

## Como Eu Faço CAD-RADS 2.0 na Avaliação da Doença Arterial Coronariana por Angiotomografia

*My Approach To CAD-RADS 2.0 in the Assessment of Coronary Artery Disease by CT Angiogram*

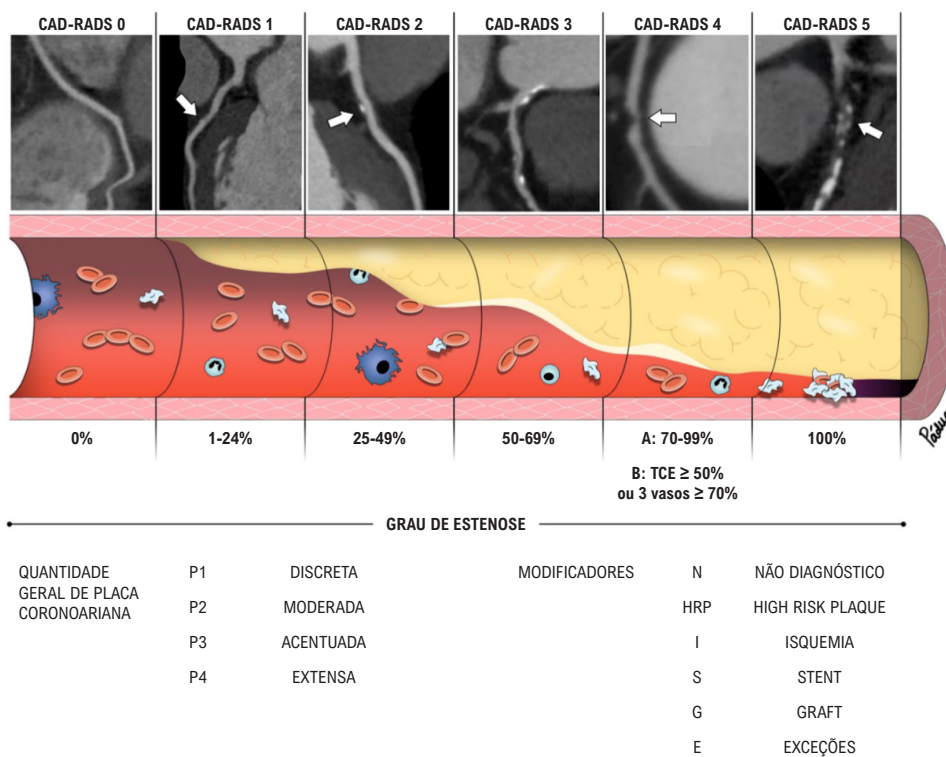
Bruno Maeda Fuzissima,<sup>1</sup> Roberto Vitor Almeida Torres,<sup>1,2</sup> Renata Muller Couto,<sup>1</sup> Lucas de Pádua Gomes de Farias,<sup>2</sup> Bernardo Salgado Pinto Oliveira,<sup>3</sup> José de Arimatéia Batista Araújo Filho<sup>2</sup>

Universidade de São Paulo, Instituto do Coração,<sup>1</sup> São Paulo, SP – Brasil

Hospital Sírio-Libanês,<sup>2</sup> São Paulo, SP – Brasil

Alliança Saúde e Participações AS,<sup>3</sup> São Paulo, SP – Brasil

**Figura Central:** Como Eu Faço CAD-RADS 2.0 na Avaliação da Doença Arterial Coronariana por Angiotomografia



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2024;37(4):e20240085

CAD-RADS: Coronary Artery Disease-Reporting and Data System.

### Palavras-chave

Dor torácica; Tomografia; Doença da Artéria Coronariana.

**Correspondência:** Bruno Maeda Fuzissima •

Universidade de São Paulo, Instituto do Coração. Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44. CEP: 05403-000. São Paulo, SP – Brasil.

E-mail: maedafuzissima@gmail.com

Artigo recebido em 11/09/2024; revisado em 30/09/2024; aceito em 30/09/2024.

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

**DOI:** <https://doi.org/10.36660/abcimg.20240085>

### Resumo

A doença arterial coronariana (DAC) é causa de dor torácica frequentemente referida em serviços de urgência e consultas eletivas, sendo a principal causa de morte na população mundial. Atualmente, a angiotomografia de coronárias (ATCC) tem indicação consolidada nos algoritmos diagnósticos de angina estável e dor torácica aguda em pacientes de risco baixo ou intermediário. Nesse contexto, o CAD-RADS (Coronary Artery Disease-Reporting and Data System) é um modelo de

relatório de ATCC sugerido por um consenso de especialistas publicado em 2016 e atualizado em 2022, cujo objetivo é padronizar a descrição dos achados de imagem, melhorar a comunicação entre o especialista em imagem e o clínico, além de sugerir um planejamento de manejo adequado. Este artigo aborda as categorias propostas pela classificação CAD-RADS, baseadas no grau de estenose, na carga de placa aterosclerótica e nos achados modificadores das anormalidades coronarianas, além de algumas situações de exceção. Através de casos clínicos, exemplos de relatórios estruturados e sugestões de conduta em cenários variados, discutimos os objetivos, vantagens, limitações e potenciais futuros dessa classificação ainda pouco utilizada na nossa prática clínica.

## Introdução

As doenças cardiovasculares são a principal causa de morte na população brasileira e mundial, com destaque para a doença arterial coronariana (DAC) e suas complicações.<sup>1</sup> Nesse contexto, os recentes avanços tecnológicos observados na imagem cardíaca nas últimas décadas, com destaque para a maior disponibilidade de tomógrafos com 64 ou mais fileiras de detectores, ampliaram o uso da angiotomografia de coronárias (ATCC) na avaliação de DAC em pacientes com ou sem dor torácica aguda. Atualmente, a ATCC é considerada um exame validado por grandes estudos clínicos internacionais para tal finalidade, tendo sido integrada a recomendações clínicas por diretrizes internacionais em todo o mundo.<sup>2,3</sup> Vários desses estudos, incluindo o SCOT-HEART e o PROMISE, comprovaram o valor prognóstico da ATCC ao correlacionar seus achados a alguns desfechos desfavoráveis, incluindo morte e infarto não fatal.<sup>4</sup>

A ATCC é um método de imagem não invasivo baseado na aquisição tomográfica de imagens com cortes finos (0,25-0,5 mm), sincronizada ao ciclo cardíaco pelo eletrocardiograma, e com a injeção endovenosa de meio de contraste não iônico com alta concentração de iodo.<sup>2</sup> Sua indicação deve considerar, portanto, o uso de radiação ionizante e as questões relacionadas ao uso de contraste iodado, destacando-se a nefropatia induzida por contraste e as reações alérgicas. Previamente à aquisição de imagens, recomenda-se o controle da frequência cardíaca (geralmente com betabloqueadores) e a vasodilatação coronariana (geralmente com uso de isordil) para redução de artefatos de movimento e aquisição de imagens de melhor qualidade, caso não haja contra-indicações clínicas.

Na avaliação da DAC, beneficiam-se deste método sobretudo os pacientes de risco baixo ou intermediário na estratificação clínica, considerando seu alto valor preditivo negativo (VPN) e sua alta sensibilidade, que pode chegar a 96% dependendo da prevalência de DAC na população em estudo.<sup>2,5-7</sup> Na investigação da dor torácica, a ATCC é especialmente importante ao descartar doença coronariana quando o exame é normal, dispensando a necessidade de métodos invasivos e reduzindo a morbidade e os custos.

Nesse contexto, a classificação CAD-RADS consiste em uma proposta de padronização e sistematização dos achados de imagem na ATCC, incluindo recomendações de conduta

clínica. Dessa forma, objetiva-se otimizar a comunicação entre o especialista em imagem e o clínico, como uma ferramenta adicional na tomada de decisão e manejo adequado desses pacientes. Esta classificação foi desenvolvida em 2016 a partir de um consenso de especialistas das principais sociedades americanas em imagem cardiovascular<sup>5</sup> (Sociedade de Tomografia Computadorizada Cardiovascular [SCCT]; Colégio Americano de Radiologia [ACR]; e Sociedade Norte-Americana de Imagem Cardiovascular [NASCI]) e atualizada em 2022 com a inclusão de fatores adicionais, como carga de placa, isquemia e anormalidades coronarianas não ateroscleróticas.<sup>6</sup> Nesta revisão, discutiremos nossa experiência institucional através de casos clínicos com relatórios CAD-RADS estruturados, destacando as vantagens, limitações e potenciais futuros dessa classificação.

## Categorização

### Categorias CAD-RADS

A classificação CAD-RADS baseia-se no grau de estenose, determinada através do sistema da Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT),<sup>8</sup> e sua ordenação em cinco categorias, que vão desde ausência de aterosclerose (CAD-RADS 0) até a presença de pelo menos uma oclusão total (CAD-RADS 5) para vasos acima de 1,5 mm de diâmetro. A atualização de 2022 adicionou a graduação de carga de placa através das categorias P (Tabela 1), a depender do escore de cálcio coronariano, ou do grau e número de segmentos acometidos por aterosclerose.<sup>6</sup> Uma complementação adicional foi a inclusão dos achados de isquemia por FFR-CT (do inglês “fractional flow reserve”, ou reserva fracionada de fluxo miocárdico) ou tomografia de perfusão miocárdica, que é pontuada em positiva, negativa ou indeterminada. Outra atualização da versão de 2022 foi a inclusão de anormalidades coronarianas não relacionados à aterosclerose, consideradas no modificador “E” (Exceções).<sup>6</sup>

As Tabelas 2 e 3 demonstram a avaliação dos achados pela classificação CAD-RADS nos cenários de dor torácica estável (Tabela 2) ou aguda (Tabela 3), com suas sugestões específicas de manejo, que envolvem a necessidade de métodos complementares ou tratamentos específicos. Dessa forma, a categoria CAD-RADS com seus modificadores, como exemplificado nas Figuras 1 a 8, pode ser adicionada ao final do relatório como informação complementar à impressão diagnóstica, que permanece mandatória ao incluir informações relevantes à decisão clínica, como o calibre dos vasos e localização e extensão das estenoses, assim como outros dados que não são pormenorizados no CAD-RADS.

