

Capnografia no paciente não intubado

Dr. Gita Nath^{1†}, Dr. Samir Inayath¹

¹ Consultor anestesiológico, Axon Anaesthesia Associates, Hyderabad, Índia

Editado por: Dra. Lara Herbert, Anestesista Consultora, Royal Cornwall Hospitals NHS Trust, Truro, Inglaterra

[†]E-mail do autor correspondentedrgitanath@hotmail.com

Publicado em 22 de outubro de 2024



PONTOS-CHAVE

- A capnografia pode ser realizada em pacientes com e sem dispositivos de vias aéreas.
- A capnografia detecta uma alteração na ventilação até 4 minutos antes da dessaturação arterial, especialmente quando é administrado oxigênio suplementar.
- Em pacientes não intubados, o valor exato da pressão parcial do CO₂ expirado é menos importante do que qualquer alteração em relação à linha de base no padrão respiratório, na frequência ou na leitura do CO₂ expirado.
- Durante a sedação do procedimento, a adição da capnografia diminui muito o risco de hipóxia e, portanto, é recomendada por todas as principais diretrizes.

INTRODUÇÃO

O papel indispensável da capnografia no monitoramento da função respiratória tem se tornado cada vez mais evidente na prática da anestesia. Este artigo se concentra na capnografia em pacientes não intubados e explora o lugar da capnografia fora da sala de cirurgia, incluindo unidades de terapia intensiva (UTIs), anestesia em salas não cirúrgicas, transporte de pacientes e o departamento de emergência.

DEFINIÇÕES

Capnometria é a medição numérica da concentração ou pressão parcial de CO₂ em uma amostra de gás. A capnografia é o monitoramento contínuo da concentração ou da pressão parcial de CO₂ em gases respiratórios em relação ao tempo. A capnografia colorimétrica determina qualitativamente a presença de CO₂ por meio de um indicador dependente de pH.

A capnografia de fluxo principal ou não-divergente mede a pressão parcial do CO₂ final (P_{ET}CO₂) nas vias aéreas, fornecendo uma medição em tempo real. A capnografia de fluxo lateral ou de desvio transporta a amostra de gás do paciente para um analisador de gás localizado no monitor, resultando em um atraso de alguns segundos. Os analisadores de fluxo lateral são menos volumosos do que os analisadores convencionais, o que os torna convenientes para uso em pacientes não intubados, já que a linha de amostragem pode ser instalada em qualquer dispositivo de vias aéreas, inclusive uma máscara facial.

HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO

A Lei de Beer-Lambert, formulada em 1852, descreve a relação logarítmica dos componentes de misturas de gases e soluções com a luz absorvida. Tyndall fez a primeira medição de CO₂ no ar exalado com um analisador de infravermelho (do tamanho de uma sala).

Um teste on-line está disponível para educação médica contínua (CME) autodirigida. Estima-se que leve 1 hora para ser concluído. Registre o tempo gasto e informe-o ao seu órgão de credenciamento se desejar reivindicar pontos de CME. Um certificado será concedido após a aprovação no teste. Consulte a política de credenciamento [aqui](#).

[FAZER O TESTE ON-LINE](#)

A introdução da célula de Luft em 1937 e o desenvolvimento de analisadores de CO₂ respiratório resultaram no primeiro uso clínico em 1961. A capnografia foi recomendada nas diretrizes da Sociedade Americana de Anestesiologistas de 1986 e tornou-se um padrão de atendimento em 1991.

PRINCÍPIOS DA CAPNOGRAFIA

Os cinco métodos físicos de medição da concentração de CO₂ são a espectrografia de absorção no infravermelho, a correlação molecular, a espectrografia Raman, a espectrografia de massa e a espectrografia fotoacústica. A espectrografia de absorção no infravermelho é a técnica mais comum devido à sua simplicidade, precisão e confiabilidade. Ela se baseia na absorção de luz infravermelha de um comprimento de onda específico (4,27 mm) pelo CO₂. Quando um feixe de luz infravermelha passa pela amostra de gás, qualquer CO₂ na amostra absorve parte da luz e diminui a quantidade de luz que chega ao sensor. As alterações na intensidade da luz são então convertidas em sinais elétricos e exibidas no monitor.

Como visto na Figura 1, nos monitores de fluxo principal, a célula de amostra está diretamente no caminho dos gases respiratórios, com a fonte de infravermelho e o fotodetector em cada lado. Nos monitores de fluxo lateral, o mecanismo de medição está no corpo principal do monitor e consiste em uma bomba (para aspirar o gás), a câmara de amostragem, a fonte de infravermelho e o fotodetector.

As colisões com outras moléculas, como o oxigênio e o óxido nítrico, ampliam o espectro de absorção do CO₂, causando um pequeno erro na medição. Um fator de correção é aplicado pelos analisadores modernos, que monitoram os outros gases da mistura. Um refinamento adicional é a tecnologia de microstream, que é altamente específica para o CO₂ e, portanto, não é afetada por outros gases. A taxa de amostragem nesses monitores é muito menor, o que os torna adequados para pacientes menores.

FORMAS DE ONDA DA CAPNOGRAFIA

As 4 fases e os 2 ângulos a seguir são mostrados na Figura 2:

- Fase I (expiração): reflete o gás inspirado, que é desprovido de CO₂ e deve estar em 0.
- Fase II (ascensão expiratória): devido à expiração do gás do espaço morto anatômico misturado com algum gás alveolar.
- Fase III (platô alveolar): representa a exalação de gás alveolar, rico em CO₂. A P_{ET}CO₂ é medida no final dessa fase.
- Fase IV (descida inspiratória): reflete o início da próxima respiração, com o conteúdo de CO₂ retornando rapidamente a 0.
- a Ângulo: a transição da fase II para a fase III; normalmente 108°.
- b Ângulo: a transição da fase III para a fase IV (o início da inspiração).

