cada indivíduo.

Cruz (2018), explica que a análise das imagens cintilográficas do estômago foi coletada de 6 indivíduos com o objetivo de avaliar a motilidade gástrica. A autora também menciona que foi possível observar que 4 indivíduos conseguiram digerir o alimento no período de acompanhamento e, 3 deles apresentaram um esvaziamento gástrico mais rápido que os demais.

Comentado [AS3]: Onde expressa lugar. Prefira “o qual”, “no qual”, “em que” ou veja se é realmente necessário.

Comentado [AS4]: Rever a redação.

Comentado [AS5]: “e” é um conectivo de ligação entre ideias de uma mesma frase não de frases diferentes.

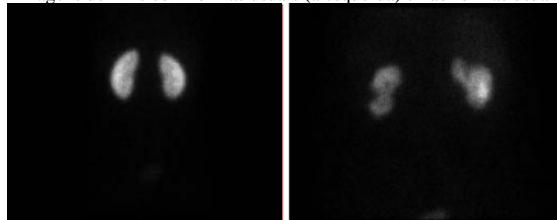
Comentado [AS6]: Faltou colocar borda na figura.

Por fim, Cruz (2018) conclui que as técnicas utilizadas foram válidas para a avaliação da motilidade gástrica, visto que atualmente o processo para realizar seu estudo acaba se tornando complicado. A autora também destaca que os resultados obtidos precisariam ser verificados por um técnico da área.

2.2 QUANTIFICAÇÃO DE IMPRESSÕES DIAGNÓSTICAS DE CINTILOGRAFIA RENAL

Marcuzzo (2007) aborda a subjetividade na avaliação visual e a significativa variação de interpretações entre diferentes especialistas a partir das imagens coletadas através da cintilografia renal e explica que os aspectos de observação possuem terminologias que podem qualificar o diagnóstico, porém não o quantificam. A autora, quantificou as impressões diagnósticas em imagens de cintilografia renal, na qual realiza um processo para obter as feições destas imagens. As imagens utilizadas foram de cintilografia renal estática, na qual os rins aparecem como regiões claras e um fundo escuro, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Imagens de Rins com formas usuais (a esquerda) e não formas usuais (a direita)

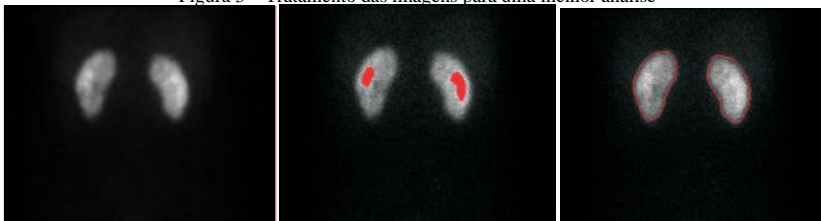


Fonte: Marcuzzo (2007).

Segundo Marcuzzo (2007), as imagens foram fornecidas no formato DICOM e os dados pessoais de cada diagnóstico não foram utilizados. Segundo a autora, a primeira etapa para extração das feições das imagens de cintilografia renal consiste em separar a região dos rins do fundo da imagem. Ela testou alguns métodos como detecção de bordas, limiarização e watersheds, e um método desenvolvido por SBEh et al., porém, essas técnicas não foram eficientes, logo, optando pelo desenvolvimento de uma técnica de segmentação. Segundo a autora, inicialmente é preciso reduzir o ruído e tornar as regiões dos rins um pouco mais homogêneas para que a segmentação não seja influenciada por oscilações que pertencem naturalmente ao interior do rim. As regiões mais escuras presentes no interior do rim devem ser removidas para que elas não sejam interpretadas como fundo da imagem. A partir disso, Marcuzzo (2007) removeu ruídos e preencheu os “buracos” que ficaram cercados pelas regiões mais claras com a mesma intensidade.

