

## **Contribuições da Indústria 4.0 no *Lean Healthcare***

**Beatriz de Jesus dos Santos (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)**

[beatrizsantos.nubeep@gmail.com](mailto:beatrizsantos.nubeep@gmail.com)

**Cristiane Agra Pimentel (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)**

[cristianepimentel@ufrb.edu.br](mailto:cristianepimentel@ufrb.edu.br)

**Grace Kelly Sampaio Juventino (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)**

[gracesampaio.nubeep@gmail.com](mailto:gracesampaio.nubeep@gmail.com)

**Mariane Francis Souza Bezerra da Silva (Universidade CEUMA)**

[maryanefrancis@gmail.com](mailto:maryanefrancis@gmail.com)

**Michelle de Oliveira Menezes (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia)**

[michelle.o.menezes@gmail.com](mailto:michelle.o.menezes@gmail.com)

*A aplicação do pensamento enxuto na área médica, é conhecida como lean healthcare, por meio desta, é possível observar melhorias na eliminação de diversos desperdícios. A presente pesquisa visa analisar as contribuições dos pilares da indústria 4.0 na filosofia lean no setor de saúde. Foi empregado o método de pesquisa exploratória, analisando e verificando inicialmente os pilares da indústria 4.0, buscando exemplos práticos das tecnologias da quarta revolução industrial na saúde, e em sequência foi analisada as cooperações que essas tecnologias poderiam contribuir na implantação do lean na medicina. Os resultados evidenciaram, melhorias em todos os componentes do sistema de saúde, com a melhora da produtividade e planejamento da organização do quadro de colaboradores há uma diminuição no lead time, e conseqüentemente evita a ocorrência de superlotação, com essas tecnologias é possível também ter novos tratamentos e novas formas de atendimento, como maneira de agregar valor ao paciente e diminuir suas dores ou propiciando a cura. Além de contribuir na redução de custos e possibilidade de erros médicos. Como conseqüência disso, diminuindo a quantidade de óbitos e melhorando a qualidade da prestação de serviço da assistência a saúde à população.*

*Palavras-chave: Lean healthcare, Melhoria contínua, Indústria 4.0.*



## 1. Introdução

A saúde pública no Brasil, teve inúmeras conquistas e avanços desde sua criação, entretanto ela enfrenta diversos problemas. Uma pesquisa realizada com o objetivo de avaliar a opinião dos usuários a respeito das condições de saúde, oferecidas tanto pela rede pública quanto a privada produzida pelo Instituto Datafolha e divulgada pelo Conselho Federal de Medicina, relata, que 11 dos 14 serviços prestados nos hospitais e postos de saúde recebem críticas da população e ainda mostra que 89% dos entrevistados classificam a saúde brasileira como péssima, ruim ou regular (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

Com auxílio da indústria 4.0, será possível investir cada vez mais no cuidado com o paciente, pois ela possibilita melhorar a qualidade de vida da população, bem como, acarreta em resultados mais exatos, transmite conforto aos pacientes, otimiza o fluxo de trabalho e aumenta a qualidade no diagnóstico clínico (EXAME, 2016). Seus benefícios são diversos, como o monitoramento do enfermo à distância, exemplo de como o uso da tecnologia pode melhorar a vida de quem precisa de assistência, facilitando a vida da equipe médica e promovendo redução de custos (SERRI, 2018).

No que diz respeito às limitações em relação a implantação das novas tecnologias advindas da indústria 4.0 na área de *healthcare*, observou-se a deficiência de artigos científicos relacionados ao tema; o alto custo inicial de algumas de suas tecnologias, que influencia na dificuldade de aplicá-las nos hospitais de pequeno porte ou rede pública e o impacto trazido no mercado de trabalho, pois com a possível substituição de algumas funções de mão de obra por máquinas ou sistemas, isso provoca a necessidade de maior especialização das pessoas.

