**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA E ANATOMIA
DIVISÃO DE CIRURGIA VASCULAR E ENDOVASCULAR**

**Estudo da textura em imagens de tomografia computadorizada de pacientes
submetidos a correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal**

Pós-Graduando: Rafael Sampaio Vasconcelos

Orientador: Prof. Dr. Edwaldo Edner Joviliano

Ribeirão Preto (SP)

2019

RAFAEL SAMPAIO VASCONCELOS

**ESTUDO DA MORFOMETRIA E DA VARIÁVEL TEXTURA EM IMAGENS DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE PACIENTES SUBMETIDOS À
CORREÇÃO ENDOVASCULAR DE ANEURISMA DE AORTA ABDOMINAL**

Dissertação apresentada ao Departamento de Cirurgia e Anatomia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Clínica Cirúrgica pelo programa de Pós-Graduação - Área de Concentração: Clínica Cirúrgica.

Orientador: Prof. Dr. Edwaldo Edner Joviliano

Ribeirão Preto (SP)

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Vasconcelos, Rafael Sampaio

Estudo da textura em imagens de tomografia computadorizada de pacientes submetidos a correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal.

Ribeirão Preto, 2019.

49 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: cirurgia vascular.

Orientador: Edwaldo Edner Joviliano.

Aneurisma de aorta abdominal, correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal, radiomics, textura.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafael Sampaio Vasconcelos

ESTUDO DA MORFOMETRIA E DA VARIÁVEL TEXTURA EM IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE PACIENTES SUBMETIDOS A CORREÇÃO ENDOVASCULAR DE ANEURISMA DE AORTA ABDOMINAL

Dissertação apresentada ao Departamento de Cirurgia e Anatomia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Clínica Cirúrgica pelo programa de Pós-Graduação - Área de Concentração: Clínica Cirúrgica.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

RESUMO

VASCONCELOS, R. S. **Estudo da textura em imagens de tomografia computadorizada de pacientes submetidos a correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal.** 2019. 31 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

INTRODUÇÃO: O tratamento endovascular está associado a menor morbimortalidade que o tratamento convencional para o tratamento do AAA, no entanto, necessita de seguimento com exames de imagem para confirmação da exclusão do saco aneurismático ao longo do tempo. A melhoria das técnicas de imagens, principalmente tomografia, ressonância magnética e PET CT, possibilitou a obtenção de maior quantidade de informações obtidas com essas imagens. Isso levou ao entendimento das imagens médicas como repositórios de informações de alta dimensionalidade (higher-dimensional data), criando um novo conceito definido por Radiomics. Um dos parâmetros utilizados nesses processos é a análise da textura pelo método de matriz de co-ocorrência de nível de cinza. **OBJETIVO:** Avaliação da textura dos trombos dos AAAs em pacientes submetidos à correção endovascular correlacionando os dados como possíveis preditores de evolução clínica. **MATERIAL E MÉTODOS:** Vinte (20) pacientes tratados consecutivamente do ambulatório de Cirurgia Vascular e Endovascular do HCFMRP-USP foram submetidos à correção endovascular de AAA conforme indicação clínica. Estes pacientes realizaram exames de vigilância (tomografia computadorizada) em três momentos: pré-operatório e após o procedimento cirúrgico (um e seis meses), objetivando a investigação de vazamentos e/ou alterações na morfometria do saco aneurismático. Foram analisadas as texturas dos trombos nas tomografias de seis meses desses pacientes, correlacionando-a com as alterações na morfometria e evolução clínica de cada paciente. **RESULTADO:** Dentre aqueles que apresentaram crescimento, um (11%) era do sexo feminino e oito (89%) do sexo masculino. Os diâmetros dos aneurismas destes, antes da cirurgia, variavam entre 56,1 a 97,5 milímetros, com média de 67,7 milímetros. Os diâmetros dos aneurismas após a cirurgia variavam entre 59,4 a 110,3 milímetros, com média de 74,6 milímetros. O aumento do diâmetro do aneurisma entre a cirurgia e a tomografia de seis meses foi 2,6 a 19,1 milímetros, com média de 6,9 milímetros. Obteve-se então uma sensibilidade de 77%, especificidade 63% e acurácia de 70% através da análise da textura. **CONCLUSÃO:** O método proposto de análise das imagens mostrou-se promissor com uma correlação satisfatória entre a textura e a evolução do saco aneurismático, porém mais estudos com maior número de casos são necessários antes que se possa recomenda-lo na incorporação desta variável nas análises de imagem das angiotomografias em pós-operatório do tratamento endovascular do AAA.

Palavras-chaves: Aneurisma de aorta abdominal, correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal, radiomics, textura.

ABSTRACT

VASCONCELOS, R. S. **Texture study in computed tomography images of patients undergoing endovascular repair of abdominal aortic aneurysm.** 2019. 31 f. Dissertation (Master) - Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

INTRODUCTION: Endovascular treatment is associated with lower morbidity and mortality than conventional treatment; however, it requires follow-up with imaging studies to confirm the exclusion of the aneurysmal sac over time. The improvement of imaging techniques, especially tomography, magnetic resonance imaging and PET CT, made it possible to obtain more information obtained from these images. This led to the understanding of medical images as repositories of higher-dimensional data, creating a new concept that defines itself as Radiomics. One of the parameters used in these processes is texture analysis by the gray level co-occurrence matrix method. **OBJECTIVE:** To evaluate the texture of AAA thrombi in patients undergoing endovascular correction, correlating the data as possible predictors of clinical evolution. **MATERIAL AND METHODS:** Twenty (20) consecutive patients treated at the HCFMRP-USP Vascular and Endovascular Surgery Outpatient Clinic and submitted to endovascular AAA correction as clinically indicated. These patients underwent surveillance examinations (computed tomography) at three times: preoperatively and after the surgical procedure (one and six months), aiming to investigate leakage and / or changes in aneurysmal sac morphometry. Thrombus textures in the six-month CT scans of these patients were analyzed, correlating it with changes in morphometry and clinical evolution of each patient. **RESULTS:** Among those with growth, one (11%) was female and eight (89%) male. The aneurysm diameters before surgery, of these, ranged from 56.1 to 97.5 mm, with a mean of 67.7 mm. Aneurysm diameters after surgery ranged from 59.4 to 110.3 mm, with an average of 74.6 mm. The increase in aneurysm diameter between surgery and six-month tomography was 2.6 to 19.1 mm, with an average of 6.9 mm. A sensitivity of 77%, specificity 63% and accuracy of 70% were obtained. **CONCLUSION:** The proposed method of image analysis has shown promise with a satisfactory correlation between texture and evolution of the aneurysmal sac, but more studies with a larger number of cases are needed before it can be recommended to incorporate this variable in the analyzes. image of postoperative angiotomographs of endovascular treatment of AAA.

Keywords: Abdominal aortic aneurysm, endovascular correction of abdominal aortic aneurysm, radiomics, texture.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Proporção de pacientes com crescimento do saco aneurismático dividido por sexo.....	34
Gráfico 2. Distribuição de comorbidades entre os grupos	35
Gráfico 3. Variação do diâmetro máximos dos aneurismas divididos por grupos	35
Gráfico 4. Curva ROC	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. DIAGNÓSTICO.....	12
1.1.1 Diagnóstico Clínico.....	12
1.1.2 Diagnóstico por imagem	13
1.1.2.1 <i>Raio X de abdome</i>	13
1.1.2.2 <i>Ultrassonografia de Abdome</i>	14
1.1.2.3 <i>Aortografia</i>	14
1.1.2.4 <i>Angiorressonância</i>	15
1.1.2.5 <i>Angiotomografia Computadorizada (Angio TC)</i>	15
1.1.2.6 <i>Radiômica (Radiomics)</i>	16
1.1.2.7 <i>Textura</i>	20
1.2 TRATAMENTO	23
1.2.1 Cirurgia Aberta	23
1.2.2. Cirurgia endovascular	24
1.3 SEGUIMENTO PÓS-OPERATÓRIO	25
2. OBJETIVOS.....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 CRITÉRIO DE INCLUSÃO	29
3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	30
3.3 COLETA DO MATERIAL	30
3.4 MORFOMETRIA DO ANEURISMA	30
3.5 MATRIZ DE CO-OCORRÊNCIA NA ESCALA DE CINZA.....	31

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4. RESULTADOS.....	33
5. DISCUSSÃO	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

Os aneurismas são definidos como dilatações focais de pelo menos 50% do diâmetro normal esperado para a artéria. Uma definição de trabalho prático de um aneurisma de aorta abdominal é um diâmetro transversal de 3 cm ou mais, com base nos valores médios para os indivíduos normais. O diâmetro da aorta normal diminui gradualmente a partir do tórax (28 mm nos homens), para a localização infrarrenal (20 mm nos homens). Em todos os níveis, o diâmetro da aorta normal é cerca de 2 mm maior em homens do que em mulheres e aumenta com a idade e o aumento da área de superfície corporal (CRONENWETT, JL; JOHNSTON, 2010).

