

LEAN SIX SIGMA EM MÚLTIPLO SETORES: UMA REVISÃO NARRATIVA DE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO E DESAFIOS

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Coordenadoria de Fomento à Pesquisa - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Gabriel Fernando da Silva Maccagnan¹

Apoio: PIBIC Mackenzie.

Renata Pelissari Infante²

Unidade acadêmica do aluno (EE)¹

Escola de Engenharia/ Programa de Mestrado em Engenharia de Produção(EE)²

<10402125@mackenzista.com.br>

<renata.infante@mackenzie.br>

RESUMO

Este artigo realiza uma revisão crítica da integração Lean Six Sigma (LSS) e de seus fatores críticos de sucesso em cinco setores (saúde, serviços financeiros, manufatura/automotiva, setor público e ONGs). A relevância reside em orientar implementações contextualizadas, reduzindo riscos de insucesso e potencializando ganhos operacionais, financeiros e sociais. Metodologicamente, conduz-se uma revisão bibliográfica integrativa das obras referenciadas, com leitura completa, codificação por setor e síntese comparativa de motivações, barreiras, FCS, ferramentas e evidências de resultados. Os achados indicam convergências em liderança, cultura de melhoria, dados e capacitação; e divergências nas métricas de sucesso e incentivos. Resultados setoriais incluem: melhora de tempos e segurança na saúde; ROI positivo impulsionado por dados em finanças; reduções expressivas de defeitos e custos na manufatura; institucionalização e foco no cidadão no setor público; e soluções simples de alto impacto em ONGs.

Palavras-chave: Lean Six Sigma; Fatores Críticos de Sucesso; Saúde; Serviços Financeiros; Setor Público; Organizações Sem Fins Lucrativos.

ABSTRACT

This paper presents a critical review of Lean Six Sigma (LSS) and its critical success factors across five domains healthcare, financial services, manufacturing/automotive, public sector, and nonprofits. Its relevance is to guide context-sensitive implementations that lower failure risks and maximize operational, financial, and social outcomes. Methodologically, an integrative literature review of the referenced works was conducted, with full-text analysis, sector-based coding, and a comparative synthesis of motivations, barriers, CSFs, tools, and outcome evidence. Findings show common denominators leadership, improvement culture, data, and capability building and differences in success metrics and incentives. Sector results include improved lead times and safety in healthcare; data-driven positive ROI in finance; substantial defect and cost reductions in manufacturing; institutionalization and citizen focus in the public sector; and simple, high-leverage solutions in nonprofits. Readiness assessment and methodological tailoring are recommended.

Keywords: Lean Six Sigma; Critical Success Factors; Healthcare; Financial Services; Public Sector; Nonprofit Organizations.

1. INTRODUÇÃO

A busca por excelência operacional levou organizações de diversos setores a adotarem metodologias de melhoria contínua. Duas das abordagens mais difundidas são, o Lean, que, originado no Sistema Toyota de Produção nos anos 1950, enfoca a eliminação de desperdícios e a criação de fluxo de valor (WERKEMA, 2012), e o Six Sigma, desenvolvido na Motorola em 1987 com ênfase na redução de variabilidade e defeitos nos processos. O Six Sigma que almeja um nível quase perfeito de qualidade (sendo a taxa de defeitos de 3,4 por milhão), a partir da combinação de análise estatística e gestão de projetos estruturados para atingir resultados mensuráveis (COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION, 2018). O Lean, por sua vez, estabelece princípios de identificação do valor do cliente, mapeamento e melhoria do fluxo de valor, produção puxada e busca da perfeição, eliminando os sete tipos clássicos de desperdício, a saber: defeitos, excesso de produção, estoques, processamento desnecessário, movimentações inúteis, transporte desnecessário e esperas (WERKEMA, 2012).

Embora Lean e Six Sigma tenham raízes distintas, suas filosofias são complementares e passaram a ser frequentemente integradas sob a abordagem Lean Six Sigma (LSS), notadamente a partir dos anos 2000 (GEORGE, 2003). O LSS combina a rápida eliminação de desperdícios do Lean com a redução de variabilidade e resolução de problemas complexos do Six Sigma, de modo que potencializa a melhoria de processos de forma holística. Essa integração é estruturada pelo ciclo DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar) como método padrão de condução de projetos (SNEE, 2010). Cada etapa DMAIC utiliza ferramentas Lean e Six Sigma adequadas por exemplo, nas fases iniciais, são comuns o mapeamento de processos (SIPOC, diagramas de fluxo), a análise de causas (diagramas de causa e efeito, 5 Porquês), ao passo que nas etapas posteriores aplicam-se técnicas estatísticas de controle e planos de sustentação dos resultados (WERKEMA, 2012).

A implantação bem-sucedida do LSS depende não apenas de técnicas, mas também de fatores críticos de sucesso (CSFs) que envolvem aspectos organizacionais e humanos. Os CSFs geram a liderança comprometida, a comunicação eficaz, a cultura de melhoria contínua, o alinhamento do LSS com a estratégia da organização, o engajamento e capacitação de funcionários, a seleção criteriosa de projetos e o uso de métricas para acompanhar resultados. Por exemplo, o estudo de Alnadi e McLaughlin (2021) evidência sete dimensões-chave de comportamentos de liderança favoráveis à implementação do Lean Six Sigma: comunicação, cultura de melhoria contínua, coaching e desenvolvimento de pessoas, criação de visão e alinhamento de metas, motivação dos funcionários, *empowerment* e compromisso do líder. Tais

elementos refletem a necessidade de um ambiente propício “readiness” organizacional no qual iniciativas Lean Six Sigma possam prosperar. De fato, a ausência de fatores de prontidão como apoio da alta gestão, cultura colaborativa, disponibilidade de dados e recursos é citada como barreira central à implementação do LSS (ALNADI; MCLAUGHLIN, 2021).

