

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E
SUSTENTABILIDADE
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LARA CAMILA NERY VIEIRA

**Contribuições da simulação no *Lean Healthcare* para o
combate à Covid-19**

Feira de Santana
2022

LARA CAMILA NERY VIEIRA

**Contribuições da simulação no *Lean Healthcare* para o
combate à Covid-19**

Artigo científico convalidado como Trabalho de Conclusão de Curso, seguindo Art 3º da RESOLUÇÃO N 020/2021, apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Cristiane Agra Pimentel

Feira de Santana
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E
SUSTENTABILIDADE
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

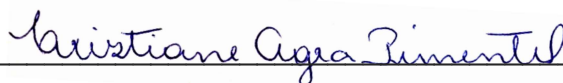
LARA CAMILA NERY VIEIRA

**Contribuições da simulação no *Lean Healthcare* para o
combate à Covid-19**

Artigo científico convalidado como Trabalho de Conclusão de Curso, seguindo Art 3º da RESOLUÇÃO N 020/2021, apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em: 07 de fevereiro de 2022

EXAMINADORA:



Cristiane Agra Pimentel
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

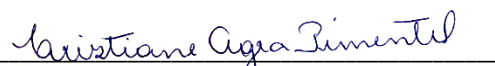
ATA DE DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos sete dias do mês de fevereiro do ano de 2022, às 18:35, em sessão pública, realizada através do Google Meeting, em consequência da pandemia da Covid-19, do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade – CETENS, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na presença da avaliadora:

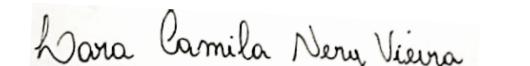
1. Orientadora Cristiane Agra Pimentel

A professora foi a avaliadora e, a aluna Lara Camila Nery Vieira apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado por “Contribuições da simulação no *lean healthcare* para o combate a Covid-19”, escrito na forma de artigo científico publicado na Revista de Tecnologia e Sociedade ISSN: 1984-3526, qualis B5 na área engenharia III, como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção. A aluna realizou sua apresentação em 07 de fevereiro de 2022 às 18:35 horas. Após avaliação, a professora orientadora decidiu APROVAR o referido trabalho, sendo atribuída a nota 10, obtendo média final de 10, divulgando o resultado formalmente à aluna e aos demais presentes. E eu, na qualidade de Professora Orientadora, lavrei a presente ata, que vai ser assinada por mim e pela discente.

Feira de Santana, 07 de fevereiro de 2022.



Professor(a) Orientador(a)



Discente(a)

Emitido em 2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 1/2022 - CETENS (11.01.55)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 07/02/2022 20:08)
CRISTIANE AGRA PIMENTEL
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
3040256

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sistemas.ufrb.edu.br/documentos/> informando seu número: **1**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **07/02/2022** e o código de verificação: **2e05ad429f**

Esse trabalho é dedicado a quem amo, principalmente a minha mãe, e aos que sonham e trabalham por uma engenharia popular e solidária.

Por uma engenharia que busque não só o retorno financeiro, mas também o impacto social.

Contribuições da simulação no *Lean Healthcare* para o combate a Covid-19

RESUMO

O sistema de saúde brasileiro e mundial está em colapso por causa da evolução da pandemia da Covid-19. Este artigo tem como objetivo mostrar as possíveis contribuições do uso da Simulação de Eventos Discretos na implementação do *Lean Healthcare* (LH) para o combate à Covid-19. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica e exploratória. Obteve-se como resultados a demonstração da eficiência do uso da simulação integrada ao *Lean Healthcare* no entendimento, visualização, e construção de cenários que auxiliam na tomada de decisão da melhor situação com métodos de gestão a fim de otimizar o fluxo de pacientes, ao modificar *layouts*, ao separar pacientes com Covid-19 dos não infectados, ao inserir quadros, cores ou/e sinalizações, e como consequência à diminuição do tempo de permanência dos pacientes nas organização de saúde. Este artigo traz estratégias de gerenciamento dos hospitais, ao auxiliá-los na mitigação ou eliminação da superlotação causada pela Covid-19.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação. *Lean Healthcare*. Covid-19.

Lara Camila Nery Vieira

laracamilanery@hotmail.com

Graduanda em Engenharia de Produção,
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Grace Kelly Sampaio Juventino

gracesampaio.nubeep@gmail.com

Graduanda em Engenharia de Produção,
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Cristiane Agra Pimentel

cristianepimentel@ufrb.edu.br

Professora do departamento de Engenharia de Produção,
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Michelle de Oliveira Menezes

michelle.o.menezes@gmail.com

Graduanda em Engenharia de Produção,
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Mariane Francis Souza Bezerra

maryanefrancis@gmail.com

Graduada em Engenharia de Produção,
Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil.

Beatriz de Jesus dos Santos

bs88712@gmail.com

Graduanda em Engenharia de Produção,
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

INTRODUÇÃO

A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, confirmada em 11 de fevereiro de 2020, surgiu na China em dezembro de 2019 e se dispersou de forma exponencial (OPAS, 2020). A alta contaminação da doença e o tempo de permanência de pacientes com Covid-19 em hospitais tem mantido o setor em estado de alerta, superlotando desde o sistema de saúde até o funerário. Alguns Estados brasileiros já ultrapassaram sua capacidade máxima (MADEIRO, 2020; PAINEL, 2020; EM, 2020; JATOBÁ, 2020; GARCIA, 2020; MENEZES, 2020).

Em decorrência do cenário atual consequente da Covid-19, instituições de saúde em vários países vêm executando métodos de gerenciamento a fim de diminuir a contaminação desta doença. Como exemplo em Wei *et al.* (2020), na China, modificou-se o fluxo dos procedimentos e os métodos de limpeza, criaram-se zonas de controle de infecção; realizou-se treinamentos de equipes, entre outros, e como resultado houve menos pacientes infectados com o coronavírus, chegando-se a nenhum. Segundo Villela (2020) as equipes de saúde necessitam preparar-se para utilizar novas metodologias de mitigação.

