



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Anestesiologia
www.sba.com.br



ARTIGO DE REVISÃO

Lean Seis Sigma e anestesia

Thais Orrico de Brito Cançado ^{a,b,c,*}, Fernando Brito Cançado^d
e Marcelo Luis Abramides Torres^{e,f,g}



^a Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina, São Paulo, SP, Brasil

^b Faculdade Unimed, MBA Administração Hospitalar, Belo Horizonte, MG, Brasil

^c Servan Anestesiologia, Campo Grande, MS, Brasil

^d Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brasil

^e Sociedade Brasileira de Anestesiologia (SBA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^f Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina, Disciplina de Anestesiologia, São Paulo, SP, Brasil

^g Maternidade Promatre Paulista, Serviço de Anestesia, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 1 de maio de 2018; aceito em 10 de dezembro de 2018

Disponível na Internet em 13 de setembro de 2019

PALAVRAS-CHAVE

Lean Seis Sigma;
Gestão;
Anestesiologia;
Centro cirúrgico

Resumo

Justificativa: As demandas por serviços de saúde têm crescido de forma acentuada. Consequentemente, crescem também os custos das instituições para sua manutenção operacional e investimentos. O desafio da gestão hospitalar é conseguir conquistar padrões de qualidade e segurança para o paciente, aumentar sua produtividade e minimizar os custos. Lean Seis Sigma é uma metodologia bem estruturada que visa a eliminar os desperdícios e atividades que não agregam valor, focada na redução da variação nos processos, elimina as causas do defeito, melhora o desempenho. Como resultado, observa-se redução de custo, maior qualidade e satisfação do consumidor.

Objetivos: Definir metodologia Lean Seis Sigma e buscar na literatura referências do uso da metodologia em saúde e especificamente na anestesiologia.

Conteúdo: Descreve-se como são frequentes os desperdícios de medicamentos, materiais e tempo (retrabalho), bem como os erros que acontecem no dia a dia do anestesiologista. O anestesiologista deve conhecer o impacto de sua prática profissional, com o objetivo de fazer escolhas mais apropriadas e reduzir assim o dano ao ambiente, melhorar a saúde global e reduzir os custos com assistência à saúde. Sugere-se o uso da metodologia Lean Seis Sigma para tornar a anestesia mais sustentável, com melhoria dos processos, sem prejuízo ao paciente.

Conclusão: A metodologia Lean Seis Sigma é uma estratégia de gerenciamento de negócio de fato nova na área da saúde. Insere-se perfeitamente no contexto atual de qualidade e segurança ao paciente, relevante, portanto, na prática da anestesiologia.

© 2019 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

E-mail: thaiscancado@terra.com.br (T.O. Cançado).

KEYWORDS

Lean Six Sigma;
Management;
Anesthesiology;
Operating room

Lean Six Sigma and anesthesia**Abstract**

Background: Demands for health services have been growing sharply. Consequently, the costs of the institutions for their operational maintenance and investments also increase. The challenge of hospital management is to achieve standards of quality and safety for patients, increasing their productivity and minimizing costs. Lean Six Sigma is a well-structured methodology that aims to eliminate waste and activities that do not add value, focused on reducing process variation, eliminating the causes of the defect, and improving performance. As a result, cost reduction, higher quality, and customer satisfaction are observed.

Objectives: To define Lean Six Sigma methodology and search references in the literature on its use in Health and specifically in Anesthesiology.

Content: How often the waste of medicines, materials and time (rework), as well as the errors that happen in the day-to-day of the anesthesiologist are reported. Anesthesiologists must know the impact of their professional practice, with the purpose of making more appropriate choices, thus reducing the damage to the environment, improving overall health, and reducing costs with health care. The use of the Lean Six Sigma methodology is suggested to make the anesthesia field more sustainable, improving the processes without prejudice to the patient.

Conclusion: Lean Six Sigma methodology is a new business management strategy in the health area. It is perfectly inserted in the current context of quality and safety to the patient; therefore, relevant in the practice of anesthesiology.

© 2019 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

As demandas por serviços de saúde têm crescido de forma acentuada e as perspectivas futuras são de contínua expansão. Consequentemente, crescem também os custos das instituições para sua manutenção operacional e investimentos. O verdadeiro desafio da gestão hospitalar é conseguir conquistar padrões de qualidade que são necessários não somente para garantir um atendimento adequado como também para proporcionar melhores condições competitivas e remuneração diferenciada para a instituição.

