

INSTITUTO NACIONAL DE ENSINO SOCIEDADE E PESQUISA  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO EDUCACIONAL  
PÓS-GRADUAÇÃO EM IMAGENOLOGIA BIOMÉDICA

AMANDA GONÇALVES ALBUQUERQUE DE SOUZA

A EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE ANGIORRESSONÂNCIA

RECIFE

2016

AMANDA GONÇALVES ALBUQUERQUE DE SOUZA

A EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE ANGIORRESSONÂNCIA

Monografia apresentada ao Programa de Especialização do Centro de Capacitação Educacional, para obtenção do título de Especialista em Imagenologia Biomédica. Professor (a) Orientador (a): Dra Simey de Souza Leão P. Magnata

RECIFE

2016

AMANDA GONÇALVES ALBUQUERQUE DE SOUZA

A EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS DE ANGIOGRAFIA POR  
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Monografia para obtenção do grau de Especialista em Imagenologia  
Biomédica.

Recife, 31 de Julho de 2016.

EXAMINADOR:

Nome: \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

PARECER FINAL:

---

---

---

---

---

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

- Charles Chaplin

## RESUMO

A angiografia consiste em uma avaliação por imagem dos principais vasos sanguíneos do corpo humano, para auxiliar na identificação e diagnóstico de possíveis malformações ou doenças. Tudo começou com a angiografia convencional, método invasivo. Entretanto apresenta alguns riscos ao paciente. Com o tempo outros métodos de estudo com o mesmo objetivo da angiografia foram desenvolvidos, como a angiografia por tomografia computadorizada e a angiorressonância. A angiorressonância é uma técnica não invasiva e que não utiliza radiação ionizante. Devido à importância do exame em questão, o presente estudo teve como objetivo apresentar as técnicas utilizadas para o estudo dos vasos sanguíneos e descrever a evolução das técnicas de angiorressonância. Este estudo baseou-se em uma revisão de literatura cuja pesquisa bibliográfica foi realizada mediante a busca de textos em livros e manuais impressos e eletrônicos, e busca eletrônica de artigos em bases de dados. As primeiras técnicas de angiorressonância dispensavam o uso de contraste, utilizando sequências sensíveis ao fluxo sanguíneo, são elas: Contraste de fase, tempo de vóo e técnicas de sangue escuro. Contudo a angiorressonância ainda não oferecia imagens de boa qualidade. Estudos começaram a ser desenvolvidos, e em meados de 1990 começou a ser descrita a utilização do gadolínio. Sua utilização baseia-se na diminuição do tempo de relaxamento dos tecidos e no realce do sinal dos vasos. Sequências gradiente eco como a “fastfield” eco são as ideais para o estudo angiográfico. Algumas estratégias são utilizadas visando à obtenção de uma imagem de boa qualidade, como a saturação parcial da gordura e a “sensitivityencoding”. A angiorressonância apresenta diversas vantagens em relação às outras técnicas angiográficas. Desta forma, é válido que seja estimulada a busca de avanços e melhorias de modo que a técnica da Angio RM seja por definitivo método classificado como padrão ouro no estudo dos vasos sanguíneos.

Palavras-chave: Angiografia; ressonância magnética; gadolínio; angiorressonância.

## ABSTRACT

Angiography is an evaluation image by major blood vessels of the human body, to assist in the identification and diagnosis of possible defects or diseases. It started with conventional angiography, an invasive method. However, it presents some risks to the patient. Over time, other study methods with the same goal of angiography were developed, such as computed tomography angiography and magnetic resonance angiography. The MRA is a noninvasive technique and does not use ionizing radiation. Because of the importance of the examination in question, this study aimed to present the techniques used for the study of blood vessels and describe the evolution of MRA techniques. This study was based on a literature review whose literature was performed by searching for text in books and printed and electronic manuals, and electronic search of articles in databases. The first MRA techniques require the use of contrast, using sequences sensitive to blood flow, they are: Phase contrast, flight time and techniques of dark blood. However, the MRA has not offered good quality images. Studies began to be developed, and in mid 1990 first described the use of gadolinium. Its use is based on the decrease of the relaxation time of the tissues and vessels of the highlight signal. Gradient echo sequences such as "fastfield" echo are ideal for angiographic study. Some strategies are used in order to obtain an image of good quality, as the partial saturation of fat and "sensitivity encoding". The MRA has several advantages over other angiographic techniques. Therefore, it is valid to stimulate the search for improvements and advancements so that the MR angiographic technique is classified as a definitive method gold standard in the study of blood vessels.

Key words: Angiography; magnetic resonance; gadolinium; magnetic resonance angiography.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Apresentação do fluxo nos vasos sanguíneos.....	11
Figura 2 – Angiografia das artérias vertebrais.....	12
Figura 3 – Angio TC das artérias cervicais.....	13
Figura 4 – Aneurisma grande bem identificado em Angio RM e Angio TC.....	14
Figura 5 – CF no estudo de vasos intracranianos.....	16
Figura 6 – Sequência TOF 2D.....	17
Figura 7 – Sequência TOF 3D .....	18
Figura 8 – Angio RM com Gadolínio.....	20

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>06</b>
<b>1INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>09</b>
<b>3METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>4DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>11</b>
4.1 FISILOGIA CIRCULATÓRIA.....	11
4.2 ANGIOGRAFIA.....	11
4.3 ANGIOGRAFIA POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (ANGIO TC)..	12
4.4 PRIMEIRAS TÉCNICAS DE ANGIORRESSONÂNCIA (ANGIO RM).....	14
<b>4.4.1 Contraste de fase (CF).....</b>	<b>15</b>
<b>4.4.2 Tempo de vôo “Time offlight” (TOF).....</b>	<b>16</b>
<b>4.4.3 Técnica de sangue escuro.....</b>	<b>18</b>
4.5 UTILIZAÇÃO DO GADOLÍNIO.....	19
4.6 ANGIORRESSONÂNCIA COM CONTRASTE.....	20
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A angiografia consiste em uma avaliação por imagem dos principais vasos sanguíneos do corpo humano, para auxiliar na identificação e diagnóstico de possíveis malformações ou doenças (YOUSEM & GROSSMAN, 2011).

