

Avanços nos Algoritmos de Discriminação do Ritmo em CDIs de Dupla-Câmara

RESUMO

Um desafio na terapia de Cardioversores-Desfibriladores Implantáveis (CDIs) é a discriminação correta da arritmia. Os critérios tradicionais de discriminação, tais como frequência, início súbito e estabilidade do intervalo, embora úteis, nem sempre são eficientes na prevenção da terapia inapropriada em reposta a taquiarritmias não-ventriculares. A St. Jude Medical apresenta um sistema de discriminação integrado em seu CDI de dupla-câmara Atlas™ + DR, baseado em uma comparação de frequências atriais e ventriculares. Ele emprega um parâmetro único de Ramo de Frequência AV que é conceitualmente direto, fácil de programar e está integrado em uma hierarquia de discriminação que inclui o algoritmo de Discriminação de Morfologia (MD), exclusivo da St. Jude Medical. Durante a avaliação clínica, esse sistema apresentou sensibilidade de 100% e especificidade de 84% na discriminação entre taquiarritmias não-ventriculares e ventriculares¹. O CDI Atlas™ + DR tem potencial para reduzir dramaticamente as terapias inapropriadas em resposta a taquiarritmias não-ventriculares, minimizando o desconforto do paciente decorrente de choques desnecessários que comprometem a longevidade do aparelho.

A Discriminação do Ritmo Ainda é um Desafio

As abordagens históricas para diferenciar as taquiarritmias atriais das ventriculares estão baseadas na frequência. A frequência alta, o início súbito e o intervalo ou a estabilidade da frequência têm sido os critérios mais utilizados. Nos estágios iniciais da terapia de CDI, certo número de repostas inapropriadas (um choque em resposta a uma taquicardia supraventricular, por exemplo) foi considerado um risco aceitável em troca de repostas confiáveis à taquicardia ventricular ou à fibrilação ventricular. Atualmente, considera-se aceitável uma porcentagem pequena (<5%) de repostas inapropriadas, face aos benefícios clínicos destes dispositivos². O aumento do número de pacientes que recebem esses dispositivos capazes de salvar vidas fez com que as atenções se voltassem para o problema da terapia inapropriada, que causa desconforto ao paciente, aumenta a demanda de acompanhamento, diminui a longevidade da bateria e aumenta os custos do tratamento. Várias pesquisas têm documentado a extensão do problema³⁻⁹.

Atualmente, muitos CDIs oferecem alguma forma de análise da morfologia do eletrograma para aumentar a especificidade da discriminação que,

juntamente com a sensibilidade atrial nos sistemas de dupla-câmara, oferece a promessa de um desempenho progressivamente melhor.

Em CDIs de dupla-câmara, os desafios da discriminação podem ser divididos em duas classes amplas, dependendo da associação entre atividade atrial e ventricular:

1. AV associado, por exemplo, em taquiarritmias atriais que causam reposta ventricular rápida (incluindo fibrilação atrial ou *flutter*, TSV, taquicardia atrial ou sinusal, taquicardia por reentrada nodal ou taquiarritmias ventriculares com condução retrógrada 1:1)
2. AV dissociado, como é o caso de taquiarritmias não ventriculares que ocorrem simultaneamente com a TV patológica (incluindo qualquer uma das arritmias atriais acima citadas, durante a TV).

Em que pese o fato desta análise não atender aos diagnósticos e à resolução de problemas em um caso clínico específico, ela sinaliza a importância de avaliar a relação AV o mais rapidamente possível após a detecção de uma frequência ventricular elevada que atende ao critério de frequência do aparelho. Destaca ainda o desafio especial apresentado por arritmias simultâneas.

Ramo de Frequência AV – Uma Ferramenta Aperfeiçoada para Discriminação do Ritmo

Implementado desde o CDI Photon® DR da St. Jude Medical, o Ramo de Frequência AV assume a forma de uma árvore de decisão de três caminhos. Baseia-se no conceito de que uma frequência atrial igual ou mais rápida que a frequência ventricular em geral sugere outro tipo de arritmia que não a TV ou a FV.

Quando uma arritmia é identificada em uma zona de detecção, o sistema mede e compara as frequências atriais e ventriculares médias dentro dos intervalos precedentes. É importante observar que esse é o primeiro estágio do processo de discriminação; há outros critérios de discriminação disponíveis, como o início súbito, a estabilidade do intervalo e a discriminação da morfologia (DM), que não são aplicados até a relação AV ser avaliada.

