

## Monitoramento do índice biespectral em cães

### Bispectral index monitoring in dogs

Piedad Natalia Hena Guerrero<sup>1</sup>; Newton Nunes<sup>2\*</sup>

---

#### Resumo

Atualmente, na tentativa de complementar a monitoração anestésica dos pacientes, utilizam-se a análise de variáveis clínicas ou técnicas eletrofisiológicas. Entretanto, é difícil utilizá-las para se obterem informações determinantes e uniformes dos planos anestésicos, para todos os agentes anestésicos. Conseqüentemente, foi desenvolvido, através de múltiplas investigações e avanços tecnológicos, o que se pode definir como monitor de profundidade anestésica, o monitor de índice biespectral (BIS). Desta forma, objetivou-se com este trabalho, fornecer informações a respeito do monitoramento do BIS, em cães. Além disso, foram abordadas considerações relativas ao seu desenvolvimento, função, manipulação adequada e aspectos referentes ao comportamento desta variável quando usada com diferentes agentes anestésicos.

**Palavras-chave:** Anestesia, índice biespectral, eletroencefalograma.

---

#### Abstract

Nowadays, in the attempt to complement anesthetic patient monitoring, clinical variables analyzes and electrophysiologic techniques are being used. However it is difficult to obtain determinant and uniform information about anesthetic plans for all types of anesthetic agents. Consequently, a monitor of anesthetic depth known as bispectral index (BIS) has been developed through multiple studies and technical advances. Therefore, this review aimed to provide information about the BIS in dogs. Additionally, considerations related to its development, function and proper manipulation were made, and also behavior aspects of this parameter when applied in different anesthetics.

**Key words:** Anesthesia, bispectral Index, electroencephalogram.

#### Introdução

Durante a evolução da Anestesiologia, um dos principais objetivos tem sido avaliar a profundidade anestésica na qual o paciente se encontra. Os primeiros parâmetros descritos por Snow, em 1847 referem-se a 5 estágios na anestesia com o éter. Mais tarde, Guedel reafirmaria e definiria melhor estes

estágios, os quais são utilizados até hoje pelos anestesistas, como guia para determinar a profundidade da anestesia.

Atualmente, na tentativa de complementar esta avaliação, utilizam-se a análise de variáveis clínicas ou técnicas eletrofisiológicas. Alguns destes parâmetros incluem freqüências respiratória e

---

<sup>1</sup> Pós-graduanda em Cirurgia Veterinária – Área de Concentração em Cirurgia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

<sup>2</sup> Professor Doutor, Depto. de Clínica e Cirurgia Veterinária. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, CEP: 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: newton@fcav.unesp.br

\* Autor para correspondência.

cardíaca, movimento ocular, diâmetro pupilar e pressão arterial, entre outros. Entretanto, não é possível utilizar estes sinais clínicos para se obterem informações determinantes e uniformes da profundidade anestésica para todos os agentes anestésicos. Conseqüentemente, foi desenvolvido, através de múltiplas investigações e avanços tecnológicos, o que se pode definir como monitor de profundidade anestésica, o monitor de índice biespectral (BIS), com ele é possível avaliar objetiva e numericamente, o estado de sedação ou hipnose em que o paciente se encontra e desta forma, determinar o estado da profundidade anestésica.

Porém, seu uso na monitoração da anestesia em cães é, ainda, pouco conhecido, mas já começa a ser alvo de múltiplas pesquisas com o intuito de estabelecer sua aplicabilidade e sua efetividade para determinar a profundidade anestésica frente a diversos agentes anestésicos. Desta forma, objetivou-se com este trabalho fornecer informações a respeito do BIS. Além disso, foram abordadas considerações relativas ao seu desenvolvimento, função, manipulação adequada e aspectos referentes ao comportamento desta variável quando usada com diferentes agentes anestésicos.

### Índice Biespectral (BIS)

A eletroencefalografia tem sido utilizada como ferramenta útil, na tentativa de se determinar a profundidade anestésica. Contudo, devido à necessidade de treinamento específico e experiência para sua interpretação, não tem sido possível introduzi-la na rotina hospitalar (BARD, 2001). Porém, graças ao desenvolvimento de novas tecnologias e avançados métodos estatísticos, partindo do processamento do eletroencefalograma (EEG), foi possível desenvolver o Índice Biespectral (SHAPIRO, 1999).