Para remover os “buracos”, de acordo com Marcuzzo (2007) foi utilizada a técnica de reconstrução morfológica (reconstrução em níveis de cinza). Após remover os buracos, utilizou-se o filtro Gaussiano G de desvio de padrão para tornar a imagem mais homogênea, removendo ruídos. Posteriormente, aplicou-se a técnica de fechamento em níveis de cinza para eliminar vales inferiores ao tamanho do elemento estruturante, conectando picos próximos. A autora destaca que, dependendo da imagem (formato e elemento estruturante utilizado), ela ainda pode ainda marcada, e para suaviza-la suavizá-la, aplicou-se novamente uma máscara Gaussiana. Depois então utilizou-se o EMAXh foi utilizado para determinar as localizações de pontos que correspondem às regiões mais claras do rim, aplicando uma limiarização para transformar as imagens em binárias. Por fim, utilizou-se o algoritmo chamado de EM (Expectation Maximization), cujo objetivo é separar os dados em subconjuntos. Com a aplicação dele, Marcuzzo (2007) otimizou o resultado, gerando a segmentação final da imagem, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Tratamento das imagens para uma melhor análise



Fonte: Marcuzzo (2007).

Conforme Marcuzzo (2007), a extração de feições de interesse foi realizada a partir de imagens segmentadas, usando somente as regiões referente aos rins, separando as feições em 3 níveis: baixo, médio e alto. Segundo a autora, as feições de baixo nível são formadas por primitivas extraídas diretamente das imagens,

Comentado [AS7]: Frase longa. Dividir em 2.

Comentado [AS8]: Faltou colocar borda na figura.

Comentado [AS9]: Não está de acordo com a norma.

Comentado [AS10]: Rever a redação.

Comentado [AS11]: Evite repetir palavras numa mesma frase/parágrafo.

Formatado: Realce

Comentado [AS12]: Faltou colocar borda na figura.

incluem bordas e outras medidas de localização espacial. As feições de alto nível são formadas pela combinação de feições primitivas. E por último, as de médio nível **são combinadas para combinadas** para descrever os dados observados.

Formatado: Realce

Para descrever as imagens de cintilografia renal, Marcuzzo (2007) utilizou cinco feições de alto nível: Posição relativa entre dois rins, Simetria entre o rim esquerdo e o direito, Forma de cada um dos rins, Captação do radiofármaco em cada um dos rins e Comportamento dos contornos de cada um dos rins. Para obtenção das feições de baixo nível extraiu-se as bordas, aplicando a técnica de Orientação do maior eixo, para que todos os rins sejam rotacionados a fim de encontrar o centroide dos rins para poder obter uma medida de localização relativa ao próprio rim. Nas feições de nível intermediário, combinou-se as 3 feições de baixo nível apresentadas para gerar 2 feições intermediárias. A primeira gerada é o perfil de distâncias centroidais, onde é calculada a distância entre o centroide e a borda. Este perfil de distâncias é utilizado nas feições de alto nível para representar as coordenadas das bordas dos rins. A segunda feição utilizada é a curvatura, onde ela tem por utilidade demonstrar cada contorno correspondente a uma concavidade ou convexidade do objeto.

Comentado [AS13]: Esse é o nome da técnica? Se sim, colocar a 1ª letra em maiúsculo.

Comentado [AS14]: Rever a redação.

Comentado [AS15]: Confuso.

Segundo Marcuzzo (2007), nas feições de alto nível analisou-se a Simetria entre o rim esquerdo e o direito, onde a ~~mesma-autora~~ explica que, de acordo com especialistas, ambos deveriam ser simétricos. Neste caso é ~~validade-validada~~ a distância dos perfis centroidais dos dois rins. A segunda feição a ser avaliada é a Forma de cada um dos rins, onde especialistas consideram que qualquer forma de rim diferente do formato de um grão de feijão por ser considerada não-usual. Na terceira feição que seria a Posição relativa entre os dois rins, tem por objetivo medir o relacionamento entre a localização do rim esquerdo e direito. Para fazer esse cálculo da medida usa-se a medição do relacionamento entre a localização dos polos superiores dos dois rins.