Devido ao aumento da demanda, os altos custos assistenciais e recursos limitados, as organizações de saúde precisam se tornar eficientes, aumentar sua produtividade e minimizar os gastos. O sucesso de um hospital que detém certificações de qualidade está fundamentalmente relacionado com a sua capacidade de dar continuidade às melhores práticas da gestão assistencial e administrativa.

O atual cenário econômico tem pressionado o sistema de saúde e provedores, inclusive anestesistas, a minimizar os custos sem sacrificar a segurança do paciente (medida aparentemente paradoxal).

Para que haja melhoria contínua dos processos, os padrões de excelência devem ser previamente definidos e conhecidos por todos os envolvidos. É fundamental a compreensão sobre o que funciona bem e o que pode ser melhorado.

Lean Seis Sigma (LSS) é uma metodologia bem estruturada que visa a eliminar os desperdícios e as atividades que não agregam valor, focada na redução da variação nos processos, elimina as causas do defeito, melhora o desempenho. Como resultado, observa-se redução de custo, maior qualidade e satisfação do consumidor.

Os profissionais da área da saúde aceitaram e implementaram o LSS nas suas organizações, locais esses bem diferentes das manufaturas de automóveis onde surgiu a filosofia Lean (enxuta).

Atrasos, informações duplicadas, *burnout*, retrabalho, movimento desnecessário de pacientes e profissionais da saúde, falta de equipamentos e suprimentos, são fatores que levam ao prejuízo, insatisfação e frustração das pessoas que trabalham nesses setores.

Para entendermos o que é Lean Seis Sigma, primeiro precisamos entender o que é a metodologia Seis Sigma.

O Seis Sigma (*Six Sigma*) é uma estratégia de gerenciamento de negócios originalmente desenvolvida pela Motorola, USA, em 1981. Essa metodologia é aplicada em muitas áreas da indústria e a partir de 1990 iniciou-se o emprego na área da saúde.

O Seis Sigma busca melhorar a qualidade dos *outputs* dos processos através da identificação e da remoção da causa desses defeitos (erros) e promover a redução da variabilidade na manufatura e nos processos.

Sigma é uma medida de variação usada em estatística. Essa medida, aplicada a um processo empresarial, diz respeito à capacidade do processo de trabalhar livre de falhas. Quando falamos em Seis Sigma, significa redução da variação no resultado entregue aos clientes a uma taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição. O conceito Seis Sigma é uma nova forma para medir o quanto um produto é bom. Quando um produto tem Seis Sigma, isso nos diz que sua qualidade é excelente, significa que a probabilidade de produzir defeitos é extremamente baixa.^{1,2}

Essa metodologia usa uma variedade de métodos, inclusive estatísticos, como já foi mencionado. Cria-se uma estrutura especial de organização de pessoas dentro da



Figura 1 Hierarquia organizacional do Seis Sigma.



Figura 2 Ciclo Seis Sigma DMAIC.

empresa que têm níveis hierárquicos diferentes, representados por faixas coloridas (*belts*), como as usadas nas artes marciais. Quanto mais escura a faixa, mais avançado é o seu nível e grau de maturidade para aplicar o processo do gerenciamento da qualidade (fig. 1).

Cada projeto Seis Sigma desenvolvido dentro de uma organização segue uma sequência definida de passos e objetivos quantificados (roteiro DMAIC). São cinco ferramentas que devem ser aplicadas e concluídas, garantindo a progressão do projeto (fig. 2).

O início se dá pela definição do problema (*Define*), passa por uma medição do estado atual (*Measure*), pela caracterização da raiz do problema (*Analyse*), pelo desenvolvimento e pelo teste (*Improve*) e, por fim, mas não menos importante, pela implantação das mudanças (*Control*), garantindo que os resultados se manterão no futuro (fig. 3).^{1,2}

Esses objetivos podem ser financeiros (redução de custos ou aumento de lucros) ou qualquer aspecto que seja crítico ao consumidor final (geração de valor, segurança, durabilidade etc.).

Há alguns anos, os adeptos da metodologia Seis Sigma combinaram com as ideias do *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta ou Produção Enxuta) da Toyota para criar uma metodologia que é chamada de Lean Seis Sigma (fig. 4).