Tudo começou com a angiografia convencional (AC), método invasivo de estudo dos vasos sanguíneos. Consiste em uma punção arterial femoral ou axilar onde é feita a introdução de um cateter, que será guiado até a área de estudo desejada, onde será então injetado o contraste rádio - opaco. A imagem do alvo de estudo é obtida com o fluoroscópio, aparelho especial de raios x (D'IPPOLLITO *et al.*, 1999; ABC MED, 2013; YOUSEM & GROSSMAN, 2011). Entretanto, apresenta alguns riscos ao paciente como reações alérgicas ao contraste, sangramentos e hematomas no local da punção, pseudo aneurismas e dissecação da parede arterial (D'IPPOLLITO *et al.*, 1999).

Com o tempo, outros métodos de estudo com o mesmo objetivo da AC foram desenvolvidos, como a angiografia por tomografia computadorizada (Angio TC) e a angiorressonância (Angio RM). A Angio TC é uma técnica com grande potencial de aplicação no ramo neurovascular, trata-se de um método não invasivo e não dependente da velocidade do fluxo. Com o advento da tecnologia dos aparelhos de última geração (multislice) é possível a obtenção de dados de grandes volumes em alta resolução e tempo reduzido. No processamento das imagens é possível a utilização de técnicas de reconstruções multiplanares (MPR), projeção de intensidade máxima (MIP) e técnica de “*Volume Rendering*” (VR)(MAIA, ROCHA & MASSARO, 2003).

A Angio RM é uma técnica não invasiva e conta com o fato de não utilizar radiação ionizante e sim um campo magnético e pulsos de radiofrequência. No processo de obtenção das imagens os átomos de hidrogênio(H), sob a ação do campo eletromagnético tendem a se alinhar paralelamente a ele. São então emitidos pulsos excitatórios de radiofrequência mesma frequência dos H, que resultarão em uma troca de energia, onde nessa troca haverá liberação de ondas eletromagnéticas que quando detectadas pela máquina serão entendidas como sinal, onde este é mostrado como brilho na imagem(JÚNIOR& YAMASHITA, 2001).

## **2 OBJETIVO**

Devido à grande importância do exame em questão, o presente estudo teve como objetivo apresentar as técnicas utilizadas para o estudo dos vasos sanguíneos e descrever a evolução das técnicas de angiorressonância.

### **3 METODOLOGIA**

Este estudo baseou-se em uma revisão de literatura cuja pesquisa bibliográfica foi realizada mediante a busca de textos em livros e manuais impressos e eletrônicos, busca eletrônica de artigos em bases de dados como a Scientific Electronic Library Online (Scielo), o banco de dados da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e no National Library of Medicine (Medline), a partir do uso dos descritores: “angiografia”, “angiorressonância”, “Ressonância magnética”, “tomografia computadorizada”, “angiotomografia”. A pesquisa considerou artigos e publicações entre os anos de 1993 a 2016, limitados a humanos. Excluindo angiorressonância de vasos dos membros superiores, inferiores, torácicos e abdominais, incluindo-se os vasos de crânio, pescoço e seguimento aorto-ilíaco. Nos idiomas português, inglês e espanhol. Com avaliação crítica identificou-se os estudos válidos para inclusão na revisão.

Os artigos foram selecionados a partir de uma leitura prévia dos textos. Onde se deu início a um processo de análise e síntese dos mesmos com uma leitura exploratória para reconhecimento dos artigos, textos e publicações que interessavam à pesquisa de forma geral; uma leitura seletiva para selecionar os que seriam usados no estudo; uma leitura analítica dos selecionados e por último a leitura interpretativa com o intuito de conferir um significado mais amplo aos resultados escolhidos para uma melhor elaboração textual.

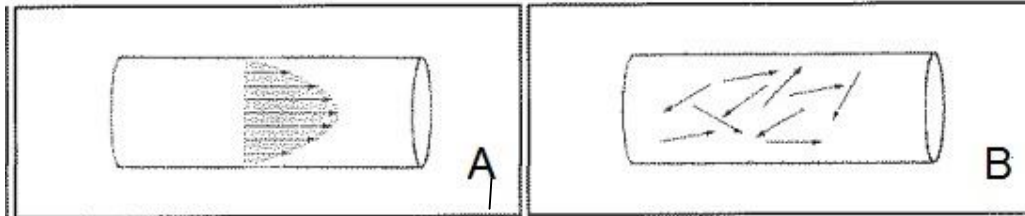
## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 Fisiologia circulatória**

O sistema cardiocirculatório trata-se de um sistema fechado, com a função de levar oxigênio e nutrientes para as células do corpo. É composto pelo sangue; coração, responsável por bombear o líquido circulante; e vasos sanguíneos, artérias e veias, que transportam o sangue contendo oxigênio, nutrientes e hormônios (EYNARD, VALENTICH & ROVASIO, 2010).

As artérias são vasos calibrosos responsáveis por distribuir sangue do coração para o corpo, de maneira que possuem fluxo alternado. Na diástole apresenta fluxo laminar, ou seja, há uma maior velocidade no centro que na periferia; e na sístole apresenta fluxo turbulento, no qual há uma variação de velocidade e direções (**Figura 1**) (RIOS, 2003). Já as veias possuem paredes mais finas e são responsáveis por levar sangue de volta ao coração. Devido a esta última

