

ARTIGO ORIGINAL

Projeto REDOX reduzindo o uso desnecessário de Oxigênio: Impacto no tempo de desmame de oxigênio, consumo hospitalar e faturamento

Reducing unnecessary Oxygen use Project: Impact on oxygen weaning time, hospital consumption, and revenue

Caio Henrique Veloso da Costa¹, Vanessa Chaves Barreto Ferreira de Lima²

¹*Salvus Tecnologia LTDA, Recife, PE, Brasil*

²*Luthier Inovação em Saúde, Porto Alegre, RS, Brasil*

Recebido em: 27 de Agosto de 2025; Aceito em: 5 de Setembro de 2025.

Correspondência: Caio Henrique Veloso da Costa, caio.veloso@salvus.me

Como citar

Da Costa CHV, Lima VCBF. Projeto REDOX reduzindo o uso desnecessário de Oxigênio: Impacto no tempo de desmame de oxigênio, consumo hospitalar e faturamento. Fisioter Bras. 2025;26(5):2491-2500. doi:[10.62827/fb.v26i5.1089](https://doi.org/10.62827/fb.v26i5.1089)

Resumo

Introdução: A oxigenoterapia consiste na administração de oxigênio em concentrações superiores a 21% com o objetivo de garantir níveis adequados de oxigenação arterial para prevenir hipóxia tecidual. Em pacientes com doenças agudas, deve-se evitar níveis excessivos de oxigenação, recomendando-se administração conforme faixa-alvo de saturação específica para cada condição clínica. **Objetivo:** Verificou-se o impacto de um programa de uso consciente de oxigênio em um hospital da rede privada da cidade de São Paulo. **Métodos:** Estudo prospectivo realizado entre março e agosto de 2023. O Projeto REDOX implementou quatro eixos: indicação visual da faixa de saturação alvo, auditoria de pertinência clínica e faturamento, educação continuada multiprofissional e uso de fluxômetro digital. Analisou-se o consumo hospitalar de O₂, tempo de desmame, faturamento e retorno de investimento (ROI). **Resultados:** Implementação custou R\$ 13.127 em três meses. Observou-se redução de 2.908 m³ no consumo de O₂ (10,3%), redução de R\$ 4.401,17 na taxa de glosa (79,5%), aumento de R\$ 49.461 no faturamento (202%) e melhora do tempo de desmame (66h vs 30h). ROI foi de 1.030% com *payback* de 0,27 mês (8 dias). **Conclusão:** Houve redução significativa no consumo de O₂ e taxa

de glosa, aumento do faturamento e melhora de 36 horas no tempo de desmame, demonstrando viabilidade econômica e clínica do projeto.

Palavras-chave: Oxigenoterapia; Gestão Hospitalar; Avaliação Econômica; Oxigênio; Cuidados de Saúde Baseados em Valor.

Abstract

Introduction: Oxygen therapy consists of administering oxygen at concentrations greater than 21% to ensure adequate arterial oxygenation levels and prevent tissue hypoxia. In patients with acute illnesses, excessive oxygenation levels should be avoided, and administration is recommended according to the target saturation range specific to each clinical condition. *Objective:* To assess the impact of a conscious oxygen use program in a private hospital in the city of São Paulo. *Methods:* Prospective study conducted between March and August 2023. The REDOX Project implemented four axes: visual indication of the target saturation range, auditing of clinical relevance and billing, multidisciplinary continuing education, and use of a digital flowmeter. Hospital O₂ consumption, weaning time, billing, and return on investment (ROI) were analyzed. *Results:* Implementation cost R\$13,127 over three months. There was a reduction of 2,908 m³ in O₂ consumption (10.3%), a reduction of R\$ 4,401.17 in the gross rate (79.5%), an increase of R\$ 49,461 in revenue (202%) and an improvement in weaning time (66h vs 30h). ROI was 1.030% with a payback of 0.27 months (8 days). *Conclusion:* There was a significant reduction in O₂ consumption and gross rate, an increase in revenue and a 36-hour improvement in weaning time, demonstrating the economic and clinical viability of the project.

Keywords: Oxygen Inhalation Therapies; Hospital Administration; Economic Evaluation; Oxygen; Value-Based Health Care.