A P_{ET}CO₂ é uma medida indireta da pressão parcial de CO₂ no sangue arterial (PaCO₂). Em indivíduos saudáveis, a diferença entre a PaCO₂ e a P_{ET}CO₂ é muito pequena (diferença normal de 4 a 5 mm Hg), mas aumenta com o aumento do espaço morto alveolar.

Os espaços mortos anatômicos e do aparelho combinados causam reinalação de CO₂ e, portanto, diminuem a ventilação alveolar para uma determinada ventilação por minuto. Um grande espaço morto do aparelho composto por um filtro trocador de calor e umidade, suporte de cateter, e outras conexões levaria à hipercapnia, que se reflete em uma alta P_{ET}CO₂. Isso é especialmente significativo em bebês e neonatos.

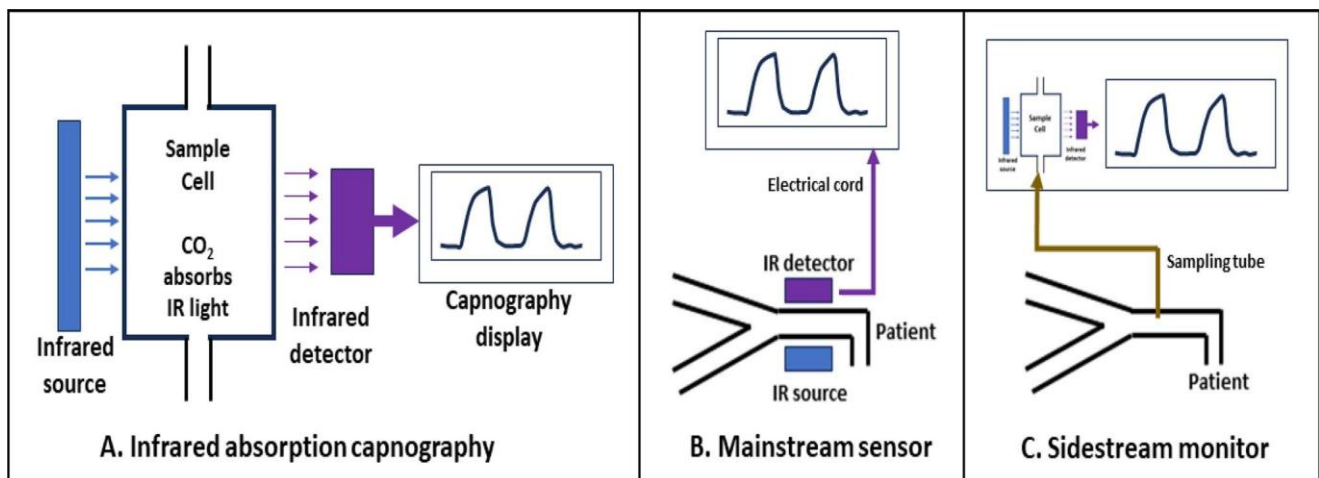


Figura 1. (A) Princípio da capnografia por absorção de infravermelho (IV). (B) Capnografia convencional, em que o sensor, que consiste na fonte e no detector de infravermelho, está localizado próximo ao paciente. (C) Durante a capnografia de fluxo lateral, uma amostra de gás é levada ao sensor localizado no monitor.

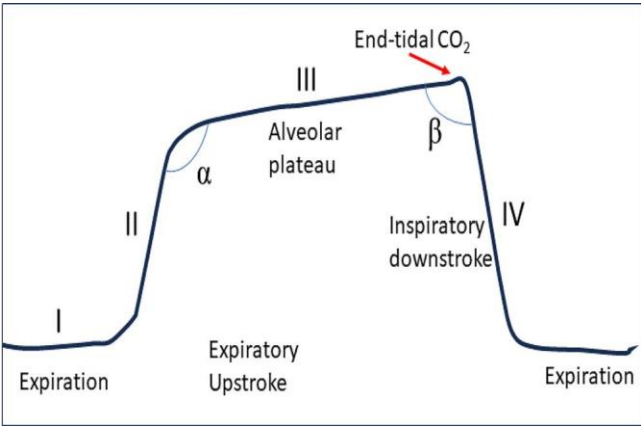


Figura 2. Forma de onda da capnografia.

A capnografia tem inúmeras aplicações, muitas das quais estão listadas na Tabela 1.

CAPNOGRAFIA EM UM PACIENTE SEM TUBO ENDOTRAQUEAL

A forma de onda da capnografia normal de um paciente intubado mostra as quatro fases descritas acima. Por outro lado, a amostra de fluxo lateral em pacientes não intubados consiste em gás exalado misturado com ar ambiente e qualquer oxigênio suplementado. Conforme mostrado na Figura 3, a forma de onda é mais arredondada e o valor de pico de CO₂ não representa o nível de CO₂ arterial. O valor exibido também varia de acordo com a quantidade de diluição e a distância do nariz ou da boca. A forma de onda, no entanto, é a confirmação de que a ventilação está ocorrendo e nos permite determinar a frequência respiratória. As alterações no padrão e na frequência da forma de onda são úteis para decidir se é necessária alguma intervenção. Assim, o capnógrafo não intubado é uma avaliação qualitativa do status ventilatório, usando o CO₂ exalado como gás traçador.

