

A manufatura enxuta associada a simulação computacional: uma revisão sistemática na área de cuidados com a saúde

Lean production associated with computer simulation: a systematic review in the healthcare

Edson Carvalho Ramos* - edsoncarvalhoramos@gmail.com

Fernando José Avancini Schenatto* - schenatto@utfpr.edu.br

Marcelo Gonçalves Trentin* - marcelo@utfpr.edu.br

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Article History:

Submitted: 2021 - 05 - 31

Revised: 2021 - 06 - 01

Accepted: 2021 - 06 - 01

Resumo: A manufatura enxuta, também conhecida como *Lean manufacturing*, é atualmente, uma das filosofias mais utilizadas no mundo. Antecedente ao *Lean*, a simulação surgiu como uma ferramenta extremamente poderosa de análise, comparação e aprendizado. Apesar do objetivo comum, existem poucos registros de estudos conjuntos. O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão sistemática da literatura a fim de identificar quais são os princípios *Lean* utilizados na área de cuidados com a saúde e as contribuições da simulação computacional quando utilizada de forma conjunta. A metodologia utilizada foi a revisão da literatura e análise bibliométrica. Os dados foram levantados entre os meses de dezembro de 2020 e fevereiro de 2021. Ao final do levantamento, 34 estudos foram classificados para análise. Um aspecto relevante é a identificação do papel da simulação no processo de implantação e manutenção do *Lean*. Percebe-se que, a contribuição conjunta é maior que a aplicação isolada, no entanto, os estudos demonstram que a aplicação se restringe a um setor, em maior proporção, setores emergenciais. Entre as ferramentas mais utilizadas elenca-se o mapeamento do fluxo e a identificação das atividades de valor na visão do cliente. Entre as barreiras identificadas, destaca-se a inexistência de dados ou a necessidade do levantamento de informações, de forma preliminar, relacionados aos tempos, fluxo do atendimento de pacientes ou profissionais. Nota-se, um potencial significativo desse dueto, no entanto, a mensuração dos resultados obtidos após a aplicação das ferramentas, parece ser uma lacuna a ser explorada no futuro.

Palavras-chave: Produção Enxuta. Saúde. Simulação. Serviços. Revisão Sistemática.

Abstract: Lean manufacturing, also known as Lean manufacturing, is currently one of the most widely used philosophies in the world. Prior to Lean, simulation emerged as an extremely powerful tool for analysis, comparison and learning. Despite the common objective, there are few records of joint studies. The objective of the present study is to perform a literature review and identify, which are the principles and tools of lean production used in the area of health care and the contributions of computer simulation, in the process of implementation and maintenance. The methodology used was the literature review and bibliometric analysis. The data were collected between the months of December 2020 and February 2021. At the end of the survey, 34 studies were classified for analysis. A relevant aspect is the identification of the role of simulation in the process of implementing and maintaining Lean. It is noticed that the joint contribution is greater than the isolated application, however, studies show that the application is restricted to one sector, in a greater proportion, emergency sectors. Among the most used tools is the flow mapping and the identification of value activities in the customer's view. Among the barriers identified, the lack of data or the need to collect information, in a preliminary way, related to the times, flow of care for patients or professionals, stands out. It is noted, a significant potential of this duet, however, the measurement of the results obtained after the application of the tools, seems to be a gap to be explored in the future.

Keywords: Lean Production. Health. Simulation. Services. Systematic review.

1. Introdução

Os primeiros registros históricos da existência de hospitais, datam do século IV. Esses ambientes foram concebidos a partir de ações de caridade vinculadas à igreja católica (Peres e Lopes, 2012). No ano de 1978, ao final da Conferência Internacional Sobre Cuidados Primários de Saúde, a promoção do bem estar físico, mental e social, por parte do Estado, tornou-se uma das metas mais importantes da humanidade (Backes *et al.*, 2015).

Nos últimos 30 anos, grandes feitos tecnológicos foram alcançados como a aplicação de robôs no tratamento e no acompanhamento de pacientes (Koceska *et al.*, 2019), a análise da recuperação de pacientes à distância (Corazza *et al.*, 2014), o uso da tecnologia de impressão 3D em tratamentos de recomposição óssea (Meess *et al.*, 2017), tele consultas (Soriano Marcolino *et al.*, 2016), o transplante de órgãos vitais (Garcha *et al.*, 2019) e a logística de órgãos através de *drones* (Zraick, 2019).

Considerando as mudanças ocorridas no setor, percebe-se que a área de cuidados com a saúde, alcançou inovações significativas que promoveram a sua evolução em relação à capacitação, métodos, materiais e infraestrutura. No entanto, esse é um processo contínuo, Cheng *et al.* (2015), comentam que a área de cuidados com a saúde, enfrenta desafios diários em virtude das constantes transformações da sociedade.

Apesar da vicissitude inovadora, o sistema de saúde ainda apresenta problemas crônicos como a formação de filas (Salam e Khan, 2016), a superlotação de departamentos (Converso *et al.*, 2015; Derlet e Richards, 2002), consultórios pequenos, em um número reduzido e a falta de segurança para pacientes (Santibáñez *et al.*, 2009), a carência de mão de obra e de espaços físicos adequados para prestar cuidados com a saúde (Derlet e Richards, 2002). Em casos mais extremos, o acesso à rede de tratamento é limitado ou parcial (Cheng *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2012).

Dessa forma, identifica-se dois movimentos distintos: O primeiro, caracterizado por uma notável evolução em relação ao uso de tecnologia no tratamento médico (Botelho *et al.*, 2017), e em segundo, problemas básicos crônicos, caracterizam os sistemas de saúde pela ineficiência (de Koning *et al.*, 2006).

Como um agravante expressivo, elenca-se a tendência de envelhecimento da população a nível mundial (Young, 2005). A perspectiva de envelhecimento é uma previsão

para as próximas décadas, no entanto, já é possível identificar um aumento na demanda em hospitais públicos em virtude dessa condição (Chia e Lin, 2016).

Assim, ao avaliar a tendência de envelhecimento, problemas crônicos e um possível aumento na demanda de forma concomitante, torna-se necessário, identificar caminhos que promovam melhorias no sistema como um todo. Um deles é o *Lean*, uma filosofia de melhoria contínua da produção que engloba um conjunto de ferramentas. Sua aplicação desenvolve o ambiente através de uma forma nova de pensar. O *Lean* é oriundo do Sistema Toyota de Produção (TPS) que surgiu no Japão, tendo como berço o sistema de produção de automóveis da Toyota após a segunda Guerra Mundial (Krafchick, 1988; Uriarte et al., 2015). Na área da saúde, o *Lean* foi denominado de *Lean Healthcare*.

Um dos princípios do *Lean* é a identificação das atividades que, na visão do cliente, agregam valor. Dentro do sistema de saúde o paciente torna-se o principal usuário e, dessa forma, poderia ser considerado um “cliente” (Reid et al., 2016). Considerando o exposto, é crucial eliminar atividades que não agregam valor na visão do cliente.

Segundo Uriarte et al. (2015) a filosofia de produção *Lean* está entre as três mais usadas no mundo. Mas, apesar das contribuições significativas, sua aplicação tem se dado em ambientes isolados ou apenas em setores específicos das organizações (Robinson et al., 2012). Dessa forma, com a aplicação do *Lean* a tendência é de que haja mudanças na organização. Ao final da década de 1950 surge a simulação computacional, uma ferramenta usada para avaliar e mensurar o impacto de mudanças físicas ou organizacionais (Uriarte et al., 2015).

Atualmente, a simulação é usada em diversas áreas com funções muito ecléticas, entre elas otimização virtualizada por meio de mudanças como uma alternativa de implantação (April et al., 2004). Em relação ao desenvolvimento organizacional, pode verificar a aplicação da simulação computacional como alternativa de treinamento para os colaboradores. Nessa condição a simulação promove a assimilação de novas práticas ou conhecimentos (Robinson et al., 2012).

As ideias apresentadas demonstram que o *Lean* se caracteriza como uma filosofia de gestão que busca de forma incessantemente, a melhoria contínua, ainda, que a simulação pode ser usada como uma alternativa de análise e verificação. Considerando o exposto, percebe-se que o *Lean* e a simulação proporcionam ganhos mas, a aplicação conjunta, não é clara e carece de esclarecimentos metodológicos e científicos.

