

Avaliação de marcapasso unicameral de ajuste automático de frequência de pulso mediado por movimentação corporal

Paulo R. BROFMAN*, Danton R. da Rocha LOURES*, Paulo R. F. ROSSI*, Roberto V. ARDITO**, Osvaldo T. GRECO**, Domingo M. BRAILE**, João R. SANT'ANNA***, Fernando A. LUCCHESI****, Renato A. K. KALIL***, Ricardo ELOY*****, Rubens T. BARROS*****, José Carlos S. ANDRADE*****, Aldo PESARINI*****, Paulo R. A. GAUCH*****

RBCCV 44205-38

BROFMAN, P. R.; LOURES, D. R. R.; ROSSI, P. R. F.; ARDITO, R. V.; GRECO, O. T.; BRAILE, D. M.; SANT'ANNA, J. R.; LUCCHESI, F. A.; KALIL, R. A. K.; ELOY, R.; BARROS, R. T.; ANDRADE, J. C. S.; PESARINI, A.; GAUCH, P. R. A. — Avaliação de marcapasso unicameral de ajuste automático de frequência de pulso mediado por movimentação corporal. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.*, 2(3): 157-179, 1987.

RESUMO: Quarenta e oito pacientes com marcapasso unicameral de ajuste automático de frequência de pulso mediado por movimentação corporal (AAI-R/VVI-R) foram avaliados através da eletrocardiografia dinâmica, para correlacionar a atividade física com a variação da frequência de estímulos e teste ergométrico em esteira (pareados e randomizados em modo AAI/VVI e modo AAI-R/VVI-R), para quantificar a capacidade de realizar esforço físico, um mês após o implante do gerador de pulso Activitrax 8400. A idade média dos pacientes era de 46 anos e a etiologia predominante da arritmia que motivou o implante era a miocardiopatia chagásica. O eletrocardiograma ambulatorial mostrou modificações apropriadas na frequência cardíaca (exceto em 1 paciente, que permaneceu em ritmo sinusal). Teste ergométrico no modo AAI-R/VVI-R mostrou elevação significativa na frequência cardíaca com relação ao valor médio controle: de 66,9 + 0,8 ppm para 84,6 + 2,1 ppm aos 14 minutos 90,5 + 2,8 ppm aos 6 minutos e 95,7 + 2,9 ppm aos 8 minutos ($P < 0,05$). O modo AAI-R/VVI-R possibilitou um aumento no tempo de exercício de 20,2% quando comparado ao modo AAI/VVI ($P < 0,05$). Em 12 pacientes, arritmias ventriculares foram detectadas durante o exercício em modo AAI/VVI, mas não no modo AAI-R/VVI-R. No curto período avaliado (1 mês), os pacientes referiram melhora clínica e puderam reassumir vida mais ativa. O gerador de pulsos Activitrax 8400 mostrou-se efetivo e seguro. A estimulação unicameral com variação da frequência de pulso melhorou a capacidade de realizar exercícios físicos, quando comparada com a estimulação em frequência pré-determinada.

DESCRIPTORIOS: marcapassos cardíacos, ajuste automático.

Trabalho realizado no Hospital Evangélico de Curitiba, PR, no Instituto de Moléstias Cardiovasculares de São José do Rio Preto, SP, no Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, no Hospital Santa Isabel de Salvador, BA, na Santa Casa de Misericórdia de Marília, SP, na Escola Paulista de Medicina, São Paulo, SP, na Santa Casa de Misericórdia de Curitiba, PR e no Hospital da Beneficência Portuguesa, São Paulo, SP, Brasil.

Apresentado ao 14º Congresso Nacional de Cirurgia Cardíaca. Salvador, BA, 27 e 28 de março, 1987.

* Do Hospital Evangélico de Curitiba.

** Do Instituto de Moléstias Cardiovasculares de São José do Rio Preto.

*** Do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul.

**** Do Hospital Santa Isabel de Salvador.

***** Da Santa Casa de Misericórdia de Marília.

***** Da Escola Paulista de Medicina.

***** Da Santa Casa de Misericórdia de Curitiba.

***** Do Hospital da Beneficência Portuguesa de São Paulo.

Endereço para separatas: Paulo Brofman, Rua Augusto Stelfeld, 2088. 80430, Curitiba, PR, Brasil.