Existem três resultados possíveis de comparação de frequência, cada um com implicações muito claras para a entrega de terapia ou esforços de discriminação futuros:

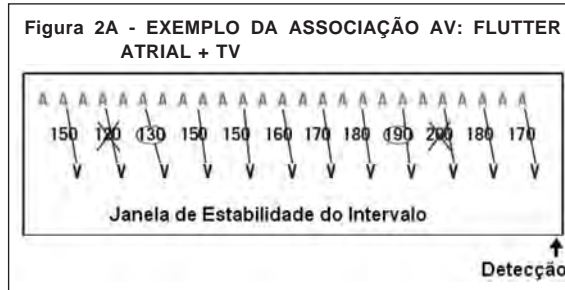
- A frequência ventricular é menor do que a frequência atrial ($V < A$)
- As frequências ventricular e atrial são iguais ($V = A$)
- A frequência ventricular é maior do que frequência atrial ($V > A$)



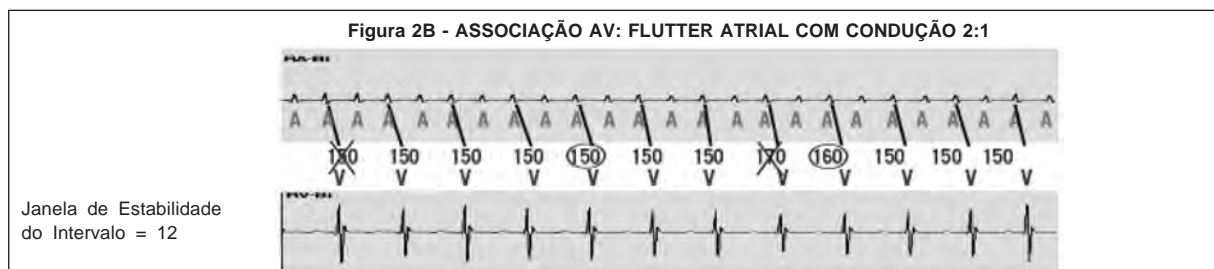
No ponto da detecção da arritmia, na zona de superposição de frequências, a característica do Ramo de Frequência AV compara as frequências atrial e ventricular, classificando a relação dentro de um dos três cenários possíveis. A determinação dessa relação indica se a discriminação futura é necessária. No ramo $V > A$, um diagnóstico de frequência ventricular maior que a frequência atrial ($V > A$) só necessita dessa pequena análise: o ritmo é imediatamente classificado como TV.

Para os ramos $V < A$ e $V = A$, na eventualidade de TV com taquiarritmia supraventricular não associada simultânea, a discriminação adicional é garantida pela análise futura da relação AV para prevenir a inibição da terapia. A TV ($V > A$) é tratada imediatamente. Um episódio que cai no ramo $V < A$ sugere uma arritmia do tipo flutter atrial ou fibrilação e discriminadores adicionais estão disponíveis para distinguir futuramente uma TV da fibrilação atrial ou flutter atrial. Isto aumenta o poder do critério da Estabilidade do Intervalo (reconhecendo a fibrilação atrial), com a participação do algoritmo DM.

Além disso, para ajudar a discriminar ritmos com respostas ventriculares estáveis, como, por exemplo, um flutter atrial de uma TV durante uma taquicardia atrial, o CDI Atlas™ + DR pode usar um algoritmo de Associação AV (AVA – AV Association) que mede a consistência do intervalo AV concomitantemente com a avaliação da estabilidade do intervalo ventricular. A associação AVA pode ser avaliada apenas se a Estabilidade do Intervalo satisfizer o critério de TV. A relação AV é determinada para ser associada. Por exemplo, se a diferença entre o segundo intervalo AV mais longo e o segundo intervalo AV mais curto durante a janela da Estabilidade do Intervalo for menor que o delta da Associação AV programada, então a arritmia é considerada não ventricular, assim como no flutter com condução 2:1 ou 3:1. Se a relação é determinada como dissociada, então a arritmia é considerada uma TV. A figura 2A ilustra essas possibilidades.