As metodologias são complementares e apresentam as seguintes características:

Seis Sigma:

- Enfatiza a necessidade de reconhecer oportunidades de eliminação de defeitos conforme definição dos consumidores;
- Reconhece que a variabilidade dificulta nossa habilidade de entregar serviços com alto índice de qualidade;
- Requer decisões baseadas em dados e incorpora um conjunto completo de ferramentas de qualidade debaixo de um poderoso *framework* para efetiva resolução de problemas;
- Fornece uma infraestrutura cultural altamente duradoura para se obterem resultados sustentáveis;
- Quando implantado corretamente, promete lucro nas operações.

Lean:

- Foco em maximizar a velocidade dos processos;
- Provê ferramentas para análise dos fluxos dos processos e atrasos em cada atividade do processo;
- Centralizada na separação de "valor agregado" e "valor não agregado", tem várias ferramentas para eliminar a

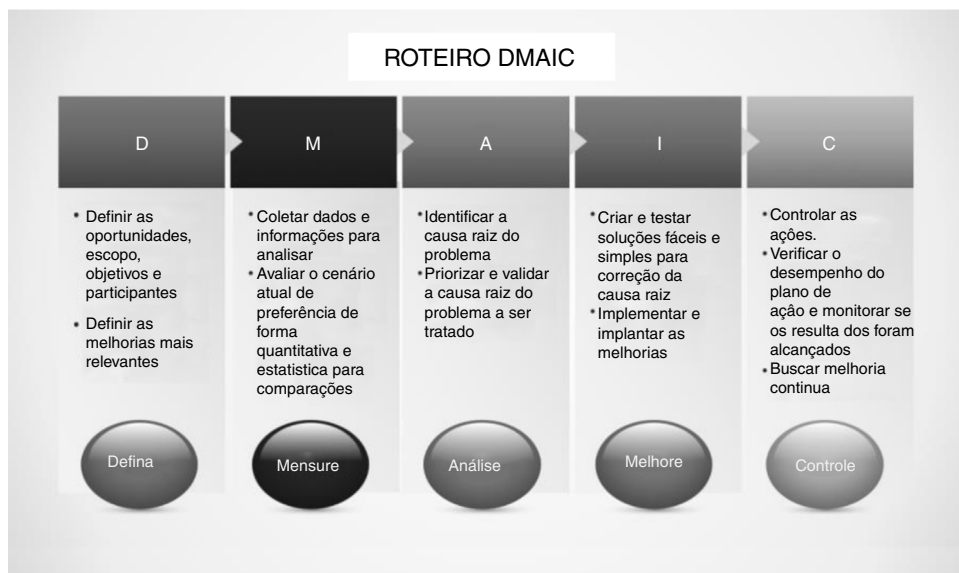


Figura 3 Roteiro DMAIC.



Figura 4 Metodologia Lean+Seis Sigma.

causa raiz das atividades que não agregam valor, bem como seus custos;

Os oito tipos de desperdícios (ou atividades que não agregam valor) são:

- Desperdiçar mão de obra;
- Defeitos/coisas que não estão corretas e necessitam de reparos;
- Estoque/coisas que aguardam ser trabalhadas;
- Superprodução/coisas em excesso ou muito cedo;
- Tempo de espera/pessoas que aguardam por coisas chegarem;
- Movimento humano desnecessário;
- Transporte/movimento de pessoas e coisas;
- Desperdícios no processo – Coisas que temos de fazer e que não agregam valor ao produto final ou serviço que prestamos (fig. 5).^{1,2}

Mason et al. (2014) publicaram revisão sistemática sobre o uso da metodologia LSS em cirurgia. Foram encontradas 23 publicações, porém somente seis trabalhos usaram a associação conjunta do Lean com Seis Sigma.³ Esses seis trabalhos tiveram como objetivos: melhorar a eficiência do centro cirúrgico, reduzir danos aos pacientes (complicações cirúrgicas), reduzir mortalidade e limitar custos desnecessários decorrentes de permanência hospitalar prolongada.⁴⁻⁹

Na Arábia Saudita, Lighter (2014) descreveu a metodologia LSS em hospital pediátrico e Almorsy & Khalifa (2016) melhoraram o uso e diminuíram desperdício de fitas de medida de glicemia com a aplicação da metodologia DMAIC.^{10,11} A melhoria da qualidade no controle da dor de pacientes internados, com o uso da mesma metodologia, foi descrita por Drouillard et al. (2017).¹²

Kruskal et al. (2012), Lee et al. (2014) e Amaratunga & Dobrowski (2016) publicaram trabalhos com o uso do LSS na radiologia.¹³⁻¹⁵ Agarwal et al. (2016) aplicaram o



Figura 5 Os oito desperdícios do Lean.