INTRODUÇÃO

O implante do marcapasso cardíaco artificial (conforme critérios da North American Society for Cardiac Pacing) aumenta a probabilidade de sobrevida e assegura importante melhora na qualidade de vida de pacientes com distúrbio da condução atrioventricular^{12, 13}. Contudo, muitos pacientes apresentam um desempenho cardíaco insatisfatório, condicionado, também, a uma frequência cardíaca predeterminada, e que pode traduzir por limitação ao exercício físico, síndrome do marcapasso ou outros sintomas⁷.

Já nos primórdios da estimulação cardíaca artificial, se procurou desenvolver marcapassos que estimulassem ambas as câmaras do coração, de maneira fisiológica. Os marcapassos bicamerais introduzidos em 1963⁸ não tiveram aplicação clínica inicial expressiva, porque a fonte energética apresentava uma vida muito curta. Mesmo aperfeiçoados, os sistemas bicamerais ainda possuem limitações, como: desempenho do eletrodo atrial diferente do eletrodo ventricular, presença da doença do nó sinusal, custo inicial elevado e complexidade no acompanhamento clínico.

Paralelamente, foram pesquisados outros sistemas que substituíssem a atividade atrial como sensora da demanda metabólica. Vários indicadores biológicos foram considerados, tais como intervalo QT, frequência respiratória, pressão arterial, saturação de oxigênio, nível de catecolaminas, pH, temperatura corporal, atividade muscular¹⁰.

Estes indicadores metabólicos, quando captados por sensores específicos e processados com auxílio de um logaritmo, podem modificar a frequência do marcapasso, que passaria a se ajustar às necessidades do paciente.

Em um grupo de pacientes com marcapasso unicameral de frequência automática mediada pela movimentação corporal, foi pesquisada a capacidade de realizar exercício físico sem e com a frequência automática e esta modalidade de estimulação foi estudada, quanto a seu comportamento, em diferentes atividades exercidas pelos pacientes.

PACIENTES E MÉTODOS

Pacientes

No período de setembro de 1985 até outubro de 1986, foi implantado, em 48 pacientes, um gerador de pulso unicameral com biosensor para ajuste automático de frequência.

A idade dos pacientes variava entre 22 e 60 anos (média de 46 anos), sendo 19 do sexo feminino e 29

do masculino. A sintomatologia pré-operatória era crise de Stokes-Adams em 16 (33,3%) pacientes, dispnéia em 18 (37,5%), palpitações em 13 (27,1%) e relacionada a baixo débito cardíaco em 38 (79,2%). A arritmia que motivou o implante do marcapasso foi bloqueio atrioventricular de 3º grau em 25 (52,1%), bloqueio atrioventricular de 2º grau tipo Mobitz II em 5 (10,4%), bloqueio trifascicular em 2 (4,2%) e doença do nó sinusal em 16 (68,7%) pacientes.

A etiologia da arritmia foi identificada como miocardiopatia em 33 (68,7%), sendo devida a doença de Chagas em 32 (66,7%), pós-cirurgia em 1 (2,1%) e não identificada em 14 (29,2%) pacientes.

O implante do marcapasso foi realizado por via transvenosa em 47 (97,9%) e por via transtorácica em 1 (2,1%) procedimento e, em 2 pacientes, o gerador foi implantado em substituição à unidade em falência. A câmara estimulada foi a atrial em 3 (6,3%) pacientes e a ventricular em 45 (93,7%).

Os geradores de pulso foram posicionados entre tecido celular subcutâneo e músculo peitoral da região peitoral direita ou esquerda, em todos os pacientes, a uma distância média de 1,1 cm da pele.

Na alta hospitalar, o gerador de pulso estava programado no modo AAI-R/VVI-R, com frequência de pulso básica de 60 ou 70 bpm, limiar de atividade médio, faixa de resposta 5 e frequência máxima de 125 bpm (Figura 1).