- O diagnóstico da estabilidade inicial indica TV (frequência estável)
- Delta AVA programado = 40 ms
- 2º mais longo – 2º mais curto: 190 – 130 = 60 ms > 40 ms
- Indicação AVA = dissociada (“TV com taquicardia atrial concomitante concorda com a estabilidade”)
- Indicação de Estabilidade Final = TV



No ramo de frequência $V < A$, o algoritmo da Associação AV pode ser usado para discriminação subsequente, de modo a assegurar a entrega da terapia no caso de arritmias simultâneas. A figura 2A ilustra o processo de decisão para arritmias simultâneas, enquanto a 2B mostra o processo para uma arritmia atrial com resposta ventricular rápida.

- Indicação da estabilidade inicial = TV (frequência estável)
- Delta AVA programado = 40 ms
- AVA medido: 160 – 150 = 10 ms < 40 ms
- Indicação AVA = Associado (AVA ignora a Estabilidade e indica TSV)
- Indicação de Estabilidade Final = TVS

A TV com condução retrógrada 1:1 também se assemelha a uma taquicardia sinusal e cairá no ramo V=A. Se o ritmo cair dentro do ramo “=” e o dispositivo não usar discriminadores adicionais, a TSV será diagnosticada e a terapia será retida. Assim sendo, neste dispositivo, o Início Súbito e a Discriminação da Morfologia (DM) agem como aceleradores e avaliam posteriormente o ritmo para determinar se a terapia deve ser entregue.

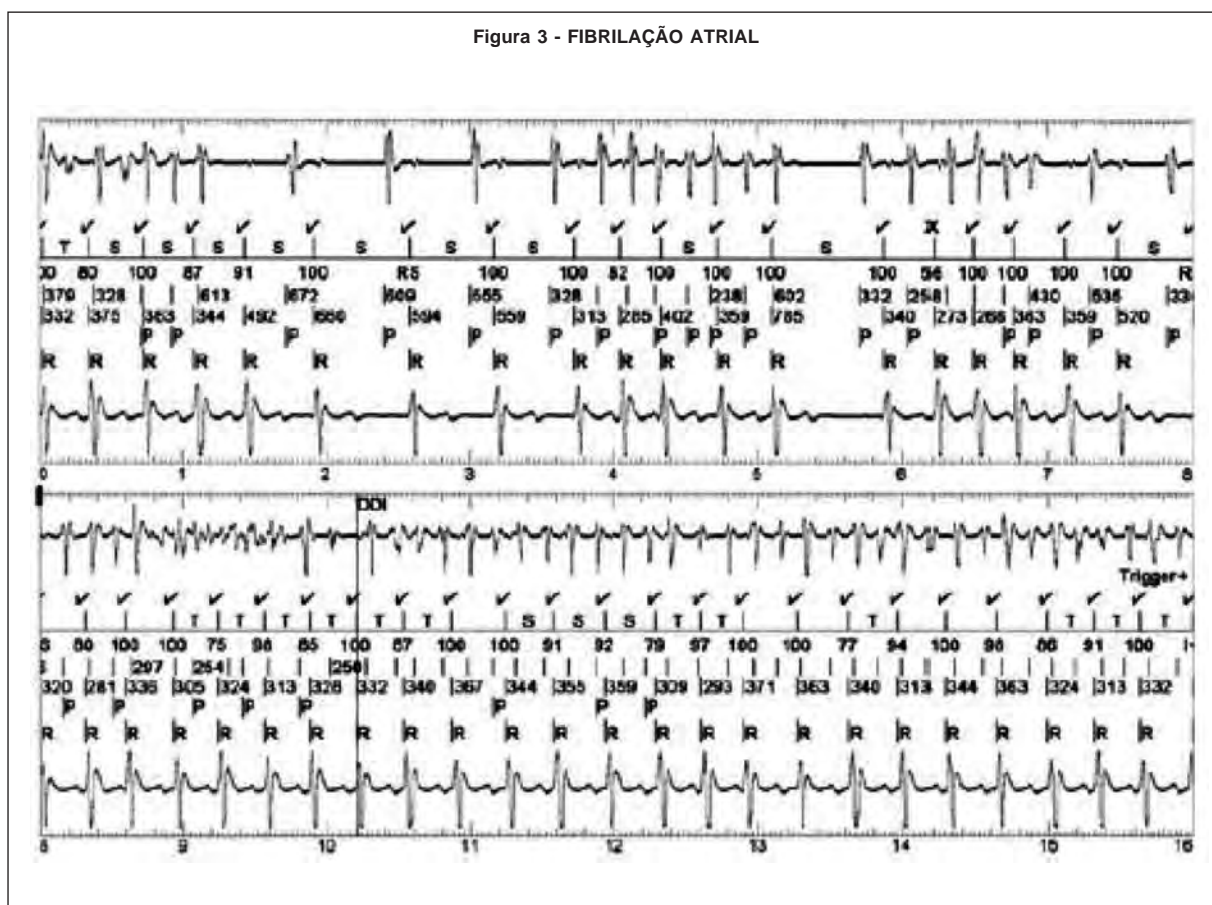
Um episódio que cai no ramo V = A sugere uma arritmia que se origina no átrio, como a taquicardia atrial ou sinusal, a taquicardia por reentra-