LSS em centro de cardiologia invasiva, Lin et al. (2013) na otorrinolaringologia, Ciulla et al. (2017) na clínica oftalmológica.¹⁶⁻¹⁸

Molla et al. (2018) publicaram no *Jornal de Qualidade e Segurança da Joint Commission* artigo que comprova a melhoria da rotatividade hospitalar quando aplicada a metodologia LSS.¹⁹ Contudo, poucas publicações fazem referência ao emprego da metodologia LSS na anestesiologia especificamente.

Kuo et al. (2011) propõem o uso da metodologia LSS para melhoria do processo da RPA (Recuperação Pós-Anestésica), contudo tratava-se de proposta teórica.²⁰

Haenke & Stichler (2015) aplicaram a metodologia também na RPA. Aumentaram o número de leitos, melhoraram o fluxo de trabalho, ofereceram melhor assistência ao paciente e economizaram vultosa quantia de dinheiro, à medida que diminuíram serviço desnecessário da enfermagem e reduziram a permanência do paciente na unidade.²¹

Roberts et al. (2017) melhoraram o processo da anestesia pediátrica em hospital de Washington DC, diminuíram a circulação desnecessária do profissional da enfermagem em busca de materiais usados no procedimento anestésico.²²

Stonemetz et al. usaram a metodologia LSS no hospital Johns Hopkins (Baltimore/USA) e promoveram redução significativa do lixo hospitalar, com economia de mais de US\$ 500.000 para a instituição, e encorajam os anestesiológicos a participar de projetos de melhoria, além do cuidado direto ao paciente, com o objetivo de ganho financeiro.²³

Apresentam-se a seguir assuntos relacionados à anestesiologia que poderiam ser usados na elaboração de projetos com o emprego da metodologia LSS.

Trabalho desenvolvido em hospital universitário no Brasil constatou que o centro cirúrgico é um dos principais setores nos quais ocorre o desperdício hospitalar.²⁴ Esse é um setor que usa grande parte dos recursos materiais e que tem uma distribuição logística também de grande complexidade. É o ambiente de trabalho principal do anestesiológico.

O desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, materiais, recursos humanos, tempo, dinheiro, energia etc.). O desperdício acrescenta custos adicionais ao produto/serviço, sem trazer qualquer tipo de melhoria ao cliente.

O desperdício evitável refere-se à relação entre o comportamento das equipes de saúde e a cultura de gestão das organizações, portanto modificáveis (material que não deveria ser aberto, ou seja, aqueles que apresentam perda total da quantidade contida na embalagem por solicitação antecipada e/ou inadvertida). Entretanto, o “desperdício não evitável” é considerado o material que, por motivo da quantidade da embalagem (de acordo com a produção da indústria), não houve necessidade de serem usados todos os itens, perderam-se apenas alguns itens da embalagem.

Tempo gasto em processos não bem sucedidos e tempo gasto com retrabalho também são desperdícios. O estorno é uma atividade considerada retrabalho. Todos os materiais estornados/devolvidos devem retornar ao seu local de armazenamento, que usa o tempo do pessoal da área de suprimentos do centro cirúrgico. O estorno é intrínseco ao processo de trabalho dos kits cirúrgicos, pois mesmo com todos os processos das cirurgias definidos e delineados, quando se trata de serviços de saúde há variações de indivíduo para indivíduo, cirurgiões, pacientes, patologias – assim inviabiliza-se o processo de preparação dos kits em 100%. Esse desperdício é inerente ao processo de gerenciamento dos materiais de consumo nas cirurgias, porém deve ser minimizado ao máximo.

Os desperdícios relacionados à anestesia na sala cirúrgica incluem itens materiais, medicamentos, drogas anestésicas e gases medicinais, não se esquece também do desperdício de tempo relacionado à espera (quer seja do paciente, quer seja do cirurgião, espera na limpeza e preparo da sala

cirúrgica ou espera por suprimentos que não estão disponíveis no momento da anestesia).^{25,26}

O lixo tem se tornado o maior símbolo do desperdício. Grande parte do que é desperdiçado vai para o lixo.