A aplicação do Lean Six Sigma expandiu-se do chão de fábrica para setores de serviços, saúde, governo e terceiro setor, embora cada contexto apresente particularidades. Este artigo tem como objetivo produzir uma revisão crítica da bibliografia recente sobre LSS em cinco domínios específicos: saúde, serviços financeiros, indústria automotiva/manufatura, setor público e organizações não governamentais (ONGs). Busca-se identificar, assim, os seguintes fatores: motivações e benefícios esperados que impulsionam a adoção do LSS em cada setor; os principais desafios e barreiras enfrentados; os fatores críticos de sucesso mais destacados em cada contexto setorial, incluindo aspectos culturais, gerenciais e técnicos; as ferramentas Lean e Six Sigma mais empregadas e adequações metodológicas feitas; e evidências de resultados obtidos, sejam melhorias operacionais, financeiras ou de qualidade. Com base nesse estudo, pretende-se mapear convergências (fatores comuns) e divergências (necessidades ou adaptações específicas) na implementação do LSS nos setores selecionados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Lean Manufacturing

O termo “Lean” refere-se a uma filosofia de gestão originada no Sistema Toyota de Produção, popularizada no Ocidente a partir do estudo clássico de Womack e Jones (1990) sobre a indústria automobilística. O Lean objetiva eliminar desperdícios, isto é, remover atividades que não agregam valor sob a perspectiva do cliente, e imprimir velocidade no fluxo de valor. Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, definiu sete categorias de desperdícios (ou mudas): defeitos, excessos de produção, estoques parados, processamentos desnecessários, movimentações desnecessárias, transportes desnecessários e esperas (OHNO, 1988). Posteriormente, outros autores (LIKER, 2004; WERKEMA, 2012) agregaram um oitavo desperdício: produtos ou serviços que não atendem às reais necessidades do cliente. A eliminação sistemática desses desperdícios leva à redução de custos e melhoria de qualidade e entregas, aumentando a eficiência dos processos.

O pensamento enxuto (Lean Thinking) se baseia em cinco princípios: especificar o valor do ponto de vista do cliente, identificar o fluxo de valor completo do processo,

estabelecer fluxo contínuo onde for possível, instituir um sistema puxado (produção sob demanda real, minimizando estoques) e buscar a perfeição por meio da melhoria contínua (WOMACK; JONES, 1996). Esses princípios orientam uma mudança de mentalidade nas organizações: do paradigma funcional/departamental para uma visão de processos integrados, onde todos os envolvidos compreendem o fluxo de ponta a ponta e colaboram para otimizar valor ao cliente. Ferramentas clássicas do Lean auxiliam nessa transformação, como o mapeamento de fluxo de valor (VSM) (ROTHER; SHOOK, 1999), o sistema puxado just-in-time (OHNO, 1988) (por exemplo, uso de cartões Kanban), a organização do local de trabalho via 5S (HIRANO, 1995), a manutenção produtiva total (NAKAJIMA, 1988) (TPM) para eliminar paradas de máquinas, a redução de setups e o Kaizen (melhoria contínua incremental, frequentemente em eventos rápidos) (IMAI, 1986). A ênfase está em visualizar problemas (gestão visual), simplificar fluxos e eliminar qualquer etapa que não agregue valor. Segundo Heckl, Moormann e Rosemann (2010), a aplicação dos preceitos Lean em saúde e finanças requer adaptações, mas gera reduções de tempo de ciclo e de custos da não qualidade, bem como maior satisfação de clientes/pacientes, em linha com os resultados da manufatura (MCDERMOTT et al., 2022).

2.2. Seis Sigma e variabilidade nos processos

O Six Sigma surgiu como uma abordagem quantitativa para controle da qualidade, lançada pela Motorola em 1986-1987 com o objetivo explícito de alcançar níveis de defeitos extremamente baixos (metas na ordem de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades) (COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION, 2018). Trata-se de uma estratégia gerencial baseada em estatística e projetos estruturados, destinada a reduzir drasticamente a variabilidade de produtos e processos, eliminar defeitos e, conseqüentemente, elevar o desempenho e lucratividade da empresa (ANTONY, 2004). O nome Six Sigma advém de uma meta estatística: um processo operando com variação até seis vezes o desvio-padrão (6σ) dentro dos limites de especificação praticamente não gera itens fora do padrão, correspondendo a 99% de conformidade. Em outras palavras, é buscar zero defeito por meio do controle rigoroso da variação.

Para atingir tal desempenho, o Six Sigma se apoia em uma série de conceitos e métricas. Unidades de produto, defeitos, defeituosos e oportunidades de defeito são definidos para quantificar a qualidade de um processo. A partir daí calculam-se indicadores como DPMO (defeitos por milhão de oportunidades) e nível sigma do processo. Por exemplo, um processo no nível 6σ apresenta $\sim 3,4$ DPMO; já muitos processos de serviço operam em torno de $3,5\sigma$ (cerca de 23 mil ppm), indicando enorme espaço de melhoria em termos de qualidade e

consistência. A filosofia Six Sigma preconiza a melhoria contínua pela redução da variabilidade, apoiando-se em métodos estatísticos robustos e no uso intensivo de dados para tomada de decisão. É simultaneamente uma abordagem cultural focada em satisfação do cliente, decisão baseada em fatos e busca de excelência e uma metodologia estruturada de resolução de problemas complexos (COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION, 2018).

Uma peça central do Six Sigma é o ciclo de projetos DMAIC, conduzidos por equipes dedicadas. Em cada projeto, primeiro Define-se claramente o escopo e objetivo (definindo problemas em termos de CTQs, critical-to-quality do cliente); em seguida Measure mede-se o desempenho atual e coleta-se dados relevantes; então Analyze analisam-se causas raiz da variação/defeitos através de ferramentas como análises estatísticas, diagramas de causa e efeito (Ishikawa), teste de hipóteses etc.; posteriormente Improve implementam-se melhorias para eliminar causas dos problemas (gerando soluções e testando-as, muitas vezes via pilotos); e por fim Control estabelecem-se controles (como cartas de controle SPC, procedimentos operacionais, indicadores de desempenho) para manter os ganhos ao longo prazo. Esse método estruturado confere ao Six Sigma um caráter de projeto temporário com entregas definidas (similar a um projeto de engenharia de processo) em contraste a abordagens mais difusas de qualidade (SNEE, 2010).