O dispositivo específico usado também faz diferença na forma de onda, como pode ser visto na Figura 4, que mostra uma comparação das formas de onda de CO₂ entre uma máscara facial e uma cânula nasal dividida, em que a cânula nasal refletiu a PaCO₂ com mais precisão nesse estudo de Loughnan.¹

Confirmação da colocação correta do tubo traqueal	Introduzido nas diretrizes de monitoramento americanas após várias instâncias de lesão cerebral hipóxica devido a intubações esofágicas não detectadas. O relatório NAP4 do Reino Unido identificou 9 casos de intubação acidental do esôfago em 1 ano. "Nenhum traçado = lugar errado!"
Anestesia com um dispositivo supraglótico de vias aéreas (DSG) ou máscara facial	Bom monitor de ventilação e posicionamento correto do DSG (um DSG bem posicionado tem uma forma de onda semelhante à de um paciente intubado, mas o traço é mais arredondado se o DSG estiver mal posicionado). Bom monitor de ventilação eficaz e posicionamento correto do DSG.
Transferência e atendimento de pacientes com DSGs in situ na unidade de cuidados pós-anestésicos	
Parada cardíaca	Confirmação da colocação correta do tubo endotraqueal ou do DSG; traço de capnografia atenuado, mas presente, pois os pulmões ainda contêm CO ₂ . Prognóstico (<10 mm Hg prediz um resultado ruim). Adequação da compressão (10 a 20 mm Hg). Detecção de retorno da circulação espontânea (aumento súbito). O traço nunca é completamente plano, a menos que a parada cardíaca tenha durado várias horas. Mau funcionamento do equipamento (por exemplo, absorvedor de CO ₂ esgotado, válvula
Detecção de problemas durante a anestesia unidirecional emperrada),	obstrução ou torção do sistema respiratório, ou desconexão do tubo endotraqueal e do ventilador ou do sistema respiratório). Hipocarbia (ventilação excessiva ou baixo débito cardíaco, embolia pulmonar e parada cardíaca). Hipercarbia (insuflação de CO ₂ durante cirurgia laparoscópica, hipoventilação, espaço morto excessivo e hipertermia maligna). "Incisura de respiração espontânea", indicando regressão do relaxante muscular.

Tabela 1. Usos da capnografia no ambiente da sala de cirurgia

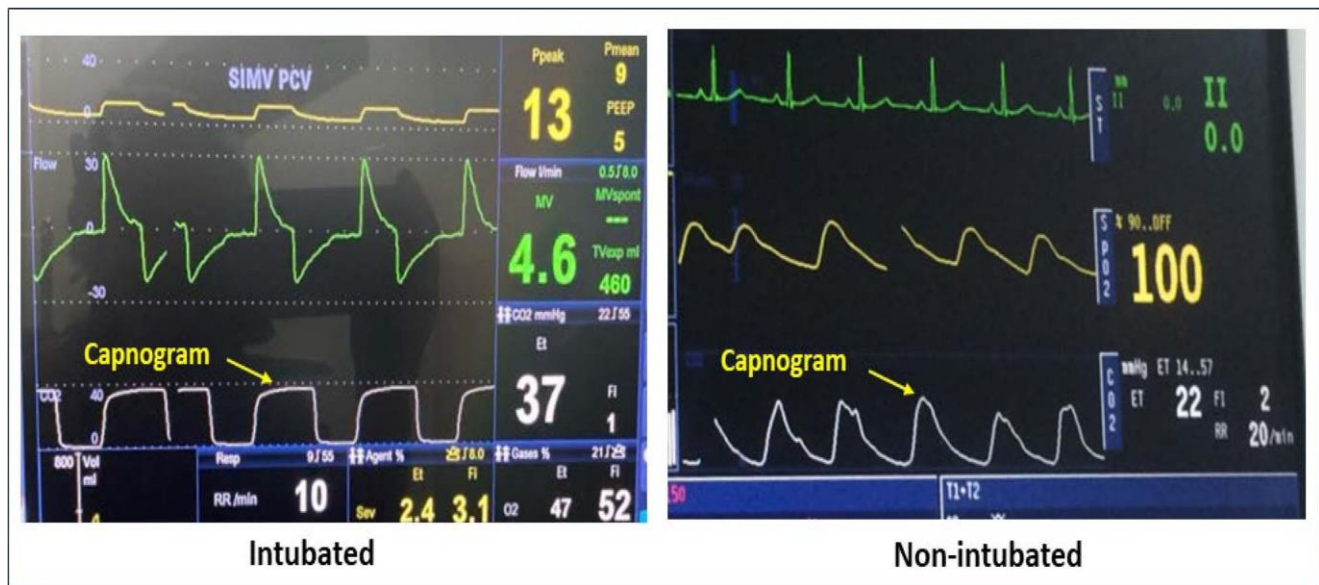


Figura 3. Comparação entre o capnógrafo intubado (esquerda) e o não intubado (direita). O capnograma à esquerda é uniforme e segue os princípios da forma de onda descritos na Figura 1. O capnograma à direita apresenta variabilidade entre as formas de onda e se desvia dos princípios mostrados na Figura 1.

PADRÕES DE CAPNOGRAFIA EM UM PACIENTE NÃO INTUBADO

Em pacientes saudáveis respirando em uma ventilação minuto normal, a forma de onda se assemelhará à forma de onda intubada, exceto por ser mais arredondada nos cantos (Figura 3). Por lado, a hiperventilação se mostraria como uma taxa mais rápida e um platô mais baixo, refletindo a eliminação do CO_2 e uma diminuição da PaCO_2 e da PETCO_2 .

A hipoventilação, especialmente no ambiente perioperatório, pode ser o resultado da administração de medicamentos sedativos. A Tabela 2 apresenta alguns dos padrões de capnografia que podem estar associados a determinados medicamentos. Deve-se ter em mente também que o uso combinado desses medicamentos pode potencializar seus efeitos individuais. Conforme mostrado na Tabela 3, o nível de sedação é contínuo, e os pacientes podem facilmente entrar em uma sedação mais profunda do que a pretendida, caso em que pode ser necessária uma intervenção para manter a função cardiorrespiratória.