A quantidade de lixo produzida numa simples cirurgia de rotina de 90 minutos produz mais resíduos do que uma família de quatro pessoas produz durante uma semana.²⁷ A Associação de Anestesiologistas da Grã-Bretanha e Irlanda estima que cada sala cirúrgica produz aproximadamente 2.300 kg de lixo (relacionados à anestesia) e 230 kg de materiais perfurocortantes ao ano e que seriam incinerados (ao custo, em Libras Esterlinas, moeda corrente no Reino Unido, de £ 750/tonelada). No entanto, 40% desse lixo poderiam ser reclassificados como lixo comum (ao custo de £ 80/tonelada) ou ser reciclados (economia de £ 15/tonelada), o que geraria economia para a instituição.²⁸

Hubbard et al. (2017) aprimoraram a dispensação do lixo na sala cirúrgica e obtiveram uma estimativa de redução de custos ao redor de US\$ 2.200 por ano.²⁹

Zuegge (2013) enfatiza a importância de adotarmos práticas mais ecológicas e econômicas em nossa profissão.³⁰ A Sociedade Americana de Anestesiologistas (ASA) em publicação recente (2016) convida os anestesiologistas a pensarem numa prática diária mais sustentável com menos desperdício, menor produção de lixo, mais amigável ao meio ambiente.³¹

O desperdício de medicamentos relacionados à anestesia ocorre quando são diluídos e não usados, descartados por mau dimensionamento dos frascos que são fornecidos pelos laboratórios ou por sobra no fim de um procedimento anestésico.

Os medicamentos anestésicos constituem 5% a 15% do orçamento da farmácia hospitalar e 4% do custo do procedimento cirúrgico.³² Existe certa pressão da administração em relação à redução desses custos, muitas vezes limita-se a escolha do anestesiologista quanto ao emprego de determinados agentes bloqueadores neuromusculares, antieméticos e opioides.³³

O estudo feito por Weinger constatou uma média de custo por caso de drogas descartadas de US\$ 10,86 por paciente. As medicações que mais contribuíram para esse desperdício foram fenilefrina (21%), propofol (15%), vecurônio (12%), midazolam (11%), labetalol (9%) e efedrina (9%).³⁴

O maior desperdício ocorre na anestesia pediátrica. As medicações são diluídas e desperdiçadas, apesar de terem sido usadas parcialmente. Evidenciou-se 80% de desperdício de epinefrina, efedrina, naloxona, flunitrazepam e cisatracúrio, os que mais chamaram atenção em relação ao custo foram o rocuroônio e a nalbufina.³⁵

Além das medicações, os anestesiologistas usam outros dispositivos que são potenciais fontes de desperdício. Entre eles, pode-se citar máscaras laringeas descartáveis e tubos traqueais quando são abertos e não usados. O uso de filtros de barreira de contaminação descartáveis no Brasil e em muitos países da Europa evita o lixo produzido pelos circuitos ventilatórios plásticos que são usualmente descartados nos EUA.^{36,37} Consideração também deve ser feita em relação aos campos e às roupas descartáveis e mantas térmicas de uso único.³⁸

McGain et al. (2017) compararam os custos financeiros e impactos ambientais em cinco cenários e empregaram equipamentos anestésicos de uso único e reusáveis em hospital australiano. No cenário em que os materiais foram reusados, observaram economia de £ 18.000/ano, porém em relação ao meio ambiente houve 10% a mais de emissão de CO₂ e o dobro de uso da água.³⁹

Quando o assunto é avaliação pré-anestésica, observa-se que frequentemente exames são solicitados desnecessariamente. A solicitação desses exames raramente modifica a conduta, onera as instituições e os pacientes. A boa prática recomenda conduta baseada nas diretrizes das especialidades, evitam-se assim demandas judiciais.⁴⁰

Poluições de gases anestésicos são pequenas quantidades de anestésicos voláteis que vazam do circuito respiratório do paciente em direção ao ambiente da sala cirúrgica durante o procedimento anestésico (óxido nitroso e anestésicos halogenados). Podem também ser os gases exalados pelos pacientes na sala de recuperação pós-anestésica. Esses resíduos de gases presentes no ar ambiente parecem estar associados a riscos ocupacionais diversos em curto e longo prazo, além de provocar efeitos na camada de ozônio, o que leva ao aquecimento global.^{41,42}