Os aneurismas de aorta abdominal são aqueles que, com maior frequência, encontramos na prática clínica. São de três a sete vezes mais frequentes do que os da aorta torácica e afetam mais homens do que mulheres, numa proporção de 4:1. A sua ocorrência é maior nos homens brancos e idosos, sendo menos frequente em indivíduos de raça negra, sendo que, nos asiáticos a frequência é equivalente aos de raça branca. Os AAA começam a aparecer próximo aos 50 anos, sendo muito pouco frequentes abaixo dos 55 anos e atingindo sua maior incidência em torno dos 80 anos. Nas mulheres, os aneurismas começam a aparecer em idade mais avançada, em torno dos 60 anos (BRITO, 2014; CRONENWETT, JL; JOHNSTON, 2010; MAFFEI, 2008).

A prevalência de AAA em uma dada população depende da presença de fatores de risco associados aos mesmos, incluindo idade avançada, gênero masculino, raça branca, história familiar positiva, tabagismo, hipertensão,

hipercolesterolemia, doença oclusiva vascular periférica e doença arterial coronariana. Desses fatores de risco, idade, sexo e tabagismo têm o maior impacto sobre a prevalência de AAA (CRONENWETT, JL; JOHNSTON, 2010; LOBATO, 2010).

Atualmente, a intervenção cirúrgica é o único tratamento comprovadamente efetivo para prevenir a rotura do AAA e óbito relacionado ao aneurisma. Esta intervenção deve ser realizada em pacientes do gênero masculino quando o AAA alcança 5,5 cm de diâmetro e 5 cm em pacientes do gênero feminino, e em todos os aneurismas sintomáticos, independente do diâmetro.

A cirurgia convencional é efetiva para prevenir a rotura do aneurisma de grande diâmetro, porém apresenta morbidade significativa. A correção endovascular do AAA foi desenvolvida para ser um método menos invasivo em comparação ao procedimento convencional. A técnica endovascular tem se mostrado responsável pela redução significativa da taxa de mortalidade operatória, volume de transfusão sanguínea necessário, tempo cirúrgico, período de permanência em unidades de terapias intensivas e intra-hospitalar, todavia requer maior número de intervenções adicionais para manutenção da exclusão do saco aneurismático (LOBATO, 2010).

As taxas de vazamento variam de 0% a 47%, dependendo do tipo de enxerto da endoprótese, seleção do paciente, técnica de implante e morfologia da aorta. A presença de vazamentos pode estar associada a uma maior expansão do aneurisma, que por sua vez pode resultar em rotura. Dessa forma, torna-se necessário realizar preservação do paciente submetido à correção endovascular de AAA por meio de exames tomográficos, com aumento significativo em custos do processo total. Adicionalmente, o significado biológico dos vazamentos ainda não é

conhecido e a tomografia computadorizada, apesar de indicar a anormalidade, não contribui para a definição da etiologia (WHITE et al., 1997; ZARINS et al., 2000).

Reparo cirúrgico aberto ou endovascular provavelmente permanecerá o tratamento primário de aneurismas maiores ou sintomáticos para o futuro previsível, mas a pesquisa está em curso para desenvolver terapias mais eficazes para a supressão precoce da doença, bem como as possíveis estratégias farmacológicas para melhorar os resultados em longo prazo após a exclusão endovascular (CRONENWETT, JL; JOHNSTON, 2010).

1.1. DIAGNÓSTICO

1.1.1 Diagnóstico Clínico

O AAA não roto pode ser totalmente assintomático, deixando o exame clínico, embora não seja de grande precisão, indispensável para o diagnóstico. Os que escapam do exame clínico são descobertos por se tornarem sintomáticos, romperem ou serem detectados em exame de imagem solicitados por outras razões (MAFFEI 2008, KARKOS et al, 2000).

Não há relatos de ruptura de AAA apenas por exame de palpação de aneurismas abdominais. A palpação em pacientes magros, hipertensos e com aorta com tortuosidade, podem levar ao diagnóstico equivocado de AAA. (LEDERLE e SIMEL, 1999).

Nos aneurismas grandes, especialmente em indivíduos magros, o paciente pode referir a sensação de batimento cardíaco no abdome, sintomas de compressão de vísceras ou sintomas obstrutivos. Geralmente os AAA são indolores, porém pode haver dor abdominal inespecífica, principalmente em casos de aneurismas inflamatórios ou em processo de rotura.

A trombose com oclusão do saco aneurismático é rara, mas com elevada mortalidade. A embolia para o membro inferior é relato bem mais comum chegando a atingir 5% dos casos dos aneurismas sintomáticos (BAXTER et al., 1990)

A suspeição clínica é essencial para o diagnóstico, porém o auxílio de exames de imagem são de grande valia para confirmação da hipótese de AAA, assim como para avaliar a necessidade, e a programação cirúrgica.

1.1.2 Diagnóstico por imagem

1.1.2.1 Raio X de abdome

Exame radiológico realizado por outras razões pode surpreender com o diagnóstico de AAA, principalmente com evidência de calcificações na parede dos vasos. Esse é um exame pouco sensível e pouco específico, não devendo ser o exame de escolha na suspeita clínica.

1.1.2.2 Ultrassonografia de Abdome

Se um AAA é suspeitado por história clínica e exame físico, o primeiro exame a ser realizado deve ser a ultrassonografia de abdome com modo doppler. Um exame de custo reduzido e facilmente reproduzido além de não utilizar radiação ionizante. Pode mostrar imagens em cortes longitudinais e transversais, podendo analisar o diâmetro do aneurisma, a presença de trombos no seu interior e o acometimento de vasos viscerais ou ilíacos. Conforme o resultado deste exame pode-se avançar para exames mais sofisticados ou manter o paciente em seguimento clínico a depender do diâmetro máximo do aneurisma evidenciado.

1.1.2.3 Aortografia

Trata-se de um método cada vez mais em desuso para diagnóstico de AAA, devido a presença de outros métodos não invasivos com qualidade superior na imagem. A aortografia tem desvantagem de mostrar somente a luz da aorta, dificultando a mensuração do tamanho real do aneurisma, ficando assim sua utilização cada vez mais restrita como método diagnóstico isolado. Esse é o exame utilizado no intra-operatória de cirurgia endovascular.

1.1.2.4 Angiorressonância

Excelente método para avaliar AAA, porém para sua realização é necessário aparelho de valores elevados e pouco disponíveis. O exame de ressonância é um exame demorado o que dificulta em pacientes com claustrofobia, além de não poder ser utilizado em pacientes com implantes metálicos devido ao campo eletromagnético.

1.1.2.5 Angiotomografia Computadorizada (Angio TC)

A Angiotomografia computadorizada multislices, atualmente com até 256 canais, gerou imagens de altíssima qualidade, sendo possível a realização de exames com cortes transversais e reconstruções. A angio TC é hoje o exame mais preciso para definir tamanho do aneurisma, relação com estruturas vizinhas e extensão da doença, assim como anormalidades, processos inflamatórios e sinais de rotura, tornando-se um exame extremamente necessário para a programação cirúrgica.

1.1.2.6 Radiômica (*Radiomics*)

Com o avanço dos programas de computação, é possível a extração de informações quantitativas das imagens médicas geradas pelas diferentes técnicas de aquisição, como tomografia computadorizada, ressonância magnética e PET CT. Isso permite a modelagem das imagens digitais em um conjunto minerável de dados quantitativos. A extração de dados quantitativos das imagens e sua posterior correlação com diferentes marcadores biomédicos e dados clínicos é um processo conhecido como radiômica (do Inglês, *radiomics*). Essa abordagem tem como base o conceito que as informações contidas nas imagens biomédicas refletem indiretamente a fisiopatologia e suas relações podem ser analisadas através da análise quantitativa da imagem. Com isso, pode-se extrair um grande número de informações das imagens digitais, mesclando-as com outras informações, podendo sugerir e validar hipóteses clínicas. O objetivo principal da abordagem radiômica é buscar auxiliar nas decisões terapêuticas, porém deve-se combinar as informações com as características individuais do paciente para melhorar o poder de discriminante para uma medicina personalizada. Esse conceito está sendo aplicado largamente na oncologia, principalmente em tumores de pulmão, mama e próstata. As características quantitativas da imagem são baseadas na intensidade, forma, tamanho ou volume, e textura oferecendo informações sobre o fenótipo e microambiente do tumor. Essas características, em conjunto com outras informações, podem ser correlacionadas com a evolução clínica e servir para apoiar a tomada de decisão clínica (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

Quando se relaciona dados da radiômica com genoma, denomina-se radiogenômica (do Inglês, radiogenomics). Essa abordagem surgiu a partir de estudos com tumores, contribuindo com a melhora no diagnóstico, prognóstico e fator preditivo (GUO et al., 2015; WEST; BARNETT, 2011).