### Modificadores

As categorias CAD-RADS podem ser complementadas por modificadores para casos em que limitações técnicas tornem o estudo não diagnóstico (N – *non-diagnostic*), na presença de *stent* (S – *stent*), enxerto cirúrgico (G – *graft*), sinais de vulnerabilidade da placa (HRP – *high-risk plaque*),

**Tabela 1 – Métodos para categorizar a quantidade geral de placa coronariana**

	Quantidade Geral de Placa Coronariana	Escore de Cálcio	Escore de Segmentos Envolvidos	Visual
P1	Discreta	1-100	≤ 2	1-2 vasos com pequena carga de placa
P2	Moderada	101-300	3-4	1-2 vasos com acometimento moderado ou 3 vasos com pequena carga
P3	Acentuada	301-999	5-7	3 vasos com moderada carga de placa ou 1 vaso com grande carga
P4	Extensa	> 1000	≥ 8	2 ou 3 vasos com grande carga de placa

Fonte: Modificado de Cury et al.<sup>5</sup>

**Tabela 2 – CAD-RADS para pacientes com dor torácica estável**

Categoria	Grau de Estenose	Interpretação	Investigação Complementar	Considerações de Manejo
CAD-RADS 0	0% (ausência de placa ou estenose)	Ausência de DAC	Nenhuma	Tranquilizar. Considerar causa não aterosclerótica para o sintoma
CAD-RADS 1	1-24% (estenose mínima ou placa sem estenose)	DAC mínima não obstrutiva	Nenhuma	Considerar causa não aterosclerótica de sintoma P1: considerar modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva P2: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva P3 ou P4: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva
CAD-RADS 2	25-49% (Estenose discreta)	DAC discreta não obstrutiva	Nenhuma	Considerar causa não aterosclerótica para sintoma P1 ou P2: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva P3 ou P4: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva
CAD-RADS 3	50-69% (Estenose moderada)	Estenose moderada	Considerar teste funcional	P1, P2, P3 ou P4: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva Outros tratamentos devem ser considerados conforme diretrizes específicas (incluindo antianginosos) I+: considerar cineangiocoronariografia, especialmente se terapia otimizada
CAD-RADS 4	A: 70-99% ou B: TCE ≥ 50% ou 3 vasos ≥ 70%	Estenose importante	A: Considerar cineangiocoronariografia ou teste funcional B: Recomendado cineangiocoronariografia	P1, P2, P3 ou P4: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva Outros tratamentos devem ser considerados conforme diretrizes específicas (incluindo antianginosos e opções de revascularização)
CAD-RADS 5	100% (oclusão total)	Oclusão total ou subtotal	Considerar cineangiocoronariografia, teste funcional ou avaliação de viabilidade	P1, P2, P3 ou P4: modificação de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva Outros tratamentos devem ser considerados conforme diretrizes específicas (incluindo antianginosos)
CAD-RADS N	Não diagnóstico	DAC obstrutiva não pode ser excluída	Avaliação adicional pode ser necessária	

DAC: doença arterial coronária; CAD-RADS: Coronary Artery Disease-Reporting and Data System; TCE: tronco coronariano esquerdo. Fonte: Modificado de Cury et al.<sup>6</sup>

**Tabela 3 – CAD-RADS 2.0 para pacientes com dor torácica aguda**

Categoria	Grau de Estenose	Interpretação	Investigação Cardíaca Complementar	Considerações de Manejo
CAD-RADS 0	0%	SCA muito improvável	Nenhuma Se troponina (+), considerar outras causas	Tranquilizar
CAD-RADS 1	1-24%	SCA improvável	Nenhuma Se troponina (+), considerar outras causas	P1 ou P2: encaminhar para seguimento de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva P3 ou P4: encaminhar para seguimento de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva
CAD-RADS 2	25-49%	SCA pouco provável	Nenhuma Se troponina (+), alta suspeição ou fatores de risco, considerar admissão hospitalar e avaliação do cardiologista	P1 ou P2: encaminhar para seguimento de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva P3 ou P4: encaminhar para seguimento de fatores de risco e terapia farmacológica preventiva agressiva
CAD-RADS 3	50-69%	SCA possível	Considerar admissão hospitalar e avaliação do cardiologista Considerar teste funcional	P1, P2, P3 ou P4: tratamento preventivo, incluindo terapia farmacológica preventiva agressiva. Outros tratamentos devem ser considerados, incluindo antianginosos conforme diretrizes específicas. I+: considerar cineangiogramia
CAD-RADS 4	A: 70-99% ou B: TCE ≥ 50% ou 3 vasos ≥ 70%	SCA provável	Admissão hospitalar com avaliação do cardiologista  A: Considerar cineangiogramia ou teste funcional  B: Recomendado cineangiogramia	P1, P2, P3 ou P4: tratamento preventivo, incluindo terapia farmacológica preventiva agressiva. Outros tratamentos devem ser considerados, incluindo antianginosos e opções de revascularização conforme diretrizes específicas.
CAD-RADS 5	100% (oclusão total)	SCA muito provável	Admissão hospitalar com avaliação do cardiologista Cineangiogramia urgente e revascularização se suspeita de oclusão aguda	P1, P2, P3 ou P4: tratamento preventivo, incluindo terapia farmacológica preventiva agressiva. Outros tratamentos devem ser considerados, incluindo antianginosos e opções de revascularização conforme diretrizes específicas.
CAD-RADS N	Não diagnóstico	SCA não pode ser excluída	Avaliação adicional pode ser necessária	

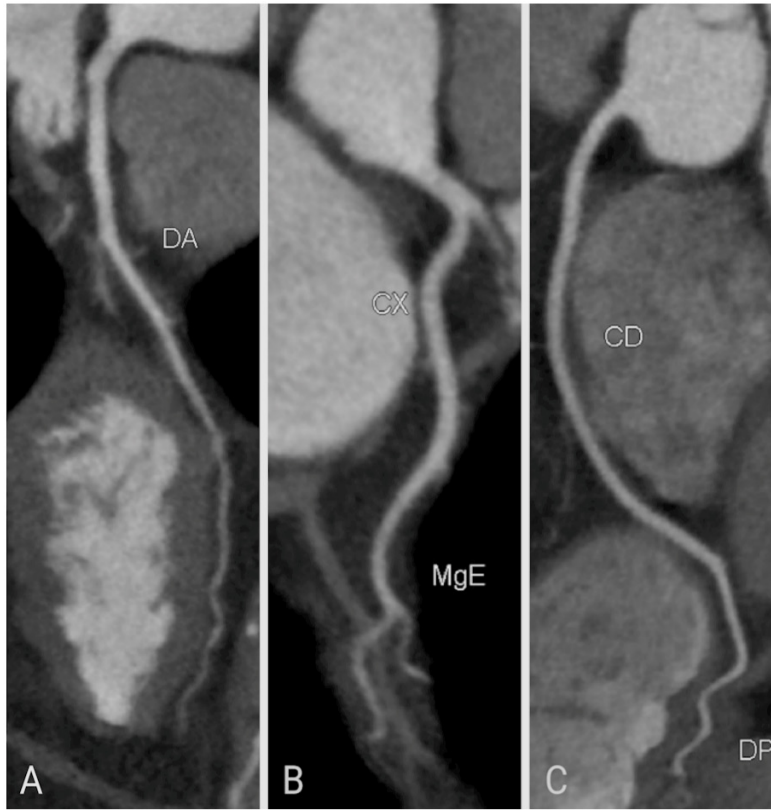
SCA: síndrome coronariana aguda; CAD-RADS: Coronary Artery Disease-Reporting and Data System; TCE: tronco coronariano esquerdo. Fonte: Modificado de Cury et al.<sup>6</sup>

isquemia (I - *ischemia*) e exceções (E - *exceptions*). Quando houver mais de um modificador, utiliza-se a barra (“/”) entre as letras, na seguinte ordem:

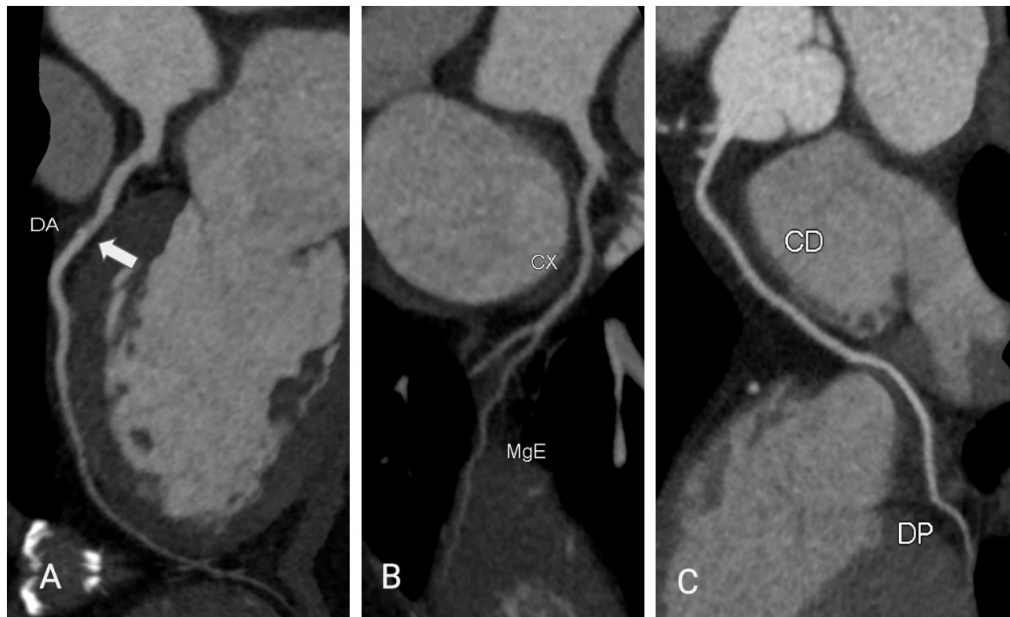
- N (não diagnóstico)
- HRP (placa de alto risco)
- I (isquemia)
- S (stent)
- G (enxerto)
- E (exceções).

### Modificador N (Estudo Não Diagnóstico)

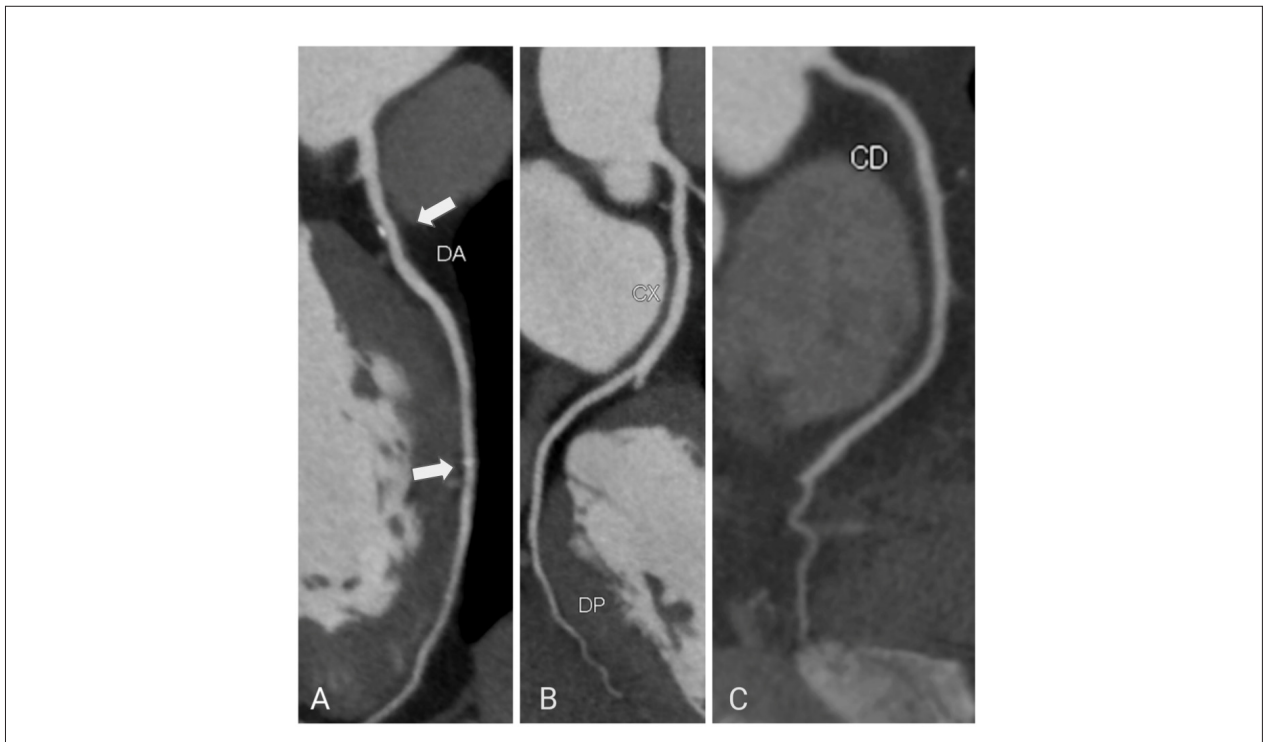
Deve ser utilizado quando pelo menos um segmento (de calibre igual ou superior 1,5 mm) não pode ser avaliado de forma confiável. Pode ser aplicado como categoria ou como modificador a depender do grau de estenose nos demais segmentos. No contexto de estenose pelo menos moderada (≥ 50%) em algum outro segmento, o sinalizador “N” deve ser utilizado como modificador (ex.: CAD-RADS 3/P2/N), uma vez que já se aplicam as recomendações de terapia anti-isquêmica e prevenção, independente dos estudos