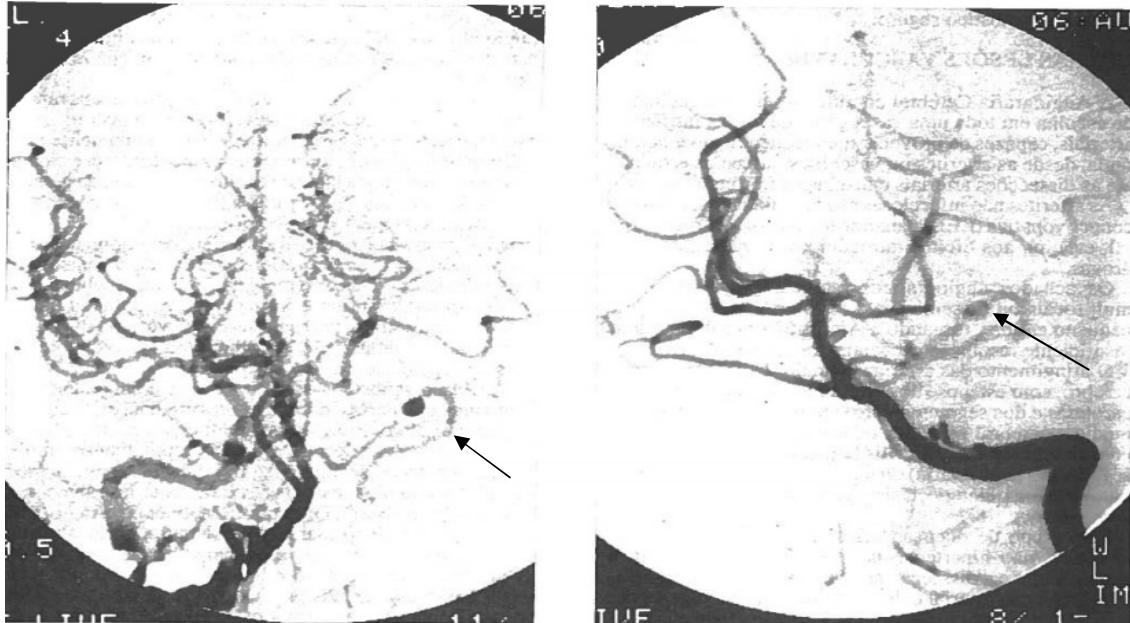
característica possuem em seu interior válvulas que impedem o refluxo sanguíneo (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1999; LOWE & ANDERSON, 2015). O fluxo nesses vasos é laminar, e com velocidade constante (**Figura 1**) (RIOS, 2003).



**Figura 1** - Apresentação do fluxo nos vasos sanguíneos: Ilustração de vaso com fluxo laminar (A) e vaso com fluxo turbulento (B). (Fonte: Adaptado de RIOS, 2003).

## 4.2 Angiografia

Concebida a mais de 85 anos, em meados de 1993 segundo a pesquisa de Manaças e Cerqueira, a angiografia convencional (AC) tinha uma grande importância na resolução de questionamentos sobre a vascularização cerebral. Conseguia imagens onde havia considerável destruição ou variação da integridade dos vasos (**Figura 2**) (MANAÇAS & CERQUEIRA, 1993). Permite a visualização de nível, grau e extensão de oclusões e presença de circulação colateral cerebral (D'IPPOLLITO *et al.*, 1999). Conhecidos os riscos e desconfortos da AC, com o desenvolvimento e avanço de técnicas não invasivas, como Angio RM e Angio TC, alguns estudiosos defendem que em alguns casos a AC pode ser substituída pela Angio RM ou apenas utilizada em último caso.



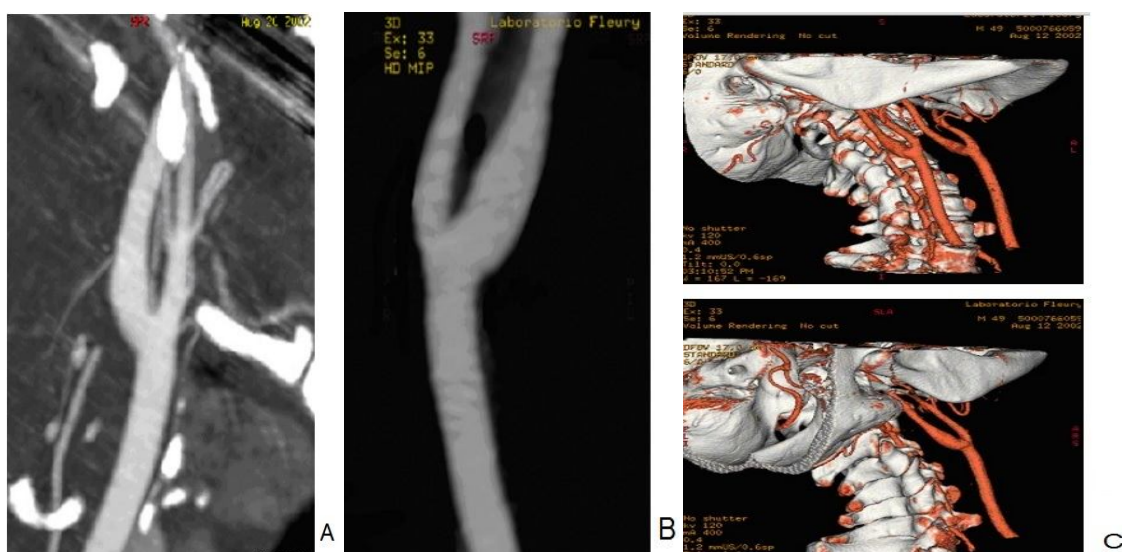
**Figura 2** - Angiografia das artérias vertebrais: Angiografia das artérias vertebrais direita e esquerda, evidenciando um pequeno aneurisma (seta) sacular do segmento distal da artéria esquerda. (Fonte: Adaptado de MANAÇAS & CERQUEIRA, 1993).

Mananças e Cerqueira em 1993 expuseram que no estudo dos vasos para doença cérebro vascular aterosclerótica, a angiografia é utilizada quando os métodos não invasivos não apresentam resolução para os questionamentos levantados.(MANAÇAS & CERQUEIRA, 1993). Giuseppe D'ippollito em 1999, após estudo comparativo entre a AC e a Angio RM com contraste, chegou à conclusão que a AC pode ser substituída pela Angio RM com contraste no estudo da doença arterial obstrutiva periférica do seguimento aorto-íliaco em pacientes com claudicação intermitente (D'IPPOLLITO *et al.*, 1999). Conforme Spottiet *al.* (2001), após estudo comparativo, por não ser um método invasivo, por ser rápido e de baixo custo, a Angio RM poderia substituir a AC no diagnóstico de aneurismas intracranianos(SPOTTI*et al.*,2001).