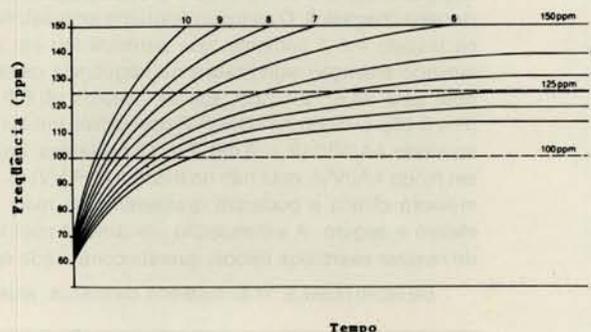


Fig 1 — O aumento da frequência de estimulação do gerador de pulsos Activitrax 8400 apresenta 10 curvas sw resposta (indicadas como 1 a 10) e o limite superior de frequência tem valores de 100 ppm, 125 ppm e 150 ppm (indicados pelas linhas pontilhadas).

Descrição do Gerador de Pulso

O gerador de pulso Activitrax 8400 é um marcapasso bipolar unicameral com capacidade de ajuste automático da frequência de pulso, mediada por um sensor piezoelétrico de cerâmica, posicionado na superfície interna da cápsula de titânio do gerador. Este sensor capta as ondas de pressão mecânica causadas pela atividade

do paciente e os transforma em sinais elétricos que, filtrados e processados, aumentam automaticamente a frequência de estimulação do marcapasso.

A sensibilidade para a filtração das ondas de pressão mecânica causadas pela movimentação corporal pode ser programada em três níveis: baixo, médio e alto.

O aumento da frequência de estimulação apresenta 10 curvas de resposta (1 a 10) e pode ser programado para aumento em tempo mais lento, até aumento em tempo mais rápido (Figura 1).

O tempo de retorno à frequência de estimulação básica, quando o paciente está em repouso, é de aproximadamente 90 segundos.

O limite superior de frequência de estímulo pode ser programado para 100, 125 e 150 pulsos por minuto e a frequência de base, em 60, 70 e 80 pulsos por minuto.

Outros parâmetros programáveis são o modo de estimulação (AAO, AAI, AAI-R, VVO, VVI, VVI-R), a amplitude de pulso, a sensibilidade e a histerese.

Protocolo de Avaliação

Os pacientes foram selecionados entre os candidatos ao implante de marcapasso de acordo com os seguintes critérios: reserva cardíaca capaz de propiciar aumento do débito cardíaco; terapia farmacológica que não interferisse com a capacidade de aumentar a frequência cardíaca; ausência de limitação ao exercício físico, se não por causa cardíaca.

Com 1 mês de pós-operatório, foram realizados registro eletrocardiográfico ambulatorial de 24 horas (sistema Holter) com o marcapasso no modo AAI-R/VVI-R e testes ergométricos em esteira, obedecendo ao protocolo de Naughton e mantendo-se a esteira ergométrica com uma inclinação entre 20 e 30°. Os testes ergométricos foram efetuados em duas séries, com intervalo de 30 minutos, sendo uma com o marcapasso em modo AAI-R/VVI-R e outra no modo AAI/VVI, selecionando-se aleatoriamente o modo para iniciar o teste.

No transcorrer do período de investigação, as características do gerador de pulso foram alteradas, quando indicado, e os valores da reprogramação, registrados juntamente com a causa.

RESULTADOS

Evolução Clínica

Foi registrada uma redução na sintomatologia pré-operatória, em todos os pacientes, sendo que 42 (87,5%) se mantiveram assintomáticos, no período de avaliação. Sintomas referidos individualmente pelos demais pacien-

tes foram cansaço (2 pacientes), tonturas (2 pacientes), palpitações (1 paciente) e dispnéia (1 paciente).

Eletrocardiograma Ambulatorial

Monitorização eletrocardiográfica de 24 horas documentou a modificação da frequência de pulso em modo AAI-R/VVI-R, em 47 pacientes, e 1 paciente permaneceu em ritmo sinusal, durante a avaliação. Doze (25%) pacientes, 11 dos quais com cardiopatia chagásica, mostraram arritmias ventriculares durante o exame. Em 2 (4,2%) pacientes, a alteração da frequência cardíaca foi considerada insatisfatória com relação à atividade física desenvolvida, determinando reprogramação de sensibilidade mecânica e da curva de resposta de frequência.