O BIS é uma variável derivada da análise biespectral do EEG. Este é um caso especial de análise poli-espectral e tem sido aplicada para caracterizar o EEG durante a anestesia (LIU et al.,

1993; ABKE et al., 1996). Complementarmente, determina os componentes tanto do EEG linear, também chamado de *espectro de potência*, os quais compreendem frequência e amplitude das ondas, como do não linear que incluem a fase e ritmo destas. Além disso, quantifica o nível de sincronização dos sinais eletroencefalográficos (interação das fases de interfrequência), através do exame dos componentes de frequência fundamental e a sua conexão com o padrão rítmico associado à análise estatística de ordem superior (KEARSE et al., 1994; SEBEL et al., 1997).

A análise biespectral usa uma combinação de subparâmetros do EEG, os quais foram selecionados depois da análise de mais de 1500 eletroencefalogramas (cerca de 5000 horas de mensurações) provenientes de pacientes que receberam diferentes agentes hipnóticos, a fim de demonstrar limites específicos das fases do efeito anestésico. Posteriormente, estes parâmetros foram combinados e depositados no software do equipamento, sendo este último, responsável por comparar o resultado do registro atual com os já armazenados e lançar o valor final que indicará a associação com determinado estado de hipnose (RAMPIL, 1998; ROSOW; MANBERG, 1998; TODD, 1998).

O BIS, finalmente, é exposto como um número puro, sem unidade, entre 0 e 100. Obedecendo a escala numérica que o caracteriza, observa-se BIS = 100 (paciente acordado); BIS = 70 (sedação profunda); BIS = 60 (anestesia geral); BIS = 40 (hipnose profunda); BIS = zero (EEG isoeletrico) (JOHANSEN; SEBEL, 2000; BARD, 2001). Esta escala numérica é obtida por meio do monitor da Aspect Medical System (Natick, Massachusetts-U.S.A), o qual é o único aprovado desde outubro de 1996 pelo Food and Drug Administration (FDA) para medir os estados anestésicos do sistema nervoso central (SNC) (RAMPIL, 1998; BARD, 2001).

Para melhor compreensão, alguns autores (SIGL; CHAMOUN, 1994; SHAPIRO, 1999) resumiram o BIS em cinco aspectos. Primeiro, a análise

biespectral do EEG gera informações concernentes a interações entre áreas corticais e subcortais, as quais variam com quantidades aumentadas de agentes hipnóticos. Segundo, o BIS é empírico; é uma medida derivada estatisticamente. Terceiro, o BIS mede um estado do cérebro ou a resposta do SNC frente aos fármacos e não a concentração de um agente específico. Quarto, a interpretação do BIS deveria ser feita sobre a suposição que a sedação ou hipnose produz um estado de sono, que inclui ausência do despertar e de recordação. Quinto, valores do BIS perto de 100 referem um paciente acordado, logo, quanto menor o valor do BIS, maior será a depressão do SNC.

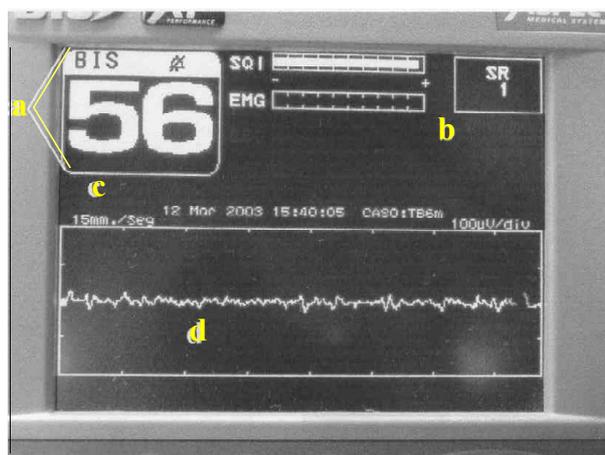
### Descrição do Aparelho

O equipamento A-2000 XP<sup>a</sup>, da Aspect Medical System, compõe-se basicamente de um monitor, um conversor digital de sinal (DSC), cabo de interface para o paciente (PIC), cabo de interface para o monitor e o sensor (Fig. 1). O monitor, por sua vez, possui um painel frontal e a tela, a qual constitui-se de quatro regiões separadas (Fig. 2). A região numérica apresenta de forma legível o valor atual do BIS, cujo formato varia de um número delineado durante os períodos de sinal baixo, correspondendo com índice de qualidade do sinal (SQI) menor de 50, até um número cheio frente à melhora do sinal ou seja SQI acima de 50. Os ícones de alarme apagado e bateria baixa, também são expostos nesta região (ASPECT MEDICAL SYSTEMS, 2001).