Dessa forma, constitui-se o objetivo principal desse estudo que é realizar uma revisão sistemática da literatura a fim de identificar quais são os princípios *Lean* utilizados na área de cuidados com a saúde e as contribuições da simulação computacional quando utilizada de forma conjunta. Uma motivação para o desenvolvimento desse estudo é o fato do *Lean* e simulação terem motivações comuns, mas, serem pouco exploradas conjuntamente (Robinson et al., 2012).

Após a introdução esse artigo se divide em outros quatro capítulos: o segundo capítulo é formado pelas bases conceituais. O terceiro capítulo, compreende a descrição detalhada da metodologia utilizada para realizar o levantamento e seleção dos artigos. O quarto capítulo e as subsecções, compreendem a análise quantitativa, qualitativa e oportunidades de pesquisa ou lacunas na literatura. O quinto capítulo, descreve as considerações finais sobre a pesquisa realizada.

2. Referencial Teórico

O presente capítulo, apresenta uma breve revisão sobre cuidados com a saúde, *Lean* e a simulação computacional. O entendimento dessas bases conceituais auxiliou na análise e classificação dos artigos encontrados nas buscas.

2.1 *Lean*

O *Lean* teve sua origem no Japão, seus princípios foram desenvolvidos dentro da indústria automobilística Toyota, sob a supervisão do Engenheiro Taichi Ohno (Howell, 1999). O *Lean* despertou o interesse a nível global após a publicação do livro “*The Machine that changed the world*” de (Womack et al., 1990). O objetivo da filosofia *Lean* é produzir mais utilizando menos recursos e entregar ao cliente, exatamente o que ele quer (Womack e Jones, 1997). Reid et al. (2016) complementam essa ideia comentando que, a minimização de resíduos contribui para a melhoria da qualidade e da segurança, adotando assim uma postura que contribui para a maximização do valor.

Os autores Godinho Filho e Fernandes (2005) apresentam os princípios *Lean*, subdivididos em 9 categorias de acordo com a Figura 1. Analisando a Figura 1, percebe-se que os princípios *Lean* objetivam desenvolver continuamente o ambiente. Esse processo de redesenho do processo, ocorre para eliminar os desperdícios identificados no sistema. Entende-se como desperdícios, tudo aquilo que consome recursos mas, não contribui para atingir o objetivo definido pelo cliente (Reid et al., 2016).

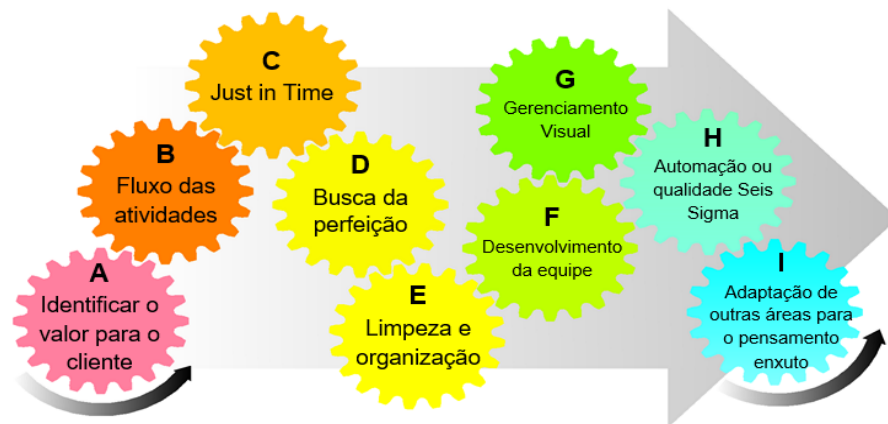


Figura 1 - Princípios Lean

Fonte: Adaptado de Godinho Filho e Fernandes (2005).

Segundo Hines e Taylor (2000), os desperdícios se dividem na superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário, movimento inútil, estoque, excesso de processamento ou processamento inadequado e defeitos ou retrabalho.

Posteriormente foi acrescida uma oitava categoria, muito presente nos ambientes de cuidado com a saúde, ela corresponde ao desperdício do talento humano relacionado a criatividade dos funcionários (Hayes *et al.*, 2014). Atualmente o *Lean* está implantado em diversos setores, como exemplo elenca-se o aeroespacial, construção, elétrica e eletrônica, logística, TI, Têxtil, vestuário e saúde (Doğan e Unutulmaz, 2016).

Entre as ferramentas destaca-se o mapeamento de fluxo de valor (VSM), *Kaizen*, 5S, gerenciamento visual, padronização, mapeamento do fluxo e poka-yoke (Salam e Khan, 2016).

2.2 *Lean em cuidados com a saúde*

Os primeiros estudos identificados aplicando o *Lean* em cuidados com a saúde foram (Heinbuch, 2007) e (Jacobs e Pelfrey, 1995). Laursen *et al.* (2003) *apud* Setijono *et al.*, (2010), comentam que a saúde *Lean* empregado em ambientes de saúde, surgiu a partir da aplicação do pensamento enxuto em outras área, como a de serviços e, em especial da área automobilística. A filosofia *Lean* busca a melhoria por meio da redução dos desperdícios, os autores Reid *et al.* (2016) relacionaram as oito áreas de desperdícios no setor de saúde, ver Quadro 1.

Quadro 1 – Desperdícios na área de cuidados com a saúde

Desperdício	Exemplo
Inventário	Equipamentos estocados sem uso
Espera ou atraso	Espera para receber tratamento
Superprodução	Elaborar doses extras de medicamentos que não são usadas
Transporte	Deslocamento de pacientes.
Movimento	Deslocamento de membros da equipe
Erros	Realização de atividades duas ou mais vezes
Super processamento	Repetição de testes ou documentação
Capacidade	Indivíduos de alta capacidade realizando atividades de baixa habilidade

Fonte - Adaptado de REID *et al.* (2005).

A eliminação de todas as tarefas, etapas ou tempos que não contribuem para o alcance dos objetivos do paciente, devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo (Reid *et al.*, 2016). Ao eliminarmos as tarefas desnecessárias será possível desenvolver a mão de obra, estabelecer um local mais adequado, diminuir as variações e os erros do sistema, reduzir os custos e melhorar o nível de satisfação e de comunicação dos colaboradores (Sperl *et al.*, 2013).

Corroborando com a ideia supracitada, Young (2005) comenta que a aplicação estratégica do *Lean* em ambientes de cuidados com a saúde, permite o redesenho do sistema, proporcionando padrões mais elevados de atendimento, eliminação de filas e maior acessibilidade.

Apesar das contribuições, a implantação do *Lean* enfrenta diversas barreiras. Uma delas é a inexistência de dados ou indicadores que demonstrem as contribuições quantificadas, além dessa barreira, elenca-se uma habitual baixa comunicação entre funcionários e a gerência (Turkyilmaz *et al.*, 2018).

Percebe-se com o exposto, que o *Lean* é uma ferramenta útil e adequada, no entanto, sua aplicação ainda deixa lacunas, principalmente em relação à comparação dos resultados quantitativos obtidos e metodologias de implantação.

2.3 Simulação computacional em cuidados com a saúde

A simulação pode ser descrita como uma ferramenta utilizada para desenvolver ou recriar ambientes por meio de modelos virtuais para análise (Swick *et al.*, 2012). Os primeiros estudos relatados, mesclando a simulação computacional na área de cuidados com a saúde, remontam a década de 1960 elencando vários casos bem sucedidos (Swick *et al.*, 2012).

Utilizando a simulação é possível identificar as falhas do sistema e investigar fatores que poderiam ser negligenciados na avaliação de componentes do sistema (Reid *et al.*, 2016). Complementando essa ideia, Young (2005) comenta que o modelador de simulação pode desenvolver cenários que funcionariam adequadamente, mesmo em ambientes para o atendimento de milhões de pessoas.

Uma outra contribuição é a possibilidade de analisar sistemas dinâmicos que evoluem no tempo. Pode-se inclusive, avaliar a ocorrências de eventos em intervalos de tempo, possivelmente irregulares (Chia e Lin, 2016).

As principais premissas da simulação são de que os processos possuem variabilidade, possuem dependência e são complexos. Ainda, de que as filas surgem ao longo do fluxo e a análise da evolução do desempenho do sistema é de difícil prevenção sem uma simulação (Robinson *et al.*, 2012). Os mesmos autores elencam que a melhoria no fluxo de ambientes emergenciais, otimização de horários, melhoria nas operações hospitalares e o melhor atendimento do paciente.