#### **4.3 Angiografia por tomografia computadorizada (Angio TC)**

A tomografia computadorizada (TC)utiliza radiação ionizante para a formação da imagem.São emitidosfeixes de raios x em lequeque vão circundar o paciente em espiral e vão sendo detectados para então serfeito o cálculo do coeficiente de atenuação de cada estrutura, coeficiente este que será medido em uma escala de cinza que proporcionará formar a imagem (JÚNIOR & YAMASHITA, 2001).

É um exame de rápida duração, permite um estudo vascular e parenquimatoso, segundo Maia, Rocha & Massaro (2003) (**Figura 3**), (MAIA, ROCHA & MASSARO, 2003), porém, é o melhor método para o estudo de partes ósseas devido as suas imagens de alta resolução. De acordo com Ogilvy, Lustrin & Brown, (2008) isto se deve ao fato do tecido ósseo apresentar um satisfatório coeficiente de atenuação, gerando assim um bom sinal. Deve ser feito um bom planejamento entre a injeção do contraste e o início da varredura para que se peguem os vasos bem cheios (OGILVY, LUSTRIN & BROWN, 2008).

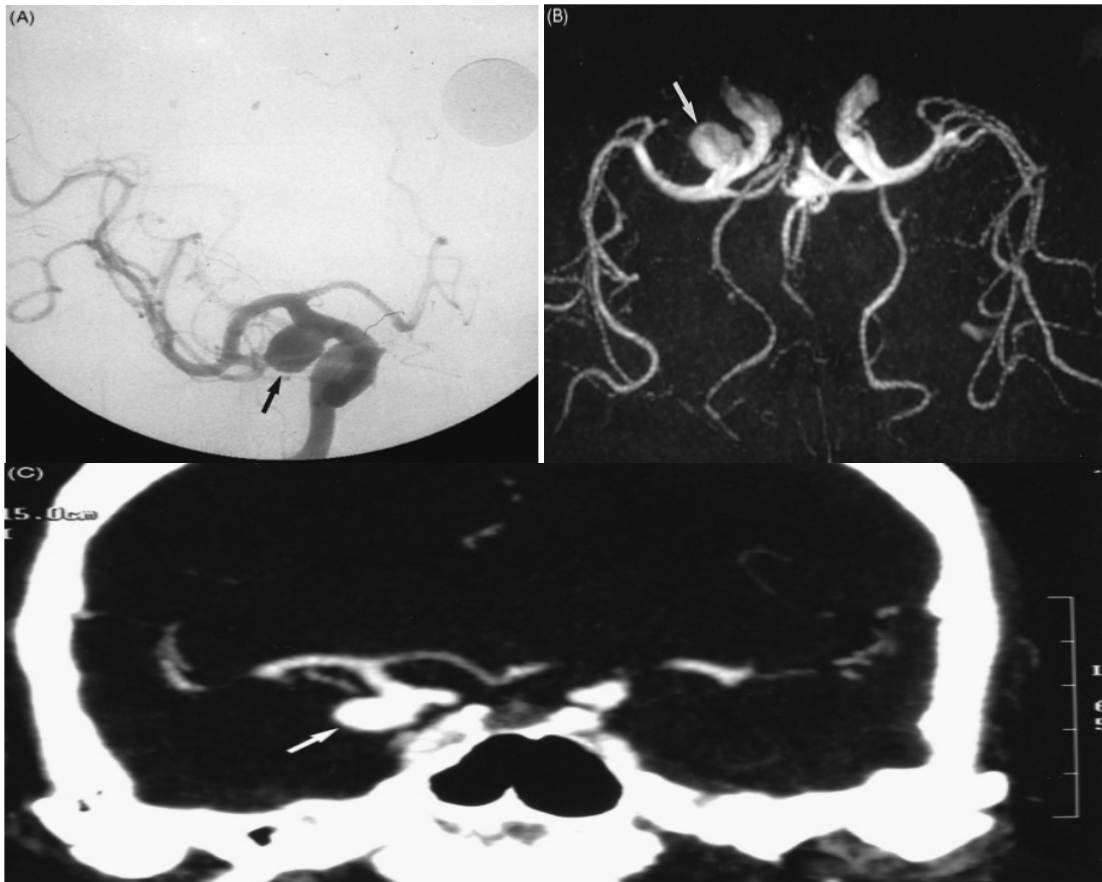


**Figura 3** - Angio TC das artérias cervicais: Reconstrução MPR da bifurcação carotídea direita (A), Reconstrução MIP da bifurcação carotídea direita (B), Reconstrução 3D das estruturas arteriais cervicais (C). (Fonte: Adaptado de MAIA, ROCHA & MASSARO, 2003).

Um fator causador de dificuldade que precisa ser levantado é em relação ao contraste utilizado na tomografia, que é à base de iodo, substância que comumente causa reações em pessoas alérgicas é agente deteriorante de função renal em pacientes de risco (WAEDLAE & WHITE, 2000).

Outro fator que pode dificultar o diagnóstico é o fato de que o coeficiente de atenuação do osso e do contraste é semelhante. Alguns estudiosos acreditam que a proximidade do polígono de Willis com os ossos do crânio, dificulta no diagnóstico de aneurismas (FLEURY, 2012). Em contrapartida Wardlae & White (2000), em sua pesquisa defendem que por ser um exame volumétrico rápido e permitir que a área de estudo seja lida com rapidez durante a maior opacificação dos vasos, a Angio TC

pode se equiparar ou até ser mais eficiente que a Angio RM na visualização de aneurismas (**Figura 4**) (WARDLAE & WHITE, 2000).



**Figura4** - Aneurisma grande bem identificado em Angio RM e Angio TC: Imagem de um aneurisma (seta) da artéria comunicante posterior direita com angiografia intra-arterial (A), e nas técnicas de angiorressonância (B) e angiografia por tomografia computadorizada (C) (Fonte: Adaptado de WARDLAE & WHITE, 2000).