Na região de qualidade de sinal são apresentados o SQI, com escala de 0 a 100 e intervalos a cada 10; a taxa de supressão (SR) calculada para indicar se existe uma condição isoelétrica; o indicador de eletromiografia (EMG) para registro de atividade muscular como também de artefatos de alta frequência. Além disso, o traçado do eletroencefalograma (EEG), com opção de velocidade de varredura variando entre 15, 25 ou 30 mm/seg. e amplitude de 5, 10, 25, 50 ou 100  $\mu$ V/divisão.



**Figura 1.** Equipamento A-2000 BIS XP e acessórios. (1) Monitor. (2) Cabo de interface para o monitor. (3) Conversor digital de sinal. (4) Cabo de interface para o paciente. (5) Sensor pediátrico XP. Fonte: Serviço de Anestesiologia em Pequenos Animais do Hospital Veterinário Gov. Laudo Natel – FCAV – UNESP – Câmpus de Jaboticabal.



**Figura 2.** Tela do monitor do A-2000 BIS XP. (a) Região numérica. (b) Região de qualidade de sinal. (c) Região de mensagens de texto. (d) Região de gráficos. Fonte: Serviço de Anestesiologia em Pequenos Animais do Hospital Veterinário Gov. Laudo Natel – FCAV – UNESP – Câmpus de Jaboticabal.

As mensagens de texto, para indicar o estado do monitor ou possíveis erros, aparecerão na região central da tela. Condições tais como desconexão ou falha do DSC, erro na checagem da impedância do sensor ou possíveis estados referentes ao paciente, acompanhar-se-ão do toque do alarme e de um código específico para cada situação, cujo significado e a correspondente ação a ser feita, visando à resolução do

problema, encontram-se no manual de operação do equipamento (ASPECT MEDICAL SYSTEMS, 2001).

Na parte inferior da tela se dispõe a região de apresentação dos gráficos. Inicialmente, nesta aparecerão as instruções para ligar o DSC ao monitor e o sensor ao PIC e posteriormente, o reporte de checagem da impedância do sensor e de sua integridade. Finalmente, será apresentado o gráfico da tendência do BIS por períodos de uma hora. Além disso, o equipamento permite escolher gráficos alternativos, tais como gráfico de distribuição de densidade espectral (DSA), que mostra as variações na distribuição do espectro de potência através do tempo; o gráfico do traçado do EEG, a grande escala e o registro do BIS, apresentando a cada minuto valores mínimos e máximos de BIS além do valor das médias de BIS, EMG, SR e SQI.

### Posicionamento do Sensor no Paciente

Antes de realizar o posicionamento do sensor, é importante que se faça uma criteriosa preparação da pele do paciente para assim, se obter uma boa qualidade do sinal. Após tricotomizar a área da cabeça, compreendida entre a região frontal e a região zigomática, esta deve ser preparada com álcool e éter para eliminar a gordura. O sensor pediátrico XP<sup>b</sup>, o mais adequado para uso em cães, é composto por três eletrodos. O eletrodo primário é posicionado na linha média, num ponto localizado a um terço da distância entre a linha que conecta os processos zigomáticos esquerdo e direito e a parte mais distal da crista sagital que é palpável. O eletrodo terciário ou terra posiciona-se rostral ao trago da orelha direita e o eletrodo secundário sobre o osso temporal, na distância média compreendida entre os eletrodos anteriores (Fig. 3) (Informação verbal)<sup>3</sup>

Uma vez posicionado corretamente o sensor, este deve ser ligado ao PIC para proceder a verificação da validade e da impedância dos eletrodos. O valor

máximo de impedância não deve ser superior aos 7,5 K $\Omega$ , para que o aparelho permita o início da monitoração do BIS.