A aplicação do *lean healthcare* permite a melhor satisfação dos pacientes e profissionais, por proporcionar uma maior qualidade nos serviços oferecidos e contribuir com um melhor ambiente de trabalho. Isto aliado às inovações tecnológicas, permite o desenvolvimento de todo setor hospitalar, melhorando consequentemente a qualidade da saúde da população. A eliminação de perdas no setor significa não só aumentar o lucro, como salvar vidas: de acordo com o estudo de Makary e Daniel (2016). Têm-se também os benefícios atrelados a engenharia de produção, pois a partir dos avanços promovidos pela quarta revolução industrial os processos serão cada vez mais integrados e eficientes a fim de eliminar os desperdícios que não agregam valor.

Neste sentido, o objetivo deste artigo é realizar o levantamento das principais contribuições da indústria 4.0 no *lean healthcare*, a fim de analisar os impactos na forma como os tratamentos

serão desenvolvidos através dessas tecnologias, e de que modo isso evita desperdícios dentro do setor hospitalar, oferecendo desta forma uma melhor qualidade de serviços para os pacientes, reduzindo custos, tempo de espera, possibilidade de erros, facilitando e reduzindo processos proporcionando uma melhor qualidade de trabalho e entrega de serviço.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. *Lean Healthcare*

De acordo com Buzzi e Plytiuk (2011), o pensamento enxuto (PE), tem como ideia central a redução de desperdícios (tudo o que não agrega valor ao cliente), e possui como foco levar o máximo de valor para o cliente final. Giannini (2007), relata que os conceitos do PE foram derivados do Sistema Toyota de Produção, com o objetivo de que melhorias fossem realizadas nos processos de manufatura.

Assim, a filosofia *lean healthcare* é a utilização desse PE na assistência médica, segundo Spagnol et al. (2013) o que agrega valor ao paciente é a cura ou o alívio da dor e para isto são utilizados um conjunto de conceitos, técnicas e ferramentas da filosofia (GRABAN, 2013). Bertani (2012), após fazer um levantamento, cita quais as ferramentas utilizadas nas mais diversas áreas hospitalares, são elas: 5S, metodologia *Kaizen*, Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Mapping* (VSM) e o Trabalho Padronizado, para com isso alcançar a redução dos desperdícios.

De acordo com o *lean nas emergências* (2018), os 7 tipos de desperdícios mitigados na saúde são: a falta de qualidade (erros médicos, infecções hospitalares), espera (tempo excessivo para atendimento), estoques (materiais, medicamentos), movimentação (desnecessária da equipe de trabalho), transporte (pacientes, materiais, medicamentos e documentos), processos desnecessários (etapas com repetidas tarefas, exames desnecessários) e superprodução (desperdício de recurso).

Consequentemente, se forem utilizadas as ferramentas *lean*, e os 7 desperdícios reduzidos, certamente ocorrerão transformações nas áreas hospitalares, Fabbri (2011) cita como exemplo dessas melhorias a redução do *lead time*, melhoria no ambiente de trabalho dos funcionários, local de atendimento dos pacientes, redução da possibilidade de ocorrências de erros médicos, diminuição do tempo por espera de atendimento, melhorias na programação dos agendamentos e maior confiabilidade nas informações, tornando assim uma prestação de serviços médicos

com maior qualidade.

## **2.2. Indústria 4.0 e seus pilares**

A Indústria 4.0 pressupõe a integração entre homens e máquinas, mesmo que em orientações geográficas afastadas, formando grandes conexões e fornecendo produtos e serviços de forma autônoma (SILVA et al. 2015), dentro desta existem alguns pilares dos quais trataremos aqui: internet das coisas, computação na nuvem e *big data*, robôs autônomos, simulações e manufatura aditiva.

### **2.2.1. Internet das coisas (IoT)**

É um recurso tecnológico, configurado como uma rede global que permite a integração de dispositivos, objetos e máquinas, permitindo assim uma interação entre eles no dia a dia das pessoas (Lee, I.; Lee, K., 2015). Para Gubbi et al. (2013), na IoT as informações compartilhadas são permitidas por haver uma combinação perfeita entre sensores, atuadores e o ambiente em nossa volta, permitindo assim uma conversação entre si e desenvolvendo uma imagem operacional comum.