da nodal ou outras taquicardias, e provoca o uso de DM e Início Súbito como discriminadores adicionais. O Início Súbito é útil quando a taquicardia sinusal está presente, enquanto o algoritmo de DM é útil para determinar uma TSV ou prevenir a retenção da terapia decorrente de TV com condução retrógrada 1:1. Da mesma forma que no ramo V < A, o intervalo AV pode ser examinado, tal como é usado para o algoritmo de Associação AV descrito acima. Se a relação AV é determinada como dissociada, o ritmo é imediatamente classificado como TV; se a relação for considerada associada, os efeitos de discriminação subseqüentes procedem.

No ramo V>A, o diagnóstico de uma frequência ventricular maior que a frequência atrial necessita apenas desta análise e o ritmo é imediatamente classificado como TV.

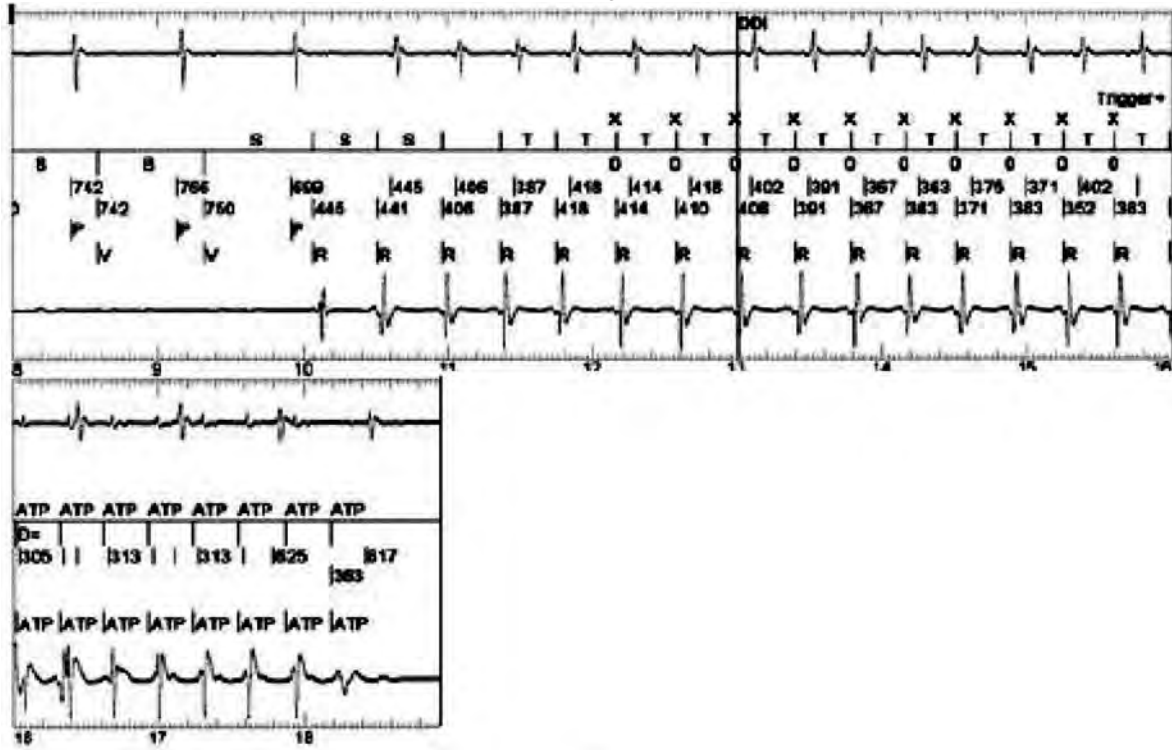
As figuras 3 e 4 mostram exemplos de eletrogramas intracardíacos anotados, recuperados durante a avaliação clínica.