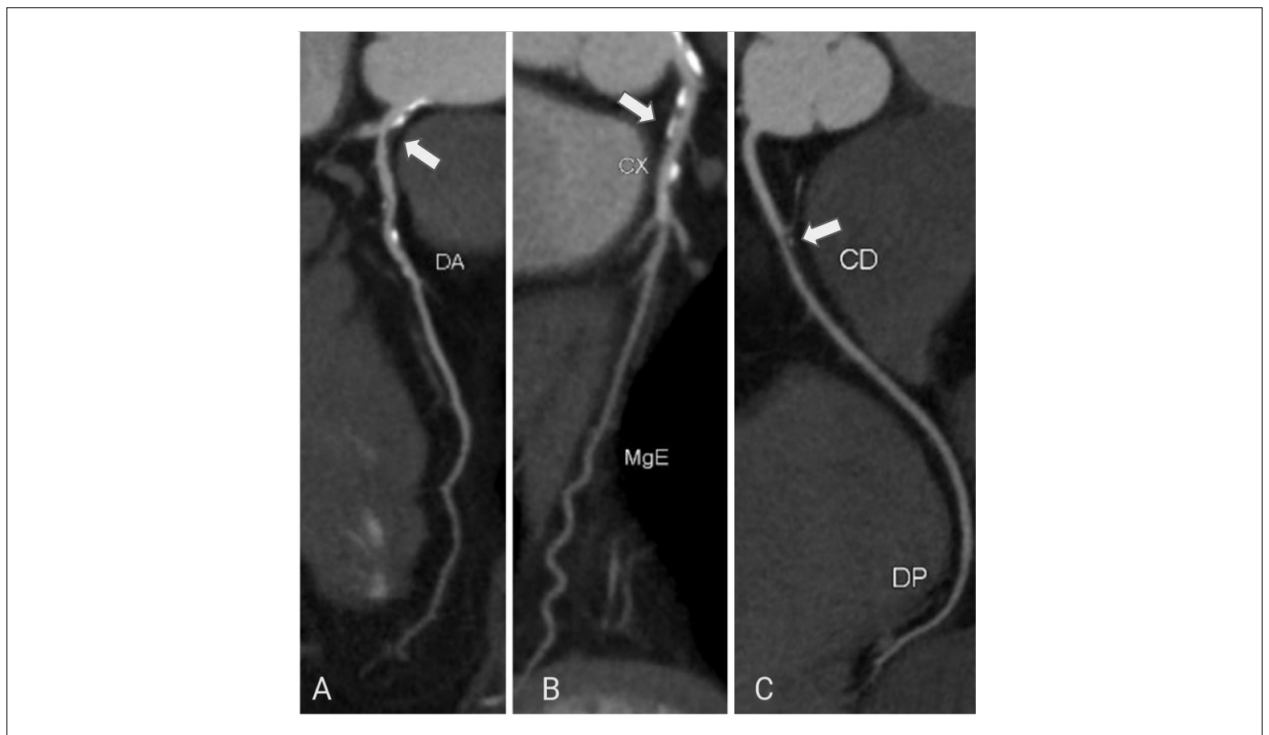
**Figura 1** – CAD-RADS 0. Ausência de redução luminal coronariana. Ausência de placa calcificada e não calcificada. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CX: circunflexa; MgE: marginal esquerda; DP: descendente posterior; CD coronária direita.



**Figura 2** – CAD-RADS 1/P1. Figura A mostra pequena placa calcificada (seta branca), no segmento médio da ADA, determinando redução luminal mínima (1–24%). Figuras B e C, respectivamente, mostram artérias CX e CD sem redução luminal visível. P1: Carga de placa discreta. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CX: circunflexa; MgE: marginal esquerda; DP: descendente posterior; CD coronária direita.

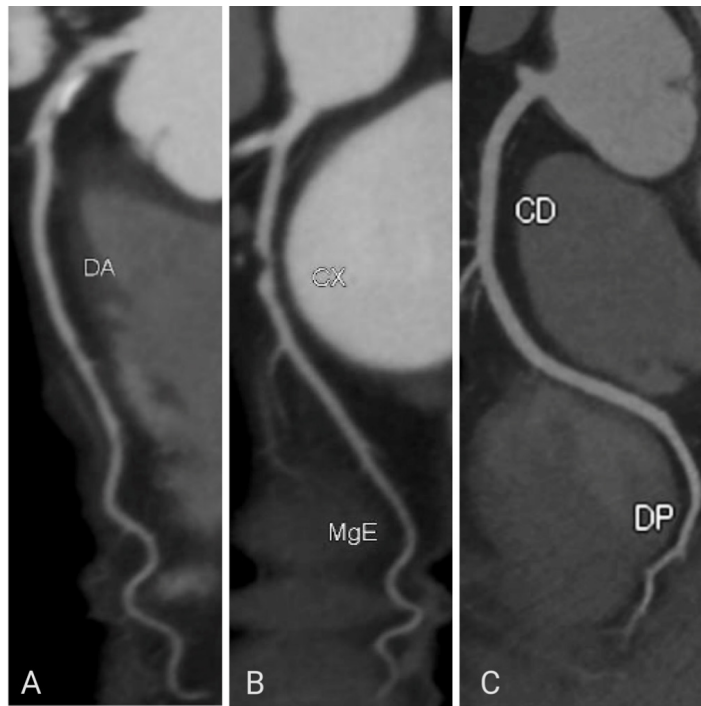


**Figura 3** – CAD-RADS 2/P1. Imagens A mostra DA com pequenas placas calcificadas (setas brancas) com estenoses discretas (25-49%). Figura B mostra artéria Cx sem redução luminal. Figura C mostra CD sem estenose. P1: carga de placa discreta em dois vasos. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; DP: descendente posterior; CD: coronária direita.

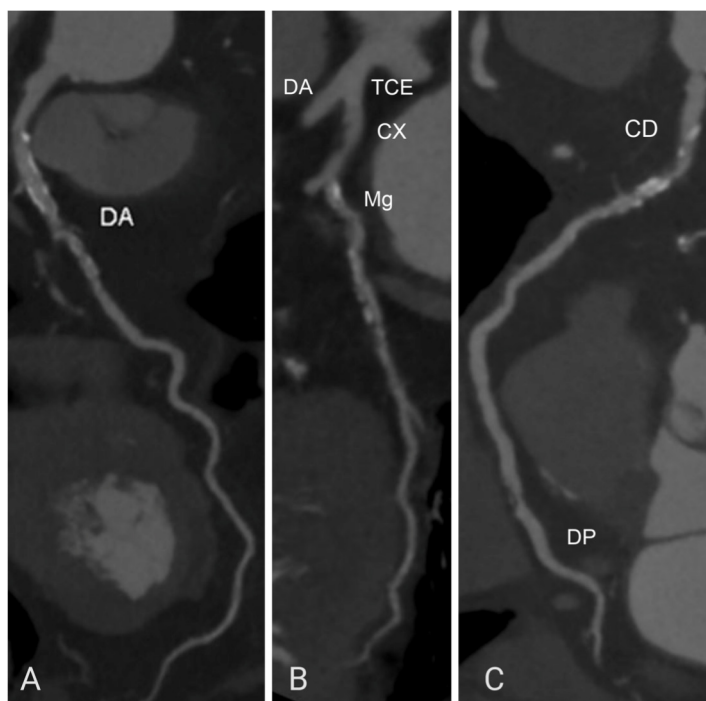


**Figura 4** – CAD-RADS 3/P2. Imagem A mostra estenose discreta no tronco da coronária esquerda e placa predominantemente não calcificada no segmento óstio-proximal da DA (seta branca) e redução luminal moderada (50-69%). Figura B mostra placas predominantemente calcificadas na Cx, com estenoses discretas. A figura C mostra placa parcialmente calcificada na CD com redução luminal moderada (50-69%). P2: Carga de placa moderada. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CX: circunflexa; MgE: marginal esquerda; DP: descendente posterior; CD: coronária direita.