#### **4.4 Primeiras técnicas de angiorressonância (Angio RM)**

Segundo Manaças & Cerqueira (2011), as expectativas em torno da implementação de técnicas angiográficas na ressonância magnética (RM) iam além do fato de ser um exame não invasivo, deviam-se também ao fato de que esse tipo de exame traria como diferencial um estudo combinado de parênquima e vasos (MANAÇAS & CERQUEIRA, 2011). Na Angio RM são geradas imagens com diferença de intensidade de sinal entre tecidos estacionários e tecidos em fluxo, das quais ao suprimir o tecido estacionário de fundo consegue-se demonstrar apenas as estruturas vasculares (YOUSEM & GROSSMAM, 2011).

As primeiras técnicas de Angio RM dispensavam o uso de contraste. Elas utilizavam sequências sensíveis ao fluxo sanguíneo para a diferenciação entre os vasos e os tecidos adjacentes. Estas primeiras sequências são as chamadas: Contraste de fase ou “Phasecontrast” (CF) e técnicas de tempo de vôo ou “Time offlight”(TOF)(CALDANA, 2004) além das técnicas de sangue escuro (RIOS, 2003).

#### **4.4.1 Contraste de fase (CF)**

ACF utiliza uma sequência gradiente eco onde, após o pulso excitatório de ângulo variável, são aplicados dois gradientes bipolares para então gerar sinal nos vasos. O sinal é obtido pelas diferenças de velocidade dos spins. Com a aplicação dos gradientes de forma individual consegue-se que sejam codificados os spins dos tecidos em fluxo, um desvio de fase é induzido nos spins em movimento, mas não no tecido estacionário (YOUSEM & GROSSMAN, 2011;RIOS, 2003;VALENTIM, 2012).

São realizadas duas leituras, onde os pulsos de codificação de fluxo possuem polaridades contrárias uma positiva negativa e outra negativa positiva. Em uma delas são visualizados os tecidos estacionários e na outra o fluxo sanguíneo intravascular em hipersinal. Técnicas de subtração para a anulação completa do sinal de fundo são aplicadas, subtraindo pixel a pixel das duas imagens, eliminando os tecidos estacionários e evidenciando as estruturas vasculares(YOUSEM & GROSSMAN, 2011; RIOS, 2003; VALENTIM, 2012).

As técnicas CF também são utilizadas para obter informações sobre a velocidade e direção do fluxo sanguíneo nos vasos. É possível também estabelecer a direção do fluxo; em caso de existir circulação colateral, é feita uma codificação na direcional para que na imagem fluxos sanguíneos de direções opostas apresentem contraste diferente, um brilhante e o outro escuro(YOUSEM & GROSSMAN, 2011; RIOS, 2003). Assim como há a possibilidade de evidenciar veias ou artérias codificando a sequência com a velocidade desejada(RIOS, 2003).

Sequências de CF podem ser adquiridas corte a corte ou com uma aquisição volumétrica, CF 2D e CF 3D respectivamente.As sequências CF 2D permitem aquisições que duram segundos, porém não permitem pós-processamento, pois, realizam apenas um corte espesso de 40 a 60 mm (VALENTIM, 2012; MCROBBIE *et al.*, 2006; WESTBROOK, 2010). O contraste nos vasos é maior e a intensidade de sinal depende da velocidade(RIOS, 2003). As sequências CF 3D fazem uma

aquisição volumétrica, permitindo adquirir até 200 cortes de 0,5 a 1 mm e visualização dos vasos em vários planos. É uma sequência muito sensível e apresenta perda de sinal em áreas de turbulência. No que diz respeito ao tempo, o exame pode chegar a quase dez minutos, o que não é vantajoso (RIOS, 2003; MCROBBIE *et al.*, 2006; VALENTIM, 2012).

A técnica de CF apresenta bons resultados para o estudo do sistema vascularintracraniano (**Figura 5**). Entre as principais indicações estão o estudo de malformações congênitas, malformações arteriovenosas e aneurismas (WESTBROOK, 2010).



**Figura 5** – CF no estudo de vasos intracranianos: CF negativa quanto a presença de lesões aneurismáticas (A), estenose irregular das artérias vertebral direita e basilar (B), imagem compatível com dissecação vertebro-basilar intracraniana (C). (Fonte: Adaptado de MANAÇAS & CERQUEIRA, 1993).