Neste contexto, o *Lean Healthcare*, apresenta ferramentas de gerenciamento com maior tendência em reduzir desperdícios e processos ineficientes e aperfeiçoar a jornada do paciente. Além disto, o custo benefício do *Lean* é alto. Se aliado ao uso de modelagem e simulação de eventos discretos, se torna uma ótima base para tomadas de decisões e melhorias com menor risco a organização e pacientes. Isto é possível utilizando recursos, estudando fluxos e analisando variáveis e operações para dimensionar e delimitar o efetivo. (BRAILSFORD, 1994; SEGISMOND, 2019).

Percebe-se as carências existentes nas organizações de saúde públicas e privadas consequentes do Sars-CoV-2 e dificuldade em encontrar artigos de simulação no auxílio ao combate da pandemia. Assim sendo, considerando a gravidade da nova doença e correlacionando às falhas existentes no sistema de saúde, o objetivo deste artigo é apresentar as possíveis contribuições do uso de Simulação de Eventos Discretos (SED) na implementação do *Lean Healthcare* para o combate à Covid-19.

LEAN HEALTHCARE

A abordagem *Lean* na área de saúde, conhecida como *Lean Healthcare*, mostra-se a maior tendência para reduzir desperdícios e processos ineficientes que, segundo Granban (2013) somam a maior parte operacional do sistema de saúde. O objetivo da metodologia é prestar serviço com alta qualidade, rapidez e maior valor agregado.

Sua aplicação se baseia em ações que principalmente levem a redução de 07 tipos de desperdícios: falta de qualidade, espera, estoques, movimentação da equipe de trabalho, transporte de pacientes, medicamentos ou outros, processos desnecessários e superprodução ou superconsumo de algum recurso (PINTO, 2014).

A identificação de desperdícios e eliminação destes pode se dar através do uso de algumas ferramentas como 5s, Mapeamento de Fluxo de Valor, Diagrama de Espaguete, Matriz força impacto, *Kanban*, *Kaizen*, *Poka Yoke*. Granban (2013)

afirma que, além das ferramentas, a aplicação desta filosofia precisa estar agregada a cultura e estratégica para elevar o nível de conhecimento e participação das equipes. Assim sendo, em momentos de gerenciamentos dinâmicos, a capacidade de uma organização em agir rápido e conter demandas imprevistas torna-se maior.

COVID – 19

No que diz respeito a demandas imprevistas, à exemplo da recém pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, que, por causa da quantidade de pessoas acessando às emergências com sintomas da Covid-19, instaurou-se a preocupação quanto à capacidade de atendimento do setor de saúde (IVANOV, 2020). O quadro atual, com a alta demanda, larga escala, maior tempo de permanência e mortalidade preocupa médicos e pesquisadores.

Segundo Haines (2020), que analisou os impactos do vírus na área de saúde fisioterápica, os impactos vão desde a área econômica como também física, mental e social. Profissionalmente, a forma de interação com os pacientes está sendo revista e gerenciada, onde a intervenção médica e os métodos de trabalho precisam ser enxutos. Assim como propõe o *Lean*.

A pandemia afetou, segundo Ivanov (2020) a forma como lidamos com catástrofes e as ações futuras também que, em seus estudos sobre Covid-19, sugere a preparação de planos epidêmicos de contingência considerando fatores como possuir capacidades reservadas, fornecedores reserva, reservas de prazos e subcontratação local.

Segundo BBC News (2020) para limitar número de mortes medidas cruciais precisam ser tomadas para desacelerar a disseminação do vírus. Ivanov (2020) afirma que, antes de tudo, é preciso considerar fatores importantes como o tempo disponível, velocidade de propagação do vírus e a duração da doença, para evitar elementos decisões equivocadas nas políticas de distanciamento e mitigação do vírus.

De acordo com o Ministério da Saúde (2020a), o cenário brasileiro chegou à realidade de transmissão comunitária, que ocorre quando o vírus circula livremente pela população, não sendo possível identificar a cadeia de infecção. Reuters (2020) relata a necessidade de construção de hospitais de campanha, que elevam o número de leitos até três vezes mais que atualmente. Em São Paulo, o Estado com mais casos confirmados, já possui este tipo de hospital construído, para reduzir a sobrecarga de emergências (HENRIQUE, 2020).

LEAN HEALTHCARE E COVID-19

De acordo com Toussaint, Gerard e Adams (2012), o *Lean* aplicado na saúde é capaz de priorizar pacientes, indicando desperdícios e suas causas-raízes para minimizar o tempo para realização dos processos. Na literatura de Menezes (2020), que estuda as contribuições do *Lean Healthcare* para o combate ao SARS-CoV-2, há exemplos de ferramentas que mitigam as consequências do vírus como diagrama de espaguete, gestão visual, 5s, trabalho padronizado e Plano de

Capacidade Plena. Assim sendo, mais um exemplo de efetividade do *Lean* para otimizar fluxos, reorganizar filas e otimizar giro de leitos, principalmente.

Na pesquisa de Almeida (2020), que estuda os desafios da elaboração de planos de resposta à pandemia, proposta como programas de treinamento de equipe, acompanhamento de indicadores de desempenho e despertar, sistematicamente, o senso de identificação e resolução de problemas pela equipe. Desenvolvendo, assim, competências enxutas e de relacionadas ao que busca a metodologia.

Por fim, Ivanov (2020) enfatiza a importância de organizar e aproveitar os melhores conhecimentos para garantir o envolvimento no processo de profissionais, antes de não costume, mas de suma importância para o sucesso coletivo na área da saúde atualmente.

SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS (SED)

A representação de um sistema real por modelo constitui-se em simular um ambiente para prover análises e visualizações que forneçam consistência para a tomada de decisões (MORABITO NETO; PUREZA. 2012). Estudos como de Zucatti (2019), que objetiva executar um processo já existente em um *software* de simulação, comprova a eficiência desta ferramenta que, moldando e simulando a capacidade de um processo já existente, mostrou-se como ferramenta factível para tomadas de decisões, sendo possível, como resultado da pesquisa, avaliar o desempenho e produtividade da operação.