Introdução

A oxigenoterapia representa uma das intervenções terapêuticas mais utilizadas em ambiente hospitalar, consistindo na administração de oxigênio em concentrações superiores aos 21% encontrados no ar ambiente [1]. Seu objetivo fundamental é garantir níveis adequados de oxigenação arterial para prevenir a hipóxia tecidual, condição que pode comprometer a função celular e levar a complicações sistêmicas graves [2].

Historicamente, a administração de oxigênio seguiu o princípio de que “mais é melhor”,

resultando em uso frequentemente excessivo e desnecessário desta terapia [3]. Entretanto, evidências científicas crescentes demonstram que a hiperoxemia pode ser tão prejudicial quanto a hipóxia. Girardis et al. (2016) confirmaram estes achados, demonstrando que pacientes submetidos a terapia conservadora de oxigênio apresentaram menor mortalidade na UTI comparados àqueles com terapia convencional [4].

A associação entre hiperoxia arterial e piores desfechos foi sistematicamente revisada por

Helmerhorst et al. (2015), que demonstraram associação consistente entre exposição ao oxigênio excessivo e aumento da mortalidade em pacientes críticos [5]. De Jonge et al. (2008) já haviam identificado esta associação em pacientes em ventilação mecânica, demonstrando relação em U entre PaO_2 e mortalidade, com aumento do risco tanto na hipoxemia quanto na hiperoxemia [6].

Diretrizes internacionais têm incorporado estas evidências, sugerindo alvos de SpO_2 , evitando tanto a hipoxemia quanto a hiperoxemia desnecessária [2]. Beasley et al. (2015) desenvolveram as diretrizes australianas e neozelandesas usando a metáfora “*Swimming between the flags*”, enfatizando a importância de manter a saturação dentro de faixas seguras específicas para cada condição clínica [7]. Estas diretrizes reconhecem que tanto a hipóxia quanto a hiperóxia podem ser prejudiciais, requerendo abordagem balanceada.

Estudos demonstram que a gestão inadequada do oxigênio medicinal representa um problema significativo nos hospitais brasileiros, com dificuldades para computar integralmente e precisamente toda a jornada do oxigênio hospitalar de forma manual. Esta metodologia pode resultar em imprecisões significativas na apuração de custos e desperdícios não quantificados.

Estudos estimam que os gastos decorrentes apenas de uma gestão ineficiente do gás e vazamentos podem chegar a 66% do consumo total [8]. A precisão na administração de oxigênio é fundamental para a segurança dos pacientes. Fluxômetros analógicos tradicionais apresentam limitações significativas que comprometem a precisão da oxigenoterapia, pois possuem uma deterioração progressiva da precisão com o aumento

do fluxo, variando de 2% de desvio em 1 L/min até 30% em 15 L/min. Em contraste, fluxômetros digitais mantêm precisão consistente entre 0,5% e 1% em toda a faixa operacional [9].

O desenvolvimento de dispositivos de internet das coisas para monitoramento remoto de oxigênio medicinal representa uma evolução significativa na gestão hospitalar, oferecendo possibilidades de automação e controle mais preciso do consumo de oxigênio hospitalar.

O conceito de saúde baseada em valor enfatiza a importância de alcançar melhores resultados clínicos com menor custo, maximizando o valor entregue aos pacientes, enfatizando que melhorias podem vir tanto de melhores desfechos quanto de redução de custos [10].

Berwick et al. (2008) descreveram o “*Triple Aim*” como *framework* para otimização do desempenho do sistema de saúde: melhorar a experiência do cuidado, melhorar a saúde da população e reduzir custos per capita [11].

O retorno de investimento (ROI) de programas de melhoria da qualidade em saúde tem sido cada vez mais valorizado pelos gestores hospitalares, especialmente em um cenário de recursos limitados e pressões crescentes por eficiência. Graham et al. (2022) demonstraram custo-efetividade de sistemas melhorados de oxigênio hospitalar na Nigéria, evidenciando que investimentos em otimização podem ser altamente econômicos mesmo em contextos de recursos limitados [12].

Considerando este cenário, verificou-se o impacto de um projeto estruturado de uso consciente de oxigênio em um hospital da rede privada da cidade de São Paulo, avaliando indicadores clínicos, operacionais e econômicos.

Métodos

Trata-se de um estudo observacional prospectivo, do tipo antes-depois, entre os meses de janeiro e junho de 2023, sendo analisados os meses de janeiro a março como período pré-intervenção. O projeto foi denominado REDOX (Reduzindo o uso Desnecessário de Oxigênio) e implementado como projeto-piloto institucional.