Teste Ergométrico

A duração média do teste ergométrico foi de $11,3 \pm 1,1$ minutos em modo AAI-R/VVI-R e de $9,4 \pm 0,9$ minutos em modo AAI/VVI ($P < 0,05$), o que representou um aumento de exercício de 20,2%. A frequência cardíaca média, que era de $66,9 \pm 0,8$ bpm antes do teste, elevou-se, na sua interrupção, a $90,1 \pm 6,1$ bpm em modo AAI/VVI e a $101,2 \pm 3,4$ bpm em modo AAI-R/VVI-R ($P < 0,05$, com relação ao valor controle e se comparada com o valor do modo VVI), conforme Figura 2.

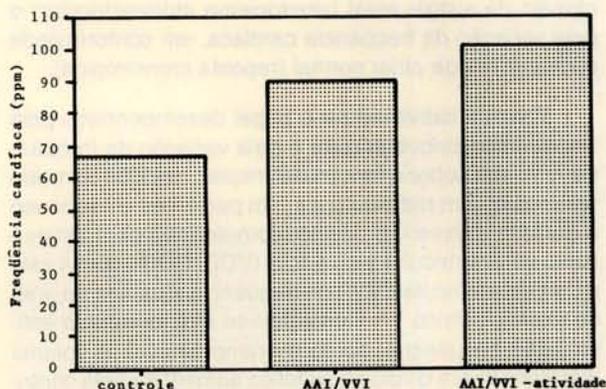


Fig. 2 — Frequência cardíaca previamente ao teste ergométrico (controle) e no momento de sua interrupção quando em modos AAI/VVI e AAI/VVI — atividade.

A elevação da frequência cardíaca durante o exercício em modo AAI-R/VVI-R foi significativa ($P < 0,05$): de um valor controle médio de $66,9 \pm 0,8$ bpm, passou a $84,6 \pm 2,1$ bpm em 4 minutos, a $90,5 \pm 2,8$ bpm em 6 minutos e a $95,7 \pm 2,9$ em 8 minutos; a frequência cardíaca permaneceu próxima destes valores, para os pacientes que continuaram o exercício, conforme indica a Figura 3.

Crítérios para interrupção do teste ergométrico em modo AAI/VVI foram cansaço (36 pacientes, 75,0%), ou arritmias ventriculares (12 pacientes, 25,0%). Em modo AAI-R/VVI-R, estas arritmias não foram detectadas e,

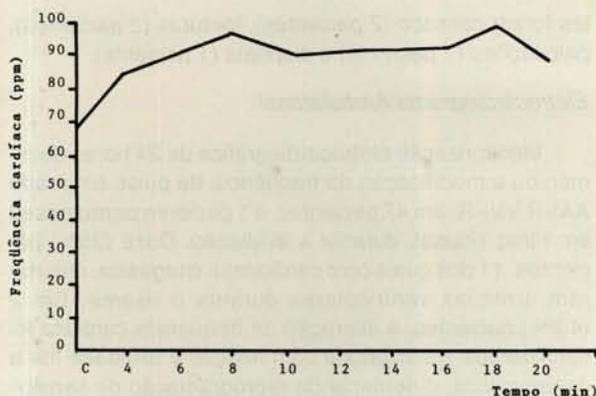


Fig. 3 — Frequência cardíaca durante o teste ergométrico em modo AAI/VVI — atividade.

em todos os pacientes, o exercício foi interrompido devido a cansaço.

DISCUSSÃO

A estimulação fisiológica do coração beneficia o paciente, por propiciar enchimento ventricular adequado através da sístole atrial (sincronismo atrioventricular) e pela variação da frequência cardíaca, em conformidade com a atividade atrial normal (reposta cronotrópica).

Visando individualizar o papel desempenhado pelo sincronismo atrioventricular e pela variação da frequência cardíaca sobre a função ventricular, estudos têm sido realizados com radioisótopos, em pacientes em repouso e durante o exercício supino, comparando-se a estimulação atrioventricular seqüencial (VDD, DDD), com a estimulação ventricular (VVI) de frequência ajustada ao grau de exercício físico^{1, 6}. Constatou-se que, durante a estimulação seqüencial, como no ritmo sinusal, o volume diastólico final e o volume sistólico aumentam pela contribuição atrial, conforme o mecanismo Frank-Starling. Na estimulação ventricular, o volume sistólico se eleva graças a aumento na contratilidade miocárdica, representado por uma redução no volume sistólico final.