Além da possibilidade em testar e validar uma atividade já existente, o processo de SED pode contribuir para visualizar projetos de melhoria sem sequer aplicá-los de fato (JOHANSSON, 2002). Segundo Campos (2019) o uso de simulação permite explorar possibilidades, testar alternativas e diagnosticar problemas. É possível afirmar que o grande benefício da ferramenta é modelar diferentes cenários sem interferir na produtividade do sistema estudado respondendo, segundo Morabito Neto e Pureza (2012), questões lógicas e hipotéticas como “o que aconteceria se” (*what-if*) o que torna possível diminuir, riscos, tempo e custos quando realizado testes estatísticos adequados. Do contrário, tem-se um projeto com uma visão errada do sistema.

O processo se dá, segundo Sarmiento (2018), utilizando regras de decisão, fluxos de informações e procedimentos padrão. Chwif e Medina (2014) complementa que o modelo de simulação pode ser construído através da mensuração e registro de algumas variáveis que serão estudadas. Os *outliers*, por sua vez, são obtidos através de análise dos dados de entrada por meio de *boxplot*. A representação gráfica facilita a análise e garante que as decisões tomadas não serão de forma tática, mas sim de forma rápida e confiável (SLACK, 2015).

A simulação, portanto, pode ser aplicada em diversos seguimentos com complexidade alta, a exemplo de sistemas de transporte, bancos, manufatura e até mesmo hospitais (SARGENT, 2013; LAW, 2015, LONGHINI *et al.*, 2017). A literatura de Cheng, Drive e Rabe (2016) atesta que cada vez mais os hospitais e autoridades em saúde estão conscientes a respeito do efetivo e importante resultado de aplicação de simuladores para melhoria dos serviços de saúde. Corroborando com a literatura de Campos (2018), que é capaz de demonstrar a

efetividade da simulação no ambiente complexo e de alto risco hospitalar ao propor a redução de 30% no tempo de atendimento médico em um hospital de Minas Gerais, utilizando *Lean Healthcare Simulation* (LHS).

SED E LEAN HEALTHCARE

Quando integrado, o *Lean* e o uso de *softwares* simuladores constroem uma relação de simbiose sinérgica, potencializando os benefícios de ambos, sendo primordial destacar a capacidade de oferecer respostas ao desafio em integrar diferentes áreas em um mesmo ambiente. Cabe destacar, por ora, a possibilidade de se avaliar antecipadamente os resultados das melhorias propostas, sem a necessidade de experimentá-las no sistema real (CAMPOS, 2019; ROBINSON, et. al. 2012). Os autores trazem, em contextos de caracterização, a simulação no healthcare como *SimLean Educate*, *SimLean Evaluate* e *SimLean Facilitate*, respectivamente, descritos conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização de tipos de simulação aplicada ao *healthcare*

Tipos de <i>SimLean</i>	
<i>SimLean Educate</i>	Aplicação de conceitos Lean por meio da simulação em eventos discretos, com foco em entender dinâmica de processos em serviços de saúde e origens dos desperdícios.
<i>SimLean Evaluate</i>	Aplicação e desenvolvimento de modelo de SED detalhado, que permita a execução de experimentos e a avaliação de seus resultados.
<i>SimLean Facilitate</i>	Aplicação do SED para construir mapa dinâmico do processo em estudo. Possibilita compreensão melhor do funcionamento do sistema e resolução do real problema.

Fonte: Adaptado de Teberga (2018) e Segismondi (2019)

Estudos como de Segismondi (2019) sobre os resultados da simulação em um cenário hospitalar, o qual sofria com aumento de demanda devido a adversidades externas, obteve resultados de aumento de capacidade através da aplicação de *SimLean Facilitate*, gerando um aumento no número de atendimentos em 98%, além da redução do tempo de permanência em mais de 500 minutos. Corroborando com Lukejohn et. al. (2014) que, estudando simulando o atendimento de um centro de endoscopia, aumentou a capacidade de atendimento diminuindo o tempo gasto por paciente. Isto por que a simulação possibilitou identificar e eliminar desperdícios do processo.

Rocha (2014) utilizou em seus estudos SED e Mapeamento de Fluxo de Valor para reduzir o desperdício da movimentação de medicamentos em um hospital. Os atrasos nas entregas deixaram de existir através no balanceamento proposto, eliminando cerca de 20% de desperdício do processo. A utilização da simulação no setor de saúde mostra-se, por tanto, como um meio benéfico e ágil devido a

sua flexibilidade e abordagem variável, sendo útil principalmente em ambientes cuja incerteza pode gerar análises rasas e sem dados para fundamentá-las.

METODOLOGIA

Segundo Gil (2002), esta pesquisa pode ser identificada como uma pesquisa bibliográfica, a qual se baseia em documentos já elaborados. Ela traz uma abordagem qualitativa do tema proposto, e pode ser também definida como uma pesquisa exploratória ao buscar responder à seguinte pergunta “Quais as contribuições da simulação no *Lean Healthcare* para o combate aos problemas causados pela Covid-19 nas organizações de saúde?”.

Utilizou-se um levantamento bibliográfico, analisando assim pesquisas de anais e periódicos, teses e dissertações com o objetivo de responder à pergunta feita anteriormente (Gil, 2002). Os estudos foram extraídos das bases de dados: *Science Direct*, portal periódicos CAPES, *Science.gov*, *Science Research*, *Google Academic* e anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Os critérios para escolha foram: trabalhos sobre aplicação de simulação a eventos discretos no *Lean Healthcare*. As palavras-chave utilizadas na extração dos artigos nas bases de dados foram: (“*Lean*”) and (“*healthcare*”) and (“*simulation*”). Utilizou-se palavras-chave em conjunto, pois se esperava um levantamento focado na contribuição da utilização da SED apenas no auxílio do *Lean Healthcare*.