Figura 3 - FIBRILAÇÃO ATRIAL



O EGM mostra uma fibrilação atrial que cai dentro do ramo de frequência V<A. Neste exemplo, o ramo de frequência mostra V<A e o algoritmo de DM evita a entrega de terapia inapropriada, com coincidência com padrões sinusais de 75 – 100%. (O traçado superior é atrial; √ = coincidência com padrão; “=” = Ramo V = A; D = Diagnóstico; T = Taqui (TV-1); S = Sinusal; RS = Retorno ao Sinusal; I = Inibição de diagnóstico; < = ramo V < A ; P = Onda P sentida; R = Onda R sentida.)

Figura 4 - TV COM CONDUÇÃO RETRÓGRADA 1:1



O EGM mostra uma TV com condução retrógrada 1:1 que cai dentro do ramo de frequência V = A. O algoritmo de DM mostra ausência de coincidência entre a amostra armazenada e o eletrograma ventricular, possibilitando a entrega de terapia apropriada. (O traçado superior é atrial; X=não combinam; B=Bradi; D=Diagnóstico; “=” = Ramo de frequência V=A; S=Sinusal; T=Taqui; P= Onda P sentida; R= Onda R sentida; V= Estimulação ventricular; ATP= Estimulação de antitacardica; F=Zona de fibrilação.)

Algoritmo de Discriminação da Morfologia

O algoritmo DM no CDI Atlas™ + DR fornece um discriminador poderoso adicional. Esta característica, fornecida pela St. Jude Medical desde os

primeiros CDIs câmara única Contour® MD, examina a morfologia de uma taquiarritmia detectada, incluindo número, amplitude, seqüência e polaridade dos picos de forma de onda, assim como a área desses picos (figura 5).

Figura 5 - CALCULANDO OS VALORES DE MORFOLOGIA – SOMA DAS DIFERENÇAS



O algoritmo de DM avalia as arritmias com base em suas similaridades com um padrão armazenado do ritmo sinusal normal. Quanto mais parecido com os complexos, maior a probabilidade da arritmia não ser de origem ventricular.