São alguns exemplos de IoT, com a utilização de *Smartphone* ou de *Tablet*, as seguintes possibilidades: acionar e apagar as luzes, abrir e trancar portas, conectar e desconectar eletrodomésticos, além disso é possível também, controlar a temperatura, a umidade e a claridade interna dos sistemas de refrigeração e iluminação (LEITE et al., 2017).

### **2.2.2. Computação na nuvem e *Big data***

De acordo com Agrawal et al. (2011), computação na nuvem (*Cloud Computing*) e *big data* são utilizados para melhorar dois aspectos: o gerenciamento e a redução de custos, portanto, são considerados como uma combinação para lidar com o gerenciamento de uma grande quantidade de dados.

Para Begoli e Horey (2012), *big data* consiste na prática de coleta e processamento de um número grande de dados, sistemas e algoritmos; portanto, é utilizado para analisar um volume de dados enorme e que não para de crescer nos dias atuais.

Computação na nuvem, segundo Arutyunov (2012) é um sistema de armazenamento de dados online ou em nuvem, gratuito ou através de pagamento, onde algumas vantagens de sua utilização são: os arquivos ficam disponíveis em todo dispositivo conectado à internet, compartilhamento simples entre grupos, quantidade inferior de problemas com os servidores e redução de custos.

### **2.2.3. Robôs autônomos**

Caracterizam-se como máquinas inteligentes, aptas a realizar funções, podendo obter informações ao seu redor, trabalhar e circular sem precisar de auxílio humano, podendo aprender e ganhar novas capacidades, fazendo novas adaptações para a realização dessas tarefas (GARCIA, 2012).

Por meio disso, esses robôs ajudam a enfrentar o desafio de produção de curto prazo, obstáculo de muitas empresas. De acordo com a Pesquisa Mundial de Robótica (*World Robótica Survey*) de 2016, datada pela Federação Internacional de Robótica (*Internacional Federacion of Robotics-IFR*), esses robôs iriam revolucionar a economia global até 2019, mais de 1,4 milhões de novos robôs foram implementados em fábricas ao redor do mundo.

### **2.2.4. Simulações**

São baseadas em um sistema computacional por meio de modelagens para a criação do programa, representando todo um processo ou parte dele. Desta forma, é possível realizar análise prévia das etapas, podendo visualizar erros, tempo e custo benefício. A simulação é um meio que auxilia a prevenção de problemas buscando sua solução antes que o produto seja produzido (SILVA et al., 2007).

Os benefícios apresentados pela utilização dessa tecnologia é a redução do tempo de processo no projeto e conseqüentemente, o custo associado ao mesmo. Aplicar a simulação, faz com que as soluções em potencial sejam levadas em consideração em relação aos altos investimentos realizados, ponderando os mais altos benefícios (BATEMAN et al., 2013). Isto posto, a simulação é um dos instrumentos mais presentes e utilizados, devido aos seus vários benefícios verificados, como: a melhoria na qualidade dos processos, facilitação na compreensão, aumento da produtividade e a melhor compreensão e utilização dos gestores para a tomada de decisão (TORGA, 2007).

### **2.2.5. Manufatura aditiva**

Aditivo vem do meio de produção de componentes ou produtos através da adição de camadas de matérias. Essa manufatura, possibilita uma diversidade de artigos, com diferentes formas de customização, fazendo uso de tecnologias como a impressão em 3D (COAN, 2016).

Através de sistemas de projetos em computadores, é possível por meio dos dados gerados realizar o processo de fabricação que se baseia na adição de material em camadas planas

diretamente a partir da fonte desses dados produzidos (GORNI, 2001). Haverá uma enorme transformação dentro das estruturas produtivas tradicionais, por meio da impressão 3D devido a fabricação direta de produtos para o mercado. Do mesmo modo, haverá um diferencial em relação a outros processos, tendo em vista que essa tecnologia não requer ferramenta especial para a fixação dos seus moldes, os produtos são feitos com menos tempo sem necessidade de muita organização da trajetória de movimento da máquina (VOLPATO et al., 2007).