Já iniciado o processo de monitoração, cabe ao anestesiológista responsável determinar se os dados apresentados na tela são aceitáveis, antes de confiar no valor numérico proporcionado pelo equipamento.



**Figura 3.** Posição do sensor pediátrico BIS XP. Fonte: Serviço de Anestesiologia em Pequenos Animais do Hospital Veterinário Gov. Laudo Natel – FCAV – UNESP – Câmpus de Jaboticabal.

### Uso Clínico

Vários estudos têm sido realizados no Homem, utilizando-se diversos anestésicos e observando-se sua correlação com a profundidade anestésica (PLAUD; BILLARD; DEBAENE, 1997; TAKKALLAPALLI et al., 1999). Quando fármacos hipnóticos como o propofol ou isoflurano são usados como anestésicos primários, apresenta-se uma boa correlação entre as alterações no BIS e a probabilidade de resposta à incisão de pele. Mas, quando analgésicos opióides são utilizados em adição aos anestésicos, previamente ao estímulo, esta correlação torna-se menos significativa. Deste modo, indivíduos com um perfil eletroencefalográfico aparentemente leve, não poderão responder da mesma forma. Assim sendo, o ajuste da dose dos anestésicos a fim de se obter um valor baixo do BIS,

<sup>3</sup> Comunicação Pessoal com Stephen Greene, 2002.

resultará em menor probabilidade de movimento, em resposta ao estímulo cirúrgico (SEBEL et al., 1997).

Em voluntários saudáveis, foram utilizados propofol, midazolam, isoflurano e alfentanil e descreveu-se que o BIS se correlacionou melhor com a predição da perda da consciência e responsividade do que as concentrações plasmáticas do propofol (GLASS et al., 1997). Paralelamente, foi relatado que a perda da consciência é estatisticamente diferente entre o propofol e o tiopental, o que indica o potencial do BIS para antecipar as probabilidades de retorno da consciência, com diferentes agentes hipnóticos (FLAISHON et al., 1997).

Outros dos benefícios reportados, além da segurança e a eficácia da monitoração com o BIS, como uma medida farmacodinâmica das respostas dos pacientes, quando anestesiados com propofol-alfentanil-óxido nitroso, seriam a diminuição na quantidade de propofol usada, recuperação mais rápida quando comparada com a prática clínica normal e ainda mais, poderia resultar em benefícios econômicos potenciais (GAN et al., 1997).

Em pacientes nos quais o sono foi induzido apenas com propofol (SAKAI et al., 1999), foi observado que a adição da cetamina reverteu a diminuição do BIS. Da mesma forma, indivíduos que apresentaram um BIS oscilando entre 70 e 60 ou menos, depois de sedados com midazolam, obtiveram um aumento para 90 quando induzidos à anestesia com cetamina (MOK; WU; HAN, 2000). Porém, Friedberg (1999) observara que o agente dissociativo pode bloquear o aumento do BIS, após estímulo nociceptivo durante anestesia com propofol. Assim concluiu-se que a cetamina tem um efeito paradoxal sobre o BIS, aumentando seu valor, quando o paciente na realidade encontra-se sob pleno efeito anestésico (MORIOKA et al., 1997).

Durante anestesia com sevoflurano, o conhecimento do BIS não permitiu prever movimentos quando da incisão de pele (KATOH; SUZUKI; IKEDA, 1998). Não obstante, após avaliação do desempenho do BIS com a fração

expirada do sevoflurano, Billard et al. (1996) concluíram que a monitoração da profundidade anestésica usando o BIS é útil para otimizar a administração dos anestésicos voláteis.

A adoção da monitoração do BIS dentro dos centros cirúrgicos foi associada com o uso de concentrações menores de sevoflurano (PAVLIN et al., 2001) e isoflurano (GUIGNARD et al., 2001) para manter a anestesia e com diminuição no tempo de recuperação, em humanos submetidos a anestesia geral para cirurgia ambulatorial.