Após a inserção das palavras-chave extraiu-se apenas as pesquisas encontradas que faziam menção do uso da simulação no *Lean Healthcare*. Encontrou-se 35 artigos entre os anos 2009 e 2020. Sendo 3 repetidos, 16 entre revisões bibliográficas e simulações matemáticas, e 16 estudos contendo o uso da SED para a melhoria enxuta em na área da saúde. Logo foram descartados 19 e selecionados 16 estudos. Nos resultados e discussões são apresentadas algumas dos trabalhos que possuem indicadores ou imagens que exemplificam os possíveis benefícios da SED como auxílio do *Lean Healthcare* no gerenciamento das organizações de saúde que lidam os pacientes suspeitos ou positivos à Covid-19.

Também foram pesquisadas notícias e artigos a fim de embasar os problemas existentes em hospitais causados pela Covid-19 com as palavras-chaves: “superlotação”, “hospitais”, “filas”, “problemas”, “coronavírus”, “Covid-19”, “colapso”. As etapas de desenvolvimento desta pesquisa estão ilustradas na Figura 1.

Figura 1 - Demonstração do fluxo metodológico da elaboração deste artigo



Fonte: Autoras (2020)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

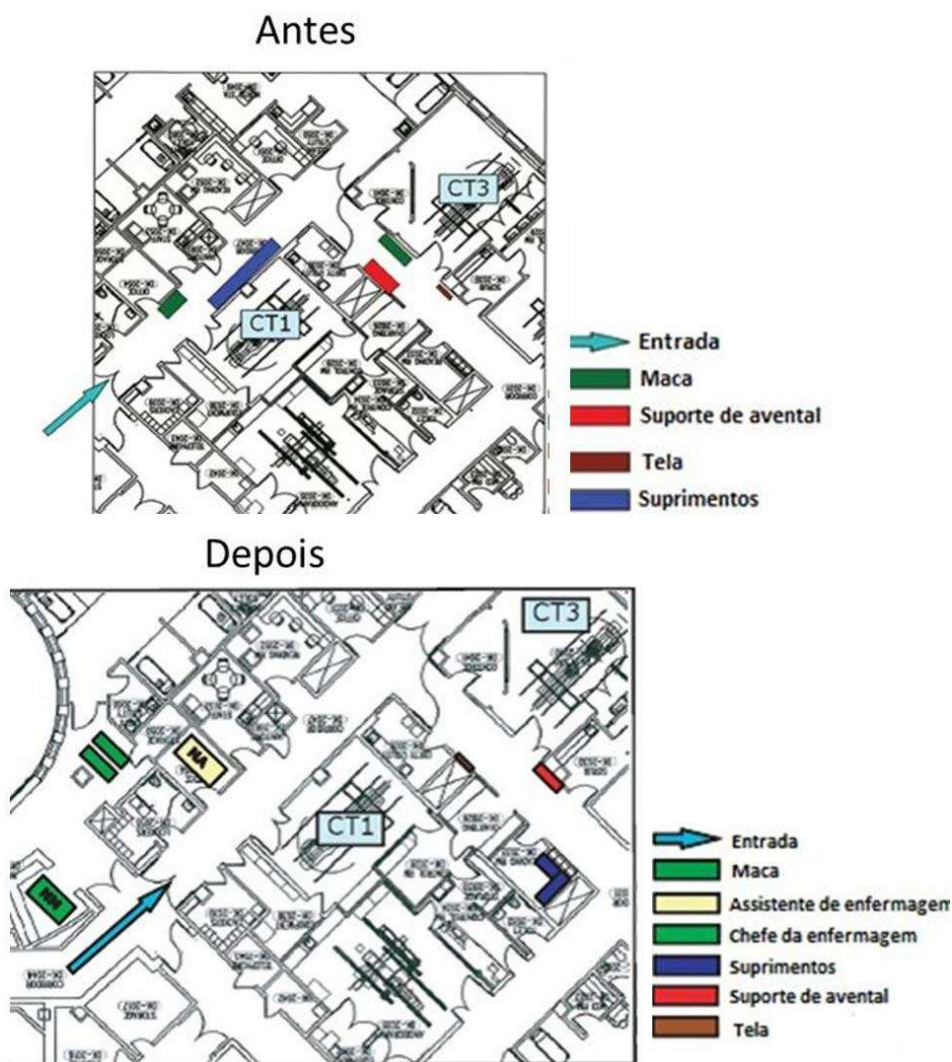
Reportagens em todo o mundo estão noticiando deficiências nos sistemas de saúde e carências nos hospitais consequentes à Covid-19, como falta de leitos, equipamentos de proteção individual e respiradores. Ceará, Amazonas e São Paulo apresentam colapso nos hospitais. Em Manaus há pessoas morrendo em casa, no Rio de Janeiro, Pernambuco e São Paulo as autoridades noticiam que estão à beira do colapso (BBC, 2020; CAMBRICOLI; FELIX, 2020; MADEIRO, 2020; PAINEL, 2020; EM, 2020; JATOBÁ, 2020; GARCIA, 2020). Medidas de gerenciamento para suavização destes problemas estão sendo tomadas em muitos países, como a construção de hospitais de campanha para aumento de leitos (REUTERS, 2020; AGÊNCIA BRASIL, 2020).

O uso da simulação no auxílio à aplicação do *Lean Healthcare* possibilita testes de estratégias de gerenciamento do fluxo de pacientes e insumos com minimização de custos e erros. Fatores importantes no momento atual de pandemia e da necessidade de tomadas de decisão precisas e ágeis. É necessário envolver toda a equipe da organização de saúde, e facilitar seu entendimento quanto a este modelo de gerenciamento, o LH.

As Unidades de Pronto Atendimento (UPAs), Unidades Básicas de Saúde (UBSs), hospitais públicos, hospitais de campanha e hospitais privados necessitam analisar seu fluxo de atendimento e identificar atividades que não agregam valor ao atendimento que ocasionam atraso no atendimento e superlotação. Sabendo que o tempo de permanência dos pacientes nas Unidades de Tratamento Intensivo (UTIs) está sendo alto, é possível focar na redução de desperdícios, melhoria do processo de triagem e atendimento dos pacientes.