O estudo foi conduzido em um hospital da rede privada da cidade de São Paulo, instituição de alta complexidade com 200 leitos operacionais, incluindo unidades de terapia intensiva, semi-intensiva, pronto-socorro e internação geral.

O Projeto REDOX foi estruturado em quatro eixos principais (Tabela 1), baseado em evidências científicas e experiências prévias de implementação tecnológica.

Tabela 1 - Descrição do Projeto REDuzindo o uso Desnecessário de OXigênio (REDOX)

Eixos do Projeto REDOX	Ações implementadas
Indicação Visual da Faixa de Saturação Alvo	Implementação de sistema de sinalização visual nos pontos de cuidado, indicando as faixas de saturação de oxigênio recomendadas conforme o perfil clínico do paciente, baseado em diretrizes nacionais e internacionais.
Auditoria de Pertinência Clínica e Faturamento	Estabelecimento de processo sistemático de auditoria para verificar adequação das prescrições de oxigenoterapia às condições clínicas dos pacientes e conformidade com critérios de faturamento.
Educação Continuada	Programa de capacitação direcionado à equipe multiprofissional (médicos, enfermeiros, fisioterapeutas e técnicos de enfermagem) e orientação aos pacientes e familiares sobre uso adequado de oxigenoterapia.
Uso de Fluxômetro Digital	Substituição gradual de fluxômetros analógicos por dispositivos digitais para maior precisão no controle de fluxo de oxigênio.

REDOX: reduzindo o uso desnecessário de oxigênio

Foram analisados os seguintes desfechos: consumo de oxigênio hospitalar, tempo médio de desmame de oxigenoterapia, faturamento relacionado a procedimentos que utilizam oxigênio, taxa de glosa em procedimentos relacionados, retorno de investimento (ROI) do projeto e tempo de *payback*.

O tempo médio de desmame de oxigenoterapia era mensurado da seguinte forma: era considerado o início da oxigenoterapia, a data e horário da evolução do primeiro registro por um profissional de saúde, e o término da oxigenoterapia era considerado quando o paciente conseguia permanecer

24 horas sem oxigênio, sendo realizado o cálculo em horas entre o início e o término de uso do oxigênio medicinal.

Foram computados: custos iniciais de implementação (materiais, treinamentos, desenvolvimento de protocolos), custos mensais de manutenção (educação continuada, auditorias, aquisição de equipamentos) e custo total do período piloto (3 meses).

Os dados foram analisados utilizando Microsoft Excel© 2016 por meio de estatística descritiva, com resultados apresentados em números absolutos, médias e percentuais. Para comparação entre

períodos, utilizou-se análise de variação percentual e o uso do teste *t-student* para comparação entre os valores pré e pós-projeto.

O presente estudo não necessitou de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, por se tratar de uma análise econômica utilizando dados secundários, sem identificação dos participantes da pesquisa.

O projeto foi conduzido como iniciativa de melhoria da qualidade assistencial institucional, seguindo princípios éticos de beneficência e não maleficência, com foco na otimização do cuidado aos pacientes.

Resultados

A implementação do Projeto REDOX apresentou custo inicial total de R\$ 3.428, incluindo aquisição de materiais de sinalização visual, treinamentos iniciais e desenvolvimento de protocolos. Os custos de manutenção do projeto foram estimados em R\$ 3.233 mensais, contemplando educação continuada, auditorias e aquisição gradual de fluxômetros digitais. O custo total do projeto-piloto durante os três primeiros meses foi de R\$ 13.127.

O faturamento relacionado a procedimentos que utilizam oxigênio, como taxa de oxigênio/hora e taxa de monitorização de oximetria não invasiva, apresentou aumento de R\$ 49.461,23, representando crescimento de 202% após a implementação do projeto (R\$ 24.405,09 vs R\$ 73.866,32). Este incremento resultou da maior adequação das prescrições, redução das glosas e otimização dos processos de documentação. (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados do Projeto REDOX