Também pode ser resultado de obstrução das vias aéreas superiores devido à diminuição do tônus muscular; isso resulta em um platô menor no capnograma, mostrando um valor falsamente baixo para a PETCO_2 . A obstrução parcial das vias aéreas apresenta-se clinicamente com estridor ou respiração estertora, juntamente com distorção da forma de onda da capnografia e baixa PETCO_2 . A obstrução completa das vias aéreas é clinicamente silenciosa, com uma forma de onda plana. Os movimentos paradoxais do tórax e a retração supraesternal ajudam a diferenciar a apneia obstrutiva da depressão respiratória central.

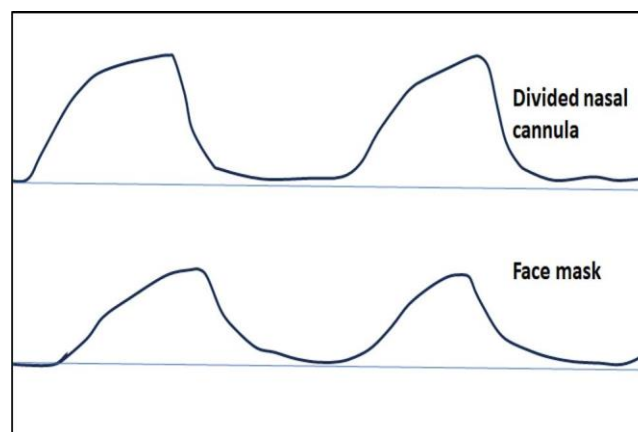


Figura 4. Comparação entre o capnógrafo de máscara facial e o de cânula nasal dividida. A amostragem da máscara facial é diluída pelo oxigênio administrado; portanto, a forma de onda é menos bem definida.

Medicamentos	Volume corrente	Frequência respiratória	PaCO ₂	P _{ET} CO ₂
Opiáceos	Nenhuma alteração	Diminuir	Aumento	Aumento
Anestésicos inalatórios	Diminuir	Aumento	Aumento	Aumento
Propofol, benzodiazepínicos	Diminuir	Nenhuma alteração	Aumento	Aumento
Cetamina, dexmedetomidina	Nenhuma alteração	Nenhuma alteração	Nenhuma alteração	Nenhuma alteração

Tabela 2. Fármacos sedativos e seus efeitos centrais sobre a respiração; PaCO₂, pressão parcial de CO₂ no sangue arterial; P_{ET}CO₂, CO₂ final da maré

A hipoventilação se apresenta como P_{ET}CO₂ elevada se as vias aéreas estiverem pervias. Ela também pode se apresentar como uma P_{ET}CO₂ falsamente baixa se o volume corrente estiver diminuído devido à obstrução ou ao efeito de medicamentos. Se o volume corrente for aumentado para aliviar a obstrução, a P_{ET}CO₂ aumenta, aproximando-se mais da PaCO₂.

DISPOSITIVOS PARA AMOSTRAGEM DE CO₂

O monitoramento de CO₂ combinado com o fornecimento de oxigênio no paciente não intubado pode ser obtido com máscaras faciais modificadas, pinos nasais e analisadores de corrente principal. Conforme mostrado na Figura 5, as máscaras faciais do tipo Hudson podem ser modificadas conectando-se uma porta de amostragem ao bojo da máscara. Como não é possível separar o ar exalado da mistura de oxigênio/ar na máscara, a P_{ET}CO₂ medida não é um indicador preciso da pressão parcial real do CO₂ alveolar. Algumas dessas máscaras têm uma porta para introduzir um endoscópio para monitoramento durante procedimentos endoscópicos.

A Figura 6 mostra como os prongs nasais de oxigênio são modificados para combinar o fornecimento de oxigênio com a amostragem de CO₂. O tipo dividido tem uma partição no meio para que um pino possa ser usado para amostragem e um pino possa ser usado para fornecimento de oxigênio. Esses tipos de dispositivos provavelmente terão a menor diluição com ar inspirado/ambiente. Entretanto, a respiração pela boca ou bloqueios na extremidade orifício de amostragem impedem uma amostragem eficaz. Outros têm uma concha ou guia oral, de modo que o ar exalado da boca e do nariz pode ser amostrado, mas a diluição é maior do que a do tipo dividido de dispositivo de amostragem.

A Figura 7 mostra os sensores de CO₂ convencionais (cap-ONE), que foram modificados para pacientes não intubados com o uso de um sensor pequeno e leve que pode ser instalado em uma máscara ou em um adaptador nasal/oral. Também está disponível um bite-block para endoscopia combinado com a capnografia convencional.

Comparação de dispositivos

Uma comparação inicial feita por Loughnan mostrou que a cânula nasal dividida era mais precisa no reflexo da PaCO₂ do que uma máscara modificada, com uma diferença de CO₂ entre a artéria e a expiração de 5 mm Hg contra 14,7 mm Hg.¹ Pekdemir et al compararam os valores de P_{ET}CO₂ obtidos com dispositivos de fluxo principal e de fluxo lateral com a PaCO₂ em 114 pacientes não intubados e encontraram diferenças médias de 13 e 9,7 mm Hg, respectivamente, com coeficientes de correlação de 0,55 e 0,41.²

Kasuya descobriu que os capnômetros de fluxo principal refletiam a PCO₂ arterial de forma mais próxima do que os capnômetros de fluxo lateral em 60 pacientes que se recuperavam da anestesia.³ A presença de um guia oral melhorou a precisão dos capnômetros de fluxo lateral na previsão da PaCO₂, que não foi afetada pela obesidade ou apneia obstrutiva do sono. Em uma população de 58 crianças de uma unidade pediátrica de cuidados pós-anestésicos, um dispositivo de capnografia de fluxo principal funcionou com mais precisão e menos variabilidade do que uma cânula nasal, apesar do fluxo de oxigênio amplamente variável.⁴ Com ambos os dispositivos, a forma de onda foi perdida durante a respiração bucal ou o choro.