Deng et al. (2018) publicaram recentemente revisão sobre esse assunto e recomendaram uma série de estratégias preventivas, já que as conclusões em relação aos efeitos deletérios aos profissionais expostos são incertas. Recomendando o uso de sistemas antipoluição adequados, sistemas de ventilação no centro cirúrgico, indução da anestesia inalatória com máscaras bem adaptadas, baixo fluxo de gases frescos, uso do dispositivo apropriado para preenchimento dos vaporizadores.⁴³

Rinehardt e Sivarajan (2012) publicaram trabalho com considerações relacionadas aos custos e desperdícios na prática anestésica. Os autores imputam maior custo à anestesia venosa total em detrimento à anestesia inalatória com sevoflurano e desflurano associados a antieméticos (cinco a 10 vezes mais cara). Afirmam que a anestesia inalatória com isoflurano é 10 a 25 vezes mais barata do que a anestesia inalatória com os anestésicos inalatórios que promovem um despertar mais rápido (sevoflurano e desflurano) e que esse despertar mais precoce não tem impacto no fim dos custos de permanência em recuperação pós-anestésica.³³ Essas afirmações merecem uma apreciação cuidadosa visto que na época da publicação os preços dos medicamentos e das tecnologias empregadas eram diferentes das que são praticadas na atualidade.

A anestesiologia é a única especialidade médica que prescreve, dilui e administra os fármacos sem conferência de outro profissional. Somando-se a alta frequência de administração dos fármacos cria-se um ambiente propício a erros, consequentemente causa-se um evento adverso.⁴⁴

Define-se evento adverso como lesão ou dano não intencional que resulta em incapacidade ou disfunção, temporária ou permanente, e/ou prolongamento do tempo de permanência ou morte como consequência do cuidado de saúde prestado. Os erros de medicações são as causas mais comuns de morbidade e mortalidade dos pacientes.⁴⁵ O impacto varia de nenhum dano a efeitos adversos graves, inclusive óbito. Os impactos financeiros para a instituição e para todos os envolvidos devem ser atenuados.

Em 2010, Consenso da APSF (*Anesthesia Patient Safety Foundation*) recomendou práticas para melhorar a segurança na administração dos medicamentos em sala cirúrgica.⁴⁶ Os erros podem ocorrer por várias razões: falta de experiência, pouca vigilância, rotulagem/identificação/seleção imprópria e desatenção por fadiga. Jensen et al. propõem 12 medidas que visam a prevenir esses tipos de erros. São medidas relacionadas à rotulagem, preparações e armazenamento das seringas.⁴⁷

Dhawan et al. (2017) acreditam que devam ser incorporados conceitos eletrônicos e digitais para incentivar a evolução do sistema de administração de medicamentos relacionados à anestesia.⁴⁸

A SFAR (*Société Française d'Anesthésie et de Réanimation*) publicou recentemente (2017) *guidelines* para prevenção de erros na administração de medicamentos na anestesiologia e unidade de cuidados intensivos.⁴⁹ Os eventos devem ser reportados para que medidas preventivas e corretivas possam ser tomadas.⁵⁰

Os anestesiológicos devem conhecer o impacto de sua prática profissional, com o objetivo de fazer escolhas mais apropriadas, reduzir assim o dano ao ambiente, melhorar a saúde global e reduzir os custos com assistência à saúde.