Ademais, o Six Sigma introduziu uma infraestrutura organizacional específica de suporte: patrocinadores (Champions), especialistas de tempo integral (Black Belts, Master Black Belts) e de meio-período (Green Belts) treinados em profundidade para liderar projetos e aplicar técnicas estatísticas avançadas. Isso permitiu programaticamente difundir uma cultura orientada a resultados e mensuração, integrando a melhoria de processos aos sistemas de gestão estratégica das empresas (COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION, 2018).

Na indústria, o Six Sigma provou seu valor ao proporcionar resultados financeiros expressivos. Casos emblemáticos incluem a AlliedSignal (Honeywell), que em quatro anos economizou US\$ 1,2 bilhão com Six Sigma e treinou milhares de funcionários da General Electric, cujo CEO Jack Welch atribuiu ao programa Six Sigma ganhos de centenas de milhões de dólares anuais em meados dos anos 1990, obtendo retorno financeiro de até 15:1 sobre o investimento em treinamento e projetos (ANTONY, 2004).

Estes sucessos se devem em parte ao foco do Six Sigma em vincular melhorias de qualidade à melhoria do resultado financeiro (redução de custos da não-qualidade, aumento de receita via satisfação do cliente) o que influenciou inclusive a forma de controle gerencial nas empresas, incorporando métricas e ciclos de reporte mais frequentes para acompanhar os projetos de melhoria.

2.3. Integração Lean Seis Sigma (LSS) e ciclo DMAIC

O Lean e o Six Sigma, apesar de constituírem abordagens inicialmente independentes, passaram a ser combinados em programas integrados chamados Lean Six Sigma (LSS) a partir de cerca de 2000 (GEORGE, 2002; SNEE, 2010; WERKEMA, 2012). A lógica da combinação é aproveitar as sinergias: o Lean fornece velocidade, eliminação rápida de desperdícios e envolvimento de todos os níveis operacionais, enquanto o Six Sigma aporta rigor analítico, foco na redução de variabilidade e disciplina de projetos estruturados (GEORGE, 2003; ANTONY, 2004). Empresas que utilizavam apenas Lean ou apenas Six Sigma relataram ganhos limitados após certo ponto, levando à ideia de usar “o melhor de cada” em conjunto (ANTONY, 2004; MANVILLE et al., 2012).

No LSS, tipicamente adota-se o DMAIC como espinha dorsal metodológica, incorporando, entretanto, ferramentas Lean em todas as fases (SNEE, 2010; WERKEMA, 2012). Na fase Define, por exemplo, pode-se empregar mapeamento de fluxo de valor e análise de desperdícios para que se entenda rapidamente onde estão gargalos e atividades sem valor agregado (ROTHER; SHOOK, 1999), enquanto na fase Measure é comum usar técnicas Lean como diagrama Spaghetti (trajeto físico) e cronogramas de time study, combinadas à estatística descritiva Six Sigma para estabelecer a linha de base (WERKEMA, 2012). Na fase Analyze, por sua vez, além de análise de causa raiz via diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e testes estatísticos de significância, pode-se aplicar conceitos Lean de fluxo para reavaliar rearranjos de processo (IMAI, 1986; ANTONY, 2004). Na fase Improve, frequentemente implementam-se soluções Lean (5S, Kanban, trabalho padrão, nivelamento de carga, poka-yokes) juntamente com soluções identificadas via análise Six Sigma (por exemplo, ajustes de parâmetros de processo, experimentos fatoriais para otimização) (HIRANO, 1995; OHNO, 1988; WERKEMA, 2012; ANTONY, 2004). Finalmente, na fase Control, podem ser combinados indicadores Lean (tempo de ciclo, lead time, produtividade) e controles estatísticos (gráficos de controle, auditorias) para sustentar os ganhos (SNEE, 2010). Essa integração torna o DMAIC um método flexível, baseado tanto em dados quanto na melhoria organizacional ampla, para se atingir metas estratégicas (SNEE, 2010).

Snee (2010) resume o LSS como “uma metodologia de melhoria contínua que visa reduzir custos de baixa qualidade, melhorar resultados financeiros e gerar valor para clientes e acionistas”(SNEE, 2010, apud SOHAL et al., 2022, p. 10). Em essência, o LSS busca aumentar a qualidade e produtividade simultaneamente, atuando em eficiência (lean) e eficácia/consistência (six sigma) do processo. Essa abordagem tem sido aplicada em setores variados. Segundo Werkema (2012), o LSS consolidou-se inicialmente na manufatura; segundo

Heckl, Moormann e Rosemann (2010), difundiu-se gradualmente para serviços — notadamente finanças, TI e telecom ; segundo Henrique e Godinho Filho (2018), a adoção em saúde vem avançando; e, segundo Juliani e Oliveira (2017), sua aplicação alcança também órgãos públicos. Antony (2004) aponta, contudo, que a transposição do LSS para serviços requer considerar diferenças como a menor cultura de medição nos serviços, dificuldade de obter dados confiáveis e maior influência de fatores humanos intangíveis na qualidade percebida. Ainda assim, casos bem-sucedidos por exemplo. projetos LSS em hospitais reduzindo erros médicos e tempos de espera, ou em bancos melhorando a acurácia de processos e satisfação do cliente demonstram a aplicabilidade do LSS além das fábricas.