Em cães anestesiados com sevoflurano, encontrou-se que com CAM de 0.8, 1.0 e 1.5 os valores do BIS foram  $77 \pm 3.7$ ,  $72 \pm 0.5$  e  $57 \pm 7.0$ , respectivamente, demonstrando assim, que o BIS varia inversamente com a profundidade anestésica e pode, ainda, quantificar a depressão do SNC durante a anestesia pelo sevoflurano (GREENE; TRANQUILLI; BENSON, 2000; GREENE et al., 2002).

Em estudo realizado com caprinos anestesiados pelo isoflurano, encontrou-se que o BIS reduziu de 95, no momento do decúbito, para 65 e 64, quando ocorreu a perda dos reflexos corneal e interdigital, respectivamente. Assim sendo, conclui-se que a monitoração da profundidade anestésica, com o agente empregado, pode ser feita com o uso do BIS, porém, são necessários estudos que corroborem sua sensibilidade e a sua especificidade (ANTOIGNINI; WANG; CARSTENS, 2000).

## Considerações Finais

O monitoramento do BIS tem demonstrado ser uma ferramenta útil dentro da rotina hospitalar humana, pois oferece um acompanhamento muito mais próximo e fidedigno dos planos anestésicos dos pacientes. Embora seu custo ainda represente um grande obstáculo, a sua validação a partir de pesquisas científicas feitas em espécies animais, permitirá, num futuro próximo, convertê-lo no parâmetro de eleição para a determinação da profundidade anestésica, complementando assim o

arsenal de técnicas que permitirá ao Anestesiologista Veterinário, atuar de forma precoce, precisa e eficiente, no controle e manutenção da anestesia.

### Fontes de Aquisição

- a. A-2000 System XP Bispectral Index Monitor - Aspect Medical Systems, Inc.
- b. BIS Pediatric Sensor - Aspect Medical Systems, Inc.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido.

### Referências

ABKE, J.; NAHM, W.; STOCKMANN, G.; KALKMAN, C.; KOCHS, E. Detection of inadequate anesthesia by EEG power and bispectral analysis. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.85, n.3a, p.447A, 1996.

ANTOGNINI, J. F., WANG, X. W., CARSTENS, E. Isoflurane anaesthetic depth in goats monitored using the bispectral index of the electroencephalogram. *Veterinary Research Communications*, Amsterdam, v.24, n.6, p. 61-370, 2000.

ASPECT MEDICAL SYSTEMS. *A-2000™ bispectral index™ (bis™) monitoring system: operating manual*. Newton, 2001.

BARD, J. W. The BIS monitor: a review and technology assessment. *American Association of Nurse Anesthetists Journal*, Chicago, v.69, n.6, p.477-483, 2001.

BILLARD, V.; PLAUD, B.; BOULAY, G.; BOCQUET, R.; DEBAENE, B. Monitoring induction and maintenance of sevoflurane anesthesia by bispectral analysis of EEG: preliminary report. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.85, n.3a, p.352A, 1996.

FLAISHON, R.; WINDSOR, A.; SIEL, J.; SEBEL, P.S. Recovery of consciousness after thiopental or propofol: Bispectral index and isolated forearm technique. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.86, n.3, p.613-619, 1997.

FRIEDBERG, B.C. The effect of a dissociative dose of ketamine and the bispectral index (BIS) during propofol

hypnosis. *Journal of Clinical Anesthesia*, Stoneham, v. 11, n.1, p. 4-7, 1999.

GAN, T.J.; GLASS, P.S.; WINDSOR, A.; PAYNE, F.; ROSOW, C.; SEBEL, P.; MANBERG, P. et al. Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil and nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*, Philadelphia, v. 87, n. 4, p. 808-815, 1997.

GLASS, P.S.; BLOOM, M.; KEARSE, L.; ROSOW, C.; SEBEL, P.; MANBERG, P. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology*, Philadelphia, v. 86, n. 4, p. 836-847, 1997.

GREENE, S. A.; TRANQUILLI, W. J.; BENSON, G. J. Canine bispectral index varies inversely with sevoflurane anesthetic depth. In: WORLD CONGRESS OF VETERINARY ANAESTHESIA, 7., 2000, Berna. *Proceedings...* Berna: World Veterinary Association, 2000. p. 81.