O ambiente virtual, permite ao participante e observadores, parar ou avançar o tempo, desenvolver mudanças interativas, coletar informações e avaliar mudanças em um contexto seguro para realizar testes por meio de uma análise sistêmica (Reid *et al.*, 2016).

A simulação é uma ferramenta que pode ser utilizada exaustivamente nas fases de analisar e melhorar (Chia e Lin, 2016). Possibilita a comparação de diferentes cenários e avaliando suas contribuições a longo prazo (Salam e Khan, 2016). Young (2005) acresce que a simulação é um caminho óbvio para alcançar os objetivos estratégicos de forma viável.

2.4 Lean aplicado em conjunto com a Simulação Computacional

A complexidade da área de cuidados com a saúde, exige a utilização de ferramentas de suporte e interativas. A simulação é uma ferramenta que pode ser utilizada em conjunto com o *Lean* para a facilitação dos processos e sua evolução (Robinson *et al.*, 2012). O uso da simulação em conjunto com outras filosofias, como o *Lean*, permite realizar melhorias em relação a eficiência do sistema (Khurma *et al.*, 2008). As contribuições do *Lean* e a simulação, de formas isoladas, são muito significativas. A combinação de ambas possibilita a quantificação dos resultados por meio de análises precisas, avaliando o estado atual e um estado futuro (Khurma *et al.*, 2008).

Apesar do objetivo comum, *Lean* e simulação ainda não são vistos com muita frequência na literatura em cuidados com a saúde (Robinson *et al.*, 2012). Corroborando com essa ideia Brandão de Souza (2009) comenta que o uso do *Lean* em conjunto com a simulação é uma abordagem inovadora que deve ser mais explorada.

Por vezes, a implantação tradicional do *Lean* pode negligenciar a interação de componentes, variabilidade ou dependências. Estas situações poderão ser consideradas e analisadas na etapa de validação da simulação (Marvel e Standridge, 2009). Outra importante vantagem nessa combinação é a identificação da configuração ótima para o ambiente hospitalar (Sharma *et al.*, 2007).

O uso conjunto do *Lean* e da simulação, pode desenvolver os processos de uma organização de modo que os serviços prestados acarretem em altos níveis de satisfação (Bhat *et al.*, 2014). Segundo Robinson *et al.* (2012), a utilização conjunta potencializa os resultados relacionados a eficiência utilizando a antecipação de ocorrência no processo como forma de analisar quaisquer impactos.

3. Metodologia

Por meio da revisão de literatura, busca-se criar uma visão crítica da pesquisa existente que é significativa para o trabalho do autor (Cauchic *et al.*, 2012). Ainda segundo o autor, o objetivo da revisão de literatura é captar o estado-da-arte de um campo do conhecimento.

A revisão sistemática desenvolvida nesse trabalho seguiu os passos propostos por Brito *et al.* (2018) utilizando as seguintes fases: Definição do tema de pesquisa, definição da pergunta de pesquisa, definição as palavras chave, seleção das bases de pesquisa, busca dos artigos, seleção e análise.

A primeira etapa delimitou o tema: A aplicação da produção enxuta em cuidados com a saúde em conjunto com a simulação computacional. A pergunta de pesquisa foi desenvolvida a fim de identificar: Quais são os princípios e ferramentas do *Lean* utilizados na área de cuidados com a saúde quando aplicados em conjunto com a simulação computacional, ainda, qual é o papel e as contribuições da simulação neste processo?

Para o desenvolvimento da pesquisa foram delimitados três eixos de pesquisa conforme Quadro 2. O Eixo 1 é formado por questões ou aspectos relacionados a área de

cuidados com a saúde, o eixo 2, está relacionado a filosofia Lean e o eixo 3, é formado por termos relacionados a simulação computacional.

Quadro 2 – Eixos de pesquisa

Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Healthcare or health and care	Lean	Simulation
Public and health	Healthcare or health and care	Computer and software
Population	Thinking	Public Services
Trend	Waste	Discrete
Ambulatory		DES

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao todo, foram geradas 100 combinações de palavras-chaves. As combinações de palavras-chaves foram pesquisadas nos títulos, resumos e palavras-chaves dos próprios estudos. As bases de pesquisa selecionadas foram: *Scopus*, *SciencDirect* e *Web of Science*. Os dados foram coletados entre os dias 19 de junho de 2019 à 31 de março de 2021.

Os estudos alvo dessa busca compreendem a pesquisas realizadas e publicadas em periódicos, simpósios e em congressos. A fim de abranger todos os estudos possíveis, não foi definido um ano inicial como critério de corte. Desta forma, a pesquisa englobou todos os estudos publicados até o março de 2021.

Os estudos selecionados no levantamento inicial foram importados para o *software Mendeley Desktop*. Na primeira etapa selecionou-se 5973 artigos. Utilizando recursos do *software*, 269 cópias identificadas como duplicadas foram eliminadas. Além destes, 33 arquivos foram descartados por não possuírem todas as informações necessárias para a avaliação.

A etapa seguinte foi realizada por meio da leitura dos títulos. Após a realização dessa análise, foram selecionados 1521 artigos. Em seguida, o processo de análise teve como alvo a leitura dos resumos. Ao final dessa etapa, 123 estudos foram selecionados.

A última etapa foi realizada por meio da leitura integral dos estudos. Considerando a falta de acesso aos estudos, 2 foram desclassificados em virtude da indisponibilidade dos arquivos. Ao final, 34 estudos atenderam aos critérios propostos no Quadro 3. A Figura 2 apresenta o resumo esquemático das etapas metodológicas utilizadas na seleção.

Quadro 3 – Critérios propostos para a inclusão dos estudos no portfólio final

Critérios
O estudo foi desenvolvido na área de cuidados com a saúde?
O estudo utilizou uma ou mais técnicas do <i>Lean Healthcare</i> ?
O estudo utilizou uma ou mais técnicas de simulação computacional?