Culturalmente, a implementação do LSS representa também combinar filosofias: a ênfase do Lean em mudança cultural ampla (envolvimento de todos, mentalidade enxuta diária) com a ênfase do Six Sigma em infraestrutura formal e análise de dados. Isso implica que organizações buscando LSS devem fomentar uma cultura de melhoria contínua onde liderança e colaboradores abracem tanto a eliminação de desperdícios quanto a tomada de decisão orientada por fatos. Lideranças precisam adotar comportamentos de mentoria, suporte e comunicação aberta para promover o LSS. Não surpreende que muitos fatores críticos de sucesso do LSS encontrados em pesquisas sejam extensões dos já conhecidos no Lean e Six Sigma individualmente: comprometimento da alta gestão, treinamento efetivo, seleção adequada de projetos alinhados à estratégia, engajamento dos colaboradores, sistemas de mensuração de desempenho e reconhecimento de resultados. Em um estudo de 2021, Alnadi e McLaughlin reforçam que comportamentos de liderança que favorecem o LSS incluem comunicar visão e objetivos claros, motivar e capacitar equipes, sustentar uma cultura de melhoria e apoiar ativamente os projetos (ALNADI; MCLAUGHLIN, 2021).

3. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

Este estudo investiga as motivações, barreiras, fatores críticos de sucesso, ferramentas e evidências de resultados do LSS por setor, identificando convergências e divergências para reduzir riscos e maximizar ganhos operacionais, financeiros e sociais. Nesta etapa, definiu-se a pergunta e o escopo, fixou-se um corpus fechado às obras referenciadas, realizou-se triagem e leitura integral com fichamento padronizado, codificaram-se temas e resultados, organizaram-se as evidências em matriz comparativa intersetorial e conduziu-se checagem de coerência para embasar a discussão subsequente.

3.1. Saúde

O setor de saúde, que compreende hospitais, clínicas e serviços de saúde pública, vem adotando metodologias do setor industrial para responder a demandas crescentes por eficiência, qualidade assistencial e segurança do paciente (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; WERKEMA, 2012). Conforme Sohal et al. (2022), embora ainda em estágio relativamente inicial frente à manufatura, o LSS já entrega reduções de tempo de espera e melhorias de fluxo hospitalar, com benefícios operacionais sem prejuízo à segurança e qualidade (SOHAL et al., 2022; McDERMOTT et al., 2022). As motivações incluem reduzir filas e retrabalho, diminuir erros (medicação, exames), cortar desperdícios de recursos e elevar a satisfação de pacientes e familiares (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; McDERMOTT et al., 2022). Em síntese, busca-se inserir cultura enxuta e controle de qualidade para melhorar eficiência e cuidado (WOMACK; JONES, 1996; WERKEMA, 2012).

A implementação, porém, exige prontidão organizacional: liderança engajada, cultura de melhoria contínua, comunicação eficaz, capacitação e sistemas de reconhecimento; a ausência desses fatores cria barreiras típicas como baixa priorização gerencial e falta de tempo e pessoal para projetos (SOHAL et al., 2022; McDERMOTT et al., 2022).

Destaca-se ainda o desafio de engajar médicos e demais profissionais assistenciais, cuja autonomia pode gerar ceticismo; sem adesão clínica, mudanças não se sustentam. A sobrecarga de trabalho e a operação 24/7 dificultam liberar equipes para treinamento e projetos, e equipes DMAIC esbarram em conflitos de agenda e fadiga (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; SOHAL et al., 2022; McDERMOTT et al., 2022).

A complexidade e variabilidade dos processos (cada paciente é diferente) e os silos departamentais demandam colaboração interfuncional, equipes multidisciplinares e visão comum de qualidade apoiada pela alta gestão (McDERMOTT et al., 2022; SOHAL et al., 2022). A gestão da carga de trabalho é crítica: ajustar agendas, priorizar projetos e, quando possível, liberar clínicos com apoio adicional; somam-se necessidades de treinamento em ferramentas de qualidade, sistemas de medição robustos e comunicação dos resultados para consolidar aprendizados (SOHAL et al., 2022; HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; McDERMOTT et al., 2022).

Quanto às ferramentas, prevalecem mapeamento de processos e VSM, 5S, eventos Kaizen, PDCA/PDSA, Gemba walks e A3; do lado Seis Sigma, Ishikawa, brainstorming estruturado, Pareto, FMEA, SIPOC, DMAIC/DMADV e cartas de controle (McDERMOTT et al., 2022; HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018). É comum o uso de Pareto, histogramas e

controle estatístico para monitorar indicadores (tempo de espera, infecção, etc.); técnicas quantitativas mais complexas, como DOE, são menos frequentes pela menor disponibilidade de dados padronizados e expertise estatística nos hospitais (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; McDERMOTT et al., 2022).

3.2. Financeiro

No ambiente financeiro, por sua vez, as pressões competitivas e regulatórias impulsionaram a adoção do Six Sigma especialmente a partir dos anos 2000. A pesquisa de Heckl, Moormann & Rosemann (2010) revelou que cerca de 25% das empresas financeiras na Europa já experimentavam Six Sigma até o fim da década de 2000, motivadas principalmente por necessidade de cortar custos, explorar oportunidades de mercado e responder a clientes insatisfeitos (HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010). Entretanto, esse mesmo estudo aponta que a adoção ainda era incipiente concentrada em projetos pilotos e limitada a algumas áreas e que para ampliar havia barreiras a vencer, como dados inadequados e falta de apoio gerencial pleno (HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010). Os respondentes estimaram um retorno médio bastante positivo (4,3:1) nos projetos já realizados, indicando que, apesar das dificuldades, os casos bem-sucedidos geram benefícios financeiros notáveis (HECKL; MOORMANN, 2010).

Entre os fatores de sucesso, destaca-se a alavancagem da cultura de processos e compliance existente nos bancos: instituições financeiras já operam sob normas rígidas e têm departamentos de qualidade/compliance, o que pode ser canalizado para estruturar um programa LSS sólido (MANVILLE et al., 2012; GEORGE, 2003). A sinergia entre estratégia de negócios e LSS é fundamental: por exemplo, bancos britânicos que adotaram Six Sigma o fizeram como parte de iniciativas de excelência em serviço, envolvendo middle managers para identificar processos críticos ao cliente e melhorá-los (MANVILLE et al., 2012). Outro ponto é a integração com tecnologia: setores financeiros que investiram em sistemas de informação robustos (core banking, ERPs) tiveram mais facilidade em extrair dados e aplicar análises Six Sigma, enquanto empresas com sistemas legados fragmentados enfrentam mais barreiras de mensuração (HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010). Com a transformação digital recente, há indícios de que a disponibilidade de big data e ferramentas de automação (RPA, inteligência artificial) possam complementar e potencializar projetos Lean Six Sigma em finanças, especialmente na fase improve (identificando e automatizando etapas sem valor agregado) — embora isso extrapola o escopo desta revisão, que foca nas fontes até 2021 (SNEE, 2010; MANVILLE et al., 2012).