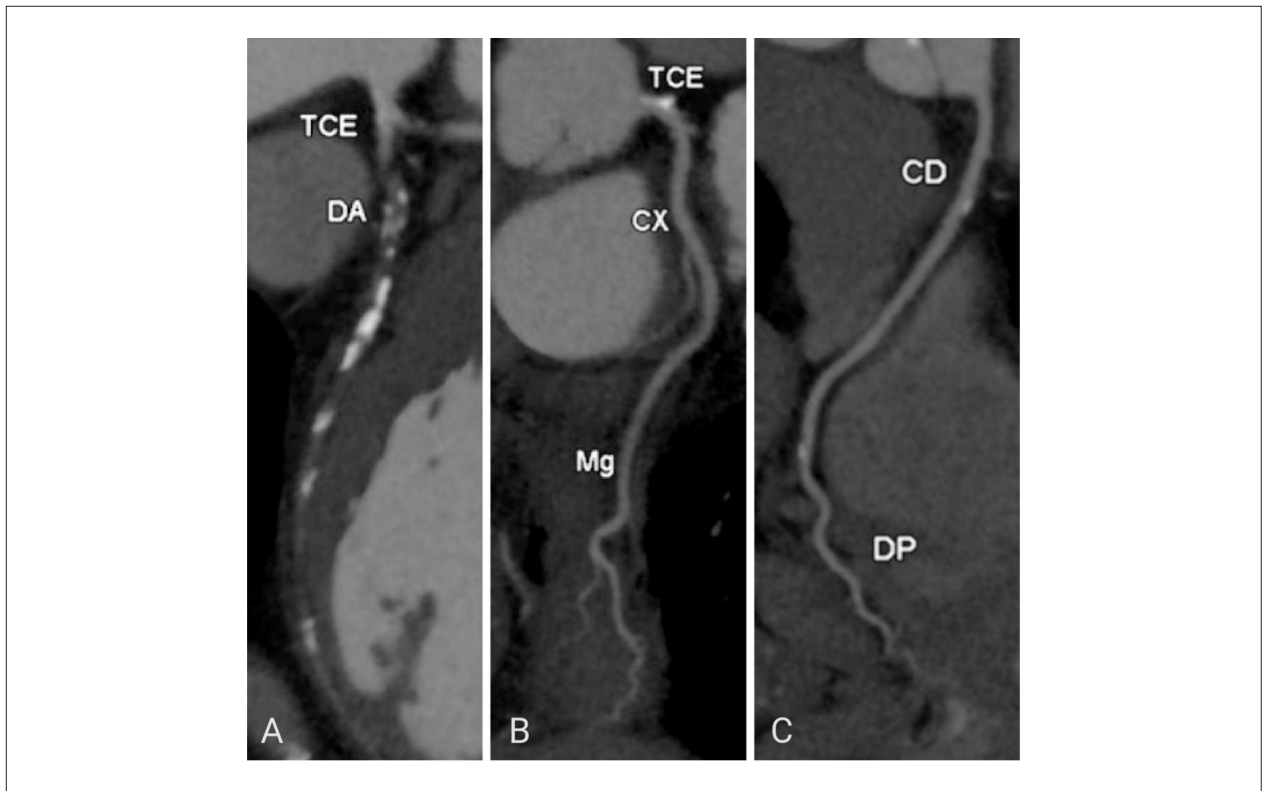
## Artigo de Revisão



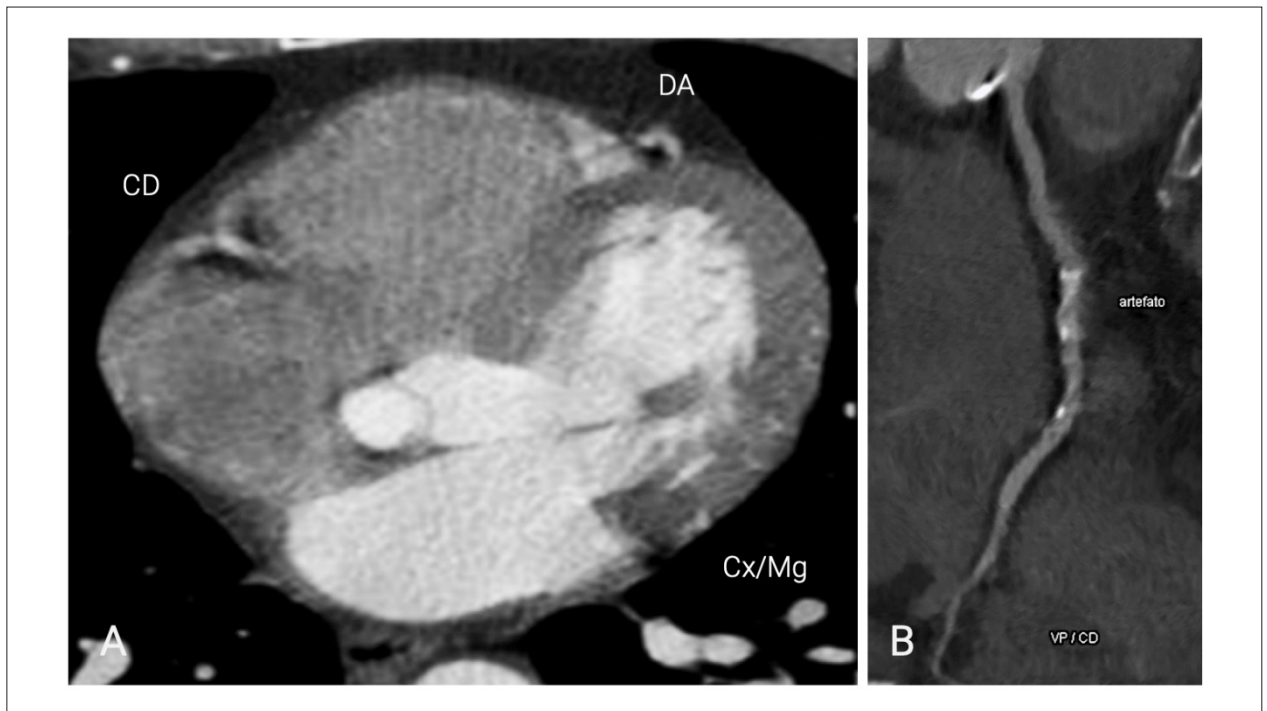
**Figura 5** – CAD-RADS 4A/P2. Imagem A mostra TCE com redução luminal discreta (< 50%). Imagem B mostra estenose importante (70-99%) na Cx. Imagem C mostra CD sem redução luminal. P2: carga de placa moderada em dois vasos (DA e Cx). Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CX: cirfunflexa; MgE: marginal esquerda; DP: descendente posterior; CD: coronária direita.



**Figura 6** – CAD-RADS 4B/P4. Imagens A, B e C mostram, respectivamente, artérias DA, Cx e CD com redução luminal importante (70-99%). P4: carga de placa extensa. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CX: cirfunflexa; Mg: marginal; CD: coronária direita; DP: descendente posterior.



**Figura 7** – CAD-RADS 5/P3. Imagem A mostra oclusão/suboclusão de DA no segmento proximal. Imagens B e C mostram, respectivamente, TCE-Cx e CD com redução luminal discreta (2549%). P3: carga de placa acentuada. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; TCE: tronco coronariano esquerdo; CX: cirunflexa; Mg: marginal; CD: coronária direita; DP: descendente posterior.



**Figura 8** – CAD-RADS N. Imagem A mostra coração em exame de ATCC em corte axial com acentuado artefato de movimento em todas as coronárias. Imagem B mostra artéria CD com artefatos que limitam avaliação luminal de placas predominantemente calcificadas. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; Cx/Mg: cirunflexa/marginal; VP/CD: ventricular posterior/coronária direita.

adicionais que venham a ser necessários. Já no cenário em que outros segmentos tenham estenose no máximo discreta, deve constar como categoria e preceder a categoria P (ex.: CAD-RADS N).

### Modificador HRP

Além do grau de estenose, algumas características de imagem estão associadas a maior risco de instabilidade de placa e evolução para síndrome coronariana aguda. Na Figura 9, destaca-se o remodelamento positivo, a presença de placa com atenuação abaixo de 30 UH, calcificações puntiformes excêntricas (*spotty calcification*) e “sinal do anel de guardanapo” (*napkin ring sign*).<sup>9,10</sup> Portanto, o modificador HRP deve ser incluído no relatório quando duas ou mais dessas características de alto risco estiverem presentes, devendo ser pormenorizadas também no corpo do laudo. Além disso, a presença desse modificador deve suscitar um manejo mais agressivo no controle de fatores de risco (nos casos de dor torácica estável) e internação hospitalar ou maior tempo de observação (nos casos de dor torácica aguda), uma vez que eles se associam à maior incidência de desfechos cardiovasculares graves.

### Modificador I (Isquemia)

Inicialmente, a ATCC somente fornecia informações anatômicas com a avaliação luminal de estenose e a carga aterosclerótica. Com o entendimento da importância da fisiologia da doença coronariana e o advento de técnicas que permitem a avaliação funcional pela tomografia, adicionou-se ao CAD-RADS a possibilidade de categorizar isquemia nos casos de FFR-CT e perfusão de estresse. Em casos nos quais

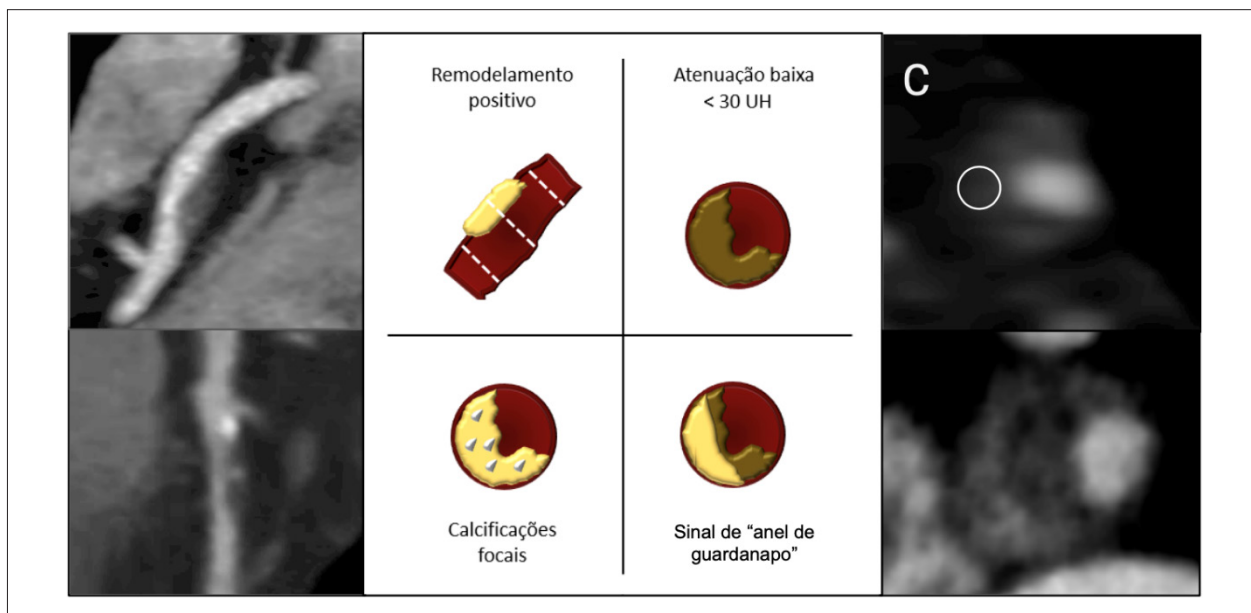
a FFR-CT e a tomografia de perfusão miocárdica não são diagnósticos, o modificador N também pode ser aplicado.