Fonte - Elaborado pelos autores

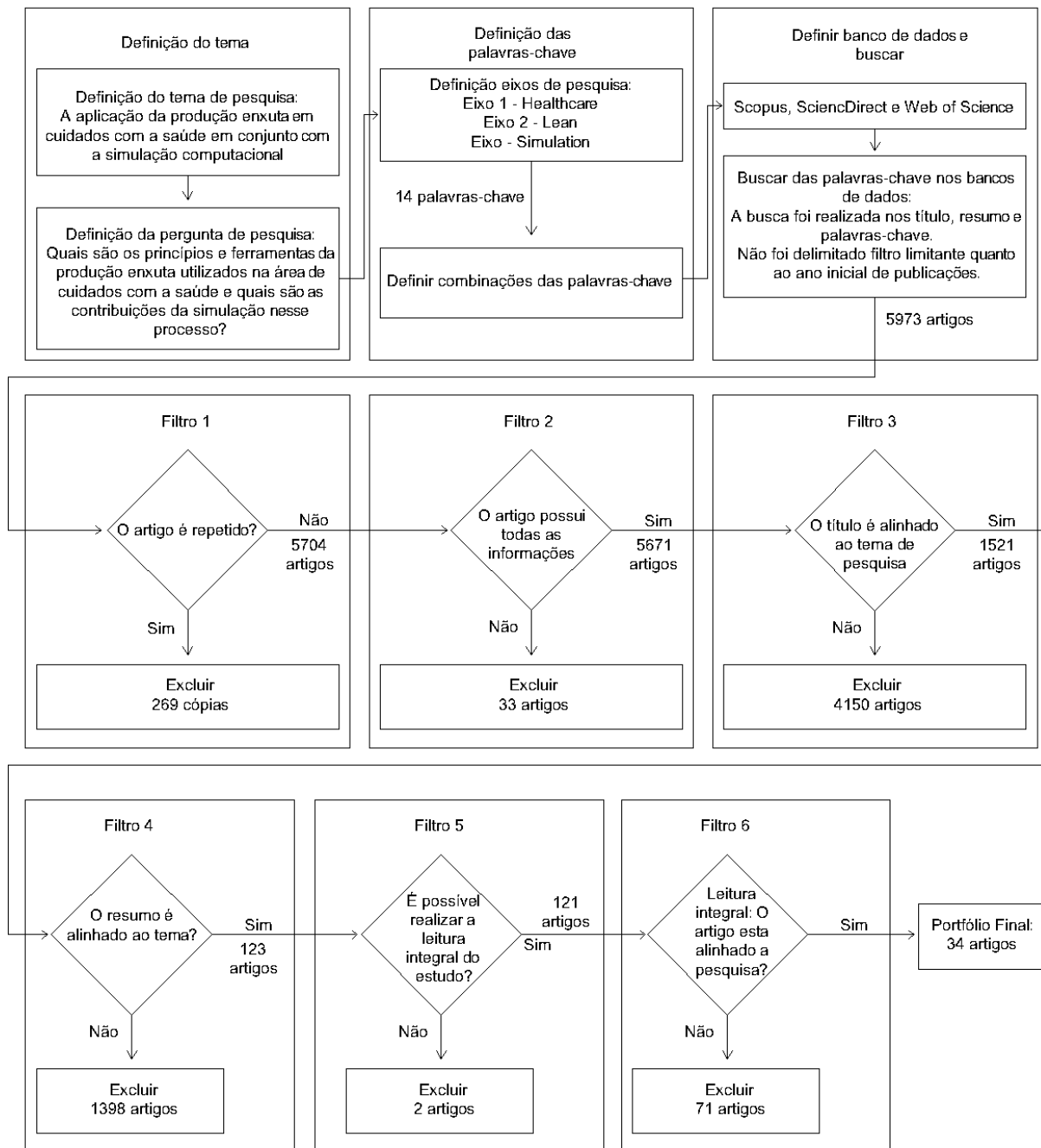


Figura 2 - Resumo esquemático das etapas metodológicas.

Fonte: Adaptado de Brito et al. (2018)

Para o cumprimento de parte do objetivo proposto no presente estudo, foi usada como base para análise, a subdivisão proposta por Godinho Filho e Fernandes (2005), os autores subdividem os princípios *Lean* em nove categorias de acordo com a Figura 1. Os mesmos autores, propõem ainda, 23 classes de capacitadores, que correspondem as ferramentas, métodos e tecnologias, costumeiramente utilizadas pela manufatura enxuta, relacionando-os aos princípios elencados na Figura 1. A Tabela 1 demonstra a aglutinação dos princípios relacionando-os aos seus capacitadores.

Tabela 1– Capacitadores

Capacitadores	Código	Princípio
Mapeamento do fluxo de valor	1	A
Melhoria na relação cliente	2	A
Just in Time	3	A, C
Tecnologia do grupo	4	B
Trabalho em fluxo	5	B
Trabalhar de acordo com o takt time	6	B
Manutenção produtiva total	7	B
Kanban	8	C
Redução do setup	9	C
Kaizen	10	D
Ferramentas de controle da qualidade	11	E
Zero defeitos	12	E
Poka yoke	13	E
5 Ss	14	F
Empowerment	15	G
Trabalho em equipes	16	G
Comprometimento dos funcionários e alta gerência	17	G
Multitarefa	18	G
Treinamento de pessoal	19	G
Medidas da performance	20	H
Gráficos de controle visual	21	H
Modificação da estrutura física	22	I
Ferramentas para projetos enxutos	23	I

Fonte - Adaptado de Godinho Filho e Fernandes (2005).

Além da identificação dos princípios e capacitadores, foram identificados também o setor de implantação do *Lean*, *software* utilizado, papel do *software* no processo de implantação e os impactos e barreiras encontradas.

4. Análise do Portfólio

Os estudos selecionados após as etapas de levantamento, seleção e análise são apresentados na Tabela 2. Entre as informações, destaca-se as ferramentas utilizadas e seus princípios, softwares e o seu papel, departamento ou setor de aplicação e a localização do estudo Healthcare.

Tabela 2 – Estudos selecionados

Autor(es)	Princípio(s) Capacitor(es)	Software	Papel da Simulação	Setor Localização
(Johnson <i>et al.</i> , 2004)	11, 14 17, 20 e 22 E, F, G, H e I	Promodel	Testar hipóteses e mobilizar para a mudança.	Dpto Emergência (EUA)
(Young, 2005) **	1 e 10 A e D	Não específica	Avaliar o impacto das sugestões	Hospitais (Reino Unido)
(Yu; Yang, 2008)	11 e 20 E e H	Arena	Avaliar o impacto das mudanças no processo	Dpto Registro (EUA)
(Khurma <i>et al.</i> , 2008)	6, 10 e 11 B, D, E e H	Arena e Promodel	Avaliar o impacto das sugestões	Dpto Emergência (Canada)
(Setijono <i>et al.</i> , 2010)	1 e 20 A e H	Arena	Testar diferentes cenários	Dpto Emergência (Suécia)
(Xie; Peng, 2012)	1 A	Arena	Testar um novo layout	Sala de cirurgia (Canada)
(Swick <i>et al.</i> , 2012)	10 e 17 D e G	Não específica	Testar um novo protocolo de trabalho	Clínica (EUA)
(Southard <i>et al.</i> , 2012)	1 A	Arena	Testar a aplicação de novas tecnologias	Sala de cirurgia (EUA)
(Robinson <i>et al.</i> , 2012) *	-	Simul8 DES	Promover o treinamento	-
(Hamad <i>et al.</i> , 2012)	1 A	Não específica	Avaliar impactos da mudança no layout	Sala de cirurgia (Irlanda)
(Celano <i>et al.</i> , 2012)	1, 11 e 13 A e E	Arena	Avaliar novos procedimentos	Dpto Emergência (Itália)
(Prudencia; Katty, 2013)	20 H	Arena	Testar cenários	Dpto Emergência (Colombia)

Autor(es)	Princípio(s) Capacitor(es)	Software	Papel da Simulação	Setor Localização
(Jin <i>et al.</i> , 2013)	20 H	Flexsim Healthcare	Testar mudanças de procedimentos	Clinica (Cingapura)
(Lin <i>et al.</i> , 2014)	1 A e E	Flexsim <i>Healthcare</i>	Avaliar o impacto das mudanças	Clinica (Cingapura)
(Bhat <i>et al.</i> , 2014)	1, 10, 11, 21 A, C, E e H	Arena	Testar mudanças de procedimentos	Dpto Admissão (Índia)
(Wang <i>et al.</i> , 2015)	1, 6 e 16 A, B, D e G	Arena	Avaliar mudanças no layout	Dpto Emergência (Taiwan)
(Lo <i>et al.</i> , 2015)	11 e 19 F, G e I	Não específica	Testar mudanças nos processos e treinamento.	Dpto Emergência (Kansas)
(Converso <i>et al.</i> , 2015b)	11 E	PowerSim	Testar mudanças no processo de gestão	Dpto Emergência (Itália)
(Converso <i>et al.</i> , 2015a)	11 E	PowerSim	Testar o impacto das sugestões	Dpto Emergência (Itália)
(Salam; Khan, 2016)	1 A	Não específica	Avaliar hipóteses	Clinica (Tailândia)
(Reid <i>et al.</i> , 2016)	10, 12 e 19 A, G e F	Não específica	Avaliar diferentes cenários	Dpto Emergência (EUA)
(Huang; Klassen, 2016)	1, 11, 13 e 23 A, D, E e I	Arena	Avaliar cenários	Dpto Emergência (Canada)
(Haddad <i>et al.</i> , 2016)	1, 11, 13 e 14 A, B, E e F	Arena	Testar mudanças de layout	Dpto Admissão (Líbano)
(Doğan; Unutulmaz, 2016)	1, 9, 10, 12, 17 e 21 A, D e E	Arena	Avaliar o impacto de mudanças	Dpto Reabilitação (Turquia)
(Chia; Lin, 2016a)	11 e 20 E e H	Flexsim <i>HealthCare</i>	Testar cenários	Hospitais (Singapura)

Autor(es)	Princípio(s) Capacitor(es)	Software	Papel da Simulação	Setor Localização
(Chia; Lin, 2016b)	11 e 23 E e I	Flexsim <i>HealthCare</i>	Avaliar a capacidade	Hospitais (Singapura)
(Baril et al., 2016)	5, 10, 17 e 19 A, D e G	Arena	Facilitar a realização do kaizen	Clinica (Québec)
(Gomes et al., 2017)	6 B	Arena	Testar cenários	Dpto Emergência (Brasil)
(Gil et al., 2017)	11, 12 E	Arena	Testar cenários	Dpto Admissão (EUA)
(Bal et al., 2017)	1 A	Arena	Testar mudanças de layout	Dpto Emergência (Turquia)
(Turkylmaz et al., 2018)	1, 10 e 11 A, D e E	Anylogic 7	Testar mudanças de procedimentos	Dpto Emergência (Turquia)
(Criddle; Holt, 2018) **	19 G	Não específica	Testar mudanças de procedimentos	-
(Barnabè et al., 2018) ***	10 D	Não específica	Promove a participação dos integrantes da equipe.	Hospital (Itália)

Fonte: Elaborado pelos autores

Os periódicos de maior destaque são o *European Journal of Operational Research*, *International Journal of Health Care Quality Assurance* e *Communications in Computer and Information Science*, todos com duas publicações. A Figura 3, demonstra a cronologia de publicação.