Em Raghavan *et al.* (2010) foi feita a identificação dos problemas através do mapeamento do fluxo do hospital, onde são detalhadas as atividades necessárias para a execução daquele processo, os tempos, a demanda, quantidade de funcionários. Simulou-se o estado real do local e se obteve parâmetros para comparação posterior. Após isto se pensou em metodologias para a redução ou eliminação destes problemas, como o 5S. Utilizou-se o *software Arena* para o teste de cenário com e sem as melhorias. Na Figura 2 é possível verificar o *layout* de antes e depois da aplicação desta ferramenta.

Figura 2 – Layouts de antes e depois das melhorias no hospital



Fonte: Adaptado de Raghavan *et al.* (2010)

Ao deixar o ambiente organizado, limpo, apenas com o necessário e com os insumos em fácil acesso e ordenados de acordo com o fluxo, as atividades se desenvolvem de maneira mais ágil, reduzindo tempo e eliminando desperdício como movimentação e retrabalho. Após estas e outras modificações, simulou-se o cenário e obteve-se a redução de atrasos do tempo de resposta de altas para pacientes em 44,5% e o tempo entre procedimentos reduzido em 16,6%.

Também utilizando o simulador *Arena*, Doğan e Unutulmaz (2014) combina o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) com a simulação. Ao utilizar a simulação conseguiu-se identificar desperdícios e removê-los do sistema. Foi possível diminuir a ociosidade da farmácia e o tempo de entrega de medicamentos.

Baril *et al.* (2015), usam dois tipos de simulação citadas por Robinson *et al.* (2012), o *SimLean Facilitate*, onde são desenvolvidas simulações rápidas para facilitar o entendimento da dinâmica da situação e o *SimLean Evaluate* no qual se avalia o melhor cenário. Eles desenvolveram a simulação durante um evento *Kaizen* o que auxiliou na manutenção da interação dos envolvidos na implementação das melhorias, e o possibilitou visualizar cenários futuros com melhoria para entendê-los e assim poder avaliar qual seria o mais apropriado.

Eles obtiveram como resultados a redução do tempo dos pacientes de 61 para 16 minutos, 74%. Resultados simulados (durante o *Kaizen*) prometeram uma redução de 90%. Estes 16% de diferença foram explicados pelo modelo de simulação usado que não considerou alguns fatores inerentes ao ser humanos que não podem ser modelados.

Em Haddad *et al.* (2016) usando o *software Arena* quantificou-se os desperdícios encontrados no MFV. Foram avaliados por eles os tempos de admissão do paciente nos setores e assim todo o seu tempo no hospital. Ao quantificar as perdas possibilitou-se o estabelecimento de quais ferramentas utilizar para eliminação delas, como o *Poka Yoke*, 5S.

É importante que ao fazer as simulações dos dados dos hospitais se coloque nos dados de entrada, números confiáveis e os *stakeholders*. Na dissertação de Campos (2018) ele traz diretrizes de como se conduzir projetos de simulação no *Lean Healthcare* e apresenta uma *checklist* envolvendo as fases preparação, concepção, implementação e análise a qual perpassa pelos três tipos de simulação apresentados por Robinson (2012).

Alkher *et al.* (2019) usando o *FlexSim Healthcare* integrou também o MFV e a simulação, conseguiu obter melhorias significativas na implementação do conceito *Lean* em laboratórios clínicos, como a redução de movimentação, diminuição na espera dos testes entre as seções, aumento do atendimento de pacientes em 15% e redução do tempo total do processo em 15%.

A partir disso pode-se identificar e propor soluções aos erros e causas da demora nos sistemas de análise de testes feitos para confirmação da Covid-19, que possui filas de espera extensas. Dentro do número de testes feitos há os inconsistentes, perda por erros de manipulação, transporte e coleta (PINHEIRO, 2020). O uso de trabalho padronizado, protocolos, *checklists*, procedimentos padrões e treinamento são exemplos de ferramentas e métodos que podem ser utilizados. Com a agilidade na conclusão dos testes se chegará ao número real de casos existentes no país e assim poder-se-á entender como conduzir o combate ao Sars-Cov-2.

As diretrizes dadas por Menezes *et al.* (2020) para o combate à Covid-19 a partir das ferramentas do LH, podem ser testadas e melhor explicadas e visualizadas a partir da simulação. Como exemplo: movimentação de pessoas e de materiais; atendimento laboratorial daqueles que precisam de exames para investigação da contaminação da Covid-19; mudança de *layout* nos locais utilizados, principalmente em procedimentos de triagem.

Os estudos mostrados aqui trazem como a simulação possibilita o ensino e o entendimento deste tipo de gerenciamento além de auxiliar nas decisões que devem ser tomadas. Nos hospitais pode-se utilizar a simulação com uma equipe interdisciplinar em prol do combate da Covid-19. Em conjunto com o LH, é um método de treinamento para ensino da filosofia e suas estratégias de gestão, de forma a melhorar o entendimento por possuir uma visualização maior, como na Figura 3.

Figura 3 – Modelo de simulação no *FlexSim Healthcare*

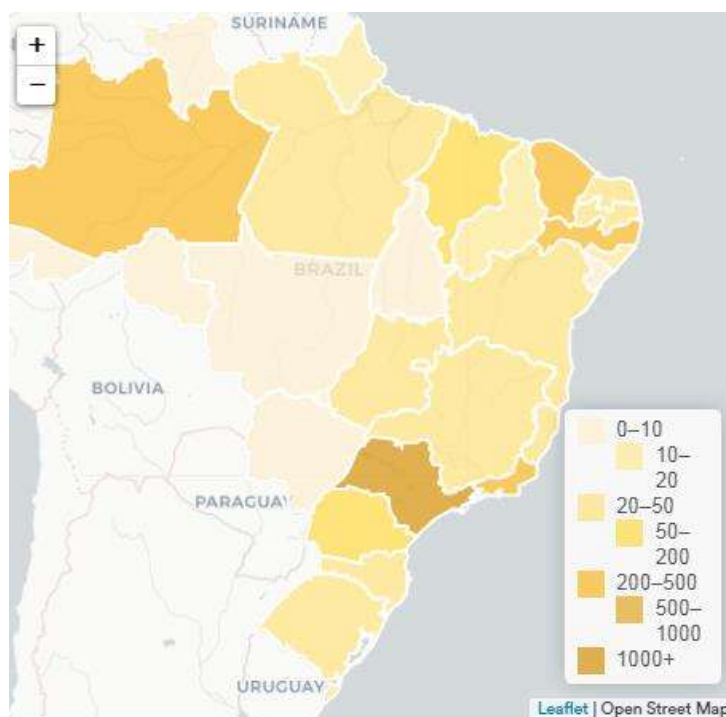
Fonte: Adaptado de Baily (2017)