### FFR-CT (Modificador I)

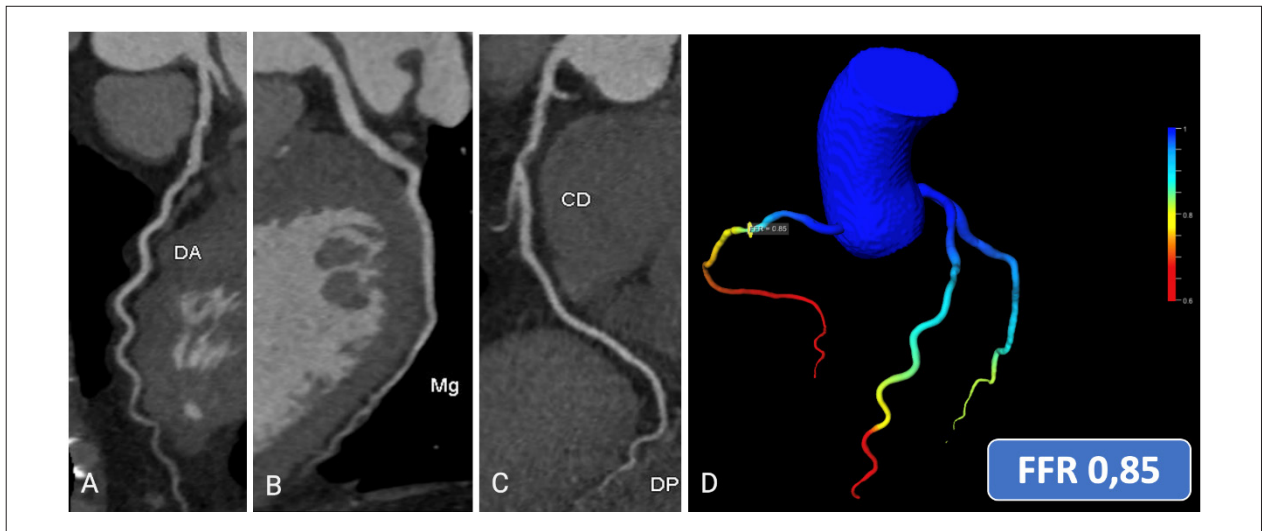
A FFR-CT foi introduzida como uma forma não invasiva de avaliar a pressão na árvore coronariana a partir de técnicas de *machine learning* e análise de dinâmica de fluidos, com acurácia semelhante ao FFR invasivo (via cateterismo).<sup>11</sup> Recomenda-se seu uso em casos de estenose entre 50-90%, particularmente em CAD-RADS 3 e 4A, ou em casos de CAD-RADS 2 com lesões proximais e presença de características de alto risco (HRP). É considerada positiva com valores  $\leq 0,75$ , quando a complementação com cineangiocoronariografia é considerada no contexto clínico adequado. Já FFR-CT  $> 0,8$  é considerado negativo (Figura 10), sem necessidade de complementação com cateterismo coronariano. Valores entre 0,76 e 0,80 são considerados indeterminados e exigem adicionalmente avaliação do local da lesão, sintomas e do gradiente translesional entre 1-2 cm proximal e 1-2 cm distal à estenose (significativo quando  $\geq 0,12$ ), quando sugere-se considerar cineangiocoronariografia invasiva.<sup>6,12,13</sup>

### TC Perfusão Miocárdica (Modificador I)

No contexto de dor torácica estável e aguda, vários estudos validaram a tomografia computadorizada de perfusão miocárdica em comparação com cintilografia miocárdica, ressonância magnética cardíaca com perfusão, cineangiocoronariografia invasiva, FFR invasivo e biomarcadores cardíacos. Seu uso complementar à ATCC tem melhor acurácia diagnóstica em pacientes de risco intermediário a alto. Permite a detecção de lesões



**Figura 9** – Modificador HRP. Imagem A mostra coronária com placa não calcificada e remodelamento positivo. Imagem B mostra placa parcialmente calcificada com calcificações focais excêntricas. Imagem C mostra eixo curto da coronária com placa predominantemente não calcificada (seta branca) com áreas de baixa atenuação (círculo). Imagem D mostra eixo curto da coronária com sinal de “anel de guardanapo” (*napkin ring sign*), caracterizado por atenuação alta em borda externa, com hipotenuação central adjacente ao lúmen contrastado. Fonte: acervo pessoal dos autores. UH: unidade Hounsfield.



**Figura 10** – Modificador I. CAD-RADS 3/P1/I-. Imagem A mostra DA com estenoses discretas (25-49%). Imagem B mostra artéria Cx sem redução luminal. Imagem C evidencia artéria CD com redução luminal moderada (50-69%). P1: carga de placa discreta, acometendo dois vasos. Imagem D mostra FFR-CT com valor de 0,85, negativo para isquemia. Fonte: caso gentilmente cedido por Dra. Tamara Carvalho de Moraes. DA: descendente anterior; FFR: reserva fracionada de fluxo miocárdico; Mg: Marginal; CD: coronária direita.

hemodinamicamente significativas ao permitir identificar áreas de isquemia miocárdica reversíveis. Também permite afastar isquemia em lesões estenóticas entre 50-69% e lesões acima de 70% densamente calcificadas, descartando necessidade de exames complementares adicionais.<sup>6,14,15</sup> Pode identificar também área de defeito perfusional fixo, indicando infarto miocárdico prévio, porém esse achado deve ser descrito no corpo do relatório e não como modificador I. Entende-se como isquemia positiva (I+) casos com alteração perfusional reversível entre estresse e repouso (figura 11) ou em casos de isquemia peri-infarto, ou seja, quando a área de defeito perfusional durante a fase de estresse encontra-se maior em relação à do repouso. Isquemia negativa (I-) é caracterizada por ausência de alteração perfusional ou alteração perfusional fixa/não reversível, quando se suspeita de infarto miocárdico e/ou fibrose, porém sem isquemia. Casos duvidosos são classificados em indeterminados (I+/-).

#### Modificador S (Stent)

Indica a presença de ao menos um stent, como um sinalizador independente. Dessa maneira, o modificador não diferencia, caso haja estenose, se é relacionada ou não ao mesmo vaso do stent (Figura 12). Por exemplo, estenose significativa no tronco da coronária esquerda e stent sem sinais de reestenose na artéria coronária direita é classificado como CAD-RADS 4B/P3/S. Caso a avaliação luminal do stent esteja prejudicada e não houver estenoses maiores que 50%, sugere-se a classificação CAD-RADS N/S.

#### Modificador G (Enxerto)

Sinaliza a presença de ao menos um enxerto de revascularização miocárdica. Nesse cenário, vale observar que quaisquer estenoses compreendidas no segmento transposto pelo *by-pass* devem ser excluídas da análise

CAD-RADS (Figura 13), passando-se a considerar a luz do enxerto para fins de interpretação. Por exemplo, no caso de um enxerto na artéria descendente anterior (ADA) sem que haja evidência de estenose maior que 50% (do enxerto, da anastomose, do leito nativo distal ou dos demais segmentos coronários), a categoria seria, CAD-RADS 2/P2/G, a despeito de uma estenose importante no segmento de ADA transpassado. A avaliação da luz do enxerto segue o mesmo racional dos demais segmentos.

#### Modificador E (Exceções)

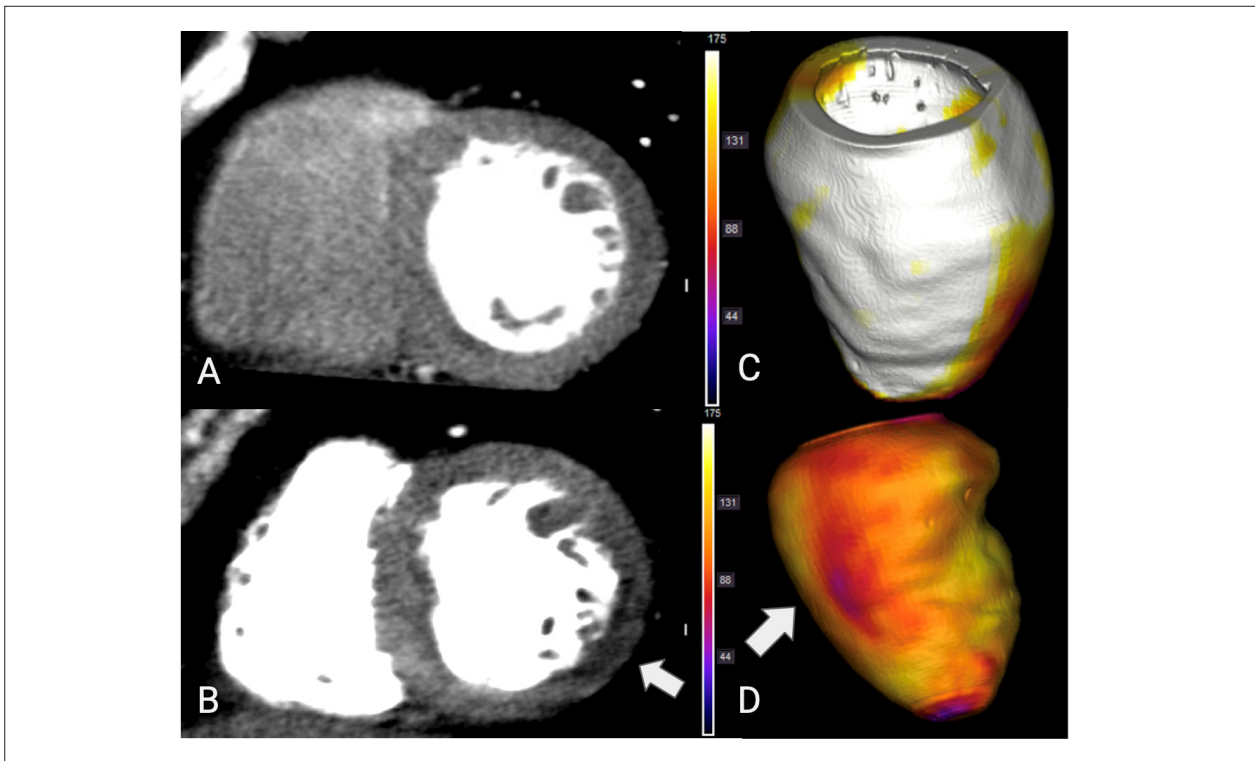
A classificação CAD-RADS não é classicamente utilizada em alterações coronarianas não ateroscleróticas, como anomalias de origem ou trajeto, aneurismas ou pseudoaneurismas, vasculites, dissecções, fístulas, compressão extrínseca, entre outros (Figura 14). São causas muito menos frequentes de obstrução coronariana, mas ainda são diagnósticos diferenciais importantes, com condutas específicas. O modificador E é usado para esses casos, mostrando que a classificação CAD-RADS e suas recomendações clínicas habituais não abrangem todas as alterações coronarianas para tais casos.