Um outro aspecto relevante é o fato de 89% dos estudos se caracterizarem como estudos práticos através de estudos de caso. Ao analisar a Tabela 2, percebe-se que um estudo (*) é caracterizado como estudo de caso teórico. Outros dois estudos (**) utilizam a pesquisa teórica e um último, utiliza a pesquisa ação como metodologia (***). Demograficamente, os estudos se concentram na América do Norte e na Europa.

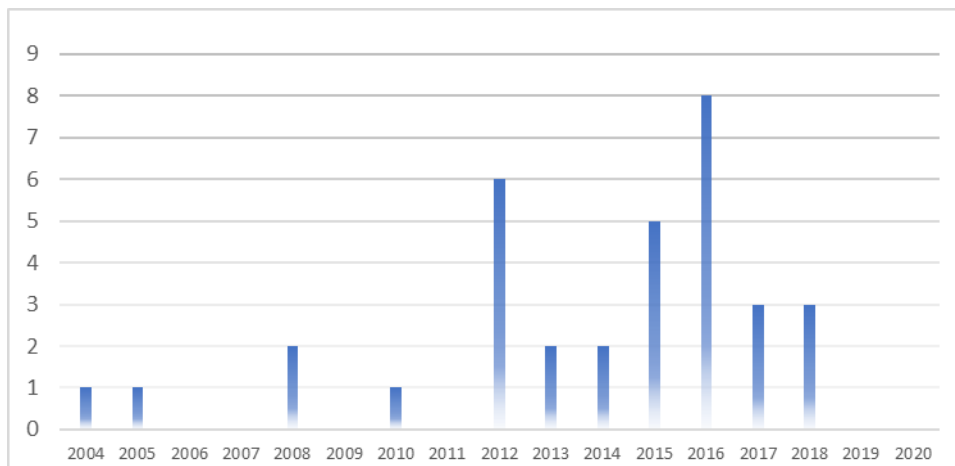


Figura 3 – Número de estudos publicados a cada ano
Fonte: Elaborado pelos autores

Os autores com o maior número de contribuições no portfólio são Giuseppe Converso, L. Chia e W. D. Lin com duas publicações cada um. Os autores L. Chia e W. D. Lin produziram suas obras conjuntamente, enquanto Giuseppe Converso, contribuiu com diferentes autores em suas duas produções identificadas na Tabela 2.

Realizando a análise das referências, foi possível desenvolver o diagrama de citações, a rede é demonstrada na Figura 4. Estudos que não foram citados ou que não citaram os demais artigos do portfólio, não foram inseridos no diagrama.

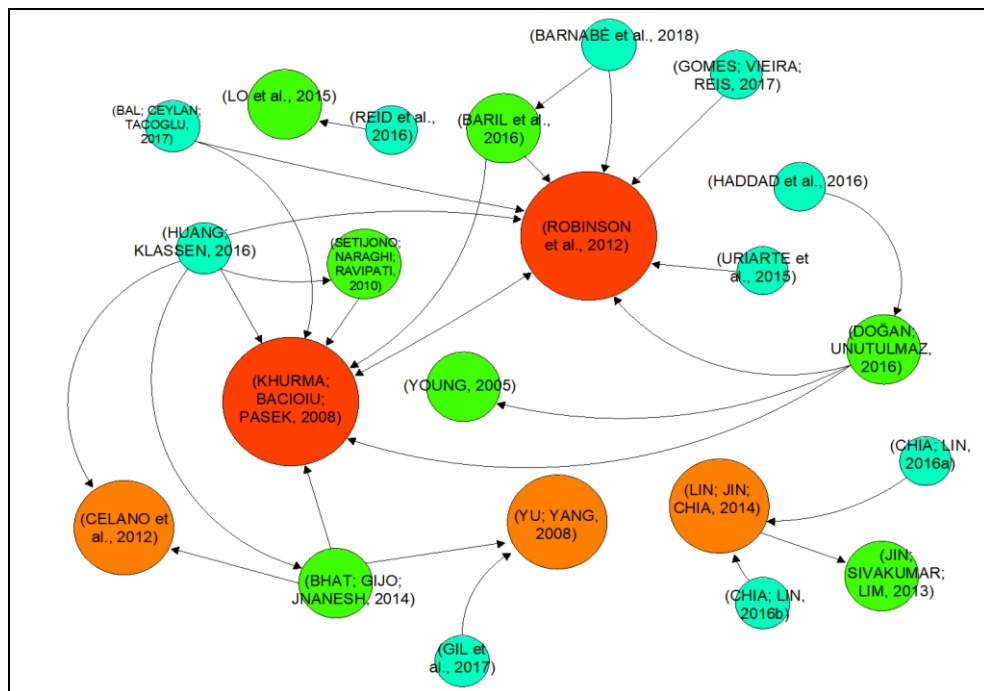


Figura 4 – Rede de citações.
Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 4, demonstra ainda que os artigos de Robinson *et al.* (2012) e Khurma *et al.*, (2008) foram os mais citados. Nenhum dos materiais analisados descreve detalhadamente como ocorreu o processo de modelagem computacional ou os aspectos relacionados à construção dos modelos virtuais. A identificação dos softwares utilizados nos estudos é demonstrada na Figura 5.

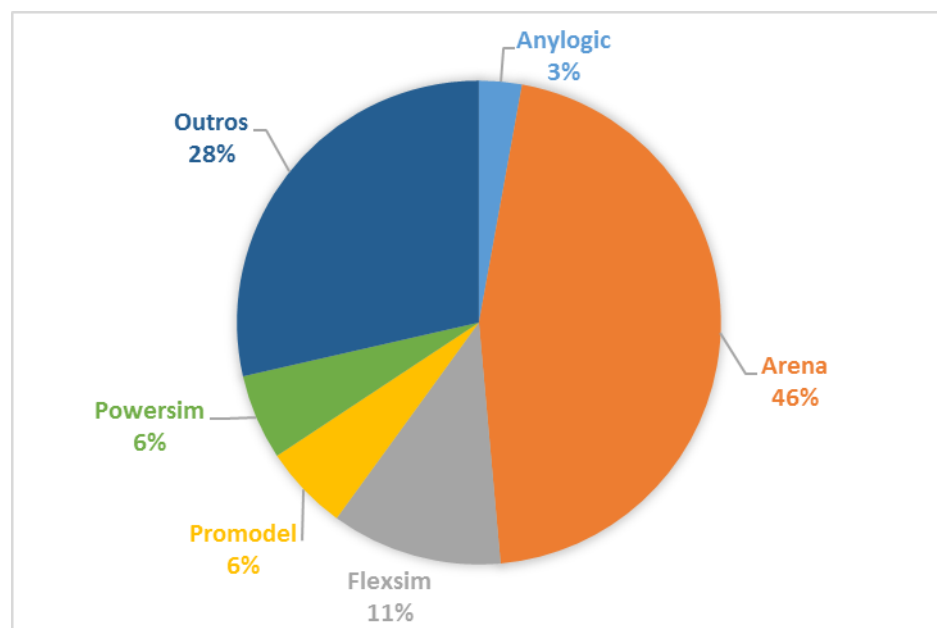


Figura 5 - Software Utilizados
Fonte: Elaborado pelos autores

A análise da Figura 5 demonstra que o software mais utilizado é o Arena, presente em 46% dos estudos. Cabe destacar o uso do *FlexSim for Healthcare*, o segundo software mais utilizado, esta é uma versão específica para o setor de cuidados com a saúde e está presente em 11% dos estudos.

