

Sustentabilidade: É possível no ambiente cirúrgico?

Palavras-Chave: Anesthesia, Sustainability, Environment

Larissa Cristina Bertanha, Medicina– UNICAMP
Profª. Drª Derli C. Munhoz (co-orientadora), FCM- UNICAMP
Prof Dr Marcos De Simone Melo (orientador), FCM- UNICAMP

Introdução:

A prática da medicina dá ênfase à resolução da doença do paciente, não se aprofundando na análise dos efeitos causados ao ecossistema em função dos procedimentos utilizados, e que podem trazer efeitos indesejáveis. Aproximadamente 2 milhões de toneladas de lixo são produzidas anualmente nos hospitais dos Estados Unidos (EUA), inclusive o sistema de saúde dos EUA contribui com quase 10% do total de emissões de CO₂e (medida internacional que tem como finalidade estabelecer a equivalência entre todos os gases com efeito de estufa (GEE) e o dióxido de carbono (CO₂) dos EUA).

Estima-se que mundialmente, em 2015, foram realizadas 226 milhões de cirurgias. Este quantitativo de cirurgias pode nos dar uma noção de que grande parte do volume de resíduos hospitalares vem das salas de cirurgia (SL).

Nos EUA estima-se que 20 a 30% do lixo hospitalar provém das mesmas. Southorn e col, demonstraram que cada sala cirúrgica pode produzir 2300 kg/anualmente de lixo.

Do lixo proveniente das SL, estima-se que 25% são relacionados a anestesia, e 40 a 60% deste lixo seria reciclável. Do lixo anestésico não reciclável podemos mencionar: agulhas, medicamentos, seringas, materiais de uso único, como máscara laríngea, lâminas de laringoscópio descartável e gases halogenados.

Existem várias maneiras da anestesia ser realizada. A anestesia pode ser geral, loco-regional, sedação, sendo a geral predominante.

Quando falamos de qualquer um dos tipos de anestesia geral inalatória, estamos falando da utilização de anestésicos voláteis. Todos os gases anestésicos são fluorcarbonetos, portanto são gases de efeito estufa (GEE), com potência variável de agressão ao ambiente.

Podem ser divididos em clorofluorcarbonetos (CFC) ou hidrocarbonetos (HFC). Como exemplo de CFC podemos citar o isoflurano e como HFC temos o desflurano e sevoflurano.

Para se tornar um GEE, ele deve absorver e refletir a radiação infravermelha (RI) da Terra, que caso contrário, escaparia para o espaço.

Três propriedades determinam a potência do efeito estufa: O tempo de vida atmosférico (VA) do gás; quanto de radiação infravermelha (RI) ele absorve durante sua VA; e a existência ou não espécies químicas naturais, como água ou dióxido de carbono, na atmosfera que poderiam absorver o mesmo

comprimento de onda de RI. Quanto menos espécies de ocorrência natural houver, mais potente será o GEE.

O isoflurano, o desflurano e o sevoflurano preenchem todas as propriedades descritas acima, e o óxido nitroso, outro agente inalatório utilizado, preenche somente a primeira, por ter um VA longo.

Para medir o impacto dos anestésicos inalatórios, é utilizado o Potencial de Aquecimento Global (PAG). A métrica calcula quanto calor um gás irá reter ao longo de um horizonte de tempo (HT) comparado com um gás de referência (geralmente é CO₂). Usualmente se utiliza como HT 100 anos e 20 anos (PAG 100 e PAG 20).

O protocolo de Kyoto entende que para fins comparativos a melhor métrica a ser utilizada é o Potencial de Aquecimento Global em 100 anos.

No entanto, no artigo publicado por Kuvadja M e col, os autores entendem que, para melhor visualização do impacto dos agentes inalatórios, a métrica ideal seria de um ano. Outra maneira muito interessante para ilustrar o Potencial de Aquecimento Global dos agentes inalatórios seria a associação com a distância percorrida por um carro. (Tabela 1)

Tabela 1

Driving equivalents of inhalational anesthetic agents at different FGFs using GWP ₁			
Agent*	0.5 L·min ⁻¹ FGF	1 L·min ⁻¹ FGF	2 L·min ⁻¹ FGF
Sevoflurane 2%	783 km	1,566 km	3,132 km
Isoflurane 1.2 %	667 km	1,334 km	2,668 km
Desflurane 6%	3,924 km	7,849 km	15,698 km
Nitrous oxide 66%	279 km	558 km	1,116 km

*Seven hours of use to reflect one day of surgery. FGF = fresh gas flow; GWP₁ = Global Warming Potential at one year

The future is now—it's time to rethink the application of the Global Warming Potential to anesthesia. Can J Anesth 2019; 66:1291–5. doi.org/10.1007/s12630-019-01385-w

Outra técnica de anestesia geral seria a venosa total. A venosa total não utiliza agentes inalatórios, mas utiliza o fármaco propofol. O uso do propofol também pode ser uma ameaça ao ambiente.