Considerando-se que existe um discreto aumento no débito cardíaco ao exercício (aproximadamente 8%), se o modo DDD é comparado ao VVI de frequência corrigida, pois o volume sistólico é aproximado nas duas modalidades de estimulação¹⁴, infere-se que o aumento da frequência cardíaca é mais importante para a hemodinâmica durante o exercício, do que o sincronismo atrioventricular.

Desde que a capacidade de se elevar a frequência cardíaca é fator importante para a hemodinâmica do exercício², o uso de marcapasso unicameral com resposta de frequência de pulso variável, em resposta a outros indicadores que não a atividade atrial, pode ser útil⁴.

A frequência cardíaca pode ser correlacionada com variáveis fisiológicas, tais como: nível de adrenalina, contratilidade miocárdica, frequência respiratória, volume sistólico, intervalo QT, atividade física, saturação de oxigênio, período de pré-ejeção ventricular, pH, pressão arterial e temperatura^{4, 10}.

A atividade física foi investigada como um parâmetro que correlaciona com a frequência cardíaca, durante atividades usuais e ao exercício físico, e uma razoável correspondência foi obtida³. A atividade física oferece, como vantagem, a simplicidade, tendo em vista que o mecanismo sensor é incluído no gerador de pulso e não se requer sensor adicional; um eletrodo convencional é utilizado para a estimulação cardíaca.

O emprego clínico inicial do gerador Activitrax 8400, precedido da avaliação experimental do sensor, mostrou resultados favoráveis^{5, 11} e uma série de pacientes foi investigada, quanto à resposta de frequência cardíaca durante as atividades diárias e no exercício físico programado⁹. Constatou-se que o aumento da frequência cardíaca foi uniforme para os pacientes compreendidos no estudo e de tal magnitude, que pareceu fisiologicamente correto. Observou-se, ainda, que o tempo de tolerância ao exercício físico em esteira ergométrica aumentou em 18,5% e a frequência cardíaca, em 39,7% no modo VVI-Atividade, em relação ao modo VVI. Estes resultados são próximos dos por nós observados, respectivamente, 20,2% e 12,5%

A elevação da frequência de pulso de apenas 12,5%, observada em nossos pacientes, pode ser explicada pelo fato de alguns pacientes apresentarem ritmo sinusal, ou juncional, com elevada frequência, em modo AAI/VVI. É importante ressaltar a supressão das arritmias ventriculares durante o teste ergométrico, quando em modo AAI-R/VVI-R, provavelmente por mecanismo de supressão por superação.

Esta avaliação demonstrou as vantagens da estimulação AAI-R/VVI-R, se comparada a AAI/VVI, em termos de aumento da frequência cardíaca e do tempo de exercício físico. Foi possível constatar, ainda, que o gerador de pulso Activitrax 8400 é um dispositivo seguro e confiável, capaz de estimular o coração e a frequência, compatíveis com as atividades usuais dos pacientes.

RBCCV 44205-38

BROFMAN, P. R.; LOURES, D. R. R.; ROSSI, P. R. F.; ARDITO, R. V.; GRECO, O. T.; BRAILE, D. M.; SANT'ANNA, J. R.; LUCCHESI, F. A.; KALIL, R. A. K.; ELOY, R.; BARROS, R. T.; ANDRADE, J. C. S.; PESARINI, A.; GAUCH, P. R. A. — Evaluation of the activity mode rate variable pulse generator. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.* 2(3): 175-179, 1987.

ABSTRACT: To evaluate the physiologic benefits of the rate response stimulation, 48 patients were submitted to a 24 hours Holter recording and paired tolerance treadmill test (AAI/VVI and AAI-R/VVI-R modes, selected in random order) one month after implantation of an activity sensing pacemaker Activitrix 8400. Mean age of the patients was 46 years and indications for pacing included atrial arrhythmias (16 patients) or A-V conduction disturbances (32 patients, including 25 with complete A-V block). The underlying disease was Chagas cardiomyopathy, in 32 patients. Initial pacemaker setting was: basic rate: 60 or 70 ppm; maximum activity rate: 125 ppm; activity threshold: medium, rate response: 5. The 24 hours Holter recording documented appropriate changes in heart during daily activities. Oversensing, which resulted in pacing interval fluctuations, was diagnosed in two patients and required pacemaker reprogramming. Treadmill test showed a significant increase in heart rate during exercise: mean control value: 66.9 ppm; 4 min.: 84.6 ppm; 6 min.: 90.5 ppm ($P < 0.05$). In the paired test, the AAI/VVI-Activity mode enabled the patients to increase heart rate (12.5%) and exercise time (20.2%; $P < 0.05$). None of the patients presented exercise induced ventricular arrhythmias in mode AAI/VVI-Activity; on the other hand, 12 patients showed ventricular arrhythmia during exercise in mode AAI/VVI. Clinical improvement and more active life was referred by all patients in this short follow-up period. The Activitrix 8400 was effective in improving patients exercise capacity.