3.3. Manufatura/Automotiva

A manufatura é o berço das metodologias Lean e Six Sigma, e naturalmente o setor automotivo destaca-se como maturado na aplicação integrada de LSS (WOMACK; JONES, 1996; WERKEMA, 2012; MARES-CASTRO; OLIVA-BARBOZA, 2023). Empresas automobilísticas japonesas e ocidentais foram pioneiras: por exemplo, a integração Lean-Six Sigma já era preconizada por George (2002) e adotada em fornecedores automotivos no início dos anos 2000 (GEORGE, 2002; SNEE, 2010; MARES-CASTRO; OLIVA-BARBOZA, 2023). Essa senioridade se reflete em abordagens inovadoras — conforme citado, há casos de empresas que colocaram o TPM como base e usaram Lean e Six Sigma como ferramentas dentro do pilar de eficiência, mostrando flexibilidade para reorganizar metodologias sem dogmatismo (NAKAJIMA, 1988; WERKEMA, 2012). Os fatores críticos de sucesso na indústria giram fortemente em torno de gente e estratégia: liderança, envolvimento de todos os níveis e alinhamento a metas de negócio (MANVILLE et al., 2012; ANTONY, 2004).

Uma pesquisa recente (Albayatey, 2023) com indústrias de transformação reforçou envolvimento gerencial, alinhamento estratégico, comunicação e seleção de equipes como fatores prevalentes, ou seja, as empresas precisam tratar LSS não como iniciativa isolada de qualidade, mas como parte integral de sua gestão estratégica e de pessoas (ALBAYATEY, 2023; MANVILLE et al., 2012). A governança se mostrou vital: ao lidar com dezenas de projetos Lean Six Sigma simultâneos em diversas fábricas, é crucial um sistema de priorização, monitoramento e suporte (via Champions, comitês etc.) para garantir que os projetos certos sejam executados e entreguem resultados mensuráveis (MANVILLE et al., 2012; SNEE, 2010). Em contrapartida, empresas que lançaram programas Six Sigma sem essa coordenação robusta às vezes viram entusiasmo inicial esmorecer ou projetos dispersos sem impacto consolidado (ANTONY, 2004; MANVILLE et al., 2012).

Outro aspecto na manufatura é a sustentação e padronização dos ganhos: manter as melhorias requer integrar novos padrões nos sistemas de gestão daí o Lean Six Sigma andar de mãos dadas com ISO 9001, auditorias de processo, controles visuais, sistemas de sugestão e outros mecanismos de manutenção do desempenho (WERKEMA, 2012; SNEE, 2010). Muitos relatam que, após alguns ciclos de LSS, sua organização atingiu um patamar mais alto de cultura data-driven, onde decisões no chão de fábrica passaram a ser tomadas com base em indicadores diários, e que a abordagem de solução de problemas estruturada (DMAIC) tornou-se prática comum inclusive para problemas fora do escopo formal de projetos (SNEE, 2010; WERKEMA,

2012). Em termos de resultados, a manufatura demonstra claramente a conversão de qualidade em ganhos financeiros: como visto, empresas divulgaram economias de centenas de milhões de dólares, ROI altos e reduções de defeitos drásticas com LSS (ANTONY, 2004; SNEE, 2010).

Além disso, o LSS ajudou a conciliar objetivos antes conflitantes, por exemplo, a AlliedSignal conseguiu simultaneamente reduzir custos e defeitos, mostrando que eficiência e qualidade podem andar juntas perseguidas por Lean Six Sigma (ANTONY, 2004). Na indústria automotiva atual, discute-se a sinergia do LSS com iniciativas de Indústria 4.0 (IoT, dados em tempo real) para controle ainda mais refinado de processos e prevenção preditiva de falhas mas isso representa um passo evolutivo além do escopo clássico e não foi o foco das fontes desta revisão, embora mencionado como tendência (MARES-CASTRO; OLIVA-BARBOZA, 2023).

3.4. Setor Público

Pode-se abordar, neste momento, a discussão setorial no que concerne ao setor público, o qual historicamente adota técnicas gerenciais com atraso em relação ao privado, e não foi diferente com Lean Six Sigma (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Nos anos 2010, começaram a surgir estudos e relatos de implantação de Lean e LSS em governos locais e nacionais, buscando superar a pecha de ineficiência crônica (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Juliani & Oliveira (2017) compilam esse cenário ao associar CSFs de LSS a valores públicos (public values), mostrando que há sinergias conceituais: por exemplo, accountability no setor público se beneficia de um LSS que enfatiza medição e transparência de resultados; o foco no usuário/cidadão converge com o princípio do LSS de atender às necessidades críticas do cliente; a responsabilidade fiscal (uso parcimonioso de recursos públicos) se alinha com eliminar desperdícios via Lean. Eles identificaram cinco grandes sinergias, como visto, incluindo a conexão entre estratégia (LSS) e conformidade a regras (valor público de legalidade), entre gerenciamento de projetos LSS e manutenção de orçamentos públicos, e entre comunicação (CSF) e foco no usuário (valor público). Essas correspondências sugerem que é possível “vender” o LSS dentro do governo como meio de reforçar valores que os servidores já prezam, em vez de algo imposto externamente (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Ainda assim, há tensões e divergências: a falta de incentivo a economizar recursos (já que orçamentos podem ser cortados se economizados) é um grande obstáculo estrutural (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Governos têm burocracias legais que às vezes obrigam a procedimentos redundantes, Lean pode eliminar desperdício, mas não pode violar leis, então há limites

(JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Entretanto, autores como Meza & Jeong (2013) mostraram que se pode contornar em parte isso usando a conformidade como ferramenta estratégica: ou seja, cumprir leis da forma mais eficiente possível, e usar Lean para minimizar o tempo gasto em exigências legais inevitáveis (MEZA; JEONG, 2013). Segundo Juliani e Oliveira (2017), a aplicação do LSS no setor público é promissora para elevar a qualidade dos serviços ao cidadão; em consonância, Lochner (2018) relata casos em governos municipais como o Columbus (GA) Consolidated Government Office e a cidade de Fort Wayne, IN nos quais práticas Lean/Six Sigma encurtaram de forma expressiva o tempo de atendimento reduzindo filas/backlogs e aumentando a satisfação dos usuários; metodologicamente, tais ganhos decorrem de mapeamento de processos e da remoção de etapas/esperas desnecessárias, com reorganização e, quando aplicável, paralelização de tarefas (WERKEMA, 2012) (LOCHNER, 2018). Órgãos de saúde pública aplicaram LSS para otimizar processos internos e conseguir atender mais pacientes com mesmo orçamento, ou reduzir filas de espera por procedimentos (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018). Mostrou-se igualmente importante o ganho de confiança da sociedade: quando um órgão consegue provar com dados que melhorou seu desempenho, o que aumenta a legitimidade institucional (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Uma dificuldade tipicamente relatada é a de manter a continuidade em trocas de governo, visto que programas Lean Six Sigma precisam ser “institucionalizados” ao invés de individualizados (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Organizações que amarraram o LSS a legislações ou a unidades permanentes (com a criação, por exemplo, de um escritório de melhoria de processos vinculado à secretaria de planejamento) tiveram mais sucesso em dar continuidade entre gestões (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Em conclusão, o LSS pode trazer para o setor público ganhos significativos de eficiência e qualidade percebida, mas seu sucesso depende de moldar a abordagem aos valores e restrições governamentais, além de perseverar contra adversidades políticas (JULIANI; OLIVEIRA, 2017).

3.5. ONGs

As organizações não governamentais e do terceiro setor são um campo relativamente novo para o Lean Six Sigma; com recursos limitados e demandas elevadas, precisam maximizar impacto por unidade de recurso cenário propício a métodos enxutos (LOCHNER, 2018). Persistem barreiras culturais, pois colaboradores podem estranhar termos industriais aplicados a causas humanitárias; ao mesmo tempo, cresce a pressão de doadores por métricas e accountability, exigindo práticas de medição e eficiência. Estudos de caso mostram que é

crucial “traduzir a linguagem” — falar em atender mais pessoas, e não apenas em produtividade (LOCHNER, 2018; DE LEON, 2016).

Quanto a resultados, o uso de DMAIC e ferramentas Lean (espaguete, 5S, Kanban) em um depósito de painéis solares melhorou o layout, reduziu deslocamentos e implantou gestão de estoque, diminuindo o tempo de preparo e a ocorrência de esquecimentos, o que acelerou as instalações; 5S em escritórios também trouxe ganho de moral e eficiência (DE LEON, 2016; LOCHNER, 2018).

A alta rotatividade de voluntários dificulta reter conhecimento, motivando parcerias com empresas (Black Belts voluntários) e universidades; os CSFs incluem engajamento da equipe, “quick wins” que provem valor e documentação/treinamento para sustentar melhorias (LOCHNER, 2018; MANVILLE et al., 2012). ONGs mais eficientes tendem a atrair mais recursos, gerando ciclo virtuoso de desempenho, reputação e captação; assim, o LSS, quando adaptado à missão social, amplia a capacidade operacional e o impacto (LOCHNER, 2018; DE LEON, 2016).

3.6. Análise comparativa intersetorial

Ao comparar a implementação do Lean Six Sigma entre os cinco setores analisados, isto é, saúde, financeiro, manufatura, público e ONGs, emergem convergências notáveis em fatores críticos e divergências importantes decorrentes das características de cada contexto. A Tabela 1 sintetiza comparativamente dimensões-chave nos diferentes setores, servindo de panorama geral da análise intersetorial.

Tabela 1 – Comparativo intersetorial de Lean Six Sigma

Setor	Indicadores-chave de desempenho	Principais ganhos relatados	Principais desafios	Mecanismos de sustentação/control	Métricas de sucesso	Tipos de resistência cultural

Saúde	Lead time de atendimento ; ocupação de leitos; indicadores de segurança (infecções, erros de medicação); satisfação do paciente	Redução de esperas; menos erros; maior capacidade com os mesmos recursos; economia de custos; melhor experiência do paciente	Engajar médicos; sobrecarga das equipes; variabilidade clínica; silos entre áreas	Comissões de qualidade; protocolos padronizados; gestão visual e painéis de indicadores; treinamentos contínuos	Metas clínicas e operacionais atingidas; ROI social; satisfação de pacientes e staff; adesão à cultura de melhoria	Autonomia médica e ceticismo; receio de “industrialização” do cuidado
Serviços Financeiros	Tempo de processamento; erros por milhão de operações; custo por transação; satisfação do cliente	Redução de custos; menos erros; maior agilidade; melhor compliance ; ROI positivo	Departamentalização e silos; dados legados e baixa integração; apoio gerencial intermitente; foco de curto prazo	Champions de processos; BI/dashboards; metas Six Sigma em incentivos; benchmarking interno	ROI por projeto; evolução de qualidade (erros/tempo); expansão do LSS; feedback de clientes	Percepção de modismo; aversão a expor problemas; visão de burocracia do Six Sigma
Manufatura	OEE; PPM/DPMO; COPQ; tempo de ciclo e lead time	Queda acentuada de defeitos; economias expressivas ; aumento de produtividade; entregas no prazo	Manter ganhos no longo prazo; coordenar portfólios grandes; resistência de operadores; padronização entre plantas	Sistemas de gestão integrados (ISO); CEP em tempo real; reconhecimento e métricas atreladas; mentoria MBB/BB	Economias/ganhos financeiros; níveis sigma; produtividade; longevidade do programa	“Sempre fiz assim”; receio de perda de autonomia; preocupações sindicais