Marcuzzo (2007), descreve que as implementações foram feitas no MATLAB utilizando um conjunto de testes composto por 58 imagens de cintilografia renal (tanto casos normais quanto casos anormais, porém em quantidades iguais), com um total 108 rins, sendo que 8 imagens apresentam a ausência de um rim. A classificação dessas imagens em normal e anormal foi feita por especialistas, para assim não existir a possibilidade ~~de o~~ especialista tender à indecisão.

Segundo Marcuzzo (2007), todas as medidas calculadas computacionalmente concordam com pelo menos 90% do diagnóstico realizado por especialistas, assim indicando um grau de concordância considerável. Visto que as feições obtidas tenham sido válidas, Marcuzzo (2007) comenta que sistemas de apoio a medicina tem integração com diversas fontes de dados, assim surgindo os sistemas “aumentados”.

Marcuzzo (2007) também destaca que a partir da extração de outras feições de baixo e médio nível, seria possível utilizar um sistema de mineração de dados para varrer a imagem em busca de outras associações de feições, para assim ter percepções visuais mais precisas. Além disso, as feições numéricas propostas podem servir também para uma sumarização de documentos, que tem por objetivo **condensar** o que é relevante de acordo com a aplicação. Por fim, Marcuzzo(2007), sugere também que outros estudos possam ser realizados para quantificação de outros aspectos presentes nas imagens, como por exemplo, a localização de lesões nos rins.

Formatado: Realce

2.3 IMAGENS RENAIAS E QUANTIFICAÇÃO SIMULTÂNEA DAS FUNÇÕES TUBULAR

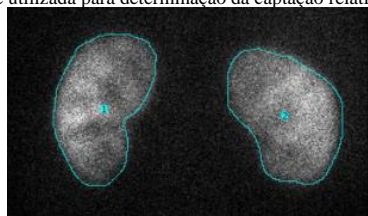
Segundo Onusic (2016), os pacientes com ~~anemia-Anemia falciforme-Falciforme~~ (AF) tem diferentes anormalidades funcionais e estruturais nos rins, logo, este estudo teve por objetivo avaliar o uso de imagens planas e SPECT/CT com DMSA-99mTc para a quantificação da função renal relativa e absoluta AF.

Comentado [AS16]: Frase longa. Rever a redação. Não se faz parágrafo com uma única frase.

Conforme Onusic (2016), os pacientes voluntários receberam uma injeção venosa de 110-185 MBq de DMSA-99mTc e 10-12 MBq de EDTA51Cr, posteriormente foram hidratados oralmente com 300 a 500ml de água para esvaziarem a bexiga antes do exame. Segundo o autor, as imagens foram obtidas 3 horas depois utilizando uma câmera SPECT/CT multislice e, a partir delas, realizou-se o cálculo de Função Renal (FR) relativa e absoluta em imagens planas, na qual foi realizado um processo de delimitação da região de interesse de iso-contorno com limiar de 20% em torno de cada rim assim como, a ROI da radiação de fundo, conforme mostra a Figura 4.

Comentado [AS17]: Frase longa. Rever a redação.

Figura 4 – Região de interesse utilizada para determinação da captação relativa e absoluta do DMSA99mTc



Fonte: Onusic (2016).

Conforme Onusic (2016), aplicou-se o cálculo FR relativo e absoluto baseado nas imagens tomográficas (SPECT/CT), pegando as reconstruções SPECT. Para determinar o volume de interesse (VOI), foi utilizado uma técnica de auto-contorno com um limiar de 25%. Através desse processo, obteve-se várias informações capazes de determinar a captação absoluta de cada rim. Posteriormente, aplicou-se novamente os cálculos para determinar a captação absoluta percentual e tubular relativa.

Segundo Onusic (2016), a cintilografia com DMSA-99mTc vem sendo muito utilizada para medir a função renal relativa, porém, para medir a função tubular absoluta esse método é pouco confiável devido às dificuldades inerentes a sua determinação.

Onusic (2016) aponta que, para os testes foram selecionados 33 pacientes (19 do sexo feminino) com idades entre 23-69 anos, com AF e sem evidência clínica de insuficiência renal. Já em relação às imagens planas e de SPECT/CT foram obtidas 3 horas depois de ser aplicado o DMSA99mTc e o EDTA51C, na qual as mesmas acabaram sendo analisadas em busca de lesões renais.