	Sedação mínima (ansiólise)	Moderado (sedação consciente)	Sedação profunda	Anestesia geral
Capacidade de resposta	Resposta normal à estimulação verbal	Resposta intencional à estimulação verbal ou tátil	Resposta intencional após estímulos repetidos ou dolorosos	Não despertável, mesmo com estímulos dolorosos
Via aérea	Não afetado	Nenhuma intervenção necessária	Pode ser necessária uma intervenção	Intervenção frequentemente necessária
espontânea ventilação	Não afetado	Adequado	Pode ser inadequado	Frequentemente inadequado
Cardiovascular função	Não afetado	Normalmente mantido	Normalmente mantido	Pode ser prejudicado

Tabela 3. Continuidade da sedação

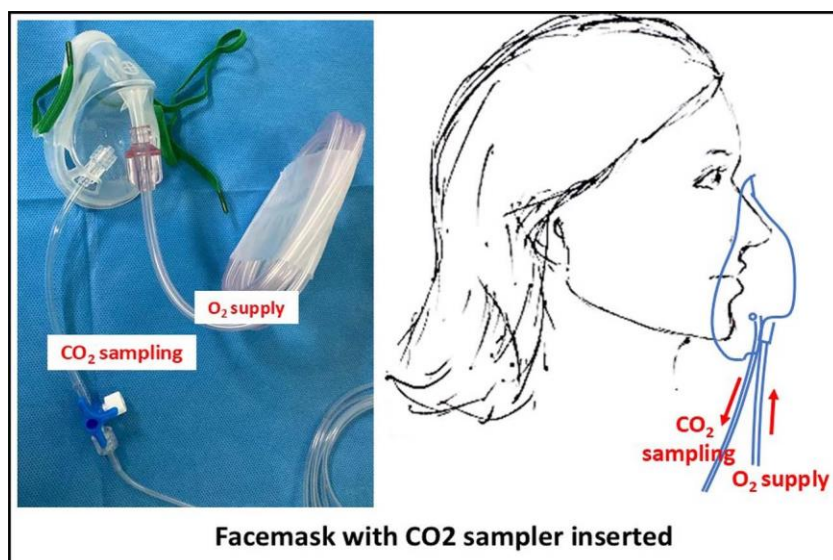


Figura 5. Máscara facial do tipo Hudson com porta de amostragem de CO₂. Máscaras modificadas estão disponíveis comercialmente, algumas das quais têm acesso para endoscopia.

Nesses estudos, que tiveram resultados variados, a diferença entre o CO₂ arterial e o expirado foi usada como um indicador de desempenho. Entretanto, em muitas das situações em que a capnografia não intubada é usada, o valor exato da P_{ET}CO₂ não é de interesse. É mais importante estabelecer que a ventilação adequada está ocorrendo por meio da observação de uma forma de onda capnográfica regular e de aparência normal.

APLICAÇÕES CLÍNICAS EM PACIENTES NÃO INTUBADOS

Evidências para capnografia em procedimentos de sedação

A Tabela 4 resume os estudos relevantes sobre o uso da capnografia durante a sedação de procedimentos. As principais conclusões são as seguintes:

- A sedação do procedimento está associada a eventos adversos, como dessaturação de oxigênio, bradicardia, hipotensão e até mesmo parada cardíaca.
- A incidência de eventos adversos é maior com sedação mais profunda. A provável sequência de eventos nesses casos é a hipoventilação devido à obstrução das vias aéreas e/ou depressão respiratória, levando à dessaturação e, em seguida, a problemas cardiovasculares.
- Os pacientes podem entrar em um nível de sedação mais profundo do que o pretendido.

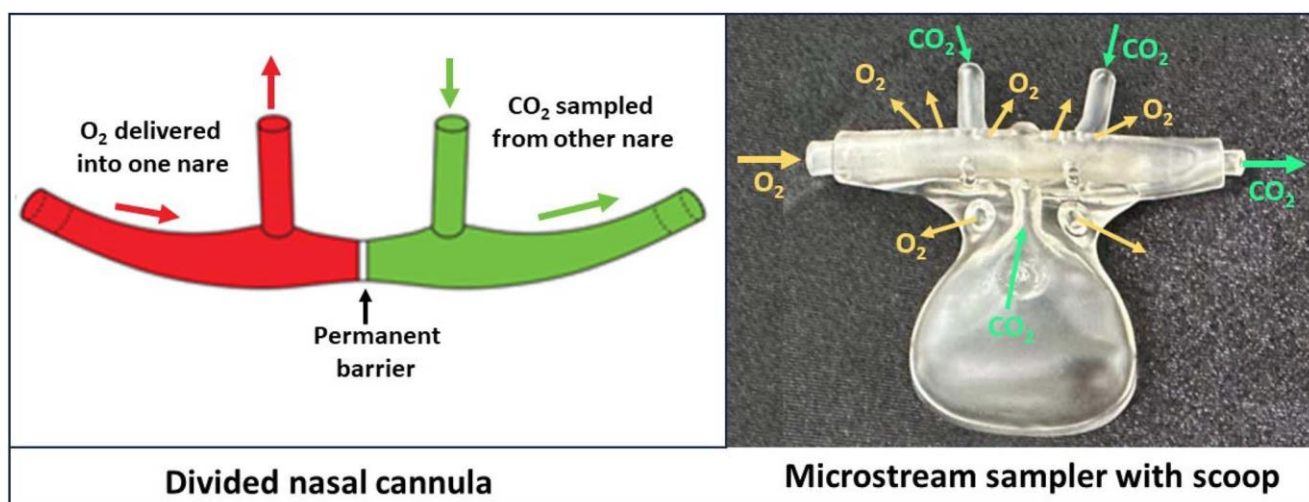


Figura 6. Cânula nasal com amostragem de capnografia. A cânula dividida tem uma barreira no meio para que o oxigênio seja fornecido a uma narina enquanto o ar expirado é coletado da outra narina. O coletor de amostras de microcorrentes tem um design coaxial mais complexo. O ar expirado é coletado de ambas as narinas e da boca (por meio da concha ou guia oral). O oxigênio é fornecido por meio de vários orifícios na frente.