Este tipo de sistematização é essencial neste momento onde são necessários todos os artifícios capazes de agilizar a implantação de melhorias a fim de aumentar a eficiência das organizações de saúde no combate ao coronavírus. O uso deste sistema para visualização de métodos de gestão a fim de otimizar o fluxo de pacientes pode ser feito modificando *layouts* - ao separar pacientes com Covid-19 dos não infectados -, inserindo quadros, cores ou sinalizações, e como consequência modificando o tempo entre processos. Assim diminui-se o tempo dos pacientes que estão em um nível de menor gravidade com ou sem coronavírus no hospital, e também diminuindo o contágio dentro do hospital. Como exemplo, separação nos setores com macas com pacientes com Covid-19 dos pacientes sem doença.

Os dados de saídas dos *softwares* de simulação no formato de gráficos podem ser usados como metas nos quadros de gestão visual. Na aplicação da simulação nos hospitais de campanha possuem ainda mais chance de sucesso por alguns ainda não estarem funcionando, é possível analisar o melhor cenário baseado na demanda da região, para que entrem em funcionamento em um estado de melhoria comparado aos hospitais na redondeza. Um bom auxílio aos métodos de gerenciamento visto que os hospitais da campanha de São Paulo já registram muitas mortes (PESCARINI, 2020).

Visto o mapa representado na Figura 4, retirado o painel coronavírus no Brasil do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020b), os Estados que possuem o maior número de mortos são os que possuem notícias de superlotação nos hospitais ou estão próximos do nível de superlotação (MADEIRO, 2020; PAINEL, 2020; EM, 2020; JATOBÁ, 2020; GARCIA, 2020). É essencial a busca ágil por maneiras de gerenciamento com a menor quantidade de erros possível, o qual se encaixa a junção da simulação com o *Lean Healthcare*.

Figura 4 – Óbitos causados pela Covid-19 no Brasil



Fonte: Ministério da Saúde (2020b)

É preciso quebrar as barreiras da forma subdesenvolvida do próprio sistema de saúde, demasiadamente centrado no tradicionalismo, engessado e obsoleto. O paradigma da dificuldade em absorver novas tecnologias desconhecidas deve ser rompido para permitir a atuação positiva de pessoas de outras áreas, como engenharias, em hospitais, agindo na relação entre paciente e médico e não apenas atividades secundárias. Normalmente são eles os profissionais que possuem conhecimentos necessários para operar *softwares* de simulação. Visto os fatos anteriores, os *softwares* para melhoria do atendimento tornam-se pouco utilizados na área de saúde por falta de equipe multidisciplinar de outras áreas, limitando as possibilidades de melhoria na experiência do paciente.

No processo de alcance a melhorias é comum existirem erros e perdas. As organizações públicas de saúde brasileiras dispõem de poucos recursos, logo não aderem com facilidade ao novo. A execução de programas em prol da simulação de possíveis mudanças no cenário da organização, utilizando os dados reais da mesma, possibilita a realização de testes que evidenciam os resultados bons ou ruins de forma remota, eliminando assim prejuízos financeiros e provável não segurança do paciente.

Os artigos encontrados e evidenciados mostram as contribuições da simulação na implementação de melhorias propostas pelo *Lean Healthcare* sem o surto de doenças e é posteriormente discutido os seus benefícios em cenários de pandemia. Com o investimento e colaboração do poder público, organizações privadas e Instituições de Ensino Superior, no gerenciamento e uso de novas tecnologias no setor de saúde, é possível aprimorar o atendimento ao paciente considerando a sua segurança para toda a sociedade brasileira. Um exemplo de

utilização de *softwares* em sua versão acadêmica em proveito de aprimorar um pronto atendimento é o estudo de Silva (2017), ela mostra reduções no tempo de atendimento através da simulação no *software Arena*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alta contaminação do vírus Sars-Cov-2, que levou a uma pandemia mundial em poucos meses, demonstrou carências nos sistemas de saúde mundial e brasileiro. Estados como o Amazonas, Ceará estão em colapso e Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo a beira do colapso. Este artigo demonstra os benefícios do uso da simulação com eventos discretos em auxílio a aplicação de métodos de gerenciamento trazidos pelo *Lean Healthcare*. Os programas podem ser executados em UPA's, UBS's, hospitais públicos, hospitais privados, neste momento de pandemia da Covid-19.

A Simulação a Eventos Discretos pode contribuir na facilitação de ensino, visualização e tomada de decisão na avaliação de cenários com melhorias das unidades de saúde neste momento de pandemia. É necessário a interação das equipes e seu total envolvimento para que os aperfeiçoamentos aconteçam. Nos hospitais de campanha por ainda estarem sendo inaugurados em alguns Estados do país, o uso desta tecnologia conduz o melhor uso destes hospitais pelos gerenciadores desde seu princípio.

Sabendo-se dos poucos recursos existentes no sistema de saúde público do país sugere-se a implantação de projetos e parcerias financiadas por instituições privadas, Instituição de Ensino Superior, em conjunto com o poder público. Visto que o Brasil está em segundo lugar no mapa mundial em número de casos da pandemia (JOHNS HOPKINS, 2020), necessita - se que a maioria de seus investimentos sejam voltados a saúde e a educação, tanto para maior desenvolvimento de tecnologias e metodologias quanto para convocação de mais profissionais de saúde a fim de fortificar o sistema de saúde. Em complemento, é possível ainda afirmar que, o investimento na saúde e educação aliado a parcerias acadêmicas com IES, abre novas oportunidades para a aplicação de novas vertentes em áreas ainda não exploradas, a exemplo da SED em hospitais.