O sufixo -omics é um termo originado da disciplina de biologia molecular para descrever as características detalhadas da biologia molecular em relação ao DNA (genomics), RNA (transcriptomics), proteína (proteomics) e metabólico (metabolomics). Atualmente, esses termos também estão sendo utilizados em outros campos médicos. O conceito -omics já está sendo aplicado em imagens de tomografia em vários níveis, seja avaliando-se imagens tridimensionais, seja avaliando-se uma série de imagens planas que podem conter milhões de elementos de volume (do Inglês, *voxels*). Além da medida direta de dados dos voxels, um tumor ou outra alteração estudada pode conter centenas de fatores quantitativamente mensuráveis como tamanho, forma e textura (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

A busca e validação de biomarcadores que apresentem variabilidade e robustez diagnóstica é essencial para uma avaliação médica precisa (BATES, 2014) e, em todo o mundo, esforços estão sendo feitos para validar diferentes biomarcadores. Nos Estados Unidos da América, esse esforço tem sido mais intenso devido a Iniciativa de Medicina de Precisão (COLLINS; VARMUS, 2015). Essa iniciativa propõe fornecer embasamento para um novo modelo de medicina baseada em características específicas de cada paciente. Isso promete acelerar descobertas biomédicas e auxiliar a clínica com novos conhecimentos, técnica e terapias, que possibilitem um cuidado personalizado (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

A ideia central que guia a pesquisa em radiômica é o seu potencial de medir quantitativamente a heterogeneidade intra e Inter tumoral. Além disso, a radiômica deve possibilitar a monitorização longitudinal no tratamento e a otimização de procedimentos ativos de alertas de vigilância clínica do estado do paciente. Porém esse tipo de aplicação ainda necessita de mais estudos.

Deve-se ressaltar que as análises radiômica e radiogenômica devem ser utilizadas para identificar relação e não causa. Entretanto, a relação dos dados estudados pode fornecer informação não somente no que se refere a que gene se deve procurar, mas também fornecer referência quantitativa sobre o local adequado para uma biopsia (CLAUSON et al., 2002; KRONZ; WESTRA; EPSTEIN, 1999; NGUYEN et al., [s.d.]; STARADUB et al., 2002).

Enquanto conceitualmente a abordagem radiômica é simples, na prática, deve-se seguir alguns passos (KUMAR et al., 2012; LAMBIN et al., 2012). Esses passos consistem em adquirir imagens, identificar a área de interesse, delimitar a área de interesse, extrair e qualificar fatores da área de interesse. Esses passos são necessários para criar uma base de informações que possibilite a aplicação em modelos de classificação com fatores preditivos sozinhos ou em combinação com fatores adicionais (demográficos, clínicos, comorbidades ou informação do genoma) (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

Na aquisição de imagens, com uso de tomografia ou ressonância em combinação com PET/CT, a variação de aquisição de imagens e os protocolos de reconstrução podem induzir a mudanças que não são devidos a fatores biológicos. Devido a isso, a Sociedade Americana de Radiologia e Instituto Nacional de Imagens Biomédica e Bioengenharia financiaram a Aliança Quantitativa de Imagem

e Biomarcadores (BUCKLER et al., 2011). Essa aliança tem como produto principal uma padronização que possibilita maior acurácia nas medidas extraídas para um biomarcador quantitativo, obtido a partir de uma imagem, para um específico fator estudado (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

A identificação da área de interesse consiste em localizar a área ou áreas acometidas (ex: localização do tumor e de metástases). A análise detalhada de subáreas do tumor, por exemplo buscando-se regiões heterogêneas, pode possuir valor prognóstico, que pode não ser identificado pela radiologia tradicional, devido às limitações da inspeção visual das imagens (VAN PERSIJN VAN MEERTEN; GELDERBLOM; BLOEM, 2010). Além disso, diferentes parâmetros de aquisição de uma mesma área de interesse podem propiciar uma análise melhor (ex: em imagens de ressonância, utilizar ponderação em T1, T2 e difusão) (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

A delimitação da área de interesse é a mais importante, desafiadora e essencial tarefa em radiômica. Essa importância se deve ao fato de que todos os dados serão obtidos dessa região. É também desafiadora devido à dificuldade na delimitação precisa de bordas, bem como aos desafios relacionados reprodutibilidade das marcações realizadas.

O coração da radiômica é a extração dos dados quantitativos para descrição da região ou volume de interesse, sendo que existe uma gama muito grande de possíveis descritores quantitativos para caracterizar os padrões radiológicos encontrados nas imagens (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

A análise da textura em imagens foi iniciada em 1973 por Haralick et al (HARALICK; SHANMUGAM; DINSTEIN, 1973). Na radiômica, a análise da textura pode medir, por exemplo, a heterogeneidade intratumoral. Na prática, dezenas de métodos e múltiplas variáveis podem ser utilizadas para medir a textura, resultando em centenas de valores (DAVNALL et al., 2012; O'CONNOR et al., 2015)(AERTS et al., 2014), a abordagem a ser escolhida é extremamente caso dependente e é feita através de modelos empíricos de experimentação. Uma vez estabelecido o conjunto de dados quantitativos a ser extraído das imagens, pode-se utilizá-lo para se buscar padrões de correlação com informações quantitativas de outra natureza e com dados clínicos, o que, geralmente, se faz com métodos de classificação baseados em técnicas de inteligência artificial, aprendizagem de máquina e correlação estatística (GILLIES; KINAHAN; HRICAK, 2016).

1.1.2.7 Textura

Desde o final da década de 80, existem muitos esforços de pesquisa voltados para o desenvolvimento de sistemas de diagnóstico auxiliado por computador (do Inglês, *Computer-aided Diagnosis* – CAD), baseados em métodos de processamento de imagem. O principal motivo para o estudo desses sistemas é o auxílio na clínica dos pacientes através da análise de imagens médicas (DOI, 2007; DUNCAN; AYACHE, 2000). Normalmente, essa análise implica na identificação ou medida de diferenças quantitativas sutis, usualmente difíceis de avaliação pela inspeção visual, até mesmo para radiologistas experientes.

Os sistemas CAD têm sido utilizados com sucesso em várias áreas de aplicação, como na detecção precoce do câncer (LI et al., 2001; MORTON et al., 2006; VYBORNÝ; GIGER; NISHIKAWA, 2000), no diagnóstico da osteoporose (GENANT et al., 1993), detecção de lesões ou anormalidades na neurociência (BONILHA et al., 2003), ou na identificação de aneurismas intracranianos (ARIMURA et al., 2004). A radiômica compartilha da mesma base de conhecimentos e técnicas de processamento de imagens utilizadas nos sistemas CAD.

Um dos métodos de processamento de imagens bastante empregado é a análise de textura da imagem. Essa análise estuda não só a variação nos valores de intensidade dos elementos da imagem (*pixels*), mas também o arranjo espacial entre eles e a maior ou menor repetição periódica de agrupamentos de elementos básicos (chamados de primitivas) na estruturação da imagem. Os dados da textura podem alimentar uma classificação determinística ou probabilística, que pode avaliar um fator específico-relativo à caracterização funcional de diferentes tipos de órgãos ou tecidos e na avaliação evolutiva de doenças.

A análise de textura pode ser dividida em três categorias: métodos estatísticos, baseados na caracterização direta da variação espacial dos níveis de cinza das imagens; métodos espectrais, baseados na avaliação das componentes de frequência que forma a imagem; e métodos estruturais, baseados na identificação das primitivas geométricas que formam a imagem.

Nesse trabalho será utilizado o método estatístico de caracterização de textura, com a análise da Matriz de Co-ocorrência de Níveis de Cinza (do Inglês, *Gray Level Co-occurrence Matrix* - GLCM). Esse método avalia a ordem secundária (considerando o nível de cinza e a posição espacial na imagem) na relação entre os

valores de cinza entre dois *pixels* para estimar sua função de probabilidade. Vários estudos validaram esse método, como o de Chen et al., (1998) que usou uma rede neural probabilística para classificar o tecido hepático.