Figura 7. Principais sensores para capnografia não intubada. Eles podem ser combinados com o fornecimento de oxigênio por meio de pinos nasais ou máscara facial. Ele também tem uma opção para monitoramento durante a endoscopia. Reproduzido com permissão da Nihon Kohden India.

- A capnografia indica problemas respiratórios e de vias aéreas antes da oximetria de pulso.
- O oxigênio suplementar sem capnografia pode atrasar o reconhecimento e o tratamento da depressão respiratória.

Avaliação e gerenciamento durante a sedação do procedimento

A Figura 8 ilustra um plano de gerenciamento para sedação segura de procedimentos. A forma da curva capnográfica, a frequência respiratória e a $P_{ET}CO_2$ basal devem ser registradas antes do início da sedação. A presença de uma forma de onda capnográfica regular é evidência de ventilação contínua.

Referência	Estudo	Resultados
Gangi 2004 ⁵	Endoscopia em um período de 2 anos	3,08% de incidência de eventos adversos, incluindo dessaturação grave de oxigênio, bradicardia, hipotensão e até parada cardíaca. O risco de complicações relacionadas ao procedimento foi de até 70 vezes maior do que o relatado anteriormente.
Woodward 2017 ⁶	Análises de sinistros fechados	A NORA apresenta um risco maior de lesões graves e morte, a maioria frequentemente relacionadas à sedação excessiva. Essas reclamações envolveram cuidados anestésicos monitorados e foram consideradas evitáveis por meio de um melhor monitoramento, incluindo capnografia.
Patel 2005 ⁷	Sedação consciente planejada para procedimentos endoscópicos	Sessenta e oito por cento ficaram profundamente sedados, demonstrando a dificuldade de manter os pacientes no nível de sedação pretendido.
Burton 2006 ⁸	60 episódios de sedação de procedimentos em 59 pacientes; equipe de sedação cega para a capnografia	Achados anormais de capnografia em 36 episódios; níveis baixos de $ETCO_2$ em 32 e níveis altos em 5 (1 paciente apresentou $ETCO_2$ alto e baixo durante mesmo episódio de sedação). Vinte eventos respiratórios foram reconhecidos pela dessaturação de 12 a 271 segundos (mediana de 88 segundos) após a alteração da capnografia.
Deitch 2010 ⁹	132 adultos submetidos a procedimentos de sedação	A capnografia reconheceu a depressão respiratória 60 segundos (mediana, intervalo de 5 a 240 segundos) antes da dessaturação.
Parker 2018 ¹⁰	Meta-análise incluindo 3866 pacientes; também analisou os possíveis danos causados pelo uso da capnografia	A capnografia teve maior sensibilidade (92%) na detecção de eventos adversos e reduziu o risco de hipóxia em 31%. Não há evidência de fadiga de alarme ou estimulação desnecessária dos pacientes, o que pode afetar a qualidade da sedação.
Bisschops 2021 ¹¹	Adição da capnografia como uma qualidade intervenção de melhoria em um centro de gastroenterologia de alto volume	Os eventos adversos foram reduzidos de 11,45% em 1.092 pacientes para 5,08% em 1.044 pacientes após a intervenção.

Tabela 4. Capnografia na sedação de procedimentos; $ETCO_2$, CO_2 expirado; NORA, anestesia em sala de não-operação