Conforme Onusic (2016), em 88% dos pacientes foi encontrado um afinamento cortical difuso e colunas renais proeminentes, tanto nas imagens planas como nas SPECT, sendo um padrão característico de imagens DMSA-99mTC. Além disso, 79% dos pacientes tinham lesões corticais, nas quais foram mais fáceis de identificar utilizando SPECT do que imagens planas.

Onusic (2016) chegou na conclusão que a cintilografia utilizando DMSA-99mTC identifica afinamento cortical, colunas renais proeminentes e lesões focais do córtex renal em grande parte dos pacientes com anemia falciforme. O autor não cita trabalhos futuros, porém faz uma observação de que quando utilizadas técnicas convencionais, aquisições estáticas ou SPECT sem o uso de informações anatômicas das imagens de CT, deve-se ser feita-realizadas investigações para validar incertezas no cálculo da função tubular absoluta.

Comentado [AS18]: Não se faz parágrafo com uma única frase.

3 PROPOSTA

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.

3.1 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

Correlatos Características	Marcuzzo (2007)	Cruz (2018)	Onusic (2016)
Objetivo	Propor medidas quantitativas	Avaliação automática do esvaziamento gástrico	Quantificação da FR em paciente com AF
Tipo de patologia	Cintilografia renal	Cintilografia gástrica	Cintilografia renal
Técnicas utilizadas	Morfologia, matemática, EM	Análise de Componentes Principais Bidimensional	FR relativo e absoluto
Ferramentas utilizadas	Matlab	R	Não mencionada
Quantidade de imagens utilizadas nos testes	58	Não mencionada	Não mencionada
Quantidade de pacientes	Não mencionada	6	33
Taxa de acerto	90%	Não mencionada	88%

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme pode ser observado no Quadro 1, os trabalhos de Marcuzzo (2007) e Onusic (2016) buscam realizar quantificações em imagens de cintilografia, porém com objetivos diferentes, enquanto Marcuzzo (2007) tem por objetivo utilizar estas medidas quantitativas para gerar um diagnóstico automático mais próximo possível do diagnóstico avaliado por um especialista, Onusic (2016) utiliza a quantificação da Função Renal para encontrar anormalidades nas imagens de cintilografia. Já o trabalho de Cruz (2018), busca fazer uma avaliação automática do esvaziamento gástrico utilizando imagens de cintilografia gástrica.

Comentado [AS19]: Frase longa. Rever a redação.

Marcuzzo (2007) utilizou 58 imagens, aplicando técnicas de redução de ruído, isolamento da região de interesse, preenchimento dos locais removidos pertencentes aos rins (reconstrução morfológica). Segundo a autora, e aplicação do EM obteve uma taxa de acerto significativa de 90% em relação a análise feita por especialistas. Cruz (2018) realizou os testes com 6 pacientes e aplicou a técnica principal de Análise de Componentes Principais Bidimensionais para verificar a velocidade de digestão, juntamente com técnicas de limpeza de imagem e identificação de região de interesse, conseguiu extrair dados capazes de explicar 95% da variabilidade contida nas imagens medianas. O trabalho desenvolvido por Onusic (2016), considerou 33 pacientes, utilizando a técnica principal de FR relativo e absoluto e aplicando um processo de delimitação de região de interesse conseguiu encontrar um afilamento cortical difuso e colunas renais proeminentes em 88% dos pacientes e 78% tinham lesões corticais. Com isso, conclui-se que as técnicas utilizadas pelos trabalhos para a análise de imagens cintilografia são válidas, ao observar que seus resultados geraram valores satisfatórios.

Comentado [AS20]: Confuso.