GREENE, S. A.; BENSON, G. J.; TRANQUILLI, W. J.; GRIMM, K. A. Relationship of canine bispectral index to multiple levels of sevoflurane minimal alveolar concentration, using patch or subdermal electrodes. *Comparative Medicine*, Memphis, v.52, n.5, p. 424-428, 2002.

GUIGNARD, B.; COSTE, C.; MENIGAUX, C.; CHAUVIN, M. Reduced isoflurane consumption with bispectral index monitoring. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, Copenhagen, v.45, n.3, p.308-314, 2001.

JOHANSEN, J. W.; SEBEL, P. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.93, n. 5, p.1336-1344, 2000.

KATOH, T.; SUZUKI, A.; IKEDA, K. Electroencephalographic derivatives as a tool for predicting the depth of sedation and anesthesia induced by sevoflurane. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.88, n. 3, p.642-650, 1998.

KEARSE, L.A.; MANBERG, P.; DEBROS, F.; CHAMOUN, N.; SINAI, V. Bispectral analysis of the electroencephalogram during induction of anesthesia may predict hemodynamic responses to laryngoscopy and intubation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Limerick, v.90, n.3, p.194-200, 1994.

LIU, J.; WU, G.; SINGH, H.; GAINES, G. Y.; WHITE, P.F. Use of EEG bispectral analysis for assessing depth of sedation. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.79, n.3a, p.445A, 1993.

MOK, M. S., WU, C. C., HAN, S. R. EEG bispectral index monitoring of midazolam-ketamine anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*, Baltimore, v.90, suppl.2, p.S224, 2000.

- MORIOKA, N.; OZAKI M.; MATSUKAWA T.; SESSLER D.I.; ATARASHI K.; SUZUKI H. Ketamine causes a paradoxical increase in the bispectral index. *Anesthesiology*, Philadelphia, v.87, supl.3, p.A502, 1997.
- PAVLIN, D. J.; HONG, J. Y.; FREUND, P. R.; KOERSCHGEN, M. E.; BOWER, J. O.; BOWDLE, T. A. The effect of bispectral index monitoring on end-tidal gas concentration and recovery duration after outpatient anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*, Baltimore, v. 93, n.3, p.613-619, 2001.
- PLAUD, B., BILLARD, V., DEBAENE, B. BIS predict inadequate level of anesthesia during sevoflurane administration. *Anesthesiology. Philadelphia*, v.87, supl.3, p. A326, 1997.
- RAMPIL, I. J. A primer for EEG signal processing in anesthesia. *Anesthesiology*. Philadelphia, v.89, n. 4, p.980-1002, 1998.
- ROSOW, C.; MANBERG, P. J. Bispectral index monitoring. *Anesthesiology Clinics of North America.*, Phyladelphia, v.2, p.89-107, 1998.
- SAKAI, T.; SINGH H.; MI W.D.; KUDO T.; MATSUKI A. The effect of ketamine on clinical endpoints of hypnosis and EEG variables during propofol infusion. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, Copenhagen, v.43, n.2, p. 212-216, 1999.
- SEBEL, P. S.; LANG, E.; RAMPIL, I. J.; WHITE, P. F.; CORK, R.; JOPLING, M.; SMITH, N.T.; GLASS, P. S. A.; MANBERG, P. A multicenter study of the bispectral electroencephalogram analysis for monitoring anesthetic effect. *Anesthesia and Analgesia*. Baltimore, v.84, n.4, p. 891-899, 1997.
- SHAPIRO, B. A. Bispectral index: Better information for sedation in the intensive care unit?. *Critical Care Medicine*, Baltimore, v.27, n.8, p.1663-1664, 1999.
- SIGL J. C.; CHAMOUM N. G. An introduction to bispectral analysis for the electroencephalogram. *Journal of Clinical Monitoring*, Boston, v.10, n. 6, p.392-404, 1994.
- TAKKALLAPALLI, R.; MEHTA, M.; DELIMA, L.; PATEL, A.; MAY, W.; EICHHORN, J. Bispectral index: can it predict arousal from noxious stimuli during GA? *Anesthesia and Analgesia*, Baltimore, v.88, n.2, supl 1, p. 424, 1999.
- TODD, M. M. EEG's, EEG processing, and the bispectral index. *Anesthesiology*. Philadelphia, v.89, n.4, p.815-817, 1998.