Setor Público	Tempo de resposta ao cidadão; custo administrativo por serviço; SLAs; satisfação do usuário	Redução de prazos e filas; economia de recursos; mais transparência; cultura orientada a dados	Burocracia/legalidade rígidas; poucos incentivos financeiros; aversão a risco; descontinuidade política	Normatização via portarias; unidade permanente de melhoria; publicação periódica de resultados; alinhamento ao planejamento	Metas pactuadas cumpridas; satisfação do cidadão; reconhecimento externo; economia sem perda de qualidade	Ceticismo sobre práticas “privadas”; temor de demissões; “sempre foi assim”
ONGs	Custo por beneficiário; número de atendidos; tempo de entrega de serviços; eficácia dos programas	Maior eficiência; mais alcance; transparência a doadores; melhor clima; replicação de práticas	RH limitado; resistência a métodos “corporativos”; poucos dados; orçamento reduzido; sustentabilidade	Documentação simples e visual; lições aprendidas; parcerias técnicas; indicadores de impacto	Eficiência antes/depois; capacidade ampliada; satisfação de doadores; continuidade das práticas	Temor de desvirtuar a missão; informalidade de fundadores; cautela da comunidade

Elaborada pelo autor com base em McDermott et al. (2022); Sohal et al. (2022); Heckl, Moormann e Rosemann (2010); Mares-Castro e Oliva-Barboza (2023); Manville, Greatbanks, Krishnasamy e Parker (2012); Juliani e de Oliveira (2017); De Leon (2016).

Da comparação estruturada na Tabela 1, podemos destacar algumas tendências comuns e diferenças marcantes. Em relação às convergências, independentemente do setor, o sucesso do Lean Six Sigma depende de fatores humanos e de gestão semelhantes: liderança engajada, cultura de melhoria contínua, comunicação eficaz e alinhamento com objetivos organizacionais aparecem em todos os contextos (MANVILLE et al., 2012; SOHAL et al., 2022; HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; JULIANI; OLIVEIRA, 2017; LOCHNER, 2018). Em todos os setores, observamos que dados e métricas tornam-se linguagem central para demonstrar resultados do LSS e convencer céticos seja a taxa de infecção hospitalar, o custo por transação bancária ou o tempo de emissão de um documento público, a melhoria mensurável é a prova do conceito LSS (SNEE, 2010; McDERMOTT et al., 2022; HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010; JULIANI; OLIVEIRA, 2017). A capacitação de pessoas (training) também é um denominador comum: hospitais formando comitês da qualidade, bancos

treinando Belts, fábricas certificando equipes, prefeituras fazendo workshops Lean, ONGs aprendendo 5S todos necessitam difundir conhecimento LSS internamente para sustentar iniciativas (WERKEMA, 2012; MANVILLE et al., 2012; HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; JULIANI; OLIVEIRA, 2017; LOCHNER, 2018). Em termos de benefícios, há um fio condutor: o Lean Six Sigma entrega “mais valor com menos desperdício”, seja esse valor lucro, vidas salvas, satisfação do cidadão ou impacto social (WOMACK; JONES, 1996; SNEE, 2010). Essa filosofia se confirmou universalmente válida (SNEE, 2010; SOHAL et al., 2022).

As divergências, em contrapartida, residem principalmente nas motivações e formas de medir sucesso (ANTONY, 2004; JULIANI; OLIVEIRA, 2017; LOCHNER, 2018). Na manufatura, o LSS está vinculado diretamente a ganhos financeiros e vantagem competitiva, tornando seu valor prontamente quantificável em dinheiro (ANTONY, 2004; SNEE, 2010). Já no setor público e ONGs, o sucesso precisa ser traduzido em termos de valor público ou impacto social, que nem sempre se refletem em lucro, mas sim em qualidade de serviço, equidade ou número de pessoas atendidas (JULIANI; OLIVEIRA, 2017; LOCHNER, 2018). Essa divergência complica a argumentação, por exemplo, justificar investimento em LSS num órgão público requer mostrar ganhos de eficiência que se traduzem em melhor uso do dinheiro do contribuinte ou melhor atendimento ao cidadão, nem sempre uma relação imediata para todos (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Outra divergência está no ritmo e incentivo: empresas privadas operam sob pressão competitiva e buscam retorno rápido, o que impulsiona o LSS agressivamente. No governo e organizações sem fins lucrativos, às vezes a urgência é menor ou diluída, e o incentivo financeiro inexistente; portanto, é preciso criar motivadores alternativos (como accountability pública, compromisso moral com a missão) (HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010; JULIANI; OLIVEIRA, 2017; LOCHNER, 2018).

Observa-se também diferenças de estrutura de apoio: na indústria e finanças, é comum haver orçamento dedicado, equipes exclusivas de melhoria; no setor público e terceiro setor, frequentemente as melhorias são tocadas acumulando funções ou com voluntários, exigindo maior criatividade para manter consistência e foco ao longo do tempo (MANVILLE et al., 2012; HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; LOCHNER, 2018; JULIANI; OLIVEIRA, 2017). E, por fim, as resistências culturais têm matizes próprios: na saúde, lida-se com orgulho profissional dos médicos; no setor público, com aversão a riscos e política; nas ONGs, com paixão pela causa que pode rejeitar métodos “empresariais” (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; JULIANI; OLIVEIRA, 2017; LOCHNER, 2018). Cada uma dessas deve ser gerenciada com estratégias específicas, conforme sintetizado (MANVILLE et al., 2012; SNEE, 2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Lean Six Sigma demonstra ser uma metodologia que busca impulsionar a excelência operacional em diferentes setores, desde ambientes industriais tradicionais até serviços complexos e organizações orientadas por missões sociais (SNEE, 2010; WERKEMA, 2012). Através desta revisão bibliográfica, constatamos que, apesar das diferenças contextuais, há um conjunto consistente de Fatores Críticos de Sucesso que sustentam a implementação bem-sucedida do LSS. Comprometimento da liderança, alinhamento com a estratégia organizacional, seleção adequada de projetos, treinamento e capacitação da equipe, cultura organizacional favorável à mudança e gestão baseada em dados emergem como fatores indispensáveis, ecoando nas literaturas de manufatura, saúde, finanças, setor público e terceiro setor (MANVILLE et al., 2012; SOHAL et al., 2022; HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010; HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Entretanto, a forma e a ênfase desses fatores assumem contornos específicos em cada domínio. No setor de saúde, por exemplo, destacam-se liderança clínica e trabalho em equipe multidisciplinar, com foco inegociável na segurança do paciente (HENRIQUE; GODINHO FILHO, 2018; SOHAL et al., 2022). Nos serviços financeiros, a disponibilidade de dados e o apoio executivo aparecem como delimitadores claros entre sucesso e fracasso dos projetos (HECKL; MOORMANN; ROSEMAN, 2010). No setor público, o alinhamento aos valores públicos e a manutenção da eficiência com equidade definem o rumo das iniciativas LSS (JULIANI; OLIVEIRA, 2017). Na indústria automotiva, a integração do LSS à cultura já existente de qualidade e melhoria contínua potencializa seus resultados, enquanto nas organizações sem fins lucrativos, a adaptação criativa das ferramentas e o foco na missão social são cruciais para vencer limitações de recursos (WERKEMA, 2012; LOCHNER, 2018; DE LEON, 2016).