Vince et al., (2000) comparou cinco técnicas de análise de textura (estatística de primeira ordem, método de *Haralick*, método de lei de energia de textura, método GLCM e fatores de espectro de textura) na caracterização das placas coronárias em imagem de ultrassonografia intravascular e observou que o método baseado na GLCM foi o que apresentou melhor acurácia.

Gibbes et al., (2003) mostrou diferença significativa na textura pelo método da GLCM na diferenciação de lesão de mama maligna e benigna. Garcia et al., (2012) mostrou que a análise de textura baseada na GLCM apresenta boa acurácia para classificar a evolução pós-operatória de pacientes submetidos a correção endovascular de AAA.

A GLCM é uma estimativa de função de segunda ordem da junção condicional da probabilidade de densidade $f(i,j/d, \theta)$ de ocorrência de um determinado par de pixels dentro da distribuição espacial da imagem. A GLCM representa a inter-relação espacial entre os valores de nível de cinza da imagem. Os elementos dos valores da matriz de co-ocorrência, representam a probabilidade de variação no tom de cinza i para o tom de cinza j , separados por uma distância d em uma direção dada por um ângulo θ (usualmente θ é definido como 0° , 45° , 90° e 135°). Para calcular em probabilidade, a imagem é avaliada na direção θ e a co-ocorrência acumulada na GLCM. Os atributos quantitativos da GLCM são extraídos do modelo primitivo de matriz ($n \times n$) nas direções 0° , 45° , 90° e 135° e em alguns

casos o modelo pode ser feito para uma determinada direção invariável (GARCÍA et al., 2012).

A partir da GLCM é calculado um conjunto de atributos (valores quantitativos) que são utilizados para caracterização estatística da textura da imagem a textura. Garcia et al., (2012) utilizou treze dos vinte e dois fatores: energia, correlação, entropia, inércia, diferença inversa do momento, modelo de soma, variação da soma, soma da entropia, modelo de diferença, variação da diferença, diferença da entropia e correlação de duas medidas, que foram inicialmente propostos por Haralick et al (1973).

1.2 TRATAMENTO

1.2.1 Cirurgia Aberta

Atualmente, a intervenção cirúrgica é o único tratamento comprovadamente efetivo para prevenir a rotura do AAA e óbito relacionado ao aneurisma. Esta intervenção deve ser realizada em pacientes do gênero masculino quando o AAA alcança 5,5 cm de diâmetro e 5 cm em pacientes do gênero feminino, e em todos os aneurismas sintomáticos, independente do diâmetro.

Há duas vias para a correção cirúrgica aberta de aneurismas de aorta, a transperitoneal e a extraperitoneal. Embora alguns estudos demonstrem menores taxas de administração de derivados de sangue e cristaloides, não ser necessário o

uso de sonda nasogastrica, o peristaltismo precoce e menor tempo de internação em unidade de terapia intensiva, (SICARD et al, 1999), não há certezas sobre o real benefício de uma técnica sobre outra (ABBOTT, 1991)

Ambas as técnicas consistem num clampeamento de aorta acima do início do aneurisma e o controle distal após, somente então a abertura do saco aneurismático e a retirada dos trombos do seu interior, a ligadura ou reimplante dos vasos provenientes da aorta, geralmente se usa uma única prótese reta ou bifurcada, restituindo assim o fluxo arterial. Habitualmente utiliza-se da carapaça do aneurisma para proteger a prótese do contato direto com as alças intestinais, principalmente o duodeno. (MAFFEI, 2008)

1.2.2. Cirurgia endovascular

A correção endovascular do AAA foi desenvolvida para ser um método menos invasivo em comparação ao procedimento convencional. A técnica endovascular tem se mostrado responsável pela redução significativa da taxa de mortalidade operatória, volume de transfusão sanguínea necessário, tempo cirúrgico, período de permanência em unidades de terapias intensivas e intra-hospitalar, todavia requer maior número de intervenções adicionais para manutenção da exclusão do saco aneurismático (LOBATO, 2010).

Na técnica endovascular não há abertura do saco aneurismático e nem a retirada dos trombos em seu interior. Com pequenas incisões ou mesmo punções

em região femoral, uma ou mais próteses são colocadas no interior do aneurisma para direcionar o fluxo. Nessa técnica há possibilidade de vazamentos devido ao não selamento do saco aneurismático, proveniente das conexões, de fraturas na prótese, de porosidades da prótese ou por vasos não ligados e não obstruídos conectados ao aneurisma.

As taxas de vazamento variam de 0% a 47%, dependendo do tipo de enxerto da endoprótese, seleção do paciente, técnica de implante e morfologia da aorta. A presença de vazamentos pode estar associada a uma expansão do aneurisma, que por sua vez pode resultar em ruptura. Dessa forma, torna-se necessário realizar seguimento do paciente submetido à correção endovascular de AAA por meio de exames tomográficos, com aumento significativo dos custos do processo total.

1.3 SEGUIMENTO PÓS-OPERATÓRIO

Os pacientes submetidos à correção endovascular de aneurisma de aorta devem ser seguidos rotineiramente à procura de vazamentos, ou expansões do aneurisma.

O seguimento pós-operatório é avaliado mediante a presença direta de vazamento evidente na angiografia controle, ou em exames tomográficos realizados seriados. A manutenção do diâmetro máximo do aneurisma ou o encolhimento do saco aneurismático associados a ausência de vazamento visível ao exame é considerado sucesso terapêutico. Alguns estudos avaliam essa variação do saco

aneurismático principalmente associado a manutenção de pressões elevadas dentro do saco e alterações do trombo (ELLOZY, 2006).

A presença do trombo ativo que não é retirado dos aneurismas endovasculares podem ser uma fonte de fatores inflamatórios que podem influenciar na proteção pós-operatória contra a expansão do saco aneurismático e rotura, assim como estar associado a morbidade cardiovascular (OTTERHAG, 2014).

Adicionalmente, o significado biológico dos vazamentos ainda não é conhecido e a tomografia computadorizada, apesar de indicar a anormalidade, não contribui, em todos os casos, para a definição da etiologia (BRANCO et al., 1997; SCHRINK et al., 1999; ZARINS et al., 2000).

A hipótese principal deste estudo baseia-se na concepção de que com o auxílio das técnicas modernas de análise de imagens médicas correlacionando com a radiômica, poderia-se então talvez prever as alterações da morfometria do aneurisma, ou mesmo risco de vazamentos, mediante a análise de textura dos trombos em pós-operatório de correção endovascular de AAA (GARCIA et al., 2012).

2. OBJETIVOS

- Avaliar a textura dos trombos nas tomografias de seis meses de indivíduos em pós-operatório submetidos à correção endovascular de AAA, correlacionando com a evolução clínica e possível ocorrência de vazamentos.

- Correlacionar os dados encontrados com a evolução clínica e morfométrica do saco aneurismático.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, foi realizado um coorte transversal retrospectivo, analisando 20 exames de tomografia de pacientes consecutivos (independente do grupo étnico, idade e sexo) que foram submetidos à correção endovascular de AAA. Estes pacientes realizaram exames de vigilância (angiografia de aorta total por tomografia computadorizada ou por ressonância nuclear magnética) em quatro momentos: pré-operatório e um, seis e doze meses após o procedimento cirúrgico, objetivando a investigação de vazamentos e/ou alterações na morfometria do saco aneurismático. Todos os incluídos no estudo foram selecionados a partir de casos atendidos no Ambulatório de Cirurgia Vascular e Endovascular do HCFMRP - USP. Cabe ressaltar, que tais exames de imagem são realizados de rotina no controle pós-operatório de todos os pacientes submetidos à correção endovascular de AAA. Esses pacientes estão em acompanhamento em projeto inscrito na comissão de ética no processo HCRP número 3240/2014.

Foi realizado marcação da região de interesse (ROI), por um cirurgião vascular nas tomografias de seis meses de pós-operatório. Essa ROI será demarcada entre a parede interna da aorta e a luz verdadeira (que estará contrastada) na tomografia pré-operatório e entre a parede interna da aorta e a prótese na tomografia de seis meses de pós-operatório. Para cada ROI, será calculada a respectiva GLCM e extraídos os atributos de textura propostos por Haralick et al (HARALICK; SHANMUGAM; DINSTEIN, 1973). A marcação das ROIs, a delimitação dos trombos e a extração dos atributos serão feitas utilizando-se um software de domínio público chamado *ibex* (ZHANG et al., 2015a) que é uma

plataforma aberta voltada para o desenvolvimento de pesquisas em radiômica. Os atributos calculados pelo ibex serão processados pelo software de domínio público *WECA* (HALL et al., 2009), que é uma plataforma aberta que contém uma coleção de algoritmos para tarefas em aprendizado de máquina e mineração de dados.