4.1 Vantagens ou contribuições da simulação computacional

A principal vantagem identificada na utilização de softwares é a possibilidade de virtualização do ambiente, dessa forma, há um melhor entendimento por parte da equipe. Ainda, nessa condição, é possível testar alternativas e avaliar os impactos nos ambientes em estudo (Salam e Khan, 2016). Os autores complementam comentando sobre a possibilidade de avaliar diversos cenários e identificar a melhor hipótese, incrementar, reduzir ou substituir recursos.

Outra vantagem é a possibilidade de realizar *Kaizen* virtual. Os participantes podem manifestar sua opinião e promover a evolução do sistema, avaliando os impactos em tempo real (Baril et al., 2016).

4.2 Setores de aplicação

Apesar do número de estudos, percebe-se uma maior concentração no setor de emergência, cerca de 44%. Melhorias em ambientes emergenciais podem gerar resultados mais significativos devido à complexidade e variabilidade envolvidas, características deste setor. A Figura 6 demonstra os setores alvo dos estudos práticos.

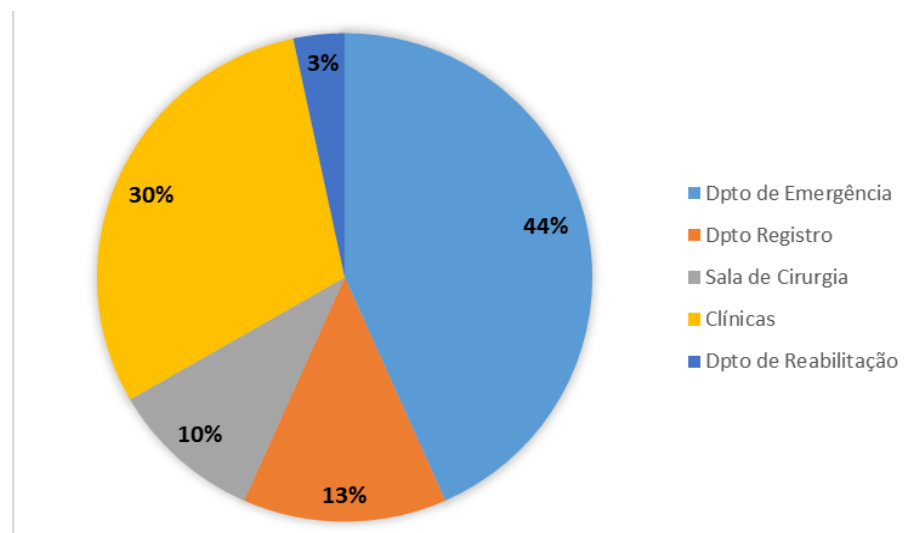


Figura 6 – Setores alvo da implantação do *Lean*
Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se a aplicação do *Lean* em unidades de atendimento ou clínica. Esse percentual corresponde a cerca de 30% e demonstra uma preocupação em relação ao comentário de Robinson et al. (2012), quando os autores afirmam que o *Lean* é aplicado em ambientes isolados ou específicos e que essa condição limita seus benefícios ou deixa dúvidas em relação ao seu potencial.

4.3 Capacitores e princípios utilizados

A Figura 7, demonstra a identificação de ferramentas enxutas, individualmente, nos artigos. Nota-se que, a ferramenta mais utilizada é o Mapa de fluxo de valor presente em 44% deles. As ferramentas de controle da qualidade são a segunda alternativa mais utilizada presente em 40% dos artigos.

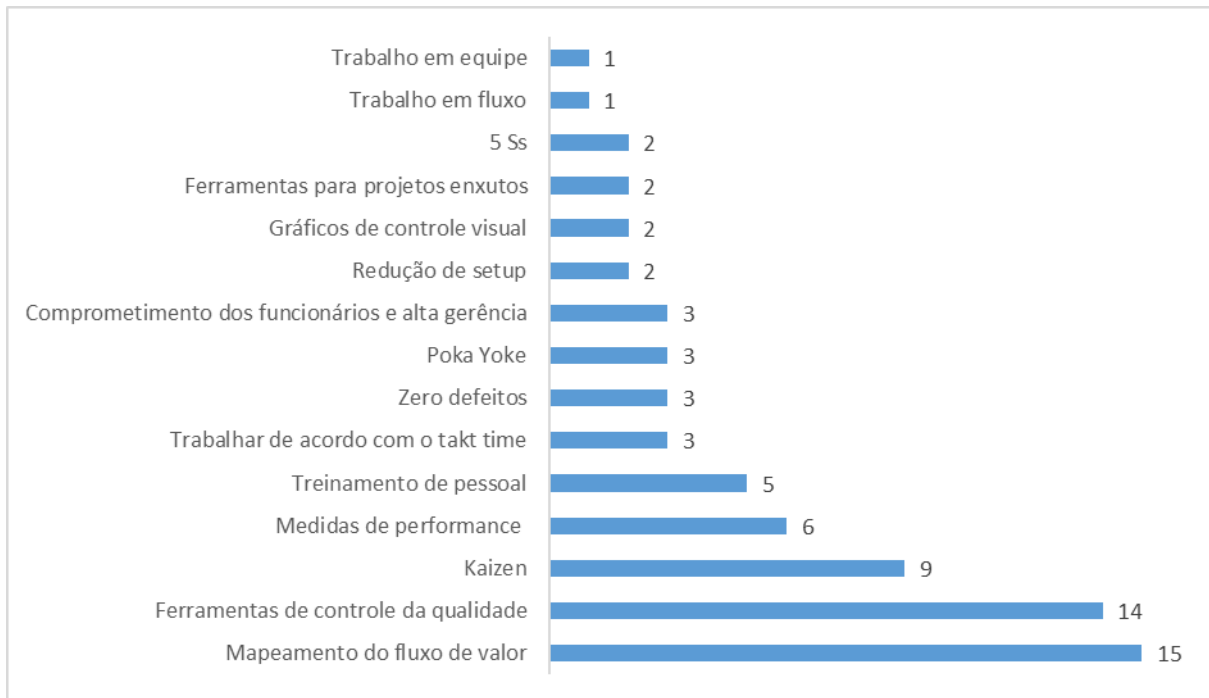


Figura 7 – Ferramentas utilizados
Fonte: Elaborado pelos autores.

A utilização de *Kaizen* é a terceira, provavelmente justificada pela possibilidade de interação com os modelos virtuais. Apesar da medidas de performance figurar apenas como a quarta ferramenta mais utilizada, existem diversas lacunas relatadas em relação à medição e comparação dos resultados.

Avaliando as ferramentas percebe-se que os princípios mais comuns são: a identificação das atividades que agregam valor para o cliente, limpeza e organização e desenvolvimento da equipe. O primeiro, tende a identificar o que é valioso ao olhar do cliente eliminando, através da reavaliação, atividades que não contribuem para a entrega ou realização do atendimento. O segundo, organiza e mantém o espaço limpo de modo que todas as ferramentas, equipamentos ou recursos, estejam dispostos da forma mais adequada possível. O terceiro princípio é almejado através da realização do *kaizen*. Genericamente, o treinamento da equipe é um aspecto crucial caso não haja o comprometimento, engajamento e motivação as ações desenvolvidas serão cessadas. De forma contrária, quando a equipe busca a otimização de forma autônoma, esse processo se torna contínuo e verdadeiro.

A aplicação da simulação contribui no desenvolvimento da equipe possibilitando a participação do processo de melhoria, dessa forma, os integrantes da equipe promovem a mudança de forma interativa.

5. Discussão do Resultados

Em 2008, o estudo de Yu e Yang (2008) reduziu o tempo de espera em 85% no departamento de admissão. Neste mesmo ano, outro estudo analisou o impacto da implementação do *Lean* em um departamento de emergências no Canadá (Kumar *et al.*, 2008).

Os estudos desenvolvidos inicialmente buscavam respostas ou focavam a adequação de layouts ou processos pontuais. Em 2012, a publicação de Robinson *et al.* (2012) funde o *Lean* e a simulação no *Simlean*, uma abordagem integrada em que o *Lean* utilizada a simulação como base e caminho para sua implantação.