A análise crítica intersetorial evidenciou que, embora todas as organizações possuam processos que podem ser medidos e melhorados, o contexto importa. Implementar Lean Six Sigma sem considerar variações setoriais pode levar a resistências e resultados abaixo do potencial. Em contraste, iniciativas que moldam o LSS à realidade local seja flexibilizando metodologia, seja combinando ferramentas ou ajustando metas têm maior probabilidade de alcançar todo o seu potencial (MANVILLE et al., 2012; SOHAL et al., 2022). Esse aprendizado ressalta a necessidade de, antes de partir para a prática, os gestores realizarem uma avaliação da prontidão organizacional, identificando fortalezas a serem alavancadas (por exemplo, cultura de dados existente) e fragilidades a serem tratadas (como falta de pessoal dedicado ou possíveis resistências culturais) (SOHAL et al., 2022).

Como conclusão prática, pode-se afirmar que Lean Six Sigma não é exclusivo de nenhum setor quando aplicado com respeito às características organizacionais, pode gerar ganhos expressivos de desempenho e qualidade. Os ganhos traduzem-se em melhores resultados financeiros e operacionais no setor privado, melhores serviços e satisfação no setor público, e maior impacto social no terceiro setor. Em todos os casos, o denominador comum é que o LSS, para florescer, precisa vir acompanhado dos fatores críticos de sucesso aqui discutidos.

Por fim, esta revisão ressalta que Lean Six Sigma continua evoluindo e se adaptando. Pesquisas futuras podem aprofundar, por exemplo, como tecnologias emergentes (Big Data, Inteligência Artificial) podem apoiar iniciativas LSS em diferentes setores, ou como o LSS pode incorporar dimensões de sustentabilidade ambiental e responsabilidade social como novos critérios de sucesso. No contexto atual, em que todas as organizações enfrentam necessidade de fazer mais com menos, as filosofias Lean e Six Sigma permanecem altamente relevantes. Seus princípios de foco no cliente/usuário, eliminação de desperdícios, redução de variabilidade e tomada de decisões baseada em evidências formam um guia sólido para qualquer organização que almeje excelência. A chave está em aplicá-los com flexibilidade inteligente, conduzindo a mudança de maneira alinhada à visão e aos valores de cada instituição e nisso reside a essência dos fatores críticos de sucesso do Lean Six Sigma.

5 REFERÊNCIAS

ALBAYATEY, A. S. W. Critical success factors for applying Six Sigma in transformative industries in Iraq. *International Journal of Professional Business Review*, v. 8, n. 6, 2023.

ANTONY, J. Some pros and cons of Six Sigma: an academic perspective. *The TQM Magazine*, v. 16, n. 4, p. 303–306, 2004.

COUNCIL FOR SIX SIGMA CERTIFICATION. *Six Sigma: A Complete Step-by-Step Guide*. New York: The Council for Six Sigma Certification, 2018.

DE LEON, J. Adaptação do Lean Six Sigma para Organizações Sem Fins Lucrativos. Relatório de projeto – California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2016.

GEORGE, M. *Lean Six Sigma for Service: How to use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions*. New York: McGraw-Hill, 2003.

HECKL, D.; MOORMANN, J.; ROSEMAN, M. Uptake and success factors of Six Sigma in the financial services industry. *Business Process Management Journal*, v. 16, n. 3, p. 436–472, 2010.

HENRIQUE, D. B.; GODINHO FILHO, M. A systematic literature review of Lean Six Sigma in healthcare. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 31, n. 3–4, p. 429–449, 2018.

JULIANI, F.; OLIVEIRA, O. J. Synergies between critical success factors of Lean Six Sigma and public values. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 30, n. 3–4, p. 1–17, 2017.

LOCHNER, J. Big Theories in Small Places: Lean/Six Sigma in the Small to Medium Size Nonprofit – Can they work? Tese (Doutorado em Administração Pública) – Hamline University, Saint Paul, 2018.

MANVILLE, G.; GREATBANKS, R.; KRISHNASAMY, R.; PARKER, D. W. Critical success factors for Lean Six Sigma programmes: a view from middle management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 29, n. 1, p. 7–20, 2012.

MEZA, D.; JEONG, K. Y. Measuring efficiency of Lean Six Sigma project implementation using data envelopment analysis at NASA. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 6, n. 2, p. 401–422, 2013.

SNEE, R. D. Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 1, p. 9–29, 2010.

SOHAL, A.; DE VASS, T.; VASQUEZ, T.; et al. Success factors for Lean Six Sigma projects in healthcare. *Journal of Management Control*, v. 33, n. 2, p. 215–240, 2022.

WERKEMA, C. Criando a Cultura Lean Seis Sigma. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.