Esta pesquisa possuiu dificuldades na busca de dados, já que o uso da SED na aplicação do *Lean Healthcare* é recente, a maior parte dos estudos encontrados foram feitos em outros países, poucos possuem origem em hospitais brasileiros. Como perspectivas futuras, visto que este trabalho traz contribuições sugestivas, é necessário pensar-se em sua implementação junto às ferramentas do *Lean* nas instituições de saúde com casos de Covid-19.

Contributions of simulation in Lean Healthcare to combat Covid-19

ABSTRACT

The Brazilian and global health system is collapsing because of the evolution of the Covid-19 pandemic. This article aims to show the possible contributions of using Simulation with Discrete Events in the implementation of Lean Healthcare (LH) to combat Covid-19. The methodology used was the bibliographic and exploratory review. The results obtained were the demonstration of the efficiency of the use of simulation integrated with Lean Healthcare in the understanding, visualization, and construction of scenarios that help in the decision making of the best situation with management methods in order to optimize the flow of patients, when modifying layouts, by separating patients with Covid-19 from uninfected ones, by inserting frames, colors or / and signs, and as a consequence of reducing the length of stay of patients in health organizations. This article provides management strategies for hospitals, assisting them in mitigating or eliminating overcrowding caused by Covid-19.

KEYWORDS: Simulation. Lean Healthcare. Covid-19.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Governo de São Paulo inaugura hospital de campanha na capital. **Agência Brasil**, 27 mar. 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-03/governo-de-sao-paulo-inaugura-hospital-de-campanha-na-capital>>. Acesso em: 14/04/2020.

ALKHER, M.; RADOŠEVIĆ, M.; BEKER, I.; ČABARKAPA, V.; TOLJAGA-NIKOLIĆ, D.; CARIĆ, M.; MORAČA, S. Case Study of Healthcare Organization Improvement with Lean Concept. **Tehnički vjesnik**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17559/TV-20180627080909>.

BAILY, L. FlexSim Healthcare Improves Performance with Simulated Patient Flow. **Healthcare Simulation**, 12/12/2017. Disponível em: <<https://www.healthysimulation.com/14314/flexsim-healthcare-improves-performance-with-simulated-patient-flow/>>. Acesso em: 21/04/2020.

BARIL, C.; GASCON, V.; MILLER, J.; COTE, N. Use of a discrete-event simulation model during a Lean process: a case study in healthcare. **European Journal of Operational Research**, 2015. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.08.036.

BBC. Em colapso: a dramática situação dos hospitais da Itália na crise do coronavírus. **BBC News**, 19/03/2020. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51968491>>. Acesso em: 14/04/2020.

BRASIL – Legislação: CF; **Lei 8.080**. Brasília, set. 1990. Lei Orgânica da Saúde. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm>. Acesso em: 28/04/2020.

CAMBRICOLI, F.; FELIX, P. Surto já pressionou SUS e rede privada; hospitais têm até 1/3 dos leitos só com pacientes de covid. **Estadão**, 02/04/2020. Disponível em: <https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,pandemia-pressiona-sus-e-rede-privada-hospitais-tem-ate-13-dos-leitos-so-com-pacientes-de-covid,70003257283>>. Acesso em: 14/04/2020.

CAMPOS, A. T. **Contribuições Para A Melhoria Na Condução De Projetos De Lean Healthcare Simulation**. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal De Itajubá, Itajubá, 2018. Disponível em:

<<https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/1135>>. Acesso em: 21/04/2020.

CAMPOS, A. T.; QUEIROZ, J. A.; MARTINS, P. C. Lean Healthcare Simulation: aliando lean e simulação para identificar oportunidades de melhoria em um pronto atendimento hospitalar. In: **XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia De Produção**. 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_263_512_36268.pdf>. Acesso

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. 4 ed. São Paulo: Elsevier Brasil, 2014.

DOĞAN, N. Ö.; UNUTULMAZ, O. 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**, 2014. DOI: 10.1080/14783363.2014.945312.

EM, Estado de Minas. Coronavírus põe o Rio de Janeiro à beira do colapso. **Correio Braziliense**, 27/04/2020. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2020/04/27/interna-brasil,848650/coronavirus-poe-o-rio-de-janeiro-a-beira-do-colapso.shtml>>. Acesso em: 28/04/2020.

GARCIA, D. Ocupação de leitos de UTI do litoral de São Paulo beira colapso. **Folha de São Paulo**, 27/04/2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/04/ocupacao-de-leitos-de-uti-do-litoral-de-sao-paulo-beira-colapso.shtml>>. Acesso: 28/04/2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed., São Paulo: Atlas, 2002.

HADDAD, M. G.; ZOUENIN, P. P.; SALEM, J.; OTAYEK, R. Case Study of Lean in Hospital Admissions to Inspire Culture Change. **Engineering Management Journal**, 2016. DOI: 10.1080/10429247.2016.1234896.

HENRIQUE, A. Hospital de campanha do Anhembi, na zona norte de SP, recebe 159 pacientes em um dia. **Folha de São Paulo**, 26/04/2020. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/04/hospital-de-campanha-do-anhembi-na-zona-norte-de-sp-recebe-159-pacientes-em-um-dia.shtml>> . Acesso em 29/04/2020.

IVANOV, D. Disruption tails and revival policies: A simulation analysis of supply chain design and production-ordering systems in the recovery and post-

disruption periods. **Computers & Industrial Engineering**, v. 127, p. 558-570, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.043>.

JATOBÁ, M. Pernambuco ainda não chegou ao colapso nos leitos de UTI. **Folha PE**, 21/04/2020. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/coronavirus/2020/04/21/NWS,137911,70,1668,NOTICIAS,2190-PERNAMBUCO-AINDA-NAO-CHEGOU-COLAPSO-NOS-LEITOS-UTI.aspx>>. Acesso em: 28/04/2020.

JOHNS HOPKINS. **COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE)**. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em: 20/06/2020.

LAW, A. **Simulation modeling and analysis**. 5 ed. Boston: McGraw-Hill Education, 2015.