#### 4.4.2 Tempo de vôo “Time offlight” (TOF)

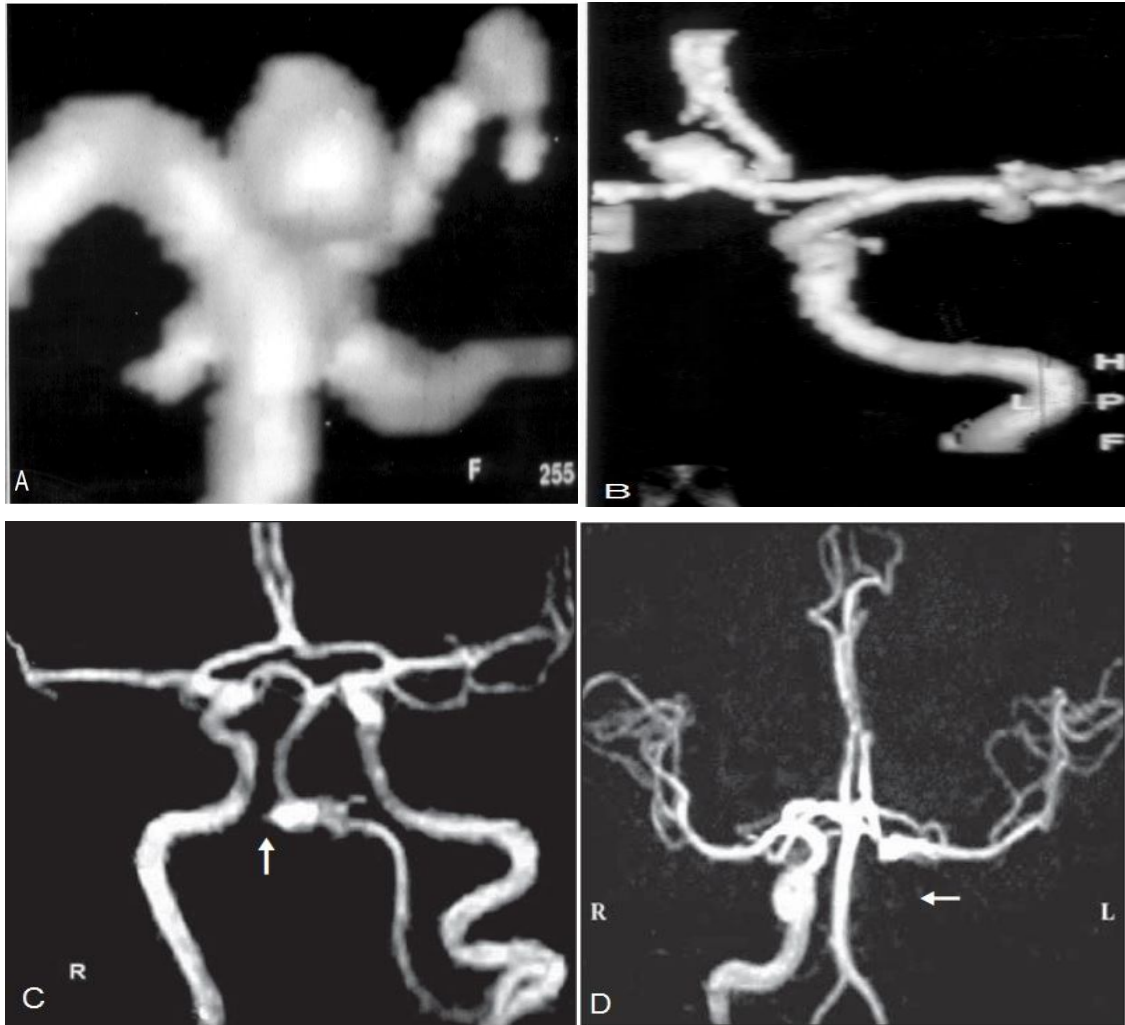
As sequências TOF são influenciadas pela quantidade de fluxo sanguíneo que chega ao corte. Trata-se de sequências gradiente eco onde é utilizado um pulso de RF inicial de 10° a 20°, onde os spins em fluxo na área do corte são excitados e os spins estacionários saturados. E logo depois é utilizado um gradiente combinando os spins em fase com o “gradientmomentrephasing” de forma a compensar as diferenças de velocidade dos spins e realçar o sinal nos vasos (WESTBROOK, 2010; RIOS, 2003; VALENTIM, 2012).

Nas sequências TOF os cortes devem ser posicionados perpendicularmente ao vaso; o Tempo de repetição (TR)(RIOS, 2003), que é o tempo decorrido entre dois pulsos de radiofrequência de 90°em uma sequência (NÓBREGA & DAROS, 2006), deve ser curto fazendo com que o tecido estacionário seja bem saturado; e os cortes devem ser finos. Assim como no CF as sequências TOF podem ser adquiridas corte a corte ou com uma aquisição volumétrica, TOF 2D e TOF 3D respectivamente(RIOS, 2003). A TOF2D (**Figura 6**) é bastante utilizada para o estudo dos vasos do pescoço, segundo Valentim (VALENTIM, 2012). Sua duração de aproximadamente 7 minutos, é sensível a fluxos lentos, tem boa relação sinal ruído e efeitos de saturação mínimos(RIOS, 2003). Mas não exclui a possibilidade de ocorrer artefatos de movimento e de deglutição.



**Figura 6** – Sequência TOF 2D: TOF 2D dos vasos arteriais do pescoço demonstrando ausência de sinal na artéria vertebral direita na imagem de aquisição (A), oclusão da artéria vertebral direita demonstrada em MIP (B). (Fonte: Adaptado de VALENTIM, 2012).

A TOF 3D (**Figura 7**) possui duração média de 5 minutos, é uma sequência comumente utilizada para o estudo dos vasos arteriais intracranianos (RIOS, 2003; VALENTIM, 2012). Apresenta boa resolução e relação sinal ruído, tendo em vista as artérias como objeto de interesse, é utilizada uma banda de saturação com o intuito de barrar o sinal venoso. Pode ser utilizada uma programação volumétrica dividida em vários subvolumes para melhoria de sinal e diminuição de efeitos de saturação(RIOS, 2003).



**Figura 7**–Seqüência TOF 3D: Aneurisma do topo da artéria basilar (A), aneurisma do complexo da artéria comunicante anterior (B), oclusão (seta) da artéria vertebral direita (C) e ausência de fluxo (seta) na artéria carótida intracraniana esquerda (D). (Fonte: Adaptado de SPOTTI *eta.l*, 2001; AMARAL, SANTOS & MARCHIORI).

#### 4.4.3 Técnica de sangue escuro

As técnicas de sangue escuro evidenciam a morfologia dos vasos e estruturas adjacentes. Utilizam seqüências spin eco, conforme Rios (RIOS, 2003), que consistem na aplicação de um pulso de radiofrequência (RF) inicial de 90° (excitatório) seguido de um pulso de RF de 180°(NOBREGA & DAROS, 2006).

Nessas seqüências o sangue se apresenta escuro, pois, como o mesmo está em constante movimento, os spins que haviam sido estimulados com o pulso inicial de 90° se deslocam para fora da área de corte e são substituídos por spins que não

havia sido estimulados. Estes spins que acabaram de chegar recebem apenas o pulso de 180°, e dessa forma não há produção de sinal(RIOS, 2003).