#### Exemplos de laudo estruturado CAD-RADS

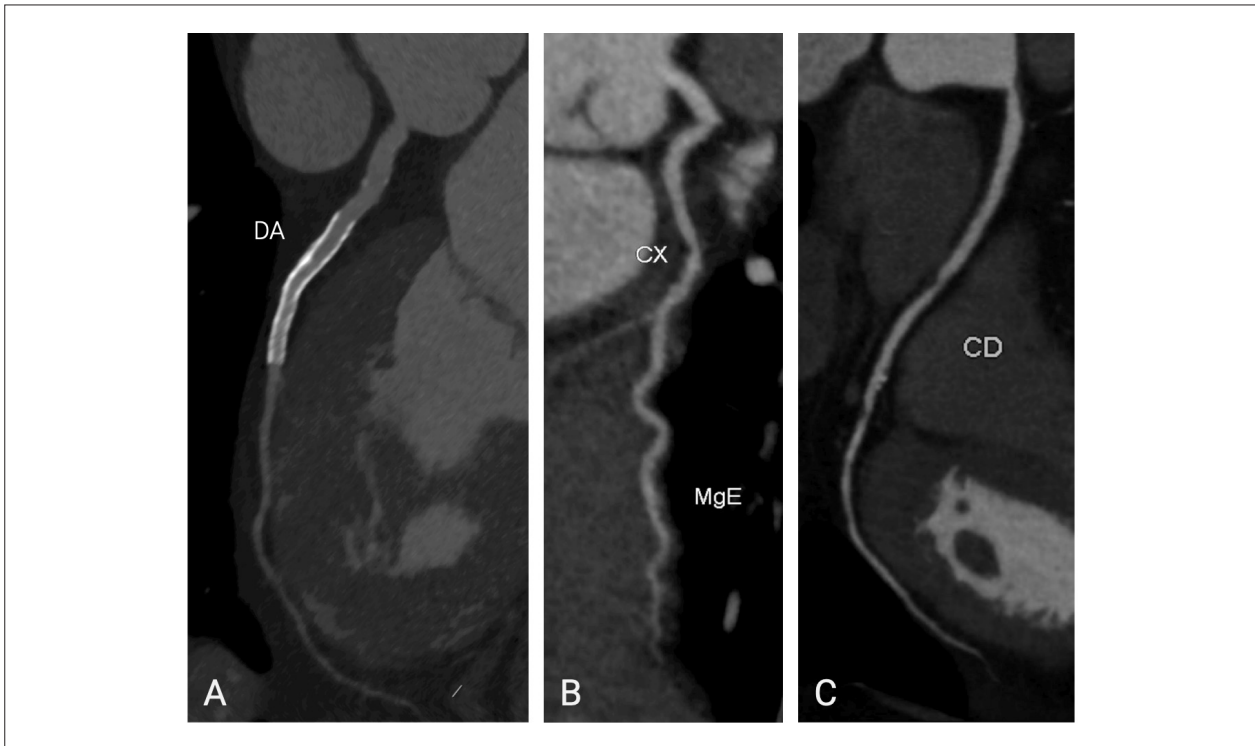
**Exemplo 1:** Ausência de lesões obstrutivas, carga de placa moderada, stent com avaliação luminal limitada. Classificação: CAD-RADS N / P2 / S.

**Exemplo 2:** Estenoses moderadas difusas, carga de placa acentuada, característica de alto risco e presença de *stent*. Classificação: CAD-RADS 3 / P3 / HRP / S.

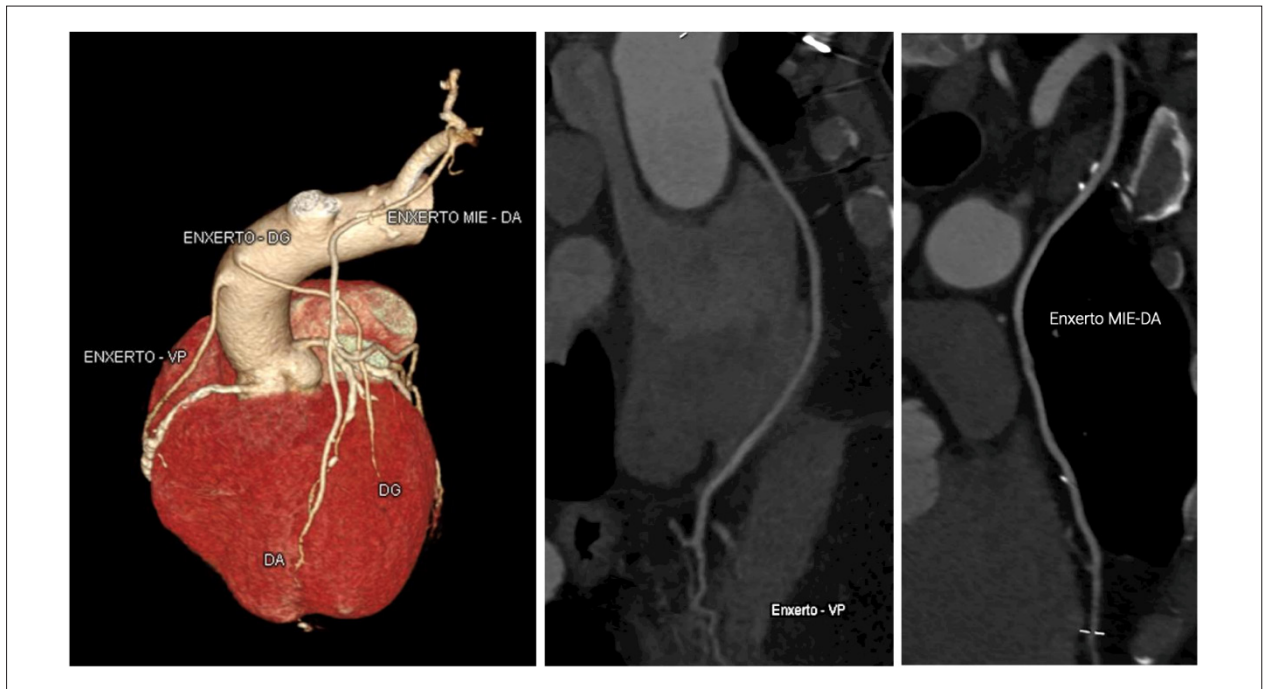
**Exemplo 3:** Avaliação luminal limitada, carga de placa acentuada, presença de *stent* e enxerto miocárdico. Classificação: CAD-RADS N / P3 / S / G.



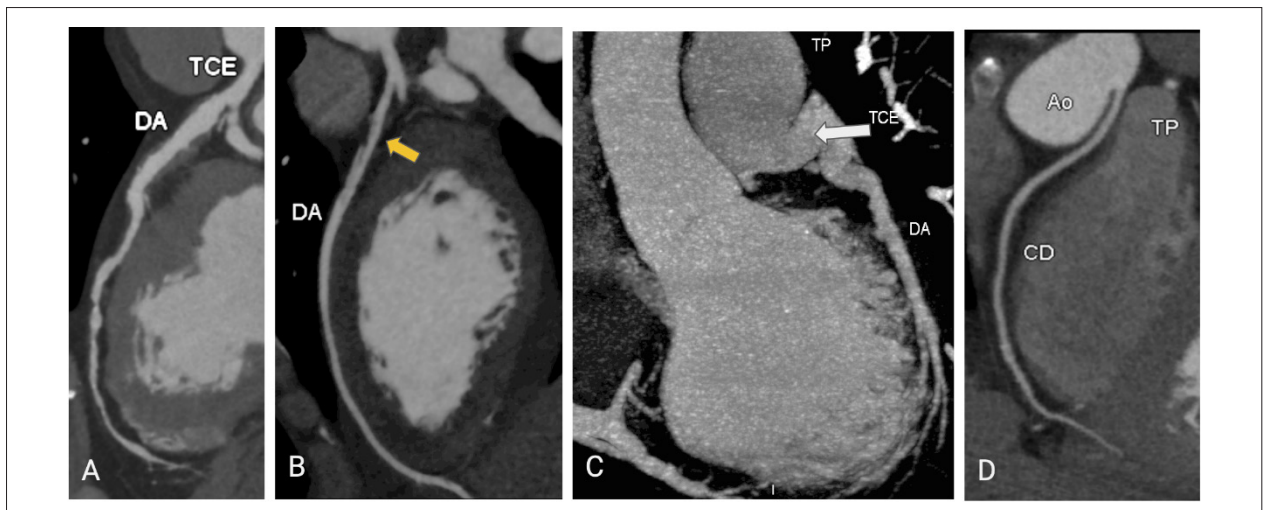
**Figura 11** – Modificador I. Imagens A e C exibem, respectivamente eixo curto e renderização 3D do coração normal, sem áreas de hipotenuação, configurando isquemia negativa (-). Imagens B e D mostram, respectivamente, eixo curto e 3D do coração com áreas de hipotenuação (seta branca), determinando isquemia positiva (+). Fonte: caso gentilmente cedido por Dr. Roberto Nery Dantas Junior.



**Figura 12** – Modificador S. CAD-RADS 3/S. Imagem A mostra stent pérvio em DA, sem estenose significativa. Imagem B mostra Cx com estenoses discretas (25-49%). Imagem C mostra CD com estenoses moderadas (50-69%). Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CX: circonflexa; MgE: marginal esquerda; CD coronária direita.



**Figura 13** – Modificador G. CAD-RADS 2/P2/G. Imagem A mostra renderização 3D do coração com enxertos para VP, DG e MIE-DA. Imagem B e C mostram, respectivamente, enxertos pervios para VP e MIE-DA do mesmo paciente, com redução luminal discreta dos segmentos distais. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; VP: ventricular posterior; Dg: diagonal; MIE-DA: mamária interna esquerda-descendente anterior.



**Figura 14** – Modificador E. Figura A exibe aneurisma coronário com trombose parcial no segmento proximal da artéria DA, associado a placa aterosclerótica segmento médio com estenose importante (CAD-RADS 4A/P2/E). Figura B com imagem de dissecação (seta amarela) no segmento proximal da DA (CAD-RADS 2/E). Figura C de anomalia coronariana com TCE com origem do tronco da pulmonar (ALCAPA - CAD-RADS 0/E). Imagem D com trajeto interarterial da coronária direita (CAD-RADS 1/P1/E). Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; TCE: tronco coronariano esquerdo; TP: tronco pulmonar; CD: coronária direita; Ao: aorta.

**Exemplo 4:** Estenose importante em DA proximal, estenoses discretas em coronária direita (CD) e circunflexa (Cx), carga de placa extensa, enxerto mamária interna esquerda para DA. Classificação: CAD-RADS 2 / P4 / G.

**Exemplo 5:** Estenose importante em DA proximal e avaliação luminal limitada CD médio, carga de placa acentuada. Classificação: CAD-RADS 4A / P3 / N.

**Exemplo 6:** Estenose moderada em DA terço médio, carga de placa acentuada, FFR-CT < 0,75. Classificação: CAD-RADS 3 / P3 / I+.

**Exemplo 7:** Estenose importante CD terço distal, carga de placa moderada, ausência de isquemia reversível pela TC de perfusão miocárdica. Classificação: CAD-RADS 4A / P2 / I-.

#### Casos clínicos

**Caso Clínico 1:** Paciente de alto risco cardiovascular, com angina de início recente. Realizado cineangiogramia coronária invasiva eletiva em 2019 com identificação de estenose moderada no segmento médio da DA (descendente anterior), mantido em tratamento clínico com bom controle sintomático. Recorre dor torácica atípica em 2022, optado por ATCC, com estenose moderada (50-69%) em segmento médio da DA, com características de alto risco (*spotty calcification*). Realizado prova de isquemia não invasiva por FFR-CT com valor de 0,87, considerado negativo para isquemia. Configurado CAD-RADS 3/P2/HRP/I- (Figura 15), sugerindo-se tratamento clínico otimizado e seguimento precoce.