LONGHINI, T. M.; FREITAS, K. A.; SILVA, R. C.; CAVALCANTI, J. M.M. Uso de simulação de eventos discretos para a análise de atendimento de pequeno varejo. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 171- 190, mai./ago. 2017.

LUKEJOHN, W., BELSON, D., DESSOUKY, M., HAWKINS, C., HOGAN, M.. Optimizing efficiency and operations at a California safety-net endoscopy center: a modeling and simulation approach. **Gastrointestinal Endoscopy**. 2014. DOI: 10.1016/j.gie.2014.02.1032.

MADEIRO, C. CE anuncia colapso de UTIs e estado tem fila de espera para casos graves. **UOL**, 17/04/2020. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2020/04/17/ce-anuncia-colapso-de-utis-e-pais-tem-fila-de-espera-para-casos-graves.htm>>. Acesso em: 21/04/2020.

MENEZES, M. O.; VIEIRA, L. C. N.; PIMENTEL, C. A.; JUVENTINO, G. K. S.; SILVA, M. S. B.; ROCHA, E. S. M. Contribuições do Lean Healthcare para o Combate à Covid-19. **Cadernos de Prospecção – Salvador**, v. 13, n. 2, p. 313-330, abril, 2020. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/36134>>. Acesso em: 28/04/2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Ministério da Saúde declara transmissão comunitária nacional**. 20/03/2020a. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46568-ministerio-da-saude-declara-transmissao-comunitaria-nacional>>. Acesso em 05/05/2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Painel Coronavírus Brasil**. 22/04/2020b. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 23/04/2020.

MORABITO NETO, R.; PUREZA, V. **Modelagem e Simulação**. In: Cauchick Miguel, P. A. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, p.170 - 196.

PAINEL, Grupo Folha. Prefeito de Manaus chora, pede ajuda e diz que Bolsonaro tem de ser presidente de verdade e respeitar coveiros. **Folha de São Paulo**, 21/04/2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/colunas/painel/2020/04/prefeito-de-manaus-chora-pede-ajuda-e-diz-que-bolsonaro-tem-de-ser-presidente-de-verdade-e-respeitar-coveiros.shtml>>. Acesso em: 23/04/2020.

PESCARINI, F. Hospitais de campanha de São Paulo registram a décima morte. **Folha de São Paulo**, 03/05/2020. Disponível em: <<https://agora.folha.uol.com.br/sao-paulo/2020/05/hospitais-de-campanha-de-sao-paulo-registram-a-decima-morte.shtml>>. Acesso em: 04/05/2020.

PINHEIRO, L. Testes para Covid-19: entenda a situação no Brasil e tire dúvidas sobre os exames diagnósticos. **G1**, 08/04/2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/04/02/brasil-tem-ao-menos-23-mil-testes-de-coronavirus-a-espera-do-resultado-numero-e-mais-que-o-triplo-de-casos-confirmados.ghtml>>. Acesso em: 21/04/2020.

PINTO, C. F. **Em busca do cuidado perfeito: aplicando Lean na saúde**. São Paulo, SP: Editora Lean Institute Brasil. 2014.

RAGHAVAN, V. A.; VENKATADRI, V.; KESAVAKUMARAN, V.; WANG, S.; KHASAWNEH, M.; SRIHARI, K. Reengineering the Cardiac Catheterization Lab Processes: A Lean Approach. **Journal of Healthcare Engineering**, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1260/2040-2295.1.1.45>.

REUTERS. Nova York diz que hospitais ficarão sobrecarregados em quase qualquer cenário do coronavírus. **G1**, 26/03/2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/03/26/nova-york-diz-que-hospitais-ficarao-sobrecarregados-em-quase-qualquer-cenario-do-coronavirus.ghtml>>. Acesso em: 14/04/2020.

ROBINSON, S.; RADNOR, Z. J.; WORTHINGTON, C. SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. **European Journal of Operational Research**, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.029>.

ROCHA, Fernanda. **Integração da simulação a Eventos Discretos e mapeamento do fluxo de valor para melhoria do sistema de distribuição de medicamentos em um hospital**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/298>>. Acesso em: 03/05/2020.

SARGENT, R. G. Verification and validation of simulation models. **Journal of Simulation**, v.7, n.1, p.12–24, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>.

SARMENTO, M. C.; SANCHES, C. B.; SANTOS, L. C.. Mapeamento do fluxo de valor em operações hospitalares: análise e simulação em um hospital oncológico. **Journal of Lean Systems**, 2018. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/2c30/8e1768c7add43edc4becc8c1b20e07e5e307.pdf>>. Acesso em 04/05/2020.

SEGISMONDI, L. C.; VILELA, F. F.; GABRIEL, G. T.; QUEIROZ, J. A. de; MAGACHO, A. L. Aplicação de Ferramentas Lean Healthcare e Simulação Computacional para Melhoria de Atendimento no Hospital Canadense Cape Breton. In: **XXXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_290_1634_39121.pdf>. Acesso em: 04/05/2020.

SILVA, L. P. **Análises de Cenários em um Sistema de Pronto Atendimento Utilizando Simulação Discreta**. 2017. 58. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia de Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7786/1/PG_DAENP_2017_1_10.pdf. Acesso em: 20/06/2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Tradução: Ailton Bonfim Brandão. São Paulo: Atlas, 2015.

TOUSSAINT, J., GERARD, R. A., ADAMS, E. **Uma transformação na saúde: como reduzir custos e oferecer um atendimento inovador**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

VILLELA, D. A. M. The value of mitigating epidemic peaks of COVID-19 for more effective public health responses. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, 2020. DOI: <http://orcid.org/0000-0001-8371-2959>.

WEI, W. *et al.* Radiotherapy Workflow and Protection Procedures During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak: Experience of the Hubei Cancer

Hospital in Wuhan, China. **Radiotherapy and Oncology**, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2020.03.029>.

ZUCATTI, Ana Paula Noronha *et al.* Criação de uma Simulação para o Desenvolvimento de Competências em um Hospital. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-3703002102017>.