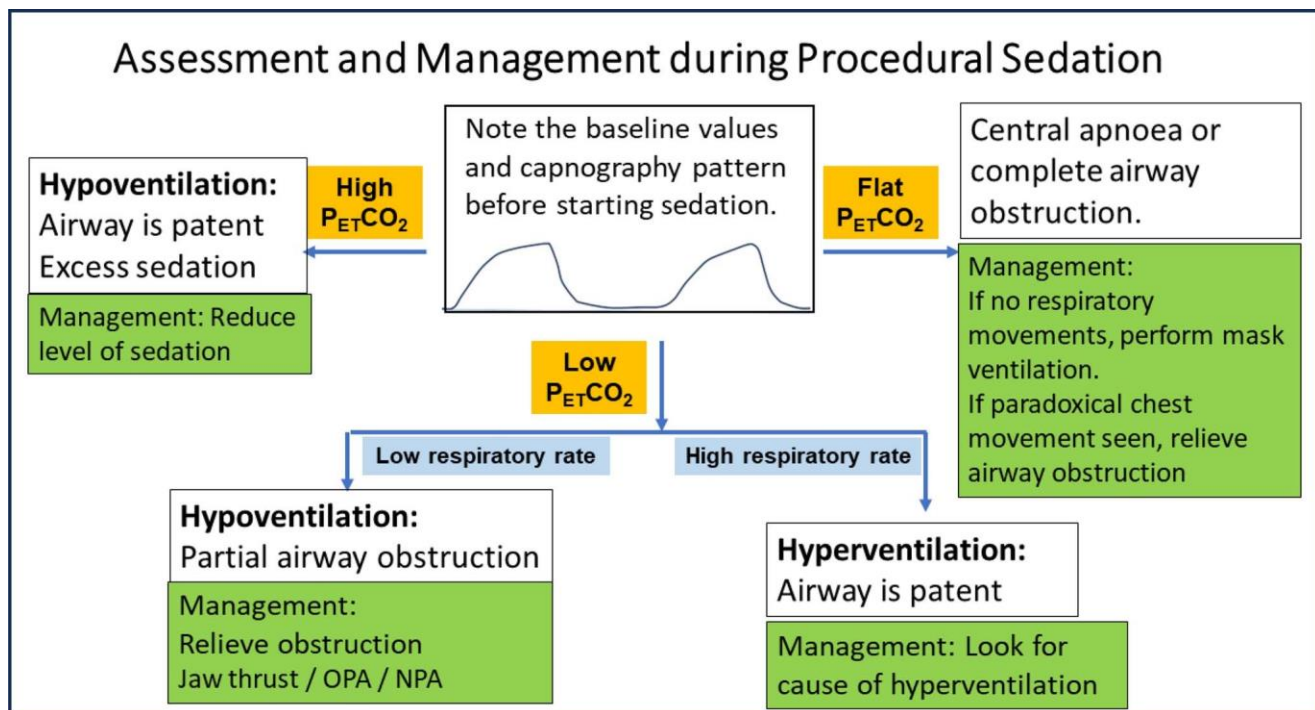


Figura 8. Avaliação e gerenciamento durante a sedação do procedimento. Abreviações: NPA, via aérea nasofaríngea; OPA, via aérea orofaríngea; $P_{ET}CO_2$, CO_2 corrente final.

Capnografia no período pós-operatório

A capnografia baseada em máscara tem sido útil para monitorar a adequação da ventilação no período pós-operatório após a cirurgia abdominal. A capnografia identificou 198 eventos de alerta de apneia em 80 mulheres que haviam recebido 150 mcg de morfina intratecal para analgesia após cesariana sob anestesia espinal. Nenhum deles foi detectado durante as observações de 2 horas pela equipe de enfermagem.¹²

Várias meta-análises de pacientes pós-operatórios que receberam opioides constataram que a oximetria de pulso contínua é superior às observações de enfermagem durante a internação. Além disso, eles mostraram que a capnografia forneceu um alerta precoce de depressão respiratória antes da dessaturação, especialmente quando o oxigênio foi administrado. Quatro dos nove estudos da meta-análise de Lam et al incluíram pacientes com analgesia controlada pelo paciente.¹³ Outro estudo envolvendo 194 pacientes pediátricos na unidade de cuidados pós-anestésicos constatou que quase metade dos pacientes tinha apneia ou hipopneia detectada pela capnografia, mas não pela oximetria de pulso.¹⁴

Portanto, a adição da capnografia é útil em pacientes pediátricos e adultos com risco de comprometimento respiratório no período pós-operatório.

Capnografia em cuidados críticos

Uma aplicação importante da capnografia na UTI é confirmar a posição correta de uma via aérea artificial no momento da inserção e enquanto ela for usada para a manutenção da via aérea. Outros usos são a detecção da desconexão do ventilador, o monitoramento da adequação da ventilação e a detecção precoce de possíveis problemas respiratórios. Ela é útil no monitoramento de pacientes em ventilação não invasiva e durante a sedação de procedimentos.¹⁵ Também foi considerada útil em 70 vítimas de trauma não intubadas durante o transporte, pois a leitura da capnografia era mais estável e confiável do que a do oxímetro de pulso.¹⁶

DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES

A capnografia foi introduzida pela primeira vez como parte do monitoramento obrigatório na sala de cirurgia em 1986, e as recomendações para seu uso se expandiram desde então.¹⁷ A declaração da Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland de 2009 também recomendou que a capnografia fosse considerada para sedação moderada e profunda. Isso foi atualizado na declaração de 2015 de que "o monitoramento da capnografia é essencial em todos os momentos em pacientes com tubos endotraqueais, dispositivos de vias aéreas supraglóticas e aqueles que estão profundamente sedados". As Diretrizes Práticas da Sociedade Americana de Anestesiologistas de 2018 recomendaram a capnografia contínua, além da observação e da oximetria de pulso em pacientes submetidos a sedação moderada ou profunda.

CAPNOGRAFIA EM AMBIENTES COM POUCOS RECURSOS

Reconhecendo a grande disparidade nas taxas de mortalidade perioperatória e no acesso ao monitoramento entre países de alta renda e países de baixa e média renda, o Global Oximetry Project foi iniciado pela World Federation Society of Anaesthetists e pela Lifebox Foundation em 2010 e, até o momento, mais de 33.000 oxímetros de pulso foram distribuídos em 116 países.

Reconhecendo a lacuna no acesso à capnografia entre países de alta renda e países de baixa e média renda, o Projeto de Capnografia Smile Train-Lifebox foi lançado em 2020, com o objetivo de fornecer uma solução de capnografia para ambientes com poucos recursos. Isso resultou na seleção de um dispositivo fabricado pela Zug Medical Systems, que combinava a oximetria de pulso com a capnografia de fluxo lateral.¹⁸ Está em andamento uma análise do impacto da introdução do monitoramento da capnografia nesses ambientes.

RESUMO

- A capnografia é o monitoramento contínuo da concentração ou da pressão parcial de CO₂ nos gases respiratórios, plotada em relação ao tempo, mais comumente medida por espectrografia de absorção de infravermelho, com sensores de fluxo lateral (desviando) ou de fluxo principal (não desviando). É um monitor obrigatório em um paciente com um dispositivo de vias aéreas (tubo endotraqueal, dispositivo de vias aéreas supraglóticas ou traqueostomia) dentro e fora da sala de cirurgia.
- No paciente não intubado, o monitoramento do CO₂ pode ser feito com máscaras faciais modificadas, pinos nasais e analisadores de fluxo principal. O valor de pico de CO₂ varia de acordo com a quantidade de diluição e a distância do nariz ou da boca. A forma de onda, no entanto, confirma que a ventilação está . As alterações na frequência respiratória e na altura e formato da forma de onda são úteis para decidir se é necessária alguma intervenção.
- Durante a sedação de procedimentos, a adição da capnografia diminui o risco de hipóxia ao detectar qualquer alteração na ventilação antes do início da hipóxia. A capnografia é útil tanto em pacientes pediátricos quanto em adultos com risco de comprometimento respiratório, por exemplo, no período pós-operatório ou na UTI. Atualmente, todas as principais diretrizes recomendam a capnografia contínua, além da observação e da oximetria de pulso em pacientes submetidos a sedação moderada ou profunda.