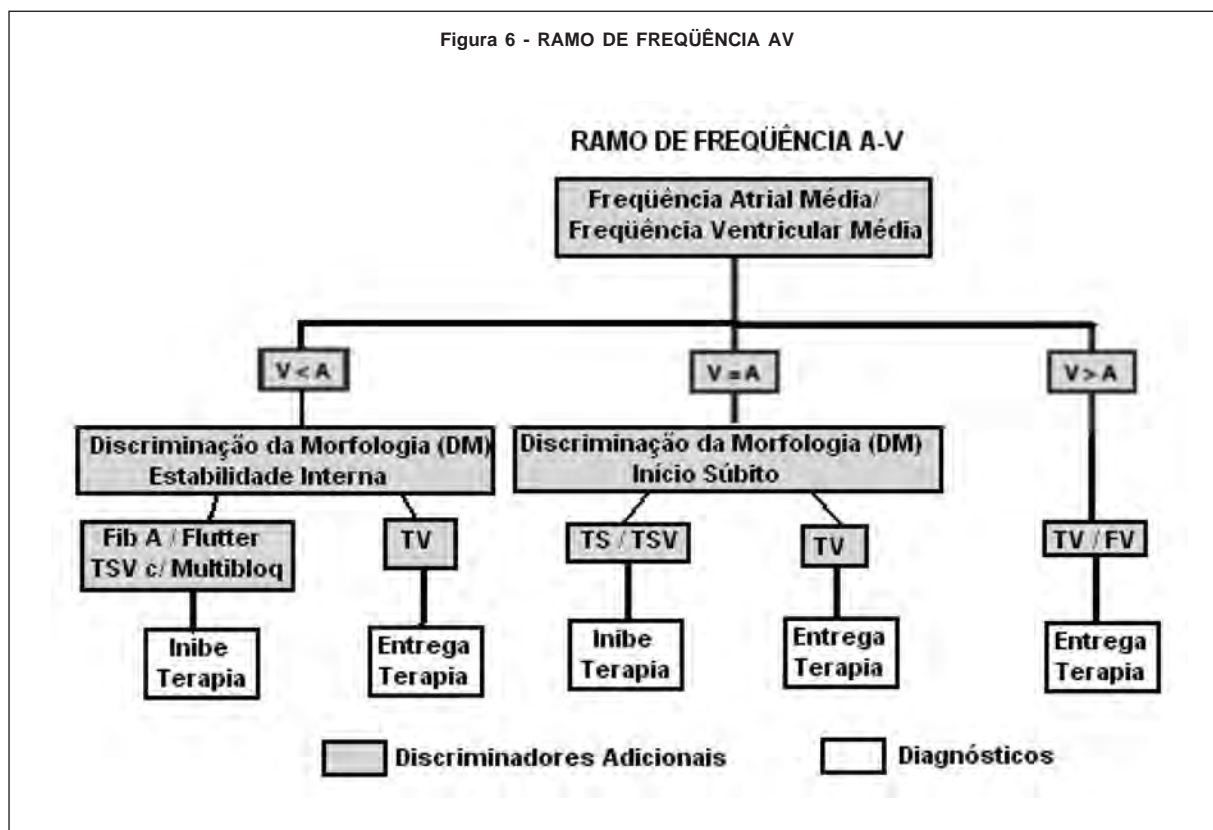
O algoritmo é baseado na observação de que um ritmo originado no ventrículo exibe uma morfologia diferente de um ritmo de origem supraventricular (conforme registrado pelos eletrodos de sensibilidade bipolar na ponta do eletrodo ventricular direito). Ao comparar as características de morfologia da arritmia com um padrão armazenado durante o ritmo sinusal normal, o sistema pode calcular a combinação entre as formas das ondas, propiciando um incremento de especificidade, sem comprometer a sensibilidade da detecção. De fato, durante um estudo clínico feito com o dispositivo Photon® DR, com o algoritmo de DM habilitado, produziu-se uma especificidade de detecção de 84%¹⁰. Um registro mais recente reflete a experiência positiva contínua com o algoritmo¹¹ e sugere que a característica Atualização Padrão Automática adicionada desde o CDI Photon® DR tem valor clínico, compensando as mudanças morfológicas do eletrograma que podem

ocorrer nas primeiras semanas após o implante ou que ocorrem devido a mudanças na medicação ou danos no tecido.

A nova hierarquia

O CDI Atlas™ + DR completa a discriminação do ritmo em um padrão altamente integrado, examinando freqüências atriais e ventriculares imediatamente após a detecção da arritmia na zona de freqüência e usando outro critério apropriado subsequentemente. Os critérios DM, Início Súbito e Estabilidade são usados, mas apenas após uma classificação inicial, pela característica do Ramo de Freqüência AV. A figura 6 ilustra essa abordagem, do início da tentativa de discriminação, por meio da classificação das freqüências atrial e ventricular e da aplicação das ferramentas de discriminação subsequentes, para a decisão da liberação ou não de uma terapia.

Figura 6 - RAMO DE FREQUÊNCIA AV



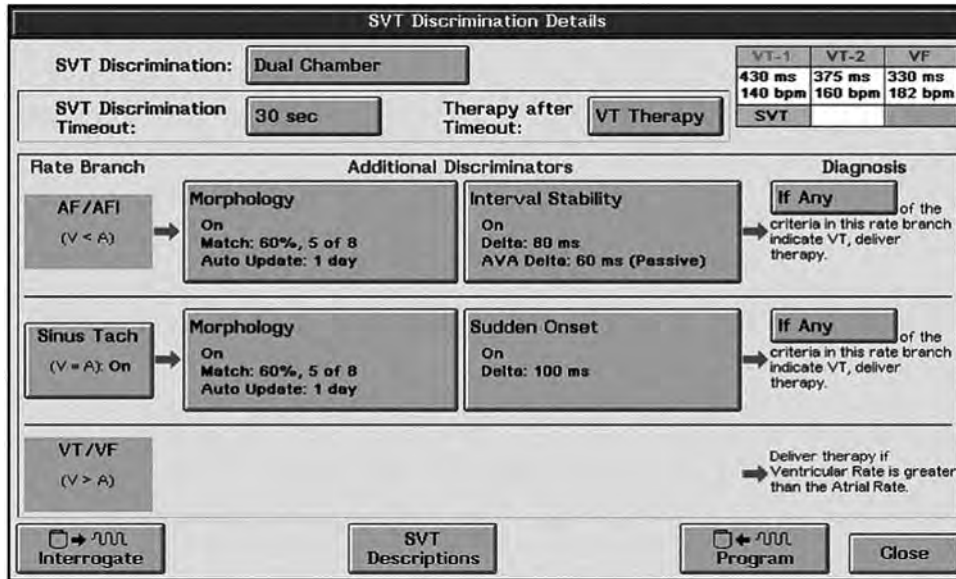
Ramo de Freqüência AV, algoritmo DM, Estabilidade do Intervalo e critério de Início Súbito estão integrados dentro de uma abordagem hierárquica para reduzir as terapias inapropriadas do CDI.