**Caso Clínico 2:** Paciente de sexo masculino, 50 anos, risco intermediário, com hipertensão controlada e dor torácica atípica há 6 meses. ATCC identificou origem anômala do TCE (tronco coronariano esquerdo) no seio coronariano esquerdo, com trajeto subpulmonar, sem redução luminal ao repouso, indisponível FFR-CT e perfusão por tomografia. CAD-RADS 0/E (Figura 16). Pela classificação de CAD-RADS, as recomendações habituais não abordam os casos de exceção como anomalia coronariana. Optado por realização de prova funcional não invasiva com cintilografia miocárdica, com resultado negativo para isquemia. Mantido em observação clínica, com controle de fatores de risco cardiovascular.

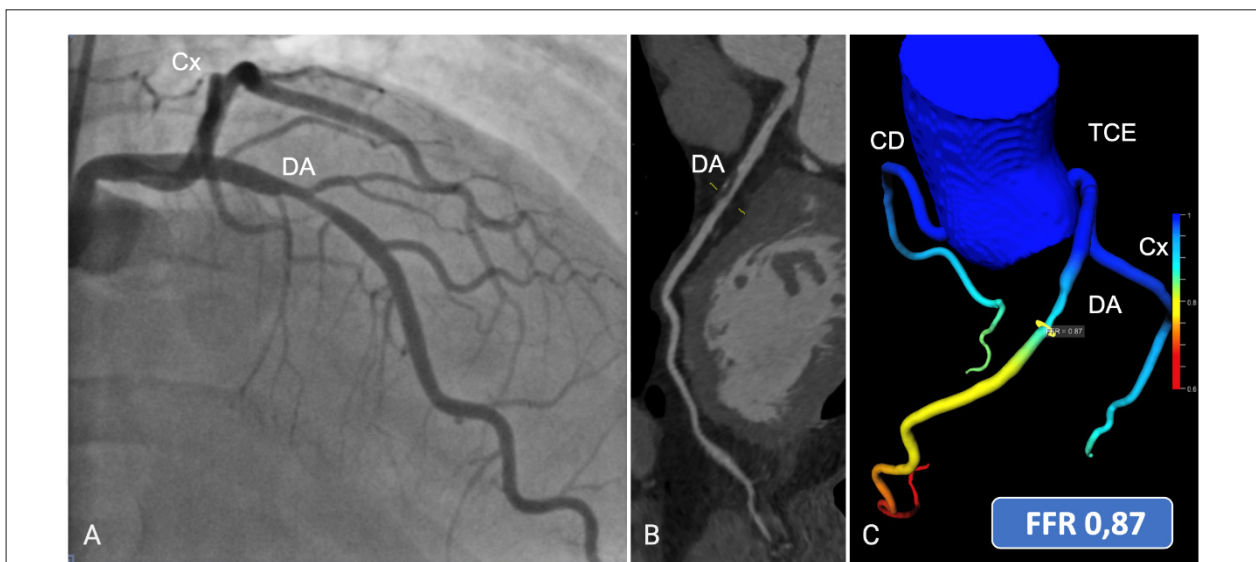
**Caso Clínico 3:** Paciente de sexo masculino, 70 anos, com dislipidemia e histórico familiar de doença coronariana. Procura serviço de urgência por dor torácica típica, em aperto, com início há 3 semanas. Exame físico sem alterações e troponina negativa. Relato de cintilografia recente sem disfunção ventricular e sem isquemia. ATCC identificou estenose importante em DA e CD (coronária direita) com

sinais de HRP e Cx sem estenose, configurando CAD-RADS 4A/P3/HRP (Figura 17). Pela classificação de CAD-RADS em contexto agudo, considerado síndrome coronariana aguda provável, sugerido admissão hospitalar com avaliação pelo cardiologista e considerar cineangiogramia ou teste funcional e avaliar opções de revascularização conforme diretrizes específicas. Optado por realização de cineangiogramia invasiva, com confirmação de lesões e realizado angioplastia de DA e CD com stents farmacológicos, com boa evolução.

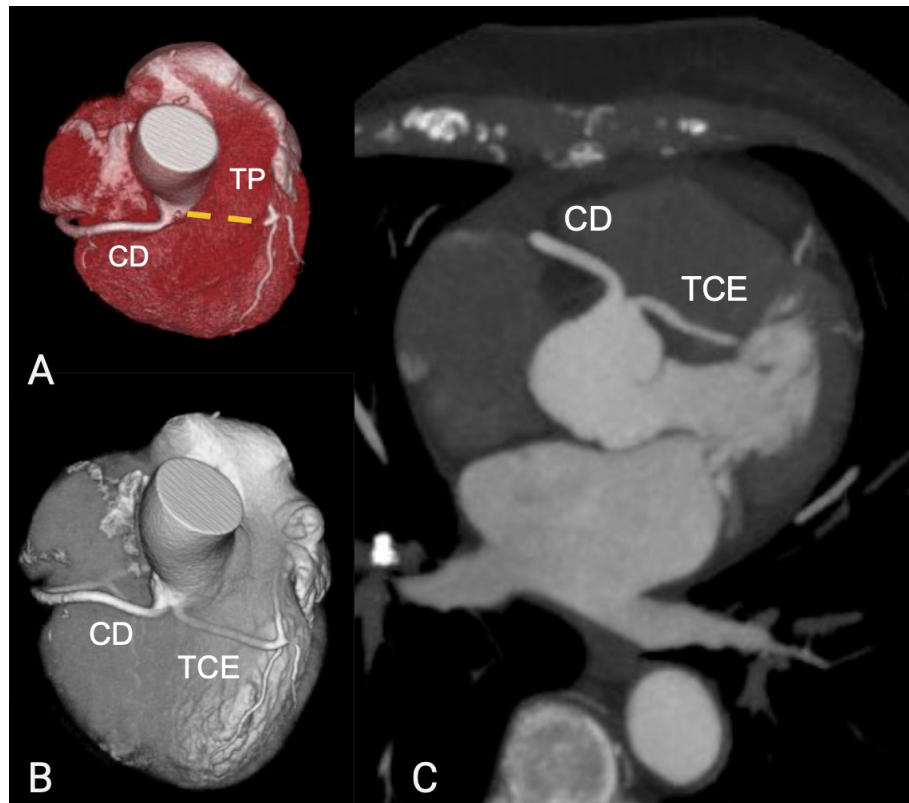
**Caso Clínico 4:** Paciente de 65 anos, tabagista ativo, com risco intermediário, em seguimento ambulatorial por dor torácica típica, com início há um mês. ATCC identificou estenose importante do TCE e bifurcação DA-Dg, assim como redução luminal moderada da CD e Cx sem estenose. Graduado como CAD-RADS 4B/P3 (Figura 18) e, conforme classificação, recomendado cineangiogramia e encaminhado para internação para discussão quanto às estratégias de revascularização. Paciente Testemunha de Jeová, recusa cirurgia de revascularização convencional pelo risco de hemotransfusão, tendo-se optado por tratamento percutâneo com *stent* farmacológico de TCE e bifurcação DA-Dg, sem intercorrências.

## Discussão

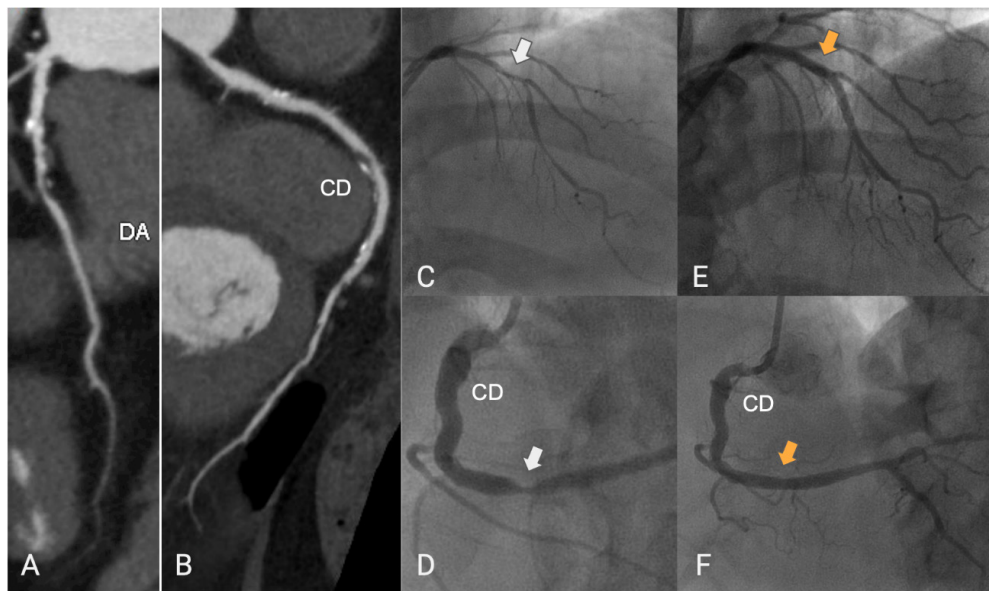
A classificação CAD-RADS foi desenvolvida com base em dados científicos, consenso de especialistas em imagem cardíaca e um esforço multidisciplinar envolvendo diversas sociedades de radiologistas e cardiologistas. Ao longo dos últimos anos, essa classificação tem sido validada em diversos contextos clínicos, demonstrando sua utilidade clínica tanto na DAC estável como na doença aguda, com acurácia equivalente à cineangiogramia invasiva em



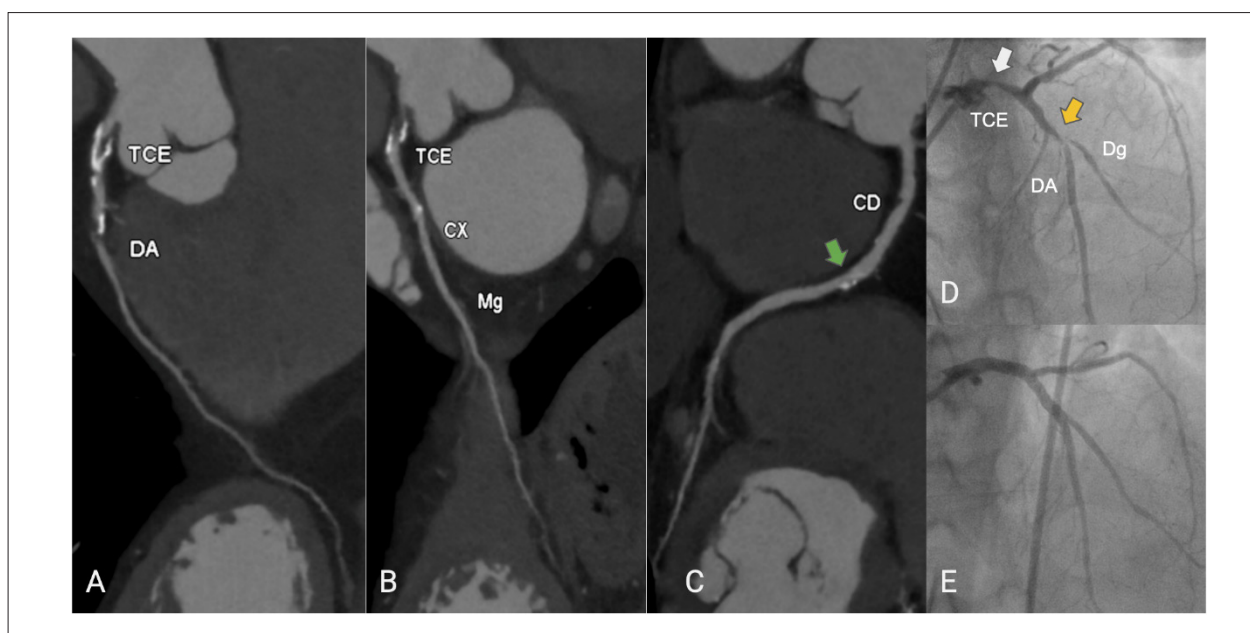
**Figura 15 – Caso Clínico 1.** Figura A mostra imagem de cineangiogramia coronária com estenose moderada (50-69%) no segmento médio da DA do ano de 2019. Figura B mostra imagem de ATCC de 2022 com redução luminal moderada do mesmo paciente e sinais de HRP (*spotty calcification* e baixa atenuação). Figura C mostra FFR-CT 0,87 no segmento médio da DA. CAD-RADS 3/P2/HRP/I-. Fonte: caso gentilmente cedido por Dra. Thamara Carvalho de Moraes. DA: descendente anterior; TCE: tronco coronariano esquerdo; Cx: circunflexa; CD coronária direita.