Como estudo é retrospectivo de análise de imagem tomográfica já realizado, exames laboratoriais já colhidos e processados, sendo dessa forma solicitado ao Comitê local de Ética em Pesquisa Clínica a isenção de termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) por parte de cada exame de indivíduo anexado.

3.1 CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Grupo paciente: foram incluídos no presente estudo todos os pacientes submetidos à correção endovascular de AAA no período de dezembro 2013 a janeiro de 2015, pela equipe de Cirurgia Vascular e Endovascular do HCFMRP - USP que estavam em acompanhamento em projeto inscrito na comissão de ética no processo HCRP número 3240/2014 e que tinham realizado no mesmo aparelho da instituição os exames angiotomográficos em todos os tempos previstos.

3.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Pacientes com doenças subjacentes (psicose medicamentosa, meningites, acidente vascular encefálico, esclerose múltipla, tumores e doenças autoimunes) ou utilizando medicamentos com possibilidade de interferir com a análise dos marcadores em estudo, pacientes com tomografia sem contraste ou sem trombo na tomografia pré-operatório.

3.3 COLETA DO MATERIAL

No presente estudo, foi avaliado imagens armazenadas no arquivo de imagens médicas do HCFMRP - USP. As imagens foram obtidas em tomógrafo CT Philips - Brilliance Big Bore, no pré e pós-operatórios (6 meses).

3.4 MORFOMETRIA DO ANEURISMA

Foi utilizado o programa Osirix 64-bit para realização das medidas do aneurisma para identificar possível aumento. As aferições serão realizadas em três

momentos (pré-operatório, 6 e 12 meses após o procedimento cirúrgico). Essas medidas foram utilizadas como critério de evolução. Dessa forma, pacientes com manutenção de diâmetro ou sua redução foram considerados como boa evolução e crescimento maior ou igual a 5 mm foi considerado de má evolução.

3.5 MATRIZ DE CO-OCORRÊNCIA NA ESCALA DE CINZA

Foi utilizado o programa *ibex*, no qual foi demarcado uma região de interesse (ROI) por um cirurgião vascular. Esse programa irá nos fornecer dados quantitativos de textura em uma tabela de *Microsoft Excel*, que foi analisado pelo programa *WEKA*, fornecendo a avaliação estatística que possibilitará a correlação com os demais dados clínicos dos pacientes estudados. As aferições serão realizadas em tomografias realizadas em seis meses após o procedimento cirúrgico.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise da textura, foi utilizado o programa *WEKA*, que processou os atributos extraídos da matriz de co-ocorrência, de todos os vinte e dois fatores propostos por Haralick individualmente e em conjunto, através de técnica de aprendizagem e testes estatísticos. Tal processo permitiu obter medidas de acurácia da correlação da classificação dos achados radiológicos com os achados clínicos,

através de medidas de sensibilidade, especificidade, e área sob a curva ROC (*receiver operator characteristic curve*).

O processo de aprendizagem separa indivíduos de cada grupo, depois identifica os padrões para o grupo estudado e o controle e testa nos demais indivíduos para obter os dados. Dessa forma, pode-se identificar o valor da sensibilidade e especificidade para todos os fatores de *Haralick*.

Para isso, deve-se inserir o resultado da textura em tabela de Excel no programa *WEKA* e normalizar os resultados. Isso deve-se ao fato de os resultados estarem em intervalos diferentes. Esse processo de normalização visa deixar todos os resultados em um intervalo entre zero e um. Com isso, pode-se calcular os resultados estatísticos. Após isso, foi realizado uma seleção dos atributos que possuem uma melhor relação. Para isso, utilizou-se o método de *relief*, que consiste em ranquear todos os atributos em ordem decrescente com melhor relação. Dessa forma, é possível aumentar o poder estatístico do resultado.

A seguir, utilizou-se o método de aprendizagem computadorizado de probabilístico de *Naive Bayes*, que separa os indivíduos do grupo de estudo e grupo controle em dez grupos. Após o programa utiliza nove de cada grupo para aprender quais os resultados positivo e negativo e testa nos grupos restantes para obter os resultados.

4. RESULTADOS

No presente estudo, foram analisadas as texturas dos trombos de vinte pacientes. Dentre esses, nove apresentaram crescimento após tratamento endovascular e onze não apresentaram crescimento. Não havia pacientes com doença renal estágio V no estudo.

Os dados demográficos coletados foram distribuídos conforme a tabela 1. e explicados abaixo.

Tabela 1. Distribuição de idade, sexo e comorbidade entre os grupos.

	Não cresceu	Cresceu
Idade	50-83 (65,45)	53-76 (67,88)
Sexo Masculino	3/11 (81,81%)	8/9 (88,88%)
Hipertensão	8/11 (72,72%)	7/9 (77,77%)
Diabetes	3/11 (27,27%)	3/9 (33,33%)
Tabagismo	7/11 (63,63%)	7/9 (77,77%)

Dos pacientes que não apresentaram crescimento (grupo controle), dois (18%) eram do sexo feminino e nove (82%) do sexo masculino (gráfico 1, tabela 1). A idade dos pacientes ficou entre 50 e 83 anos na data da cirurgia, com média de 65,4 anos. Desses, oito (72%) apresentavam hipertensão arterial sistêmica, três (27%) apresentavam diabetes mellitus e sete (63%) eram tabagistas ou ex-tabagistas na data do procedimento (gráfico 2, tabela 1). Os diâmetros dos aneurismas antes da cirurgia variavam entre 42,7 a 88,1 milímetros, com média de 60,5 milímetros. Os diâmetros dos aneurismas após a cirurgia variavam entre 34,3 a

77,7 milímetros, com média de 49,8 milímetros. A redução do diâmetro do aneurisma entre a cirurgia e a tomografia de seis meses foi 0,5 a 22,1 milímetros, com média de 10,7 milímetros (gráfico 3, tabela 2)

Dentre aqueles que apresentaram crescimento, um (11%) era do sexo feminino e oito (89%) do sexo masculino (gráfico 1, tabela 1). A idade dos pacientes ficou entre 53 e 76 anos na data da cirurgia, com média de 67,8 anos. Desses, sete (77%) apresentavam hipertensão arterial sistêmica, três (33%) apresentavam diabetes mellitus e sete (77%) eram tabagistas ou ex-tabagistas na data do procedimento (gráfico 2, tabela 1). Os diâmetros dos aneurismas antes da cirurgia variavam entre 56,1 a 97,5 milímetros, com média de 67,7 milímetros. Os diâmetros dos aneurismas após a cirurgia variavam entre 59,4 a 110,3 milímetros, com média de 74,6 milímetros. O aumento do diâmetro do aneurisma entre a cirurgia e a tomografia de seis meses foi 2,6 a 19,1 milímetros, com média de 6,9 milímetros (gráfico 3, tabela 2).

Gráfico 1. Proporção de pacientes com crescimento do saco aneurismático dividido por sexo.

Gráfico 2. Distribuição de comorbidades entre os grupos **Gráfico 3. Variação do diâmetro máximos dos aneurismas divididos por grupos** **Tabela 2. Variação do diâmetro pré e pós procedimento cirúrgico.**

	Diâmetro pré	Diâmetro pós	Variação em (mm)
Não cresceu	42,7 a 88,1 mm (60,58 mm)	38,0 a 77,7 mm (49,8 mm)	-0,5 a -22,1 mm (- 10,78 mm)
Cresceu	56,1 a 97,5mm (67,72 mm)	59,4 a 110,3 mm (74,64 mm)	+2,6 a +19,1 mm (+ 6,92 mm)

Foram comparadas, portanto, as texturas dos exames em que os pacientes apresentaram crescimento do saco aneurismático com aqueles que se mantiveram estáveis ou reduziram de tamanho aos 6 meses.

Aplicando o método de *Relief*, foram ranqueados os vinte e dois critérios de *Haralick*, obtendo-se um resultado em ordem decrescente de: o grupo de tendência, medida de informação de coocorrência, variância inversa, soma de entropia e variância.

Aplicando o método probabilístico *de naive Bayes*, obteve uma acurácia de 70%, sensibilidade de 77%, especificidade de 63% e área sob a curva ROC de 0,60 (gráfico 4).