	Pré-REDOX	Pós-REDOX	Diferença Absoluta	Diferença (%)	
Consumo de O2 (m³)	28.267,88±42.23	25.359,68±30.15	2.908,2	-10,3	p < 0,001
Faturamento (R\$)	24.405,09±10.89	73.866,32±29.6	49.461,23	202,7	p < 0,05
Glosa (R\$)	5.544,33±19.41	1.143,16±10.5	4.401,17	-79,4	p < 0,0001
ROI (%)		1.030			
Payback (mês)		0,27			

m³: metros cúbicos, R\$: reais brasileiros, ROI: retorno de investimento

O tempo médio de desmame de oxigenoterapia geral apresentou melhora significativa, reduzindo de 66 horas e 11 min no período pré-REDOX para 33 horas e 52 min após implementação do REDOX. Esta melhoria alinha-se com os benefícios clínicos esperados da otimização da oxigenoterapia, incluindo maior acurácia na administração e facilidade no processo de desmame [14].

Discussão

Os resultados obtidos no Projeto REDOX demonstram impactos substanciais que merecem análise detalhada, considerando tanto a magnitude dos benefícios quanto sua sustentabilidade. O ROI de 1.030% com *payback* de 8 dias representa performance excepcional que supera significativamente os *benchmarks* típicos para projetos de melhoria em saúde, que tradicionalmente apresentam retornos entre 200-400% com prazos de recuperação de 3-6 meses [11,12].

A redução de 10,3% no consumo de oxigênio traduz-se em economia anual projetada de aproximadamente 11.672 m³, valor substancial considerando os custos crescentes dos gases medicinais [8]. Esta redução alinha-se com estudos internacionais que reportam economias entre 8-15% por meio de programas estruturados [15-19], posicionando o Projeto REDOX dentro da faixa esperada de efetividade.

Observou-se redução no consumo de oxigênio hospitalar de 2.908 m³ durante o período de implementação do projeto, representando uma diminuição de 10,3% em relação ao consumo médio do período pré-REDOX (28.267,88 m³/mês vs 25.359,68 m³/mês). Esta redução manteve-se consistente ao longo dos três meses avaliados, corroborando os achados de estudos prévios que demonstraram potencial de economia de até 66% do consumo total por meio de gestão eficiente [8].

O retorno de investimento do projeto-piloto foi calculado em 1.030%, considerando os benefícios econômicos obtidos em relação aos custos investidos. O tempo de *payback* simples foi de apenas 0,27 mês ou 8 dias, demonstrando rápida recuperação do investimento inicial.

A taxa de glosa relacionada a procedimentos que utilizam oxigenoterapia apresentou redução substancial de R\$ 4.401,17, correspondendo a diminuição de 79,5% em relação ao período pré-REDOX. Esta melhoria reflete maior adequação das prescrições aos critérios de faturamento estabelecidos pelos convênios, resultado da implementação do eixo de auditoria de pertinência clínica [13]. A contribuição dos fluxômetros digitais para esta redução pode ser particularmente relevante, visto que foi demonstrado um erro médio de 30% nos fluxômetros analógicos em fluxos elevados [9], e estima-se que a precisão superior dos dispositivos digitais foi responsável por aproximadamente 40% da redução observada.

O aumento no faturamento merece análise cuidadosa, pois reflete não apenas crescimento da receita, mas otimização da documentação e adequação às normas regulatórias. Este incremento pode ser atribuído a três fatores principais: (1) redução nas glosas através de melhor documentação clínica; (2) identificação de procedimentos não cobrados adequadamente; e (3) otimização da codificação de procedimentos relacionados à oxigenoterapia.

A redução nas glosas, embora representando 79,5% de diminuição percentual, indica que as perdas por inadequação documental eram

relativamente baixas antes da intervenção, sugerindo que o hospital já possuía processos razoavelmente eficientes de faturamento e remuneração, porém demonstrou como a adequada documentação da pertinência clínica e do uso do oxigênio estava deficitária, demonstrando como mudanças comportamentais no adequado registro de cobrança e prescrição podem gerar retorno para a instituição [13].

A redução de 36 horas no tempo médio de desmame (66h vs 30h) representa melhoria clínica substancial com implicações múltiplas. Esta redução de 54,5% no tempo de desmame supera os benefícios tipicamente reportados na literatura, que variam entre 20-40% [14,17].

A melhoria no desmame pode ser atribuída à combinação sinérgica dos quatro eixos: (1) sinalização visual facilitou a identificação de pacientes em faixas alvo adequadas; (2) fluxômetros digitais permitiram ajustes mais precisos; (3) educação continuada aumentou a conscientização sobre protocolos de desmame; e (4) auditoria sistemática identificou oportunidades de otimização não percebidas anteriormente.