Por fim, devido a todos os apontamentos colocados acima, acredita-se ser a ferramenta LSS uma metodologia preciosa, que se insere perfeitamente no contexto atual de qualidade e segurança ao paciente, relevante, portanto, na prática diária da anestesiologia.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Gunjan Y, Desai TN. Lean Six Sigma: a categorized review of literature. *Int J Lean Six Sigma*. 2016;7:2–24.
- Muraliraj J, Zailani S, Kuppusamy S, et al. Annotated methodological review of Lean Six Sigma. *Int J Lean Six Sigma*. 2018;9:2–49.
- Mason SE, Nicolay CR, Darzi A. The use of Lean and Six Sigma methodologies in surgery. A systematic review. *Surgeon*. 2015;13:91–100.
- Niemeijer GC, Trip A, Ahaus KT, et al. Quality in trauma care: improving the discharge procedure of patients by means of Lean Six Sigma. *J Trauma*. 2010;69:8–614.
- Martinez EA, Chavez-Valdez R, Holt NF, et al. Successful implementation of a perioperative glycemic control protocol in cardiac surgery: barrier analysis and intervention using lean six sigma. *Anesthesiol Res Pract*. 2011:9–565.
- Cima RR, Brown MJ, Hebl JR, et al. Use of lean and six sigma methodology to improve operating room efficiency in a high-volume tertiary-care academic medical center. *J Am Coll Surg*. 2011;213:83–92.
- Niemeijer GC, Flikweert E, Trip A, et al. The usefulness of lean six sigma to the development of a clinical pathway for hip fractures. *J Eval Clin Pract*. 2013;19:14–909.
- Gayed B, Black S, Daggy J, et al. Redesigning a joint replacement program using Lean Six Sigma in a Veterans Affairs hospital. *JAMA Surg*. 2013;148:6–1050.
- Warner CJ, Walsh DB, Horvath AJ, et al. Lean principles optimize on-time vascular surgery operating room starts and decrease resident work hours. *J Vasc Surg*. 2013;58:22–1417.
- Lighter DE. The application of Lean Six Sigma to provide high-quality, reliable pediatric care. *Int J Ped Adolesc Med*. 2014;1:8–10.
- Almorsy L, Khalifa M. Lean Six Sigma in Health Care: Improving Utilization and Reducing Waste. *Stud Health Technol Inform*. 2016;226:7–194.
- Drouillard D, Porter S, Zuckerman A, et al. Medical students leading quality improvement: a lean six sigma approach to pain management. *Am J Med Qual*. 2017;32:569.
- Kruskal JB, Reedy A, Pascal L, et al. Quality initiatives: lean approach to improving performance and efficiency in a radiology department. *Radiographics*. 2012;32:87–573.
- Lee E, Grooms R, Mamidala S, et al. Six Easy Steps on How to Create a Lean Six Sigma Value Stream Map for a Multidisciplinary Clinical Operation. *J Am Coll Radiol*. 2014;11:9–1144.
- Amaratunga T, Dobranowski J. Systematic Review of the Application of Lean Six Sigma Quality Improvement Methodologies in Radiology. *J Am Coll Radiol*. 2016;13:95–1088.
- Argawal S, Gallo JJ, Parashar A, et al. Impact of Lean Six Sigma process improvement methodology on cardiac catheterization laboratory efficiency. *Cardiovasc Revasc Med*. 2016;17:95–101.
- Lin SY, Gavney D, Ishman SL, et al. Use of lean sigma principles in a tertiary care otolaryngology clinic to improve efficiency. *Laryngoscope*. 2013;123:8–2643.
- Ciulia TA, Tatikonda MV, ElMaraghi YA, et al. Lean Six Sigma techniques to improve ophthalmology clinic efficiency. *Retina*. 2018;38:98–1688.
- Molla M, Duncan S, Warren MA, et al. A Lean Six Sigma quality improvement projects improves timeliness of discharge from the hospital. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2018;44:12–401.
- Kuo AM, Borycki E, Kushniruk A, et al. A healthcare Lean Six Sigma System for postanesthesia care unit workflow improvement. *Qual Manag Health Care*. 2011;20:4–14.
- Haenke R, Stichler J. Applying lean six sigma for innovative change to the post-anesthesia care unit. *JONA*. 2015;45:7–185.
- Roberts RJ, Wilson AE, Quezada Z. Using lean six sigma methodology to improve quality of anesthesia supply chain in a pediatric hospital. *Anesth Analg*. 2017;124:4–922.
- Stonemetz J, Pham JC, Necochea AJ, et al. Reduction of Regulated Medical Waste Using Lean Sigma Results in Financial Gains for Hospital. *Anesthesiology Clin*. 2011;29:52–145.
- Aranha GTC, Vieira RW. Estudo de um dos indicadores do custo da qualidade: o desperdício. *Rev Adm Saúde*. 2004;6:43–55.
- Jericó MC, Perroca MG, Penha VC. Mensuração de indicadores de qualidade em centro cirúrgico: tempo de limpeza e intervalo entre cirurgias. *Rev Latino-Am Enferm*. 2011;19:1–8.
- Koenig T, Neumann C, Ocker T, et al. Estimating the time needed for induction of anesthesia and its importance in balancing anaesthetists and surgeons waiting times around the start of surgery. *Anaesthesia*. 2011;66:62–556.
- Esaki RK, Macario A. Wastage supplies and drugs in operating room. Disponível em: <https://www.medscape.com/viewarticle/710513>.
- Association of Anesthetists of Great Britain and Ireland. Anaesthesia and the environment. Disponível em: <https://www.aagbi.org/about-us/environment/what-about-anaesthetic-waste>.
- Hubbard RM, Hayanga JA, Quinlan JJ, et al. Optimizing anesthesia-related waste disposal in the operating room: a brief report. *Anesth Analg*. 2017;125:91–1289.
- Zuegge KL. Ecological and economical practice for anesthesiologists. *Adv Anesth*. 2013;31:9–21.
- Axelrod D, Bell C, Feldman J, et al. Greening the operating room and perioperative arena: environmental sustainability for anesthesia practice. Schaumburg, IL: The American Society of Anesthesiologists. 2016. Disponível em: <https://www.asahq.org>.