Em dezembro de 2015, o centro cirúrgico do Hospital De Clínicas da Universidade Estadual de Campinas adquiriu vários aparelhos de anestesia (ventiladores) mais eficientes. Na teoria teríamos um menor consumo de halogenados e menor emissão GEE.

Material e Método:

- 1) Fazer um levantamento da literatura existente sobre anestesia e sustentabilidade, utilizando os bancos de dados PubMed, MEDLINE, Scielo e LILACS.
- 2) Levantar o número de cirurgias realizadas de 2015 a 2021.
- 3) Verificar o consumo médio do agente inalatório isoflurano por cirurgia de 2015 (antes da aquisição de aparelhos de anestésias mais eficientes) a 2021.
- 4) Mensurar em quilos a quantidade de resíduos cirúrgicos produzidos por 2 salas cirúrgicas durante 2 meses, e verificar quantos desses resíduos seriam recicláveis.

Resultados:

O número de cirurgias realizadas de 2015 a 2021 está compilado na tabela 2.

Tabela 2

	Anestesias Gerais	Horas de Anestesias Gerais
2015	6577	20006,25
2016	6495	19285,25
2017	6657	18983,34
2018	6217	18822,84
2019	6186	19105,92
2020	4277	13486,17
2021	4353	14661,34

Análise estatística: Utilizando conceitos de estatística inferencial, é possível realizar o cálculo do tamanho da amostra necessário para representar a população com uma determinada margem de erro e nível de confiança. Existem várias abordagens para isso, mas uma forma comum é usar a seguinte fórmula para estimar uma proporção da população:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p)}{E^2}$$

Na qual (n) é o tamanho da amostra necessário, (Z) é o valor z correspondente ao nível de confiança desejado, (p) é a proporção estimada do fenômeno na população e (E) é a margem de erro tolerada. Como se trata de uma população finita (40762 fichas de anestesia), o cálculo foi ajustado usando a seguinte fórmula:

$$n_{\text{ajustado}} = \frac{n}{1 + \frac{(n-1)}{N}}$$

Em que (N) é o tamanho da população (40762). Considerando (p) = 0,5, uma margem de erro (E) = 0,05 e um nível de confiança de 95%, chega-se a um valor de (Z) de aproximadamente 1,96. Assim, para atingir um nível de confiança de 95% com uma margem de erro de 5%, o tamanho da amostra ajustado necessário seria de aproximadamente 381 fichas. A equipe pesquisadora optou, então, por analisar 7 anos aleatórios do período em questão para garantir a representatividade dos diferentes tipos de casos. A análise consistiu na coleta de dados de 30 fichas de anestésias gerais de cada mês desses 7 anos. **Como foram analisadas 2520 fichas, a taxa de confiabilidade desta análise é de 99% e a margem de erro é de 2,57%.**

Na tabela 3, temos o consumo por ml/hora do isoflurano.

Tabela 3

	Horas de Anestesia Geral	Horas estimadas de Anestesia com Isoflurano	Consumo de Isoflurano em Litros	Média do consumo de Isoflurano em mL por hora de anestesia
2015	20006,25	9614,11	85,2	8,86
2016	19285,25	12696,12	74,5	5,87
2017	18983,34	9702,60	53,9	5,55
2018	18822,84	10143,42	39,6	3,90
2019	19105,92	7005,50	40,0	5,70

2020	13486,17	6368,47	31,0	4,87
2021	14661,34	10059,30	52,1	5,18
Total	124351,11	65589,52	376,3	39,93

Comparando o ano de 2015 (antes da aquisição de aparelhos de anestésias mais eficientes) com 2019 (ano de maior consumo), verificamos uma diminuição de 36% do consumo do agente isoflurano.

Em relação ao lixo proveniente das salas cirúrgicas:

Foram coletados os lixos das salas da cirurgia cardíaca e urológica, incluindo todos os tipos de cirurgias relacionadas a estas especialidades.

Cirurgia Urológica

	Reciclável (Kg)	Biológico (Kg)
Total em Kg	66,49	115,76
Total em %	36,48	63,51

Cirurgia Cardíaca

	Reciclável (Kg)	Biológico (Kg)
Total em Kg	561,16	1139,84
Total em %	32,99	67,01

Discussão:

Os anestésicos inalatórios são conhecidos por sua contribuição para o aquecimento global devido ao seu Potencial de Aquecimento Global (PAG). O estudo revelou uma significativa redução no consumo de isoflurano de 2015 a 2019, que pode ser atribuída à adoção de novos equipamentos de anestesia mais eficientes. A redução de 36% no consumo de isoflurano é um resultado promissor, refletindo o impacto positivo das inovações tecnológicas na redução das emissões de GEE. O motivo da redução se deve ao fato destes novos aparelhos permitirem utilizar baixo fluxo de gases adicionais, possuírem um software inteligente que permite um ajuste mais rápido da concentração alveolar mínima do agente inalatório, permitirem pausa do fluxo de gases durante uma aspiração endotraqueal ou outros procedimentos. Tudo sem afetar a segurança dos pacientes.

Os dados sobre resíduos cirúrgicos mostraram que uma parte significativa dos resíduos é reciclável, especialmente em cirurgias cardíacas e urológicas. Em cirurgias cardíacas, 32,99% dos resíduos foram recicláveis, enquanto em cirurgias urológicas, a taxa de reciclabilidade foi de 36,48%. Esses dados sublinham a importância de implementar e melhorar práticas de reciclagem no ambiente cirúrgico.

No entanto, a presença de resíduos biológicos, que constituem uma parte substancial dos resíduos gerados (63,51% em cirurgias urológicas e 67,01% em cirurgias cardíacas), indica um desafio significativo. O manejo adequado desses resíduos é crucial para minimizar o impacto ambiental, e estratégias adicionais para reduzir, reutilizar e reciclar os materiais devem ser consideradas.

A incineração de 1 kg de lixo cirúrgico, que resulta em 1.2 kg de CO₂, tem um impacto equivalente ao de aproximadamente **6.25 quilômetros dirigidos com um carro a gasolina.**

Conclusão:

Este estudo demonstrou que a adoção de tecnologias mais eficientes em anestesia pode reduzir significativamente o consumo de anestésicos inalatórios e, conseqüentemente, as emissões de GEE associadas e os custos hospitalares. Além disso, a análise dos resíduos cirúrgicos revela uma oportunidade para melhorar as práticas de reciclagem e gerenciamento de resíduos. As práticas sustentáveis devem ser uma prioridade para os hospitais e centros cirúrgicos, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental.

A integração contínua de tecnologias, práticas de gestão ambiental e conscientização sobre sustentabilidade são essenciais para enfrentar os desafios ambientais da anestesia e da medicina. A colaboração entre profissionais de saúde, administradores hospitalares e pesquisadores será fundamental para alcançar essas metas e promover práticas mais ecológicas na medicina.

Financiamento:

Este projeto foi financiado pela FAEPEX, editais especiais, PIND, 2485/23.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Yeoh CB, Lee KJ, Mathias S e col. Challenges of Going Green in the Operating Room. *Anaesth Surg Open Access J* 2020; 2:1-3. doi 1033552ASOAJ.2020.02.000527
- 2) McGain F, Muret J, Lawson C e col. Environmental sustainability in anaesthesia and critical care. *British Journal of Anaesthesia* 2020; 125:680-692. doi: 10.1016/j.bja.2020.06.055
- 3) Wyssusek KH, Keys MT, Zundert AAJ. Operating room greening initiatives – the old, the new, and the way forward: A narrative review. *Waste Management & Research* 2019; 37:3–19. doi: 10.1177/0734242X18793937
- 4) Varughese S e Ahmed R. Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesth Analg* 2021; 133:826–35. doi: 10.1213/ANE.0000000000005504
- 5) Yeoh CB, Lee KJ e Coric V. Simple Green Changes for Anesthesia Practices to Make a Difference. *EC Clin Med Case Rep.* 2020; 3:1–6
- 6) Southorn T, Norrish AR, Gardner K, e col. Reducing the carbon foot- print of the operating theatre: A multicentre quality improvement report. *Journal of Perioperative Practice* 2013; 23:144–6. doi:101177/1750458913023006056
- 7) Eckelman MJ, Sherman J. Environmental Impacts of the U.S. Health Care System and Effects on Public Health. *PLoS One.* 2016;11: e0157014. doi: 10.1371/journal.pone.0157014
- 8) Kwakye G, Brat GA, Makary MA. “Green surgical practices for health care”. *Archives of Surgery* 2011; 146:131-6. doi: 10.1001/archsurg.2010.343
- 9) <https://www.icrc.org/en/doc/assets/files/publications/icrc-002-4032.pdf>
- 10) McGain F, Hendel SA and Story DA (2009) An audit of potentially recyclable waste from anaesthetic practice. *Anaesthesia and Intensive Care* 2009, 37: 820–83. doi: 10.1177/0310057X0903700521
- 11) Shelton CL, Abou-Samra M e Rothwell MP (2012) Recycling glass and metal in the anaesthetic room. *Anaesthesia* 2012; 67:195–6. doi: 10.1111/j.1365-2044.2011.0704.x.
- 12) Miller’s Basics of Anesthesia 2023