DESCRIPTORS: pacemakers, cardiac, rate responsive.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AUSUBEL, K.; STEINGART, R. M.; SHIMSHI, M.; KLEMENTOWICZ, P.; FURMAN, S. — Maintenance of exercise stroke volume during ventricular versus atrial synchronous pacing: role of contractility. *Circulation*, 72(5): 1037-1042, 1985.
- 2 BENCHIMOL, A.; ELLIS, J. G.; DIMOND, E. G. — Hemodynamic consequences of atrial and ventricular pacing with normal and abnormal hearts: effect of exercise at a fixed atrial and ventricular rate. *Am. J. Med.*, 39(6): 911-922, 1965.
- 3 BUNGE, R. & THOMPSON, D. — Sensing internal and external body activities. In: GOMEZ, F. P., ed. *Cardiac pacing*. Madrid Editorial Grouz, 1985. p. 786-791.
- 4 HAUSER, R. G. — Techniques for improving cardiac performance with implantable devices. *Pace*, 7: 1234-1239, 1984.
- 5 HUMEN, D. P.; ANDERSON, K.; BRUMWELL, D.; HUNTLEY, S.; KLEIN, G. J. — A pacemaker which automatically increases its rate with physical activity. In: STEINBACH, K., ed. *Cardiac pacing*. Darmstadt, Steinkopf, 1983. p. 259.
- 6 KRUSE, I. & RYDÉN, L. — Comparison of physical work capacity and systolic time intervals with ventricular inhibited and atrial synchronous ventricular inhibited pacing. *Br. Heart J.*, 46(1): 129-136, 1981.
- 7 McNALLY, E. M. & BENCHIMOL, A. — Medical and physiological considerations in the use of artificial cardiac pacing. I. *Am. Heart J.*, 75(3): 380-398, 1968.
- 8 NATAN, D. A.; CENTER, S.; WU, C. Y.; KELLER, W. — An implantable synchronous pacemaker for the long-term correction of complete heart block. *Circulation*, 27(4): 682-685, 1963.
- 9 RANKING, I. & LINDEMANS, F. — Activitrix: clinical report. Kerkrade, The Netherlands, Medtronic B. V., Clinical Department, Research & Support Centre, 1985.
- 10 RICKARDS, A. F. — Non atrial synchronous rate responsive pacing. In: GOMEZ, F. P., ed. *Cardiac pacing*. Madrid, Editorial Grouz, 1985. p. 755-764.
- 11 RYDEN, L.; SMEDGARD, P.; KRUIZE, I.; ANDERSON, K. — Rate responsive pacing by means of activity sensing. *Stimucœur*, 12(1): 181-184, 1984.
- 12 SIMON, A. B. & ZLOTO, A. E. — Atrioventricular block: natural history after permanent ventricular pacing. *Am. J. Cardiol.*, 41(3): 500-507, 1979.
- 13 SOWTON, E. — The future of cardiac pacing. In: GOMEZ, F. P., ed. *Cardiac pacing*. Madrid, Editorial Grouz, 1985. p. 1613-1620.
- 14 VIDEEN, J. S.; HUANG, S. K.; BAZGAN, I. D.; MECHLING, E.; PATTON, D. D. — Hemodynamic comparison of ventricular pacing, atrioventricular sequential pacing, and atrial synchronous ventricular pacing using radionuclide ventriculography. *Am. J. Cardiol.*, 57: 1305-1311, 1986.

AGRADECIMENTO: Os autores agradecem ao Dr. Naim Sawaya, pela inestimável colaboração no manuseio dos dados estatísticos.