- org/resources/resources-from-asa-committees/environmental-sustainability/greening-the-operating-room.
32. Atcheson CLH, Spivack J, Williams R, et al. Preventable drug waste among anesthesia providers: opportunities for efficiency. *J Clin Anesth.* 2016;30:24–32.
 33. Rinehardt EK, Sivarajan M. Costs and wastes in anesthesia care. *Curr Opin Anesthesiol.* 2012;25:5–221.
 34. Weinger MB. Drug wastage contributes significantly to the cost of routine anesthesia care. *Fundam Clin Pharmacol.* 2001;13:7–491.
 35. Nava-Ocampo AA, Alarcon-Almanza JM, Moyao-Garcia D, et al. Undocumented drug utilization and drug waste increase costs of pediatric anesthesia care. *Fundam Clin Pharmacol.* 2004;18:12–07.
 36. Dee H. Drug and Material Wastage in Anesthesia Care. *GUJHS.* 2012;6:4–8.
 37. Goldberg ME, Wkeman D, Torjman MC, et al. Medical waste in the environment: do anesthesia personnel have a role to play? *J Clin Anesth.* 1996;8:9–475.
 38. Kimberger EO, Held C, Sadelmann K, et al. Resistive polymer versus forced-air warming: comparable heat transfer and core rewarming rates in volunteers. *Anesth Analg.* 2008;107:6–1621.
 39. McGain F, Story D, Lim T, et al. Financial and environmental costs of reusable and single use anaesthetic equipment. *Br J Anaesth.* 2017;118:9–862.
 40. National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2016 Preoperative Tests (Update): Routine Preoperative Tests for Elective Surgery. NICE Guideline, n° 45.
 41. Lucio LOMC, Braz MG, Nascimento P Jr, et al. Riscos ocupacionais, dano do material genético e estresse oxidativo frente à exposição aos resíduos de gases anestésicos. *Rev Bras Anest.* 2018;68:33–41.
 42. Occupational Safety and Health Administration. Safety and health topics. Waste anesthetic gases. Disponível em: <http://www.osha.gov/SLTC/wasteanestheticgases>.
 43. Deng Jb, Li FX, Cai YH, et al. Waste anesthetic gas exposure and strategies for solution. Review article. *J Anesth.* 2018;32:82–269.
 44. Erdemann TR, Garcia JHS, Loureiro ML, et al. Perfil de erros de administração de medicamentos em anestesia entre anestesio-logistas catarinenses. *Rev Bras Anesthesiol.* 2014;66:10–05.
 45. Dhawan I, Tewari A, Sehgal S, et al. Erros de medicação em anestesia: inaceitável ou inevitável? *Rev Bras Anesthesiol.* 2017;67:92–184.
 46. Eichhorn JH. Medication safety in the operating room: time for a new paradigm. *APSF Summit Conference Proceedings.* APSF Newsletter. 2010;25:1–20.
 47. Jensen LS, Merry AF, Webster CS, et al. Evidence-based strategies for preventing drug administration errors during anaesthesia. *Anesthesia.* 2004;59:493–504.
 48. Dhawan I, Tewari A, Sehgal S, et al. Erros de medicação em anestesia: inaceitável ou inevitável. *Rev Bras Anesthesiol.* 2017;67:92–184.
 49. Risk Management Analysis Committee of the French Society for Anesthesia and Critical Care (SFAR); French Society for Clinical Pharmacy (SFPC). Preventing medication errors in anesthesia and critical care (abbreviated version). *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2017;36:253–8.
 50. Oremakinde AA, Bernstein M. A reduction in errors is associated with prospectively recording them. *J Neurosurg.* 2014;121:297–304.