Gráfico 4. Curva ROC

5. DISCUSSÃO

De acordo com estudos prévios (SIMÃO et al., 2009; PUECH et al., 2004; MORRIS et al., 1994) o AAA acomete principalmente homens do sexo masculino. A proporção nesse estudo ficou de 82% sexo masculino e 18% sexo feminino, a distribuição de sexo no grupo controle está dentro do esperado segundo literatura, mas do grupo estudo está o dobro do esperado, provavelmente devido numero pequeno de casos onde se conseguiu estudar.

O estudo de Morris et al., (1994) verificou uma prevalência de 0,3% de AAA na população masculina entre 50 e 64 anos, de 2,5% entre os 65 e 79 anos e de 4,1% em maiores de 80 anos. Ashton et al., (2002) analisaram 67.800 indivíduos com idades variando entre 65 e 74 anos. Registraram uma prevalência de aneurisma da aorta de 5% nos pacientes do sexo masculino, e o risco de morte por ruptura ou por complicações do seu tratamento na população investigada foi significativamente inferior ao risco da população que não foi assistida pela triagem. No presente estudo a idade dos pacientes ficou entre 50 e 83 anos na data da cirurgia, com média de 65,4 anos.

A prevalência do AAA na população geral é pouco estudada, pois requer seleção rotineira com custos operacionais altos e de complexa mensuração. Para que o rastreamento do AAA em uma população seja recomendado, é imprescindível, além da alta prevalência, que exista probabilidade de modificar sua evolução por meio de um tratamento simples e eficaz, que o exame diagnóstico não seja invasivo e os custos desse rastreamento sejam aceitáveis (SILVA et al., 2002; BARBA et al., 2001; CARVALHO et al., 2012).

Sobre às características morfológicas dos AAA, os dados do presente estudo são concordantes com os estudos de Barros et al. (2005) e Meirelles et al. (2007) e Carvalho et al., (2012) onde também se encontrou predomínio do tipo fusiforme. Os diâmetros dos aneurismas antes da cirurgia variavam entre 42,7 a 88,1 milímetros, com média de 60,5 milímetros. Os diâmetros dos aneurismas antes da cirurgia variavam entre 56,1 a 97,5 milímetros, com média de 67,7 milímetros. Os diâmetros dos aneurismas após a cirurgia variavam entre 59,4 a 110,3 milímetros, com média de 74,6 milímetros. Já no grupo controle os diâmetros dos aneurismas após a cirurgia variavam entre 34,3 a 77,7 milímetros, com média de 49,8 milímetros. A redução do diâmetro do aneurisma entre a cirurgia e a tomografia de seis meses foi 0,5 a 22,1 milímetros, com média de 10,7 milímetros. O diâmetro médio dos nossos aneurismas também foi comparável com os encontrados nas grandes séries (MELLO, 2003; CARVALHO et al., 2012).

Obteve-se uma casuística formada por sujeitos com vários fatores de risco para o aneurisma da aorta, bem como para outras doenças associadas. Em nosso estudo no grupo que apresentou crescimento do AAA, sete (77%) apresentavam hipertensão arterial sistêmica, três (33%) apresentavam diabetes mellitus e sete (77%) eram tabagistas ou ex-tabagistas na data do procedimento. Já no grupo controle oito (72%) apresentavam hipertensão arterial sistêmica, três (27%) apresentavam diabetes *mellitus* e sete (63%) eram tabagistas ou ex-tabagistas na data do procedimento.

Resultados semelhantes são encontrados no Brasil e no exterior, Bonamigo e Siqueira (2003) rastrearam 2281 homens com idade superior a 50 anos, sendo que, destes, 760 estavam em tratamento clínico cardiológico (HAS, dislipidemia, ICC e

outras cardiopatias) e 500 eram portadores de insuficiência coronariana. Da mesma forma, Singh et al. (2001) observaram que a maioria dos indivíduos com aneurisma da aorta apresentava múltiplas doenças associadas, tais como HAS, dislipidemia, cardiopatia e tabagismo. Concordante com este autor, em nossa casuística, 42 (79%) eram hipertensos, 36 (67,9%) portadores de doença coronariana e sete (13,2%) apresentavam ICC.

Meirelles et al. (2007) observaram que o risco de indivíduos tabagistas apresentarem aneurisma da aorta foi 6,8 vezes maior quando comparados a grupos de pacientes não tabagistas. Singh et al. (2001) acrescentaram que a duração do tabagismo é mais importante na gênese do AAA do que o número de cigarros consumidos por dia. Bonamigo e Siqueira (2003), em estudo descritivo realizado em Porto Alegre, evidenciaram maior prevalência do aneurisma da aorta em pacientes idosos e tabagistas. Esses autores notaram que a prevalência do AAA foi sete vezes maior nos indivíduos tabagistas em comparação com os não tabagistas da mesma idade. Essa associação, com significância estatística, também foi evidenciada em Carvalho et al., (2012).

Em um estudo realizado por Singh et al. (2001), os autores reportaram uma associação positiva entre a hipertensão arterial sistêmica (pressão arterial sistólica elevada) e o aneurisma da aorta abdominal em pacientes do gênero feminino, mas não em homens. Em Carvalho et al., (2012), a presença de hipertensão arterial sistêmica não foi correlacionada significativamente com o AAA, da mesma forma que muitos trabalhos científicos não demonstram positividade desta associação, apesar de ser considerado um fator de risco para a gênese da aterosclerose (BARROS et al., 2005; BONAMIGO e SIQUEIRA, 2003; SILVA et al., 2002; BARBA et al., 2001;

CARVALHO et al., 2012).

A associação entre o diabetes mellitus e o AAA também não foi evidenciada nesse estudo, do mesmo modo que a maioria dos estudos na literatura não demonstra positividade desta relação, apesar de também ser considerada um fator de risco para a aterosclerose (BARROS et al., 2005; BONAMIGO e SIQUEIRA, 2003; SILVA et al., 2002; BARBA et al., 2001; CARVALHO et al., 2012).

Poucos estudos são desenvolvidos sobre programas de rastreamento de AAA, nesse estudo encontramos a pesquisa de Carvalho et al., (2012) e de Garcia et al., (2012), no entanto, apenas Garcia et al., (2012) desenvolveu estudo em cima da tomografia computadorizada. Porém, apesar de utilizar a ultrassom com doppler colorido como técnica de rastreamento, assim como esse estudo, Carvalho et al., (2012) encontraram valores diferentes em programas de rastreamento e essas prevalências podem variar a depender das características clínicas de cada amostra e da região.

Os benefícios do rastreamento são justificados pela evolução assintomática da maioria dos pacientes, podendo ser a ruptura, sua primeira manifestação. Além disso, a utilização do ultrassom doppler colorido para o diagnóstico precoce das dilatações da aorta abdominal facilitou a indicação da correção cirúrgica eletiva do AAA, diminuindo a mortalidade por ruptura. Da mesma forma, a probabilidade de conseguir o diagnóstico preciso pela tomografia computadorizada associado à expectativa de vida dos pacientes tratados que se iguala a dos indivíduos da mesma faixa etária sem essa enfermidade, representam estímulos para esse rastreamento (BONAMIGO e SIQUEIRA, 2003).

Garcia et al., (2012) realizaram um estudo com 70 pacientes com idades variando de 70 a 93 anos, realizados por um período máximo de 5 anos em períodos fixos de 6 a 12 meses. O conjunto total de pacientes foi selecionado por cada um dos radiologistas, desconhecendo os resultados uns dos outros. Os critérios para evolução desfavorável foram baseados na detecção do meio de contraste dentro do saco aneurismático ou no aumento regular do diâmetro do aneurisma. Para cada ponto de dados, as mudanças no diâmetro foram determinadas pela subtração das medidas de acompanhamento das medições pré-operatórias. As medidas do diâmetro aneurismático anterior - posterior foram obtidas a partir de cortes tomográficos ortogonais ao eixo aórtico e somente mudanças de diâmetro ≥ 2 mm foram consideradas significativas. Para casos favoráveis, os critérios foram baseados na ausência de contraste e na redução estável do diâmetro do aneurisma durante todo o acompanhamento. A fim de gerar conjuntos de dados de verdade do solo, apenas casos com concordância completa na classificação entre todos os radiologistas foram selecionados. Conjuntos balanceados de amostra para treinamento e teste do sistema classificador foram obtidos.