**Figura 16** – Caso Clínico 2. Figura A mostra renderização 3D do coração com origem anômala do TCE do seio coronariano direito e trajeto subpulmonar (linha tracejada amarela). Figura B mostra trajeto do TCE com translucência da via de saída do ventrículo direito. Figura C mostra origem adjacente de CD e TCE no seio coronariano direito. CAD-RADS 0/E. Fonte: acervo pessoal dos autores. TCE: tronco coronariano esquerdo; CD: coronária direita; TP: tronco pulmonar.



**Figura 17** – Caso Clínico 3. Figura A e B mostram, respectivamente, DA e CD com placas com características de alto risco (spotty calcification e baixa atenuação) e estenose importante (70-99%). CAD-RADS 4A/P3/HRP. Figura C e D mostram cineangiografia diagnóstica, respectivamente da DA e CD. Figuras E e F mostram resultado após angioplastia com stent (setas amarelas). Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; CD: coronária direita.



**Figura 18** – Caso Clínico 4. Figura A mostra placas parcialmente calcificadas, determinando estenose importante do TCE (> 50%) e DA (70-99%). Figura B mostra estenose importante do TCE e artéria Cx com estenose discreta (25/49%). Figura C mostra CD com estenose moderada (seta verde), concluindo CAD-RADS 4B/P3. Figura D mostra cineangiografia confirmando estenoses importantes em TCE (seta branca) e bifurcação DA-Dg (seta amarela). Figura E mostra resultado após angioplastia de TCE e DA-Dg. Fonte: acervo pessoal dos autores. DA: descendente anterior; TCE: tronco coronariano esquerdo; CX: circunflexa; Mg: marginal; CD: coronária direita; Dg: diagonal.

casos selecionados. Além disso, o CAD-RADS tem mostrado valor prognóstico, com potencial impacto na tomada de decisão clínica.

Seu objetivo é ser um relatório padronizado que fornece recomendações baseadas em evidências, e que passa por desenvolvimento contínuo, permitindo que os especialistas em imagem cardiovascular comuniquem resultados de forma mais concisa e objetiva. Nesse sentido, a padronização do relatório tem por objetivo tornar a informação mais acessível, e correlacioná-la às mais recentes evidências. Recomenda-se assim que os relatórios de ATCC utilizem a classificação CAD-RADS em conjunto com a impressão diagnóstica, tendo em vista que isoladamente não fornece todas as informações necessárias para o manejo dos pacientes. Além de sua utilização em relatórios clínicos, essa tentativa de padronização pode possibilitar o registro de dados de maneira reproduzível para futuros estudos de pesquisa, inclusive com inteligência artificial, facilitando o intercâmbio de dados e aumentando a reprodutibilidade do método.

No entanto, algumas limitações merecem ser discutidas. Dentre os fatores da avaliação coronariana não contemplados nas categorias CAD-RADS estão a quantificação da aterosclerose – por exemplo, para uma placa única com estenose menor que 25% ou múltiplas placas determinando o mesmo grau de estenose, a classificação final será a mesma (CAD-RADS 2). Outra limitação relevante é que o sistema não aborda as recomendações clínicas nos casos de modificadores de exceção como, a presença de anomalias coronárias e outros achados extra-cardíacos, por exemplo, tromboembolismo pulmonar, massas mediastinais,

aneurismas de aorta, entre outros.

## Conclusão

A classificação CAD-RADS tem sido cada vez mais utilizada e vem ganhando progressiva notoriedade entre radiologistas e cardiologistas em todo o mundo. A expectativa é que sua utilização se torne mais frequente nos próximos anos, com um contínuo aprimoramento desse sistema de relatório padronizado. Além de analisar o grau de estenose luminal, esta classificação tem incorporado ao relatório a carga de placa e novos modificadores que incluem as características para HRP, a avaliação de isquemia por FFR-TC e/ou perfusão miocárdica por TC.

Digno de nota, o CAD-RADS não descarta a necessidade da anotação das impressões descritivas do exame, sendo uma classificação adicional informada ao final do laudo. Além disso, para que todo o potencial dessa classificação possa ser plenamente incorporado à prática clínica, é necessário que radiologistas e cardiologistas estejam familiarizados com sua aplicação e interpretação, assim como entender suas principais limitações.

## Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e fornecimento de figuras: Fuzissima BM, Torres RVA; obtenção de dados: Fuzissima BM; redação do manuscrito: Fuzissima BM, Couto RM; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Fuzissima BM, Torres RVA, Couto RM, Farias LPG, Oliveira B, Araújo Filho JAB; confecção artística da figura central: Farias LPG.

**Potencial Conflito de Interesse**

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

**Fontes de Financiamento**

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

**Vinculação Acadêmica**

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

**Aprovação Ética e Consentimento Informado**

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

**Referências**

- Oliveira GMM, Brant LCC, Polanczyk CA, Malta DC, Biolo A, Nascimento BR, et al. Cardiovascular Statistics - Brazil 2021. *Arq Bras Cardiol.* 2022;118(1):115-373. doi: 10.36660/abc.20211012.
- Sara L, Szarf G, Tachibana A, Shiozaki AA, Villa AV, Oliveira AC, et al. II Guidelines on Cardiovascular Magnetic Resonance and Computed Tomography of the Brazilian Society of Cardiology and the Brazilian College of Radiology. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103(6 Suppl 3):1-86. doi: 10.5935/abc.2014S006.
- Meijboom WB, Meijjs MF, Schuijff JD, Cramer MJ, Mollet NR, van Mieghem CA, et al. Diagnostic Accuracy of 64-slice Computed Tomography Coronary Angiography: A Prospective, Multicenter, Multivendor Study. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(25):2135-44. doi: 10.1016/j.jacc.2008.08.058.
- Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR, Mark DB, Al-Khalidi HR, Cavanaugh B, et al. Outcomes of Anatomical versus Functional Testing for Coronary Artery Disease. *N Engl J Med.* 2015;372(14):1291-300. doi: 10.1056/NEJMoa1415516.
- Cury RC, Abbara S, Achenbach S, Agatston A, Berman DS, Budoff MJ, et al. Coronary Artery Disease - Reporting and Data System (CAD-RADS): An Expert Consensus Document of SCCT, ACR and NASCI: Endorsed by the ACC. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9(9):1099-113. doi: 10.1016/j.jcmg.2016.05.005.
- Cury RC, Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Berman D, Bittencourt M, et al. CAD-RADS™ 2.0 - 2022 Coronary Artery Disease - Reporting and Data System an Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Cardiology (ACC), the American College of Radiology (ACR) and the North America Society of Cardiovascular Imaging (NASCI). *Radiol Cardiothorac Imaging.* 2022;4(5):e220183. doi: 10.1148/rct.220183.
- Stein PD, Yaekoub AY, Matta F, Sostman HD. 64-slice CT for Diagnosis of Coronary Artery Disease: A Systematic Review. *Am J Med.* 2008;121(8):715-25. doi: 10.1016/j.amjmed.2008.02.039.
- Narula J, Chandrashekar Y, Ahmadi A, Abbara S, Berman DS, Blankstein R, et al. SCCT 2021 Expert Consensus Document on Coronary Computed Tomographic Angiography: A Report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2021;15(3):192-217. doi: 10.1016/j.jcct.2020.11.001.
- Celeng C, Takx RA, Ferencik M, Maurovich-Horvat P. Non-invasive and Invasive Imaging of Vulnerable Coronary Plaque. *Trends Cardiovasc Med.* 2016;26(6):538-47. doi: 10.1016/j.tcm.2016.03.005.
- van Velzen JE, de Graaf FR, de Graaf MA, Schuijff JD, Kroft LJ, de Roos A, et al. Comprehensive Assessment of Spotty Calcifications on Computed Tomography Angiography: Comparison to Plaque Characteristics on Intravascular Ultrasound with Radiofrequency Backscatter Analysis. *J Nucl Cardiol.* 2011;18(5):893-903. doi: 10.1007/s12350-011-9428-2.
- Nørgaard BL, Gaur S, Fairbairn TA, Douglas PS, Jensen JM, Patel MR, et al. Prognostic Value of Coronary Computed Tomography Angiographic Derived Fractional Flow Reserve: A Systematic Review and Meta-analysis. *Heart.* 2022;108(3):194-202. doi: 10.1136/heartjnl-2021-319773.
- Driessen RS, Danad I, Stuijffzand WJ, Raijmakers PG, Schumacher SP, van Diemen PA, et al. Comparison of Coronary Computed Tomography Angiography, Fractional Flow Reserve, and Perfusion Imaging for Ischemia Diagnosis. *J Am Coll Cardiol.* 2019;73(2):161-73. doi: 10.1016/j.jacc.2018.10.056.
- Takagi H, Leipsic JA, McNamara N, Martin I, Fairbairn TA, Akasaka T, et al. Trans-lesional Fractional Flow Reserve Gradient as Derived from Coronary CT Improves Patient Management: ADVANCE Registry. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2022;16(1):19-26. doi: 10.1016/j.jcct.2021.08.003.
- Yang DH, Kim YH. CT Myocardial Perfusion Imaging: Current Status and Future Perspectives. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2017;33(7):1009-20. doi: 10.1007/s10554-017-1102-6.
- Ueki Y, Izawa A, Kashiwagi D, Nishiyama S, Aso S, Suzuki C, et al. Diagnostic Advantage of Stress Computed Tomography Myocardial Perfusion Over Single-photon Emission Computed Tomography for the Assessment of Myocardial Ischemia. *J Cardiol.* 2017;70(2):147-54. doi: 10.1016/j.jjcc.2016.11.004.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons