

Sustentabilidade no Âmbito Hospitalar: Promovendo práticas mais ecológicas na área de saúde

Palavras-Chave: Wastewater, Environment, Sustainability

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

Introdução:

Nos dias atuais, a importância de promover um desenvolvimento sustentável tem se tornado cada vez mais nítida com os impactos do aquecimento global, que afeta inclusive a saúde da população. Além disso, o uso consciente da água é um tema de grande relevância. No que tange à área da saúde, pode-se observar que muitos procedimentos também provocam impactos ambientais nesse sentido, tanto devido ao gasto de água necessário dentro de um contexto hospitalar quanto pela contaminação gerada pelo descarte de algumas substâncias.

No ambiente cirúrgico, por exemplo, a lavagem de mãos é essencial para evitar contaminação. No entanto, é muitas vezes realizada em pias que precisam do uso das mãos para funcionarem, o que gera um grande desperdício de água, pois não é possível fechar a torneira enquanto se ensaboa as mãos devido ao risco de contaminá-las.

Atualmente, existem estudos que quantificam esse desperdício. Um estudo realizado no Hospital de Ensino de Zaria, na Nigéria teve por objetivo comparar o volume geralmente usado nesse processo e o quanto de água seria de fato necessário. O volume de água gasto em cada lavagem foi de cerca de 20,2 litros, sendo apenas 5,9 litros usados para efetivamente lavar as mãos. O hospital calcula que gastou 200283 litros com a lavagem no ano de 2002, quando apenas 58498,5 litros eram necessários.¹

Para solucionar esse problema, alguns autores propõem o uso de pedais com os quais seja possível controlar o início e o término do fluxo de água.¹ Outra possibilidade seria utilizar pias com sensores de movimento. Há também os que mencionam que seria possível optar pela lavagem com uma substância diferente da água. O álcool tem um bom custo-benefício e é mais indicado pela Organização Mundial da Saúde, mas o uso de outras substâncias como a clorexidina e a iodina pode ser considerado.² No Hospital das Clínicas da Unicamp, ainda se utilizam as torneiras tradicionais, de modo que seria interessante buscar uma dessas alternativas para reduzir o gasto de água.

Em relação à contaminação aquática, o descarte de anestésicos, medicamentos e resíduos hospitalares também gera impacto. A anestesia venosa total, considerada uma alternativa para os gases anestésicos, utiliza o fármaco propofol, que não se degrada, acumula-se na gordura, é tóxico para os organismos aquáticos e requer incineração para ser destruído, podendo ser uma ameaça ao ambiente.³

A questão do desperdício e do descarte inadequado nos hospitais também é um interesse neste projeto. Para termos ideia da magnitude desta questão, na área cirúrgica, há um consenso na literatura de que 80% do lixo é gerado antes mesmo de o paciente entrar na sala para a operação⁴ e, infelizmente, 20% dos gastos com produtos cirúrgicos vão para materiais que acabam não sendo utilizados.⁵ Os resíduos são ruins para o meio ambiente e geram custos para o hospital pela necessidade de incineração, autoclavagem, esterilização e outros processos, os quais muitas vezes também requerem o uso de água ou a liberação de gases. Nesse contexto, são discutidos os impactos do uso de equipamentos descartáveis, que quase sempre geram emissões maiores de carbono, embora isso seja dependente da fonte de energia usada por cada país. Porém, usar equipamentos reutilizáveis mais do que dobraria o

gasto de água para a esterilização em boa parte dos casos, embora isso não seja uma regra. Uma possibilidade seria, então, buscar economizar água de outras formas (um exemplo seria mudar a estratégia de higienização das mãos).⁶

Além do que já foi mencionado, consideramos interessante também a questão da análise do esgoto, muitas vezes contaminado por esses resíduos e medicamentos. Desde a época da pandemia de COVID-19, mais estudos sobre o tratamento do esgoto hospitalar têm sido publicados devido à atenção maior que foi prestada ao destino das drogas utilizadas na época, cujo impacto no ecossistema aquático foi estudado de maneira mais aprofundada.⁷ No esgoto, é possível encontrar concentrações significativas de vários medicamentos, os quais podem afetar o solo, a água e os organismos com os quais entram em contato, além de, indiretamente, afetarem os humanos.^{8,9,10} Muitos agentes causadores de doenças também são encontrados na água hospitalar, gerando riscos de infecções se a água não for propriamente tratada.¹⁰ Até mesmo estimativas de consumo de drogas ilícitas já foram realizadas com base em substâncias encontradas no esgoto.¹¹ Sendo assim, o estudo dele pode ser significativo tanto do ponto de vista da sustentabilidade quanto da epidemiologia.

Material e Método:

- 1) Fazer um levantamento da literatura sobre os gastos de água e de materiais médicos em hospitais e sobre a análise do esgoto, utilizando os bancos de dados PubMed, MEDLINE, Scielo e LILACS;
- 2) Com base no levantamento do número de cirurgias já realizado no último ano, mensurar em litros a quantidade de água gasta no processo típico de lavagem de mãos no centro cirúrgico;
- 3) Comparar os gastos econômicos e de água da lavagem na pia tradicional com a lavagem em uma pia com sensores ou com a possibilidade de controle do fluxo de água com os pés;
- 4) Avaliar o impacto de anestésicos utilizados na Unicamp, principalmente do propofol, quando em contato com ecossistemas aquáticos, verificando como eles afetam diferentes organismos vivos.

Resultados e Discussão:

Neste projeto, tivemos por objetivo analisar maneiras de adotar práticas mais sustentáveis na área de saúde, mais especificamente, no Hospital das Clínicas da Unicamp (HC).

Durante a análise de literatura, selecionamos artigos relacionados a diferentes técnicas de lavagem de mãos, como o uso de sensores ou pedais para liberação da água nas torneiras e o uso de substâncias com substrato alcóolico ao invés de água. Com base neles, conseguimos perceber que seria possível reduzir impactos ambientais e obter uma redução de gastos importantes por meio da adoção de novas técnicas no HC da Unicamp.

De um ponto de vista prático, foi realizada, em 2025, a medição do volume de água gasto para a lavagem de mãos pré-cirúrgica no HC da Unicamp, onde não são utilizados ainda sensores ou pedais. Considerando que a escovação demora entre 3 a 5 minutos, calculamos que são gastos cerca de 25 litros de água por escovação. Um dos tipos de torneira analisados libera 5,1 L/min, enquanto o outro libera 4,9 L/min. Com o uso de sensores que iniciem e interrompam o fluxo de água sem que seja necessário encostar na torneira, seria possível manter o fluxo de água ativo por um tempo consideravelmente menor, de modo que os gastos seriam bastante reduzidos. Com esses dados, podemos estimar os gastos gerados pela lavagem de mãos no HC durante um ano, calculando também o quanto poderia ser economizado.

Também analisamos vários artigos relacionados aos riscos de contaminação da água por propofol e por outras substâncias, os quais nos atentaram para a necessidade de uma melhor análise do descarte de resíduos no ecossistema aquático pelo hospital. O propofol representa até 45% dos medicamentos anestésicos descartados.³ É possível que ele cause a morte de algas e a inibição do crescimento de várias espécies, representando toxicidade aguda para pequenos crustáceos e peixes de água doce.¹²

O potencial de persistência, bioacumulação e toxicidade (PBT) do propofol varia nos estudos, às vezes sendo calculado como não tao alto (PBT de 4) ¹³ e às vezes sendo mais significativo (PBT de 9). ¹⁴ Com base em artigos, também foi possível calcular a pegada de carbono do propofol, que, além de ser tóxico para o ambiente aquático, gera emissões de gases como consequência da sua obtenção, do seu uso e descarte. No entanto, tais emissões tendem a ser bem menores que as dos gases anestésicos. Conforme a pesquisa, os valores de pegada de carbono por mililitro de propofol são os seguintes:

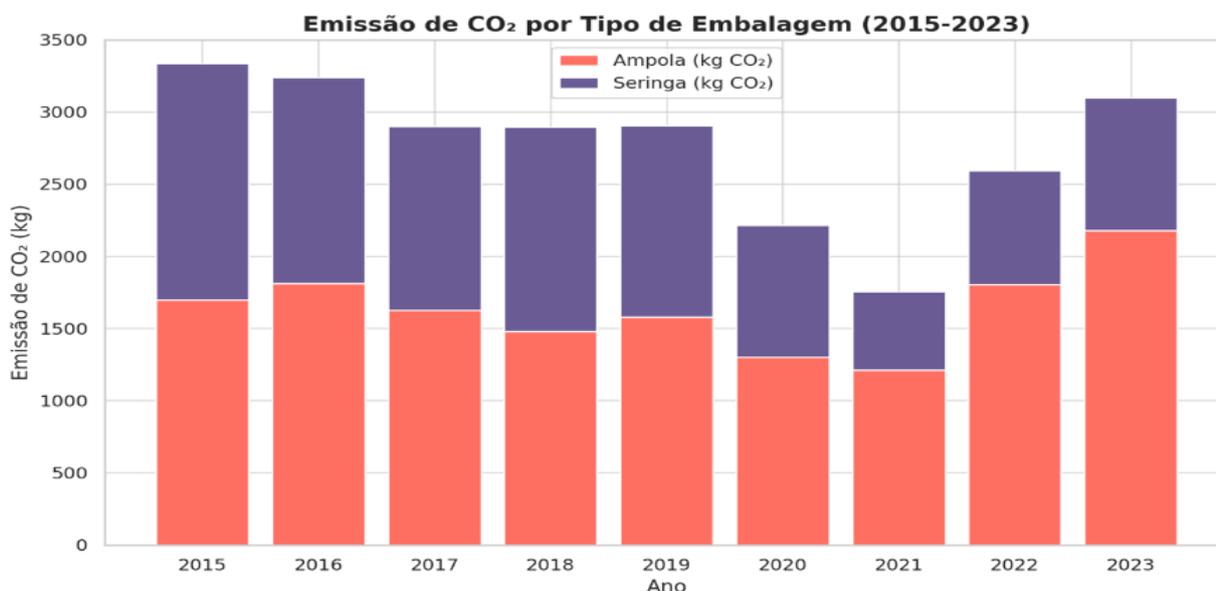
- **Pegada de carbono para 1 ampola de Propofol de 20 ml (administração manual):** $20 \text{ ml} \times 0.013 \text{ kg CO}_2\text{e/ml} = 0.260 \text{ kg CO}_2\text{e}$ (Este valor já inclui a pegada de carbono da seringa de 20 ml associada.) ¹⁵
- **Pegada de carbono para 50 ml de Propofol (administração TIVA):** $50 \text{ ml} \times 0.017 \text{ kg CO}_2\text{e/ml} = 0.850 \text{ kg CO}_2\text{e}$ (Este valor inclui a pegada de carbono da seringa de 50 ml associada.) ¹⁵

Em relação ao propofol, conseguimos também obter em 2024 dados relacionados ao consumo mensal do produto no Hospital das Clínicas da Unicamp (HC) de 2015 a 2023. Considerando tais dados e os valores da pegada de carbono mostrados acima, conseguimos estimar os valores das emissões de CO₂ em kg devido ao uso de propofol no HC durante tais anos, representados nas tabelas abaixo:

Tabela 1

| Ano | Propofol Ampola (20ml) | Total Ampola ml | CO2 Ampola (kg) | Propofol Seringa (50ml) | Total Seringa ml | CO2 Seringa (kg) | CO2 Total (kg) |
|--------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 2015 | 6529 | 130580 | 1697.54 | 1925 | 96250 | 1636.25 | 3333.79 |
| 2016 | 6967 | 139340 | 1811.42 | 1679 | 83950 | 1427.15 | 3238.57 |
| 2017 | 6256 | 125120 | 1626.56 | 1497 | 74850 | 1272.45 | 2899.01 |
| 2018 | 5693 | 113860 | 1480.18 | 1664 | 83200 | 1414.4 | 2894.58 |
| 2019 | 6068 | 121360 | 1577.68 | 1562 | 78100 | 1327.7 | 2905.38 |
| 2020 | 5001 | 100020 | 1300.26 | 1077 | 53850 | 915.45 | 2215.71 |
| 2021 | 4656 | 93120 | 1210.56 | 640 | 32000 | 544.0 | 1754.56 |
| 2022 | 6939 | 138780 | 1804.14 | 928 | 46400 | 788.8 | 2592.94 |
| 2023 | 8380 | 167600 | 2178.8 | 1083 | 54150 | 920.55 | 3099.35 |
| Total | 56489 | 1129780 | 14687.14 | 12055 | 602750 | 10246.8 | 24933.89 |

Tabela 2

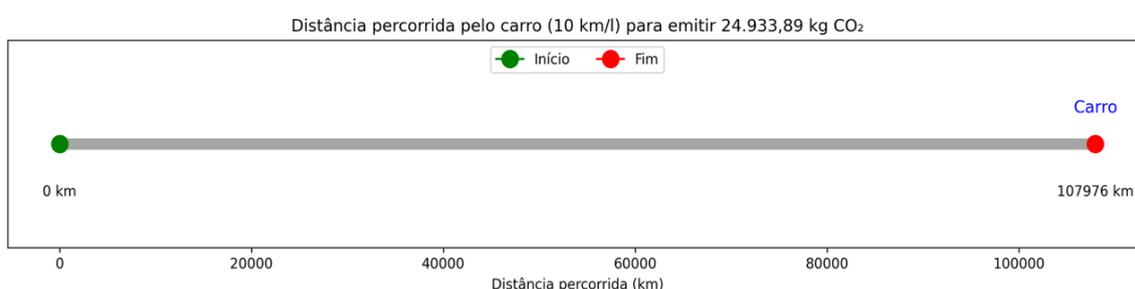


Ainda utilizando esses dados, calculamos a estimativa da equivalência de emissões geradas pelo propofol em Km rodados de um carro que faz 10km/l. Usando como referência o inventário de emissões do IPCC (2006) e dados típicos de um carro de passeio à gasolina, é possível estimar assim:

1. Fator de emissão da gasolina: Cada litro de gasolina combusto gera $\approx 2,31$ kg CO₂ (IPCC 2006, Vol. 2). Assim sendo, cada litro de gasolina gera aproximadamente 2,31 kg CO₂.¹⁶
2. Consumo do carro: Para um carro que faz 10 km/litro, a emissão por km é igual a 2,31 kg CO₂ / 10 km = 0,231 kg CO₂/km.¹⁶
3. Cálculo de km rodados considerando um carro que faz 10km/l para emissão de 24,933.89 kg CO₂ (emissão gerada pelo propofol no HC):
 - Para 10 km/l: Distância = 24,933.89 kg CO₂ / 0,231 kg CO₂/km = 107.976 km rodados

Sendo assim, podemos concluir que o uso de propofol no HC de 2015 a 2023 gerou emissões equivalentes às geradas por um carro que percorre 107.967 km, conforme observado na tabela 3.

Tabela 3



Outro dos nossos focos era a análise do gasto de água nos hospitais e da poluição aquática gerada pelo descarte de alguns medicamentos. Nesse contexto, também buscamos entender mais sobre o processo de tratamento do esgoto gerado nos hospitais e os dados que podem ser obtidos através dele no que tange a doenças. No que tange ao esgoto gerado pelo hospital, encontramos artigos analisando a dosagem de vários medicamentos em efluentes de serviços de saúde de outros países e comparando técnicas de eliminação desses resíduos da água. Técnicas de priorização para melhor monitoramento de algumas substâncias específicas também foram mencionadas nos artigos. Há uma lacuna de informações em relação ao assunto no Brasil, sendo importante portanto que tais dados sejam obtidos no país para que possamos selecionar as melhores técnicas de redução do descarte dessas substâncias e de eliminação delas do ecossistema aquático.

Além disso, no que tange ao esgoto hospitalar, conseguimos entrar em contato com a Divisão de Água, Energia e Saneamento da Unicamp, que nos forneceu algumas informações sobre os resíduos gerados pela Universidade. Segundo o que foi discutido, o saneamento do hospital, juntamente com o do campus, é considerado esgoto doméstico e tem como destino a Estação de Tratamento de Esgoto de Barão Geraldo, ou seja, para a mesma rede da Unicamp. O hospital não faz nenhuma medida de medicação no esgoto. Isso indica que o esgoto gerado parece não apresentar uma contaminação tão grande segundo análises prévias. No entanto, o hospital faz descarte específico para os resíduos da medicina nuclear e da patologia.

Conclusões:

Este estudo demonstrou que o gasto de água em hospitais e centros de saúde precisa ser analisado, sendo cada vez mais necessária a adoção de medidas para a redução do consumo quando possível. O uso de sensores ou de pedais em pias de centros cirúrgicos e altamente recomendado. Conforme as medidas realizadas no HC da Unicamp, o uso de tais equipamentos ou de substâncias diferentes no processo de lavagem de mãos poderia potencialmente reduzir o consumo de água de maneira

significativa, o que reduziria também os gastos financeiros do hospital. 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 sempre priorizadas nos centros de saúde.

Em relação ao propofol, reforçamos também que seus efeitos na atmosfera existem, embora sejam menos relevantes que os gerados pelos anestésicos inalatórios. Além disso, há efeitos importantes no ecossistema aquático relatados na literatura. Com os dados obtidos do HC da Unicamp, esperamos que seja possível adotar práticas mais sustentáveis nesse sentido. Além disso, consideramos interessante que seja mantida sempre vigilância em relação ao esgoto hospitalar e aos resíduos que podem ser potenciais contaminantes.