Desta forma, este trabalho mostra-se relevante pois pretende desenvolver um protótipo para analisar imagens de cintilografia renal, que através de dados quantitativos extraídos poderá determinar como está o funcionamento do órgão. Para a identificação dos rins será utilizado a ~~rede-Rede neural-Neural convolucional~~ Convolutcional Mask R-CNN, normalmente utilizada para detecção de objetos. Através de técnicas de processamento de imagens são extraídos dados quantitativos para estabelecer o valor da função renal relativa. Acredita-se também que o protótipo acelerará o processo de análise das imagens e, possivelmente, diminuirá a margem de erro ou divergência com relação aos resultados dos softwares proprietários.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O protótipo a ser desenvolvido deverá:

- permitir ao usuário carregar imagens a serem analisadas (Requisito Funcional – RF);
- realizar o realce e melhoramento das imagens (ruídos, distorções e problemas de iluminação) utilizando técnicas processamento de imagens (RF);
- utilizar técnicas para detecção de objetos, tais como Mask R-CNN, para segmentação dos rins (RF);
- estabelecer medidas quantitativas dos rins (RF);
- permitir ao usuário visualizar as detecções e medidas morfométricas encontradas (RF);
- ser desenvolvida na linguagem de programação Python (Requisito Não Funcional – RNF);
- ser desenvolvida para a plataforma Windows (RNF);
- utilizar as bibliotecas OpenCV e scikit-learn (RNF);
- ser capaz de realizar a análise em um tempo máximo de 1 minuto (RNF).

Comentado [AS21]: Onde?

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- levantamento bibliográfico: pesquisar e estudar sobre sistema renal, cintilografia renal e trabalhos correlatos;
- b) construção da base de imagens: juntar imagens de cintilografia renal. Estas imagens serão utilizadas para o treinamento e validação do protótipo;
- b)c) elicitación de requisitos?
- e)d) 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. Inicialmente será utilizada a ~~rede-Rede neural-Neural convolucional~~ Convolutcional Mask R-CNN;
- d)e) levantamento de formas para extrair medidas morfométricas: pesquisar métodos utilizados para extrair/estabelecer medidas a partir de imagens de cintilografia renal;
- e)f) implementação do protótipo: a partir dos itens (d) e (e) desenvolver o protótipo para a análise morfométrica dos rins utilizando a linguagem Python e as bibliotecas OpenCV e scikit-learn;
- f)g) testes: realizar testes com base no banco de imagens obtido para verificar a eficiência e assertividade do modelo elaborado utilizando a validação cruzada assim como a comprovação dos resultados junto aos médicos especialistas. Além disso, os resultados também serão comparados com os gerados pelos softwares proprietários.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 - Cronograma de atividades a serem desenvolvidas

etapas / quinzenas	2021									
	jul.		ago.		set.		out.		nov.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
construção da base de imagens										
pesquisa e escolha do algoritmo de segmentação										
levantamento de formas para extrair medidas morfométricas										
implementação do protótipo										
testes										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo descreve brevemente sobre os assuntos que fundamentarão o estudo a ser realizado: sistema renal e cintilografia renal.

De acordo com Rosário (2014), os rins são dois órgãos com um formato de grão de feijão localizado na parte posterior da cavidade abdominal, entre a coluna vertebral, e possuem 11cm de comprimento aproximadamente. Eles atuam no corpo humano eliminando ou reabsorvendo produtos do metabolismo como ureia, ácido úrico, creatina, além de controlar o equilíbrio da água e eletrólitos de acordo com a necessidade do corpo.

Pirog *et al.* (2015), explicam que o sistema renal apresenta estruturas condutoras denominadas de vias urinárias ou uriníferas, que são: pelve renal, ureteres, bexiga urinária e uretra. Elas são responsáveis por eliminar o produto final filtrado, que é a urina. A urina produzida pelos rins é o veículo no qual há a eliminação da água, sais minerais, entre outros resíduos que causam desequilíbrio fisiológico em nosso organismo. Os rins recebem de 20 a 25% do débito cardíaco em repouso, por meio das artérias renais, que são dois troncos que se originam da artéria aorta abdominal. Ainda conforme os autores, em corte longitudinal será encontrado o parênquima renal que é constituído pela medula renal e córtex, sendo estas formadas pelas pirâmides e colunas renais, onde cada rim terá entre 8 e 18 pirâmides com os ápices voltados para pelve renal. O parênquima é quem abriga os Néfrons, unidade funcional dos rins, responsável pela filtração do plasma sanguíneo. As pirâmides drenam o seu conteúdo para os cálices, desembocando este conteúdo na pelve renal, logo após a urina seguirá para a ureter, sendo armazenado na bexiga até ser eliminada pelo canal e óstio uretral.