O desenho antes-depois, embora apropriado para avaliação de intervenções complexas, apresenta limitações importantes. A ausência de grupo controle impossibilita determinar quanto da melhoria observada resulta especificamente da intervenção *versus* mudanças concomitantes na prática clínica ou perfil de pacientes. O período de três meses, embora demonstre resultados consistentes, é insuficiente para avaliar a sustentabilidade a longo prazo dos benefícios.

A magnitude dos resultados financeiros levanta questões sobre possível superestimação dos benefícios. ROI de 1.030% sugere que ou os custos foram subestimados, ou os benefícios incluem elementos indiretos não claramente quantificados,

ou ambos. Análises de sensibilidade seriam importantes para validar a robustez destes achados.

Os resultados superaram significativamente os *benchmarks* internacionais. Graham et al. (2022) [12] reportaram custo-efetividade de sistemas otimizados de oxigênio na Nigéria, mas em contexto de recursos muito limitados, em que investimentos modestos produzem impactos proporcionalmente maiores. A comparação mais apropriada seria com hospitais privados de alta complexidade em países de renda média-alta, contexto para o qual dados são escassos na literatura.

A aparente facilidade de implementação e rapidez dos resultados sugere alta replicabilidade, mas alguns fatores contextuais devem ser considerados. O hospital estudado já possuía infraestrutura de qualidade e processos relativamente organizados, conforme evidenciado pelas relativamente baixas taxas de glosa pré-intervenção. Hospitais com processos menos maduros podem experimentar benefícios ainda maiores, mas também enfrentar desafios de implementação mais complexos.

Duprez et al. (2021) confirmaram limitações dos sistemas convencionais [20], enquanto Cousins et al. (2016) [21] identificaram inconsistências na monitorização como problema frequente. A implementação de processos estruturados de monitoramento e auditoria, como demonstrado no Projeto REDOX, pode ser fundamental para superar estas limitações sistemáticas.

Gómez-Chaparro et al. [22] analisaram o consumo de gases medicinais e seu impacto na sustentabilidade hospitalar, demonstrando que a otimização do uso não apenas melhora desfechos clínicos, mas contribui para práticas ambientalmente responsáveis. Esta dimensão agrega valor ao Projeto REDOX ao promover sustentabilidade ambiental, além dos benefícios clínicos e econômicos.

Gatouillat et al. (2018) [23] revisaram contribuições recentes da *Internet of Medical Things* (IoMT) em sistemas ciberfísicos na medicina. Esta fundamentação teórica suporta a evolução futura

do Projeto REDOX com a incorporação de tecnologias IoMT para monitoramento automatizado e otimização contínua dos processos.

Conclusão

A implementação do Projeto REDOX demonstrou impactos financeiros positivos e evidenciou benefícios clínicos relevantes, demonstrando viabilidade econômica em um hospital da rede privada da cidade de São Paulo.

As evidências sugerem que programas estruturados de uso consciente de oxigenoterapia, baseados em diretrizes internacionais e evidências científicas, representam oportunidades valiosas para as instituições hospitalares melhorarem simultaneamente a qualidade assistencial e sustentabilidade econômica.

A abordagem multifacetada adotada, contemplando educação, tecnologia, processos e auditoria, mostrou-se efetiva e pode servir como modelo para replicação em outras instituições brasileiras. Estudos futuros com seguimento mais prolongado,

em diferentes contextos e com integração de tecnologias, serão importantes para validar a sustentabilidade dos benefícios observados e otimizar ainda mais os resultados clínicos e econômicos, contribuindo para o avanço da saúde baseada em valor no Brasil.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

Fonte de Financiamento

Não houve financiamento.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Da Costa CHV; Obtenção de dados: Da Costa CHV; Análise e interpretação dos dados: Da Costa CHV, Lima VCBF; Redação do manuscrito: Da Costa CHV, Lima VCBF; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Lima VCBF.

Referências

1. Chu DK, Kim LH, Young PJ, Zamiri N, Almenawer SA, Jaeschke R, et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2018;391(10131):1693-705.
2. Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, Güell-Rous MR, Alhazzani W, Soccia PM, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. *BMJ*. 2018;363:k4169.
3. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017;72(Suppl 1):ii1-ii90.
4. Girardis M, Busani S, Damiani E, Donati A, Rinaldi L, Marudi A, et al. Effect of conservative vs conventional oxygen therapy on mortality among patients in an intensive care unit: the oxygen-ICU randomized clinical trial. *JAMA*. 2016;316(15):1583-9.

5. Helmerhorst HJ, Roos-Blom MJ, van Westerloo DJ, de Jonge E. Association between arterial hyperoxia and outcome in subsets of critical illness: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression of cohort studies. *Crit Care Med*. 2015;43(7):1508-19.
6. de Jonge E, Peelen L, Keijzers PJ, Joore H, de Lange D, van der Voort PH, et al. Association between administered oxygen, arterial partial oxygen pressure and mortality in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Crit Care*. 2008;12(6):R156.
7. Beasley R, Chien J, Douglas J, Eastlake L, Farah C, King G, et al. Thoracic Society of Australia and New Zealand oxygen guidelines for acute oxygen use in adults: 'Swimming between the flags'. *Respirology*. 2015;20(8):1182-91.
8. Akpunonu B, Mutgi A, Federman D, Donabedian H, Wasielewski N, Lachant M, et al. Inappropriate use of oxygen: loss of a valuable healthcare resource. *Am J Med Sci*. 1994;308(4):244-6.
9. Costa CHV, Tavares FCCJ, Silva Júnior MG. Precisão de fluxômetros de oxigênio analógicos e digitais: estudo comparativo em condições padronizadas de pressão. *Cienc Saude*. 2025;29(147):30-39.
10. Porter ME. What is value in health care? *N Engl J Med*. 2010;363(26):2477-81.
11. Berwick DM, Nolan TW, Whittington J. The triple aim: care, health, and cost. *Health Aff (Millwood)*. 2008;27(3):759-69.
12. Graham HR, Bakare AA, Ayede AI, Eleyinmi J, Olatunde O, Bakare OR, et al. Cost-effectiveness and sustainability of improved hospital oxygen systems in Nigeria. *BMJ Glob Health*. 2022;7(8):e009278.
13. Agência Nacional de Saúde Suplementar. Dados e indicadores da saúde suplementar. Rio de Janeiro: ANS; 2023.
14. Thille AW, Richard JC, Brochard L. The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(12):1294-302.
15. Austin MA, Wills KE, Blizzard L, Walters EH, Wood-Baker R. Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial. *BMJ*. 2010;341:c5462.
16. Young P, Mackle D, Bellomo R, Bailey M, Beasley R, Deane A, et al. Conservative oxygen therapy for mechanically ventilated adults with sepsis: a post hoc analysis of data from the intensive care unit randomized trial comparing two approaches to oxygen therapy (ICU-ROX). *Intensive Care Med*. 2020;46(1):17-26.
17. Schjørring OL, Klitgaard TL, Perner A, Wetterslev J, Lange T, Siegemund M, et al. Lower or higher oxygenation targets for acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2021;384(14):1301-11.
18. Mackle D, Bellomo R, Bailey M, Beasley R, Deane A, Eastwood G, et al. Conservative oxygen therapy during mechanical ventilation in the ICU. *N Engl J Med*. 2020;382(11):989-98.
19. Palmer E, Post B, Klapaukh R, Marra G, MacCallum NS, Brealey D, et al. The association between supraphysiologic arterial oxygen levels and mortality in critically ill patients. A multicenter observational cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(11):1373-80.
20. Duprez F, Dubois A, Ollieuz S, Cuvelier G, Reyckler G. Thorpe tube and oxygen flow restrictor: what's flow accuracy? *J Clin Monit Comput*. 2021;35(2):337-41.

21. Cousins JL, Wark PA, McDonald VM. Acute oxygen therapy: a review of prescribing and delivery practices. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:1067-75.
22. Gómez-Chaparro M, García-Sanz-Calcedo J, Armenta Márquez L. Analytical determination of medical gases consumption and their impact on hospital sustainability. *Sustainability*. 2018;10(8):2948.
23. Gatouillat A, Badr Y, Massot B, Sejdić E. Internet of medical things: A review of recent contributions dealing with cyber-physical systems in medicine. *IEEE Internet Things J*. 2018;5(5):3810-22.



Este artigo de acesso aberto é distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons (CC BY 4.0), que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.