Programação dos Discriminadores

O valor da simplicidade de programação não deve ser subestimado, uma vez que o uso efetivo da antiga tecnologia de discriminação pode reque-

rer conhecimento extensivo da arritmia do paciente, programação cuidadosa e, possivelmente, até terapias de antiarritmia e/ou ablação direcionadas a arritmias não ventriculares².

Figura 7 - ILUSTRAÇÃO DE UMA TELA DE PROGRAMAÇÃO NA QUAL OS PARÂMETROS DE DISCRIMINAÇÃO DE TSV SÃO PROGRAMADOS



Esta tela de programação ilustra o ajuste de parâmetros para discriminação de TSV.

CONCLUSÃO

Ao examinar a relação entre as frequências atrial e ventricular juntamente com a morfologia do eletrograma, o CDI Atlas™ + DR oferece potencial para reduzir acentuadamente a entrega de terapias inapropriadas. A discriminação do ritmo no Atlas™ + DR é uma abordagem hierárquica e integrada que também emprega o algoritmo de Discriminação Morfológica (DM) exclusivo da St. Jude Medical e discriminadores adicionais como Início Súbito e Critério de Estabilidade. A discriminação aperfeiçoada do ritmo pode reduzir significativamente o desconforto do paciente, assim como o tempo de acompanhamento e os custos associados com visitas não planejadas ao hospital, causadas por terapias inapropriadas do dispositivo, entregues em resposta a taquiarritmias não ventriculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Premarket Approval Application for the Photon® DR Implantable Cardioverter Defibrillator System, submitted June 14, 2000, St. Jude Medical, Inc., Suppl. P910023/S033.
- 2 Schaumann A. Managing atrial tachyarrhythmias in patients with implantable cardioverter defibrillators. Am J Cardiol 1999; 83: 214D-217D.
- 3 Anderson MH, Murgatroyd FD, Hnatkova K, et al. Performance of basic ventricular tachycardia detection algorithms in implantable cardioverter defibrillators: Implications for device programming. PACE 1997; 20: 2975-83.
- 4 Barold HS, Newby KH, Tomassoni G, et al. Prospective evaluation of new and old criteria to discriminate between supraventricular and ventricular tachycardia in implantable defibrillators. PACE 1998; 21: 1347-55.
- 5 Brugada J. Is inappropriate therapy a resolved issue with current implantable cardioverter defibrillators? Am J Cardiol 1999; 83: 40D-44D.
- 6 Kopp DE, Burke MC, Verdino RJ, et al. Utility of atrial electrograms in tachycardia discrimination: Early experience with the Ventak AV device. PACE 1998; 21: 971 (Abstract).
- 7 Rosenqvist M, Beyer T, Block M, et al. Adverse events with transvenous implantable cardioverter-defibrillators: A prospective multicenter study. Circulation 1998; 98: 663-70.
- 8 Nunain SO, Roelke M, Trouton T, et al. Limitations and late complications of third-generation automatic cardioverter defibrillators. Circulation 1995; 91: 2204-13.
- 9 Nanthakumar K, Paquette M, Newman D, et al. Inappropriate therapy from atrial fibrillation and sinus tachycardia in automated implantable cardioverter defibrillators. Am Heart J 2000; 139: 797-803.
- 10 PMA for Photon DR ICD.
- 11 Duru F, et al. Morphology discriminator feature for enhanced ventricular tachycardia discrimination in implantable cardioverter defibrillators. PACE 2000; 23: 1365-74.