Segundo Marcuzzo (2007), a cintilografia é um exame que capta imagens de processos fisiológicos usando isótopos radioativos. Esses isótopos conhecidos como radiotraçadores ou radiofármacos emitem radiação gama em um determinado órgão. Ainda conforme a autora, na cintilografia renal (CR), o resultado deste exame fornece imagens funcionais dos rins, logo, mostra como as células estão desempenhando suas funções.

Conforme Rosário (2014), a cintilografia renal compreende dois procedimentos específicos, que são utilizados na área da medicina: a cintilografia renal estática e dinâmica. O autor explica que a cintilografia renal estática é o método mais sensível para diagnosticar alterações parenquimatosas renais, tanto por pielonefrite, quanto por cicatrizes. Já a cintilografia renal dinâmica estuda o desempenho renal na filtração sanguínea, formação e excreção da urina.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, Marcus. G.; KIRSZTAIN, Gianna. M. Doença renal crônica: importância do diagnóstico precoce, encaminhamento imediato e abordagem interdisciplinar estruturada para melhora do desfecho em pacientes ainda não submetidos à diálise. **Doença renal crônica: importância do diagnóstico precoce, encaminhamento imediato e abordagem interdisciplinar estruturada para melhora do desfecho em pacientes ainda não submetidos à diálise**. São Paulo, v. 33, n. 1, p. 93 - 108, 1 jan. 2011.
- CRUZ, Ana Carolina da. **Análise de componentes principais na avaliação da motilidade gástrica por cintilografia**. 2018. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso II (Bacharelado em Estatística) - Departamento de Estatística, Instituto de Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- MARCUZZO, Monica. **Quantificação de Impressões Diagnósticas em imagens de Cintilografia Renal**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

Comentado [AS22]: Poderia falar também de Redes Neurais Convolucionais

Comentado [AS23]: Título repetido

NARCISO, Lucas D. L. **Desenvolvimento de um plugin de quantificação da função renal para o software livre imagej**. 2014. 119 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Física Médica) - Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

ONUSIC, Daniel. M. *et al.* **Imagens renais e quantificação simultânea das funções tubular e glomerular utilizando os radiotraçadores DMSA-99mTc e EDTA-51Cr em pacientes com anemia falciforme**. 2016. 85 f. Tese (Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia) - Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

PIROG, Gisele. et al. Anatomia renal. **Anatomia renal**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1 - 5, 8 abr. 2015.

ROSÁRIO, Marina. de S. **Avaliação da cintilografia renal no diagnóstico da pielonefrite: revisão de literatura**. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) - Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, 2014.

SOUSA, Francy. B. N. de; PEREIRA, Wellison. A.; MOTTA, Elizângela. A. P. Pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise: tratamento e diagnóstico. **Pacientes com insuficiência renal crônica em hemodiálise: tratamento e diagnóstico**, São Luis, v. 10, n. 2, p. 203 - 213, abr. 2019.

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 TCC I

Acadêmico: Gabriel da Silva Bernardi

Avaliador(a): Andreza Sartori

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?	X		
	O problema está claramente formulado?	X		
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?		X	
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?	X		
	3. JUSTIFICATIVA São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?	X		
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?	X		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	4. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?		X	
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados?	X		
	5. 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?		X	
	6. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?		X	
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?		X	
	7. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?	X		
	8. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?		X	
	9. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?	X		
	As citações obedecem às normas da ABNT?	X		
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?	X		

PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: () APROVADO () REPROVADO

Assinatura: _____ Data: 03/05/2021 _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico: Gabriel da Silva Bernardi

Avaliador(a): _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		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?			
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	3. 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?			
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	5. 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?			
	6. 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?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	7. 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: _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.