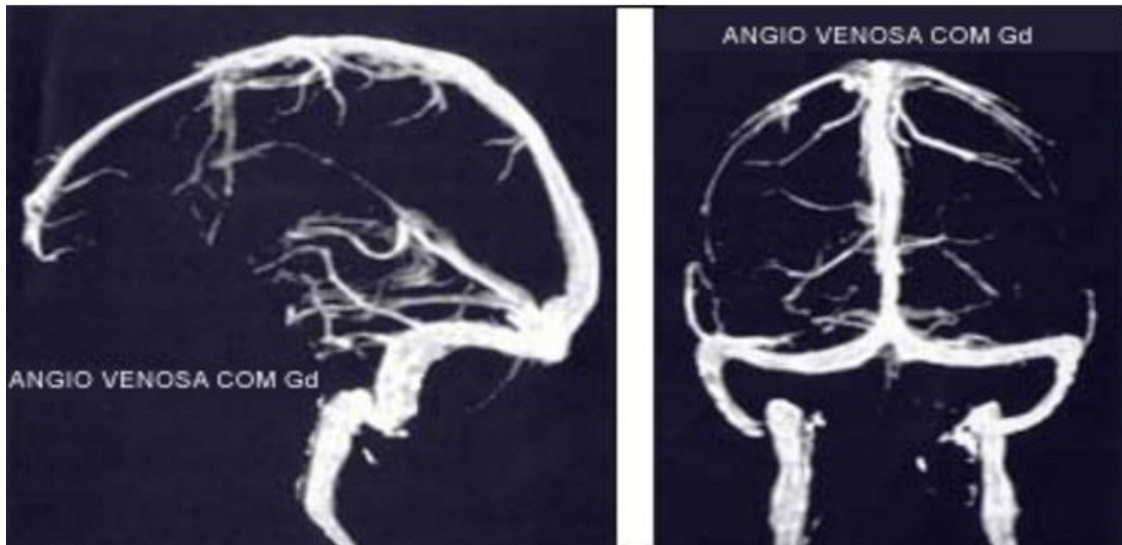
No fluxo laminar e plano de corte perpendicular ao vaso algumas condições devem ser obedecidas para que não haja degradação da imagem causada por um sinal intraluminal, são elas: TR largo, cortes finos, Tempo de eco (TE) largo e rápida aplicação. No fluxo pulsátil, bandas de saturação podem ser utilizadas para evitar artefatos fantasmas na direção da codificação da fase(RIOS, 2003).

#### **4.5 Utilização do Gadolínio**

Contudo a angiorressonância ainda não oferecia imagens de boa qualidade e a angiografia ainda era considerada padrão ouro. A fim de resolver essa pendência, estudos começaram a ser desenvolvidos, e em meados de 1990 começou a ser descrito nos trabalhos de Prince a utilização de contraste paramagnético, o gadolínio, nos exames de angiorressonância trazendo avanços e novas perspectivas(VALENTIM, 2012; CALDANA *et al.*, 2004, PRINCE, 1994).

O gadolínio é um metal conhecido como tóxico para o organismo humano. Sua utilização como meio de contraste nos exames de RM só se tornou possível pela utilização em conjunto com substâncias quelantes, como por exemplo, o ácido dietilenotriaminopentacético, que se agregam a ele impossibilitando sua fixação orgânica e facilitando sua excreção(NOBREGA & DAROS, 2006).

O Gadolínio tem baixa osmolaridade e baixa viscosidade, segundo Nobrega&Daros (NOBREGA& DAROS, 2006) e não depende de fluxo para gerar sinal (VALENTIM, 2012). Sua utilização baseia-se na diminuição do tempo de relaxamento dos tecidos e no realce do sinal dos vasos (**Figura 8**), de acordo com D'ippollito*et al.* (D'IPPOLLITO*et al.*,1999), que associado a supressão dos tecidos estacionários oferece imagens bem detalhadas dos vasos(CALDANA *et al.*, 2004).



**Figura 8** – Angio RM com Gadolínio: Angio RM venosa com Gadolínio. (Fonte: Adaptado de FLEURY, 2012).

A dose determinada para uso é de 0,2 mmol/kg com uma velocidade de injeção ideal de 1,5 a 2 ml/s, permitindo ser dobrada se necessário. Deve ser administrado logo em seguida de 15 a 20 ml de soro fisiológico para assegurar que todo o contraste preencha a área desejada. Existe a possibilidade de evidenciar o sistema venoso ou o arterial aplicando a sequência baseada no tempo após a injeção do contraste, obtendo-se uma fase arterial, portal e tardia ou de equilíbrio (NOBREGA & DAROS, 2006; CALDANA *et al.*, 2004; VALENTIM, 2012).

#### **4.6 Angiorressonância com contraste**

Com o advento da utilização do contraste paramagnético, as técnicas de TOF e CF passaram a ser utilizadas apenas como complemento nestes exames (CALDANA *et al.*, 2004). De maneira prática, pode-se dizer que o protocolo de rotina da Angio RM com contraste consiste basicamente em: uma sequência gradiente eco (GE) 3D pré-contraste no plano coronal, ponderada em T1; sequência para a determinação da duração do tráfego; sequência GE 3D no plano coronal ponderada em T1 pós-contraste, que será somada com a pré para fazer a subtração (RIOS, 2003).

Segundo Caldana *et al.* (2004), sequências gradiente eco como a “fastfield” eco (FFE) são as ideais para o estudo angiográfico. Trata-se de sequências tridimensionais que podem ser redirecionadas em outros planos (CALDANA *et al.*, 2004); com alta sensibilidade para líquidos e fluxo (NOBREGA & DAROS, 2006); de

alta qualidade; rápidas, apresentando tempos de aquisição de até 20s, e permitindo o estudo durante uma única apnéia evitando artefatos e sobreposição de estruturas venosas (CALDANA *et al.*, 2004).