A união constante de tecnologias, práticas de gestão ambiental e conscientização sobre sustentabilidade são muito importantes para lidar com as questões ambientais da anestesia e da medicina. Com mais estudos a respeito de temas relacionados, será possível avançar cada vez mais em busca de um futuro mais sustentável.

Bibliografia:

- 1) Ahmed A. Surgical hand scrub: lots of water wasted. *Ann Afr Med.* 2007 Mar;6(1):31-3. doi: 10.4103/1596-3519.55733. PMID: 18240489.
- 2) Gasson S, Solari F, Jesudason E P (April 30, 2023) Sustainable Hand Surgery: Incorporating Water Efficiency Into Clinical Practice. *Cureus* 15(4): e38331. doi:10.7759/cureus.38331
- 3) Mankes RF. Propofol Wastage in Anesthesia *Anesthesia & Analgesia* 2012; 114:1091-2 DOI: 10.1213/ANE.0b013e31824ea491
- 4) 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
- 5) C. Braschi, C. Tung, K.T. Chen. The impact of waste reduction in general surgery operating rooms. *Am J Surg*, 224 (6) (2022 Dec), pp. 1370- 1373, 10.1016/j.amjsurg.2022.10.033. Epub 2022 Oct 17. PMID: 36273939
- 6) M.A. Shoham, N.M. Baker, M.E. Peterson, et al. The environmental impact of surgery: a systematic review. *Surgery*, 172 (3) (2022), pp. 897-905, 10.1016/j.surg.2022.04.010
- 7) Liu A, Zhao Y, Cai Y, Kang P, Huang Y, Li M, Yang A. Towards Effective, Sustainable Solution for Hospital Wastewater Treatment to Cope with the Post-Pandemic Era. *Int J Environ Res Public Health.* 2023 Feb 6;20(4):2854. doi: 10.3390/ijerph20042854. PMID: 36833551; PMCID: PMC9957062.
- 8) Li Y, Qu X, Yu R, Ikehata K. Health Effects Associated with Wastewater Treatment, Reuse, and Disposal. *Water Environ Res.* 2015 Oct;87(10):1817-48. doi: 10.2175/106143015X14338845156623. PMID: 26420105.
- 9) Omufere, L.O., Maseko, B. & Olowoyo, J.O. Occurrence of antibiotics in wastewater from hospital and convectional wastewater treatment plants and their impact on the effluent receiving rivers: current knowledge between 2010 and 2019. *Environ Monit Assess* 194, 306 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09846-4>
- 10) Choudri, B.S.; Al-Awadhi, T.; Charabi, Y.; Al-Nasiri, N. Wastewater treatment, reuse, and disposal-associated effects on environment and health. *Water Environ. Res.* 2020, 92, 1595–1602.
- 11) van Nuijs AL, Castiglioni S, Tarcomnicu I, Postigo C, Lopez de Alda M, Neels H, Zuccato E, Barcelo D, Covaci A. Illicit drug consumption estimations derived from wastewater analysis: a critical review. *Sci Total Environ.* 2011 Sep 1;409(19):3564-77. doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.05.030. Epub 2010 Jun 18. PMID: 20598736.
- 12) Kostrubiak, M., Vatovec, C.M., Dupigny-Giroux, LA. et al. Water Pollution and Environmental Concerns in Anesthesiology. *J Med Syst* 44, 169 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01634-2>
- 13) Varughese, Shane MD; Ahmed, Raza MD. Environmental and Occupational Considerations of Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesthesia & Analgesia* 133(4):p 826-835, October 2021. | DOI: 10.1213/ANE.0000000000005504
- 14) Yeoh CB, Lee KJ, Mathias S, Tollinche LE. Challenges of Going Green in the Operating Room. *Anaesth Surg Open Access J.* 2020 Jun;2(1):000527. PMID: 32656543; PMCID: PMC7351340.
- 15) Bernat M, Boyer A, Roche M, Richard C, Bouvet L, Remacle A, et al. Reducing the carbon footprint of general anaesthesia: a comparison of total intravenous anaesthesia vs. a mixed anaesthetic strategy in 47,157 adult patients. *Anaesthesia.* 2024; 79(3): 309–317. <https://doi.org/10.1111/anae.16221>
- 16) IPCC (2006). “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Vol. 2: Energy.