O objetivo do trabalho de Garcia et al., (2012), assim como o presente estudo, foi avaliar a capacidade das características de textura obtidas a partir das imagens de TC de trombos aneurismáticos para discriminar diferentes tipos de evoluções causadas por vazamentos. As regiões de interesse (ROIs) de pacientes com diferentes evoluções pós-EVAR foram extraídas por radiologistas experientes. Três técnicas foram aplicadas a cada ROI para obter parâmetros de textura, a saber, a matriz de co-ocorrência de nível de cinza (GLCM), a matriz de comprimento de cinza (GLRLM) e o método de diferença de nível de cinza (GLDM). Os resultados mostraram que as características GLCM, GLRLM e GLDM apresentaram uma boa

capacidade de discriminação para diferenciar entre evoluções favoráveis ou desfavoráveis. O GLCM foi o mais eficiente em termos de precisão de classificação ($93,41\% \pm 0,024$) seguido pelo GLRLM ($90,17\% \pm 0,077$) e finalmente pelo GLDM ($81,98\% \pm 0,045$).

O resultado de Garcia et al., (2012) difere do obtido nesse estudo que através da aplicação do método de *Relief*, foram ranqueados os vinte e dois critérios de *Haralick*, obtendo-se um resultado em ordem decrescente de: o grupo de tendência, medida de informação de co-ocorrência, variância inversa, soma de entropia e variância. Aplicando o método probabilístico de *naive Bayes*, obteve uma acurácia de 70%, sensibilidade de 77%, especificidade de 63% e área sob a curva ROC de 0,61. Pela baixa sensibilidade, não possível selecionar quais paciente teriam indicação de manter acompanhamento com tomografia após 6 meses do procedimento neste estudo.

Apesar da divergência de resultado, a tomografia computadorizada com múltiplos detectores continua a ser o exame de escolha na avaliação de pacientes portadores de AAA, para estudar a possibilidade de correção endovascular (SAAD et al., 2006; PALMA et al. 2002). As imagens são feitas com contraste iodado e realizada reconstrução bi e tridimensional com todas as medidas necessárias. É também o método preferencial e mais fidedigno para o acompanhamento pós-implante e identificação de “*endoleaks*”. Como limitação evidente, no presente estudo, o numero restrito de casos também se verificou devido a desejada baixa incidência de crescimento após procedimento, associado a alta incidência de doença renal crônica, fazendo com que vários pacientes fossem excluídos por não poderem realizar exames com contraste.

6. CONCLUSÃO

O estudo da textura é um método promissor, que apresenta um possível ganho no diagnóstico e prognóstico.

A matriz de co-ocorrência de nível de cinza nos trombos, no presente estudo, apresentou sensibilidade de 77% e especificidade de 63%, sugerindo ainda não ser possível prever a necessidade ou não de novos exames sem a análise concomitante de outros parâmetros.

Novos estudos com número maior de casos e outras estruturas poderiam ser analisadas para validar a importância do método.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARTS F, STERKENBURG SV, BLANKENSTEIJN JD. Endovascular aneurysm repair versus open aneurysm repair: comparison of treatment outcome and procedure-related reintervention rate. **Ann Vasc Surg**. 2005;19:699-704.

ABBOTT, W.M. Transperitoneal versus retroperitoneal approach for aortic surgery: which is best and when. **Eighteenth Annual Symposium on Current Critical Problems and New Horizons in Vascular Surgery**. Albert Einstein College of Medicine. New York: Montefiori Medical Center, 1991

AERTS, H. J. W. L. et al. Decoding tumour phenotype by noninvasive imaging using a quantitative radiomics approach. **Nature communications**, v. 5, p. 4006, 2014.

ALVES CM, SOUZA JA. Estado da arte em stents de aorta. **Rev Soc Cardiol** Estado São Paulo. 2005;15:362-8.

ARIMURA, H. et al. Automated computerized scheme for detection of unruptured intracranial aneurysms in three-dimensional magnetic resonance angiography. **Academic radiology**, v. 11, n. 10, p. 1093–104, out. 2004.

BATES, S. E. It's all about the test: the complexity of companion diagnostic co-development in personalized medicine. **Clinical cancer research: an official journal of the American Association for Cancer Research**, v. 20, n. 6, p. 1418, 15 mar. 2014.

BAXTER, B.T.; MCGEE, G.S.; FLINN, W.R. et al. Distal embolization as a presenting symptom of aortic aneurysm. **Am J Surg**. V. 160, n.2, p 197-201. 1990

BLANKENSTEIJN J. D. et al. Two-year outcomes after conventional or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. **N Engl J Med**. 2005;352:2398-405.

BLANKENSTEIJN J. D. et al. Dutch Randomized Endovascular Aneurysm Management (DREAM) Trial Group. Two-year outcomes after conventional or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. **N Engl J Med**. 2005;352(23):2398-405.

BONILHA, L. et al. Texture analysis of hippocampal sclerosis. **Epilepsia**, v. 44, n. 12, p. 1546–50, dez. 2003.

BRANCO de GH, et al. Leak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: classification, incidence, diagnosis and management. **Endovasc J Surg** . 1.997 ; 4 : 152 -168.

BREWSTER DC et al. Long-term outcomes after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: the first decade. **Ann Surg**. 2006;244:426-38.

BRITO. Cirurgia Vascular. In: REVINTER (Ed.). . **Cirurgia Vascular**. 3. ed. [s.l.]

2014, 2014.

BROOKS MJ, BROWN LC, GREENHALGH RM. Defining the role of endovascular therapy in the treatment of abdominal aortic aneurysm: results of a prospective randomized trial. **Adv Surg**. 2006;40:191-204.

BUCKLER, A. J. et al. A collaborative enterprise for multi-stakeholder participation in the advancement of quantitative imaging. **Radiology**, v. 258, n. 3, p. 906–14, mar. 2011.

BUSH RL et al. Open versus endovascular abdominal aortic aneurysm repair in VA hospitals. *J Am Coll Surg*. 2006;202:577-87. Tratamento eletivo em AAA - Simão AC et al. **J Vasc Bras** 2009, Vol. 8, N° 4 341

CARVALHO FC et al. Estudo prospectivo da morbi-mortalidade precoce e tardia da cirurgia do aneurisma da aorta abdominal. **Arq Bras Cardiol**. 2005;84:292-6.

CARVALHO, Y. et al., Aneurisma da aorta abdominal infrarrenal: importância do rastreamento em hospitais do Sistema Único de Saúde na região metropolitana de Salvador – Bahia. **J Vasc Bras** 2012, Vol. 11, N° 4

CHEN, E. L. et al. An automatic diagnostic system for CT liver image classification. **IEEE transactions on bio-medical engineering**, v. 45, n. 6, p. 783–94, jun. 1998.

CLAUSON, J. et al. Results of the Lynn Sage Second-Opinion Program for local therapy in patients with breast carcinoma. Changes in management and determinants of where care is delivered. **Cancer**, v. 94, n. 4, p. 889–94, 15 fev. 2002.

COLLINS, F. S.; VARMUS, H. A new initiative on precision medicine. **The New England journal of medicine**, v. 372, n. 9, p. 793–5, 26 fev. 2015.

CRONENWETT, JL; JOHNSTON, K. Rutherford Cirurgia Vascular. In: **Rutherford's Vascular Surgery**. 7. ed. [s.l.] Elsevier, 2010.

DAKE MD et al. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of descending thoracic aortic aneurysms. **N Engl J Med**. 1994;331(26):1729-34.

DAVNALL, F. et al. Assessment of tumor heterogeneity: an emerging imaging tool for clinical practice? **Insights into imaging**, v. 3, n. 6, p. 573–89, dez. 2012.

DOI, K. Computer-aided diagnosis in medical imaging: historical review, current status and future potential. **Computerized medical imaging and graphics : the official journal of the Computerized Medical Imaging Society**, v. 31, n. 4-5, p. 198–211, 2007.

DUNCAN, J. S.; AYACHE, N. Medical Image Analysis: Progress over Two Decades and the Challenges Ahead. **IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.**, v. 22, p. 85–106, 2000.

ELLOZY SH et al., Abdominal aortic aneurysm sac shrinkage after endovascular aneurysm repair: Correlation with chronic sac pressure measurement. **J Vasc Surg** 2006; 43:2-7.

EVAR Trial participants. Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR 2 Trial): randomized controlled trial. **Lancet**. 2005;365(9478):2187-92.

GARCÍA, G. et al. Evaluation of texture for classification of abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. **Journal of digital imaging**, v. 25, n. 3, p. 369–76, jun. 2012.

GENANT, H. K. et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. **Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research**, v. 8, n. 9, p. 1137–48, set. 1993.

GIBBS, P.; TURNBULL, L. W. Textural analysis of contrast-enhanced MR images of the breast. **Magnetic resonance in medicine**, v. 50, n. 1, p. 92–8, jul. 2003.

GILLIES, R. J.; KINAHAN, P. E.; HRICAK, H. Radiomics: Images Are More than Pictures, They Are Data. **Radiology**, v. 278, n. 2, p. 563–577, fev. 2016.