Algumas estratégias são utilizadas visando à obtenção de uma imagem de boa qualidade, são elas: a saturação parcial da gordura e a “sensitivityencoding” (SENSE). Para a saturação parcial do tecido adiposo é emitido um pulso de RF de anulação seletivo para estes tecidos, no momento da aquisição do espaço k central, que contem informações sobre o contraste da imagem a ser formada. O recurso SENSE faz um mapeamento antecipado da matriz a ser estudada. É utilizado com o objetivo de ganhar tempo, definição de imagem, além de diminuir efeitos de suscetibilidade magnética(CALDANA *et al.*, 2004).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A angiorressonância apresenta diversas vantagens em relação às outras técnicas angiográficas existentes. É um método não invasivo, não utiliza radiação ionizante nem contraste iodado e permite um estudo combinado de parênquima e vasos. Com os avanços das suas técnicas e utilização do contraste paramagnético a base de Gadolínio, apresenta imagens cada vez melhores para ajudar no diagnóstico de patologias e malformações diversas.

Desta forma, é válido que seja estimulada a busca de avanços e melhorias de modo que a técnica da Angio RM seja por definitivo método classificado como padrão ouro no estudo dos vasos sanguíneos.

## REFERÊNCIAS

ABC. MED. **Arteriografia ou angiografia: como é o exame? Como se preparar? Quando deve ser realizado? Quais os riscos?** Net, Brasil, set. 2013. Seção exames e procedimentos. Disponível em: <<http://www.abc.med.br/p/exames-e-procedimentos/347139/arteriografia-ou-angiografia-como-e-o-exame-como-se-preparar-quando-deve-ser-realizado-quais-os-riscos.htm>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

AMARAL, Leonardo Portugal Guimarães; SANTOS, AlairAugusto S.M.D dos; MARCHIORI, Edson. **Angiorressonância magnética do crânio**: Revisão de 100 casos. RadiolBras2004;37(3): 153-158

CALDANA, Rogério Pedreschi; BEZERRA, Alexandre Sérgio de Araújo; SOARES, Adriano Fleury de Faria; D'IPPOLITO, Giuseppe. **Angiografia por ressonância magnética**: Aspectos técnicos de um método de estudo não invasivo. RadiolBras 2004; 37(1): 41-50

D' IPPOLLITO, Giuseppe; WOLOSKER, Nelson; ROSOKY, Ruben M. Ayzin; GALVÃO FILHO, Mário de Melo; WOLOSKER, Angela Maria Borri; BORRI, Maria Lucia. **Angio RM com contraste e angiografia convencional na avaliação do paciente com Claudicação Intermitente**: Estudo comparativo. CirVascAngiol 1999; 15: 8-12

EYNARD, Aldo R.; VALENTICH Mirta A.; ROVASIO Roberto A. **Histologia e embriologia humanas**: Bases celulares e moleculares. São Paulo: Artmed, 2010 696p (4)

FLEURY, Medicina e saúde. Angiografia por ressonância magnética e por tomografia computadorizada. Net, Brasil, abr. 2012. Seção Manual de neurodiagnósticos. Disponível em: <<http://www.fleury.com.br/medicos/educacao-medica/manuais/manual-de-neurodiagnosticos/Pages/angiografia-por-ressonancia-magnetica.aspx>> Acesso em: 25 mai. 2016

JUNIOR, Edson Amaro; YAMASHITA, Helio. **Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética**. Ver BrasPsiquiatr 2001,23(Supl I):2-3; 61-4

JUNQUEIRA, Luiz C; CARNEIRO, José. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 179p (9)

LOWE, James S.; ANDERSON, Peter G. **Stevens & Lowe's HumanHistology**. Philadelphia: Elsevier, Mosby, 2015. 143p (4)

MAIA JUNIOR, AntonioC.M. ; ROCHA, AntonioJ.; MASSARO, Ayrton. Aplicações da angiografia por tomografia computadorizada na propedêutica neurovascular. Net, Brasil, jan. 2003. Fleury Rev Med. Disponível em: <<http://www.fleury.com.br/medicos/educaçao-medica/artigos/Pages/aplicacoes-da-angiografia-por-tomografia-computadorizada-na-propedeutica-neurovascular.aspx>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

MANAÇAS, Rui; CERQUEIRA, Luís. **Angiografia no diagnóstico da patologia vascular cerebral**: Indicações Actuais e Controvérsias. Acta Medica Portuguesa 1993; 6:411-420

MCROBBIE, Donald W; MOORE, Elizabeth A.; GRAVES, Martin J.; PRINCE, Martin R. **MRI: From Picture to próton**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. 2006.(2)

NÓBREGA, Almir Inácio da; DAROS, Kellen Adriana Curci. **Técnicas em Ressonância magnética nuclear**: Série tecnologia em radiologia médica. São Paulo: Atheneu, 2006. 120p (1)

OGILVY, Christopher S.; LUSTRIN, Elizabeth S; BROWN, James H. ComputerizedTomographicAngiography (CTA) Assists in theEvaluationofPatientswithIntracranialAneurysms. **Net**, Massachusetts, Boston, 2008. Disponível em:<<http://neurosurgery.mgh.harvard.edu/neurovascular/v-f-94-1.htm>>. Acesso em: 9 mai. 2016

PRINCE, Martin R. **Gadolinium-enhanced MR aortography**. Radiology1994;191:155-64

RIOS, Teresa Almandoz;**Guíaprática para profissionais de Resonancia Magnética**. OsatekBilbao: 2003. 272 p.

SPOTTI, AntonioRonaldo; LIMA, Édimo Garcia; SANTOS, Marcio Luís Tostes; MAGALHÃES, Álvaro Cebrian de Almeida. **Angiografia pela ressonância magnética nos aneurismas intracranianos**: Estudo comparativo com a angiografia cerebral. ArqNeuropsiquiatr2001;59(2-b):384-389

VALENTIM, Manuel. **Angiografia por ressonância magnética**: técnicas e práticas na rotina radiológica. Revista de Ciências da saúde da ESSCVP, 2012. 4: 13-23

WARDLAE, J.M.; WHITE, P.M. **The detectionand management ofunrupturedintracranialaneurysms**. Brain, 2000; 123:205-221

WESTBROOK, Catherine. **Manual de técnicas de ressonância magnética**. Brasil: Guanabara Koogan. 2010. 436p. (3)

YOUSEM, David M.; GROSSMAN, Robert I. **Requisitos em Neurorradiologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 640p. (3)