REFERÊNCIAS

1. Loughnan TE, Monagle J, Copland JM, et al. Uma comparação do monitoramento de dióxido de carbono e da oxigenação entre a máscara facial e a cânula nasal dividida. *Anaesth Intensive Care*. 2000;28(2):151-154.
2. Pekdemir M, Cinar O, Yilmaz S, et al. Disparidade entre os valores de dióxido de carbono final da corrente principal e da corrente lateral e os níveis de dióxido de carbono arterial. *Respir Care*. 2013;58(7):1152-1156.
3. Kasuya Y, Akao O, Sessler DI, et al. Accuracy of postoperative end-tidal PCO₂ measurements with mainstream and side-stream capnography in non-obese patients and in obese patients with and without obstructive sleep apnea. *Anesthesiology*. 2009;111(3):609-615.
4. Nagoshi M, Morzov R, Hotz J, et al. Sistema de capnografia de fluxo principal para crianças não intubadas na unidade de cuidados pós-anestésicos: desempenho com taxas de fluxo variáveis e uma comparação com a capnografia de fluxo lateral. *Paediatr Anaesth*. 2016;26(12): 1179-1187.
5. Gangi S, Saidi F, Patel K, et al. Complicações cardiovasculares após endoscopia gastrointestinal: ocorrência e riscos em um grande sistema hospitalar. *Gastrointest Endosc*. 2004;60(5):679-685.
6. Woodward ZG, Urman RD, Domino KB. Safety of non-operating room anesthesia: a closed claims update. *Anesthesiol Clin*. 2017;35(4):569-581.
7. Patel S, Vargo JJ, Khandwala F, et al. Deep sedation occurs frequently during elective endoscopy with meperidine and midazolam. *Am J Gastroenterol*. 2005;100(12):2689-2695.
8. Burton JH, Harrah JD, Germann CA, et al. O monitoramento do dióxido de carbono expirado detecta eventos respiratórios antes das práticas atuais de monitoramento de sedação? *Acad Emerg Med*. 2006;13(5):500-504.
9. Deitch K, Miner J, Chudnofsky CR, et al. A monitoração do CO₂ corrente final durante a sedação e analgesia de procedimentos no departamento de emergência com propofol diminui a incidência de eventos hipóxicos? Um estudo randomizado e controlado. *Ann Emerg Med*. 2010;55(3):258-264.
10. Parker W, Estrich CG, Abt E, et al. Benefits and harms of capnography during procedures involving moderate sedation: a rapid review and meta-analysis (Benefícios e danos da capnografia durante procedimentos que envolvem sedação moderada: uma revisão rápida e metanálise). *J Am Dent Assoc*. 2018;149(1):38-50.
11. Bisschops R, Saunders R, Dooms C, et al. Implementação da capnografia para ajudar a melhorar a segurança do paciente durante a sedação de procedimentos: melhoria da qualidade em um departamento de gastroenterologia de alto volume. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2021;33(1S Suppl 1): e522-e528.
12. Weiniger CF, Akdagli S, Turvall E, et al. Prospective observational investigation of capnography and pulse oximetry monitoring after cesarean delivery with intrathecal morphine. *Anesth Analg*. 2019;128(3):513-522.

13. Lam T, Nagappa M, Wong J, et al. Monitoramento contínuo de oximetria de pulso e capnografia para depressão respiratória pós-operatória e eventos adversos: uma revisão sistemática e meta-análise. *Anesth Analg*. 2017;125(6):2019-2029.
14. Langhan ML, Li FY, Lichtor JL. Depressão respiratória detectada por capnografia em crianças na unidade de cuidados pós-anestésicos: um estudo transversal. *Paediatr Anaesth*. 2016;26(10):1010-1017.
15. Kerslake I, Kelly F. Usos da capnografia na unidade de terapia intensiva. *BJA Education*. 2017;17(5):178-183.
16. Kober A, Schubert B, Bertalanffy P, et al. Capnografia em pacientes de emergência sem intubação traqueal como uma ferramenta adicional na oximetria de pulso para monitoramento pré-hospitalar da respiração. *Anesth Analg*. 2004;98(1):206-210.
17. Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ, et al. Padrões para monitoramento de pacientes durante a anestesia na Harvard Medical School. *JAMA*. 1986;256(8):1017-1020.
18. Evans FM, Turc R, Echeto-Cerrato MA, et al. O Projeto Capnografia. *Anesth Analg*. 2023;137(5):922-928. doi:10.1213/ANE.0000000000006663



Este trabalho da WFSA está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Para visualizar essa licença, acesse <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Isenção de responsabilidade da WFSA

O material e o conteúdo fornecidos foram apresentados de boa fé apenas para fins informativos e educacionais e não se destinam a substituir o envolvimento ativo e o julgamento de médicos e técnicos adequados. Nem nós, nem os autores, nem outras partes envolvidas em sua produção fazemos qualquer declaração ou damos qualquer garantia com relação à sua precisão, aplicabilidade ou integridade, nem aceitamos qualquer responsabilidade por quaisquer efeitos adversos resultantes da leitura ou visualização deste material e conteúdo. Toda e qualquer responsabilidade direta ou indiretamente decorrente do uso deste material e conteúdo é negada sem reservas.