Os anos de 2013, 2014 e 2016 apresentam estudos relacionados à redução no tempo de espera de pacientes em clínicas de tratamento e a taxa de ocupação de leitos de hospitais. Em 2016 há um estreitamento e integração entre *Lean* e simulação no acréscimo do sexto “S” formando os 6 Ss na saúde (Reid *et al.*, 2016). Ainda, segundo o mesmo autor, o Sexto S é formado pela simulação, uma ferramenta que contribui na análise e melhoria sistêmica do ambiente clínico.

Nos anos de 2017 e 2018 as principais percepções relacionadas aos estudos são o uso da simulação no processo de treinamento (Barnabè *et al.*, 2018) e integração da simulação com o *Lean Six Sigma* (Gil *et al.*, 2017).

A aplicação da manufatura enxuta em cuidados com a saúde, aos poucos e ao longo do tempo ganhou maior amplitude e solidez em virtude das contribuições da simulação. A aplicabilidade e versatilidade de ambas as ferramentas, além da busca pela otimização, promoveu melhorias substanciais em relação ao uso de recursos.

Outra possibilidade positiva é realizar sugestões, promover mudanças no ambiente virtual e avaliar o impacto, Caso surjam perdas, ou outros problemas, todas as mudanças promovidas podem ser desfeitas, sem interferência no ambiente real. Desta forma, diferentes condições podem ser exaustivamente testadas e mensuradas.

5.1 Dificuldades identificadas

As barreiras relacionadas ao levantamento e disponibilidade de informações são o maior empecilho para a utilização da simulação. A inexistência de dados, ou de dados confiáveis, torna-se um empecilho em virtude da necessidade de validação do modelo.

Muitos ambientes não possuem dados históricos, em especial quanto ao tempo gasto na realização das atividades relacionadas aos pacientes (Turkyilmaz *et al.*, 2018). A literatura destaca como alternativa para o registro dos tempos e fluxos a utilização de filmagens (Salam e Khan, 2016). Como alternativas, rastreadores por rádio frequência podem ser utilizados (Southard *et al.*, 2012), uma estratégia que simplifica o processo de coleta de dados mas que encarece-o.

Outra dificuldade é relatada por Swick (2012), quando o autor comenta que os diferentes ambientes, exigem diferentes conduções na implantação do *Lean*, ou seja, as peculiaridades dos ambientes, exige a customização do processo de implantação.

6. Conclusão

A busca pela evolução de índices produtivos e a melhoria do resultado, permite as organizações, tornar-se mais competitiva. A evolução nos índices de satisfação e de recuperação em um ambiente de cuidados com a saúde representam a evolução na prestação dos serviços e uma maior competitividade.

Apesar da similaridade, na saúde o *Lean* assume um papel ainda mais importante, que é promover melhorias nos ambientes de cuidados com a saúde, otimizar processos complexos, lidar com oscilações de demanda e constantes situações de imprevisibilidade.

A análise dos estudos, permitiu recriar uma revisão rica e esclarecedora, identificando as principais ferramentas utilizadas pelo *Lean*, entre elas, destacam-se o mapeamento de fluxo de valor, ferramentas de controle da qualidade e *Kaizen*.

Outro ponto importante é a identificação do papel da simulação. De modo geral, sua contribuição ocorre como uma ferramenta de facilitação para a implantação e gestão do *Lean* em cuidados com a saúde. Além da facilitação, a simulação permite treinar e demonstrar para equipe ganhos e interferências que as ferramentas do *Lean* gerarão no ambiente.

A análise de diferentes cenários é outra contribuição. Essa condição permite aos colaboradores realizar mudanças no modelo virtual sem qualquer interferência no ambiente real. Caso haja o comprometimento das atividades, as alterações propostas podem ser desfeitas sem quaisquer prejuízos.

Os estudos demonstraram que há uma concentração dos esforços nos departamentos de emergências, no entanto, segundo Shi (2012), ações voltadas para o atendimento em nível básico impactam na redução dos atendimentos emergências.

Percebe-se que a simulação e o *Lean* nas últimas duas décadas, na área de cuidados com a saúde, desenvolveram uma relação próxima a ponto de formar o *SimLean*. Esse estreitamento é validado ainda pelo incremento do sexto “S” referindo-se a simulação, à representatividade do *Lean* na área de saúde e a presença da simulação nestes estudos.

Apesar das percepções positivas, o *Lean* e a simulação ainda podem ser largamente exploradas na área de cuidados com a saúde. A implantação destas ferramentas em conjunto poderá promover grande parte das melhorias almejadas a custos reduzidos. No entanto, é fundamental o desenvolvimento de um método genérico para mensurar os ganhos e viabilizar a implantação nos mais diversos ambientes.

Apesar da riqueza de informações existem lacunas na literatura que podem ser entendidas como oportunidades de pesquisa. Uma parcela dos estudos realizados caracterizam-se por uma aplicação isolada ou parcial, por isso, uma aplicação mais ampla, tende a gerar contribuições diferentes.

Outro aspecto de análise é a realização de um levantamento preliminar, a fim de identificar a existência ou não, de dados. Essa condição pode acelerar o processo de implantação e diminuir a resistência da equipe frente à percepção de burocracia no levantamento de informações.

A concentração de esforços no departamento de emergência pode deixar setores de atendimento básico desassistidos. Dessa forma, percebe-se que há um número significativo de ambientes e locais com relativa similaridade física e funcional, que ainda não foram estudados. Não foi possível identificar uma metodologia padronizada que possa ser usada de forma geral.

REFERÊNCIAS

- April, J., Better, M., Glover, F., & Kelly, J. (2004). New Advances and Applications for Marrying Simulation and Optimization. *Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference*, (April 2000), 2–4.
- Backes, D.S., Souza, M.H.T. de, Marchiori, M.T.C., Colomé, J.S., Backes, M.T.S., & Lunardi Filho, W.D. (2015). The Idealized Brazilian Health System versus the real one: contributions from the nursing field. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 22(6), 1026–1033. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.0040.2512>
- Baril, C., Gascon, V., Miller, J., & Côté, N. (2016). Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 249(1), 327–339. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.08.036>
- Barnabè, F., Giorgino, M.C., Guercini, J., Bianciardi, C., & Mezzatesta, V. (2018). Management simulations for Lean healthcare: exploiting the potentials of role-playing. *Journal of Health Organization and Management*, 32(2), 298–320. <https://doi.org/10.1108/JHOM-07-2017-0191>
- Bhat, S., Gijo, E.V., & Jnanesh, N.A. (2014). Application of Lean Six Sigma methodology in the registration process of a hospital. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(5), 613–643. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2013-0191>
- Botelho, S.F., Martins, M.A.P., & Reis, A.M.M. (2017). Análise de medicamentos novos registrados no Brasil na perspectiva do Sistema Único de Saúde e da carga de doença. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(1), 215–228. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018231.21672015>
- Brandão de Souza, L. (2009). Trends and approaches in lean healthcare. *Leadership in Health Services*, 22(2), 121–139. <https://doi.org/10.1108/17511870910953788>
- Brito, T.C., Karla Oliveira Regis, T., Santos, L.C., Gohr, C.F., & Sarmiento, M.C. (2018). Produção enxuta em operações de serviços: uma revisão sistemática. *Revista Produção Online*, 18(3), 1016–1042. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v18i3.3092>
- Cauchic, M.P.A., Pureza, V., Fleury, A., Mello, C.H.P., Nakano, D.N., de Lima, E. P., ... Žižak, A. (2012). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações* (1º Edição). Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.
- Cheng, S. Y., Bamford, D., Papalexli, M., & Dehe, B. (2015). Improving access to health Services - Challenges in lean application. *International Journal of Public Sector Management*, 28(2), 121–135. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-05-2014-0066>
- Chia, L., & Lin, W.D. (2016). Analytical framework to establish requisite bed capacity when cohorting paediatric patients. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2016-Janua*, 726–731. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2015.7385743>
- Converso, G., Improta, G., Mignano, M., & Santillo, L.C. (2015). A simulation approach for agile production logic implementation in a hospital emergency unit. *Communications in Computer and Information Science*, 532, 623–634. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22689-7_48
- Corazza, I., Bianchini, D., Urbinati, S., & Zannoli, R. (2014). REHAL®, a telemedicine platform for home cardiac rehabilitation. *Minerva Cardioangiologica*, 62(5), 399–405.
- de Koning, H., Verver, J.P.S., van den Heuvel, J., Bisgaard, S., & Does, R.J.M.M. (2006). Lean six sigma in healthcare. *Journal for Healthcare Quality: Official Publication of the National Association for Healthcare Quality*, 28(2), 4–11. <https://doi.org/10.1111/j.1945-1474.2006.tb00596.x>
- Derlet, R.W., & Richards, J.R. (2002). Emergency Department Overcrowding in Florida, New York, and Texas. *Southern Medical Journal*, 846–849.
- Doğan, N.Ö., & Unutulmaz, O. (2016). Lean production in healthcare: a simulation-based value stream mapping in the physical therapy and rehabilitation department of a public hospital. *TOTAL QUALITY MANAGEMENT & BUSINESS EXCELLENCE*, 27(1–2), 64–80. <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.945312>
- Garcha, P.S., Nisar, T., Jamil, A.K., Edens, M.O., Flores, V.L., Felius, J., ... Mason, D.P. (2019). Single-Center Study Evaluating the Impact of Sarcopenia on Outcomes after Lung Transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 38(4, Supplement), S333–S334.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.healun.2019.01.842>