GREENHALGH RM et al. EVAR Trial Participants. Comparison of endovascular aneurysm repair with open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1), 30-day operative mortality results: randomised controlled trial. **Lancet**. 2004;364:843-8.

GUO, Z. et al. Radiogenomics helps to achieve personalized therapy by evaluating patient responses to radiation treatment. **Carcinogenesis**, v. 36, n. 3, p. 307–17, mar. 2015.

HALL, M. et al. The WEKA data mining software. **ACM SIGKDD Explorations Newsletter**, v. 11, n. 1, p. 10, 16 nov. 2009.

HARALICK, R. M.; SHANMUGAM, K.; DINSTEN, I. Textural Features for Image Classification. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. 3, n. 6, p. 610–621, nov. 1973.

HARRIS PL et al., The need for clinical trials of endovascular abdominal aortic aneurysm stent-graft repair. The EUROSTAR project. European collaborators on Stent-graft techniques for abdominal aneurysm repair. **J Endovasc Surg**. 1997;4(1):72-9.

KARKOS, C.D. et al. Presentation and patterns of aortic aneurysm: the role of clinical examination and opportunistic detection. **Eur J Vasc Endovasc Surg**. v. 19, n.3, p. 299-303. 2000

KONING G;G et al., Mortalidade relacionada ao tratamento endovascular do aneurisma da aorta abdominal com o uso dos modelos revisados. **Rev Bras Cir**

Cardiovasc. 2007;22:7-14.

KRONZ, J. D.; WESTRA, W. H.; EPSTEIN, J. I. Mandatory second opinion surgical pathology at a large referral hospital. **Cancer**, v. 86, n. 11, p. 2426–35, 1 dez. 1999.

KUMAR, V. et al. Radiomics: the process and the challenges. **Magnetic resonance imaging**, v. 30, n. 9, p. 1234–48, nov. 2012.

LAMBIN, P. et al. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis. **European journal of cancer (Oxford, England : 1990)**, v. 48, n. 4, p. 441–6, mar. 2012.

LEDERLE, F.A.; SIMEL, D.L.; The rational Clinical examination. Does this patient have abdominal aortic aneurysm? **JAMA**. v. 281, n. 10, p. 77-82. 1999

Lee WA, Carter JW, Upchurch G, Seeger JM, Huber TS. Perioperative outcomes after open and endovascular repair of intact abdominal aortic aneurysms in the United States during 2001. **J Vasc Surg**. 2004;39:491-6.

LI, H. et al. Computerized radiographic mass detection--part I: Lesion site selection by morphological enhancement and contextual segmentation. **IEEE transactions on medical imaging**, v. 20, n. 4, p. 289–301, abr. 2001.

LOBATO. Cirurgia Endovascular. In: **Cirurgia Endovascular**. 2. ed. [s.l.] 2010, 2010. p. 743 – 796.

MAFFEI. Doenças Vasculares Periféricas. In: **Doenças Vasculares Periféricas**. 4. ed. [s.l.] 2008, 2008.

MAY J, WHITE GH. Endovascular treatment of aortic aneurysms. In: Rutherford R, ed. **Vascular surgery**. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders;1999. p.1281-95.

MICHAELS JA, DRURY D, THOMAS SM. Cost-effectiveness of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. **Br J Surg**. 2005;92:960-7.

MORRIS GE, HUBBARD CS, QUICK CR. An abdominal aortic aneurysm screening programme for all males over the age of 50 years. **Eur J Vasc Surg**. 1994;8:156-60.

MORTON, M. J. et al. Screening mammograms: interpretation with computer-aided detection--prospective evaluation. **Radiology**, v. 239, n. 2, p. 375–83, maio 2006.

MOTT, J. L. et al. mir-29 regulates Mcl-1 protein expression and apoptosis. **Oncogene**, v. 26, n. 42, p. 6133–40, 13 set. 2007.

NGUYEN, P. L. et al. The impact of pathology review on treatment recommendations for patients with adenocarcinoma of the prostate. **Urologic oncology**, v. 22, n. 4, p. 295–9, [s.d.].

NORMAN, P. et al. C-reactive protein levels and the expansion of screen-detected abdominal aortic aneurysms in men. **Circulation**, v. 110, n. 7, p. 862–6, 17 ago.

2004.

O'CONNOR, J. P. B. et al. Imaging intratumor heterogeneity: role in therapy response, resistance, and clinical outcome. **Clinical cancer research : an official journal of the American Association for Cancer Research**, v. 21, n. 2, p. 249–57, 15 jan. 2015.

OTTERHAG SN, et al. **Inflammatory mediators after endovascular aortic aneurysm repair**. Cytokine. 2014; 20.

PALMA J.H. et al. A change in the treatment of abdominal aortic aneurysms. **Arq Bras Cardiol**. 2003;81(5):518-25.

PALMA J.H. et al. Treatment of thoracoabdominal aneurysm with self-expandable aortic stent-grafts. **Ann Thorac Surg**. 2002;74(5):1685-7.

PALMA J.H, et al., Self-expandable aortic stent-grafts for treatment of descending aortic dissections. **Ann Thorac Surg**. 2002;73(4):1138-42.

PARODI JC, PALMAZ IC. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. **Ann Vasc Surg**. 1991;5:491-9.

PARODI JC, PALMAZ J, BARONE HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. **Ann Vasc Surg**. 1991;5(6):491-9.

PARODI JC. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms and other arterial lesions. **J Vasc Surg**. 1995;21(4):549-57.

SAAD, E.K. et al., Tratamento endovascular dos aneurismas de aorta abdominal: experiência inicial e resultados a curto e médio prazo. **Braz J Cardiovasc Surg** 2006; 21(2): 211-216.

Schurink GWH, Aarts NJM, van Bockel JH. Leak after stent treatment of abdominal aortic aneurysm: a meta-analysis of clinical studies. *Br J Surg* . 1.999 ; 86 : 581 -587.

SICARD, G.A.; ALLEN, B.T.; MURMS, J.J. et al. Retroperitoneal versus transperitoneal approach for abdominal aortic aneurysm. **Surg Clin North Am**. V. 69, p. 795-806. 1989

SIMÃO, A. C.P. et al. Estudo comparativo entre tratamento endovascular e cirurgia convencional na correção eletiva de aneurisma de aorta abdominal: revisão bibliográfica. **J Vasc Bras** 2009, Vol. 8, N° 4.

STANLEY B.M. et al. Evaluation of patient selection guidelines for endoluminal AAA repair with Zenith stent-graft: the Australian experience. **J Endovasc Ther**. 2001;8(5):457-64.

STARADUB, V. L. et al. Changes in breast cancer therapy because of pathology second opinions. **Annals of surgical oncology**, v. 9, n. 10, p. 982–7, dez. 2002.

STERNBERGH WC III et al. Aortic neck angulation predicts adverse outcome with endovascular abdominal aortic aneurysm repair. **J Vasc Surg.** 2002;35(3):482-6.

VAN PERSIJN VAN MEERTEN, E. L.; GELDERBLOM, H.; BLOEM, J. L. RECIST revised: implications for the radiologist. A review article on the modified RECIST guideline. **European radiology**, v. 20, n. 6, p. 1456–67, jun. 2010.

VINCE, D. G. et al. Comparison of texture analysis methods for the characterization of coronary plaques in intravascular ultrasound images. **Computerized medical imaging and graphics : the official journal of the Computerized Medical Imaging Society**, v. 24, n. 4, p. 221–9, 2000.

VYBORNÝ, C. J.; GIGER, M. L.; NISHIKAWA, R. M. COMPUTER-AIDED DETECTION AND DIAGNOSIS OF BREAST CANCER. **Radiologic Clinics of North America**, v. 38, n. 4, p. 725–740, 2000.

WEST, C. M.; BARNETT, G. C. Genetics and genomics of radiotherapy toxicity: towards prediction. **Genome medicine**, v. 3, n. 8, p. 52, 2011.

WHITE, G. H. et al. Endoleak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: classification, incidence, diagnosis, and management. **Journal of endovascular surgery : the official journal of the International Society for Endovascular Surgery**, v. 4, n. 2, p. 152–68, maio 1997.

ZARINS, C. K. et al. Endoleak as a predictor of outcome after endovascular aneurysm repair: AneuRx multicenter clinical trial. **Journal of vascular surgery**, v. 32, n. 1, p. 90–107, jul. 2000.

ZHANG, L. et al. ibex: An open infrastructure software platform to facilitate collaborative work in radiomics. **Medical Physics**, v. 42, n. 3, p. 1341–1353, mar. 2015a.