Gil, L., Pazos, P., Seck, M., & Delaguila, R. (2017). Impact of a localized Lean Six Sigma implementation on overall patient safety and process efficiency. In C. E. Nembhard H.B. Coperich K. (Ed.), *67th Annual Conference and Expo of the Institute of Industrial Engineers 2017* (pp. 1288–1293). Institute of Industrial Engineers.

Godinho Filho, M., & Fernandes, F.C.F. (2005). Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gestão & Produção*, *11*(1), 1–19. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2004000100002>

Hayes, K.J., Reed, N., Fitzgerald, A., & Watt, V. (2014). Applying lean flows in pathology laboratory remodelling. *Journal of Health, Organisation and Management*, *28*(2), 229–246. <https://doi.org/10.1108/JHOM-03-2013-0064>

Heinbuch, S.E. (2007). A case of successful technology transfer to health care. *Journal of Management in Medicine*, *9*(2), 48–56. <https://doi.org/10.1108/02689239510086524>

Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean: A Guide to Implementation*. 54.

Howell, G. (1999). What is lean construction. *Concurrent Engineering*, *7*(July), 1–10.

Jacobs, S.M., & Pelfrey, S. (1995). Applying Just-in-Time Philosophy to Healthcare. *Jona*.

Khurma, N., Bacioiu, G.M., & Pasek, Z.J. (2008). Simulation-based verification of lean improvement for emergency room process (CORRIGIR). *Winter Simulation Conference*, 1490–1499.

Khurma, N., Bacioiu, G.M., & Pasek, Z.J. (2008). Simulation-based verification of lean improvement for emergency room process. *Winter Simulation Conference*, 1490–1499.

Koceska, N., Koceski, S., Zobel, P.B., Trajkovik, V., & Garcia, N. (2019). A telemedicine robot system for assisted and independent living. *Sensors (Switzerland)*, *19*(4). <https://doi.org/10.3390/s19040834>

Krafcick, J. (1988). *Triumph of the Lean Production System*.

Kumar, A., Ozdamar, L., & Zhang, C.N. (2008). Supply chain redesign in the healthcare industry of Singapore. *Supply Chain Management: An International Journal*, *13*(2), 95–103. <https://doi.org/10.1108/13598540810860930>

Lee, B.L., Liedke, P.E.R., Barrios, C.H., Simon, S.D., Finkelstein, D.M., & Goss, P.E. (2012). Breast cancer in Brazil: Present status and future goals. *The Lancet Oncology*, *13*(3), e95–e102. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(11\)70323-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(11)70323-0)

Marvel, J.H., & Standridge, C.R. (2009). A simulation-enhanced lean design process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *2*(1), 90–113. <https://doi.org/10.3926/jiem.2009.v2n1.p90-113>

Meess, K.M., Izzo, R.L., Dryjski, M.L., Curl, R.E., Harris, L.M., Springer, M., ... Ionita, C.N. (2017). 3D printed abdominal aortic aneurysm phantom for image guided surgical planning with a patient specific fenestrated endovascular graft system. In Z. J. Cook T.S. (Ed.), *Progress in Biomedical Optics and Imaging - Proceedings of SPIE* (Vol. 10138). <https://doi.org/10.1117/12.2253902>

Peres, G.M., & Lopes, A.M.P. (2012). Acompanhamento De Pacientes Internados E Processos De Humanização Em Hospitais Gerais. *Psicologia Hospitalar*, *10*(1), 17–41.

Reid, J., Stone, K., Huang, L., & Deutsch, E.S. (2016). Simulation for Systems Integration in Pediatric Emergency Medicine. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, *17*(3), 193–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cpem.2016.05.006>

Robinson, S., Radnor, Z.J., Burgess, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. *European Journal of Operational Research*, *219*(1), 188–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.029>

Salam, M.A., & Khan, S.A. (2016). Value creation through lean management: A case study of healthcare service operations. *International Journal of Services and Operations Management*, *25*(3), 275–293. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2016.10000239>

Santibáñez, P., Chow, V.S., French, J., Puterman, M.L., & Tyldesley, S. (2009). Reducing patient wait times and improving resource utilization at British Columbia Cancer Agency's ambulatory care unit through simulation.

- Health Care Management Science*, 12(4), 392–407. <https://doi.org/10.1007/s10729-009-9103-1>
- Setijono, D., Naraghi, A.M., & Ravipati, U.P. (2010). Decision support system and the adoption of lean in a Swedish emergency ward: Balancing supply and demand towards improved value stream. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 234–248. <https://doi.org/10.1108/20401461011075026>
- Sharma, V., Abel, J., Al-Hussein, M., Lennerts, K., & Pfründer, U. (2007). Simulation application for resource allocation in facility management processes in hospitals. *Facilities*, 25(13–14), 493–506. <https://doi.org/10.1108/02632770710822599>
- Shi, L. (2012). The impact of primary care: a focused review. *Scientifica*, 2012, 432892. <https://doi.org/10.6064/2012/432892>
- Soriano Marcolino, M., Minelli Figueira, R., Pereira Afonso Dos Santos, J., Silva Cardoso, C., Luiz Ribeiro, A., & Alkmim, M. B. (2016). The Experience of a Sustainable Large Scale Brazilian Telehealth Network. *Telemedicine and E-Health*, 22(11), 899–908. <https://doi.org/10.1089/tmj.2015.0234>
- Southard, P., Chandra, C., & Kumar, S. (2012). RFID in healthcare: A Six Sigma DMAIC and simulation case study. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 25(4), 291–321. <https://doi.org/10.1108/09526861211221491>
- Sperl, T., Ptaced, R., & Trewn, J. (2013). *Practical Lean Six Sigma for Healthcare – Using the A3 and Lean Thinking to Improve Operational Performance in Hospitals, Clinics, and Physician Group Practices* (1st editio; W. Callahan, Ed.). Chelsea: MCS Media.
- Swick, M., Doulaveris, P., Bagnall, T., & Womack, D. (2012). Application of Simulation Technology to Enhance the Role of the Professional Nurse. *JOURNAL OF NURSING ADMINISTRATION*, 42(2), 95–102. <https://doi.org/10.1097/NNA.0b013e3182433706>
- Turkyilmaz, A., Abeidi, N., & Uysal, O. (2018). A Process Improvement Study in an Emergency Department Using Lean Methodology. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Paris, France, July 26-27, 2018*, 865–875.
- Uriarte, A. G., Moris, M. U., Ng, A. H. C., & Oscarsson, J. (2015). Lean, simulation and optimization: a win-win combination. *2015 Winter Simulation Conference (wsc)*, 2227–2238.
- Womack, J.P., & Jones, D.T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Womack, J.P., Jones, D.T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. New York, USA: Simon & Schuster.
- Young, T. (2005). An agenda for healthcare and information simulation. *Health Care Management Science*, 8(3), 189–196. <https://doi.org/10.1007/s10729-005-2008-8>
- Yu, Q., & Yang, K. (2008). Hospital registration waiting time reduction through process redesign. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 4(3), 240. <https://doi.org/10.1504/ijssca.2008.021838>
- Zraick, K. (2019). Like ‘Uber for Organs’: Drone Delivers Kidney to Maryland Woman. Retrieved from The New York times website: <https://www.nytimes.com/2019/04/30/health/drone-delivers-kidney.html>