### 3. Metodologia

Este artigo foi elaborado através de atividades de pesquisa e revisão bibliográfica, as quais, conforme Vosgerau e Romanowski (2014, p. 167), constituem-se em “organizar, esclarecer e resumir as principais obras existentes, bem como fornecer citações completas, abrangendo o espectro de literatura relevante em uma área”. Para que isto fosse obtido, foi empregado o método de pesquisa exploratória e descritiva, para a procura de trabalhos relacionados às contribuições da indústria 4.0 no *lean healthcare*.

Nesta pesquisa o objeto de estudo foi embasado em pesquisas bibliográficas, que foram realizadas no banco de dados Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), nos anais da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), *Science Direct* e no Google Acadêmico, a respeito dos benefícios da indústria 4.0 no *lean healthcare* e a investigação de casos práticos aplicados na área médica. Com restrição temporal do período de 2001 a 2019.

A partir da análise e da observação objetiva, dos casos foi possível, analisar as relações entre as áreas em que a indústria 4.0 é dividida e os respectivos casos dentro do setor hospitalar, podendo descrever como esses processos influenciam diretamente no desenvolvimento do hospital.

Isto posto, é colocado a explanação, por meio da pesquisa explicativa relatando como cada contribuição da indústria 4.0 impacta na filosofia *lean healthcare*, e a sua importância para a melhor progressão do hospital.

### 4. Resultados e discussão

A indústria 4.0 por meio do seu conjunto de tecnologias avançadas veio agregar ainda mais a filosofia *lean*, pois, ao escolher de maneira adequada essas tecnologias pode-se obter diversos benefícios nos hospitais. No entanto, para que o alcance desses benefícios seja mais eficaz e em maior quantidade, é necessário que se faça uma combinação apropriada das ferramentas *lean* e

tecnologias da indústria 4.0.

Abaixo, será apresentada uma seleção de exemplos de algumas dessas tecnologias utilizadas na assistência médica, destacando-se suas contribuições na saúde e importância de utilização na implantação da filosofia *lean healthcare*.

#### **4.1 IoT: Identificação por radiofrequência (RFID)**

A adoção da sigla RFID vem do termo inglês *radio-frequency identification tag* (identificação por radiofrequência), as etiquetas de RFID são pequenos dispositivos eletrônicos que transmitem comunicação, onde em determinadas frequências é possível enviar e responder por meio de antenas, capacitores e microchips, os sinais de rádio emitidos pela base transmissora. De acordo com RFID Journal Brasil (2012), o Hospital Israelita Albert Einstein, em São Paulo, foi pioneiro na América Latina na utilização da tecnologia e utiliza esse recurso para realizar o rastreamento de seus ativos e controle da temperatura para a conservação dos medicamentos e bolsas de sangue.

Uma outra aplicação dessa tecnologia, é no armazenamento de informação do paciente no sistema e na etiqueta RFID, onde pulseiras ou cartões são confeccionados e entregues aos pacientes no momento do registro (KHALID et al., 2017). Dessa forma é possível uma melhor identificação do enfermo, aumento de sua satisfação, acréscimo da segurança das informações colhidas e conseqüentemente reduz informações incorretas e ambíguas, tornando as avaliações médicas mais assertivas.

Com isso, pode-se evidenciar as contribuições em se utilizar a tecnologia RFID na implantação do *lean* nos hospitais, como: a melhora na qualidade do atendimento, aumento da produtividade dos funcionários, redução de custos e retrabalho, melhor identificação da localização dos pacientes, medicamentos e equipamentos; melhorando portanto, os processos envolvidos na assistência à saúde dos pacientes.

#### **4.2 Big Data**

Segundo Rapporteur (2010), a explosão das redes móveis, a computação em nuvem e as novas tecnologias deram origem a um número incompreensivelmente grande de informações. A grande quantidade de dados produzidos diariamente por um hospital, torna o processo de análise extremamente demorado. Deste modo, um método estratégico para coletar, armazenar e analisar essas informações, facilita os processos dentro do mesmo. Assim, constitui-se o *Big*

*Data Analytics*, uma ferramenta de apoio que visa melhorar processos dentro de uma empresa por meio de insights acerca de tendências, comportamentos e expectativas.

O Hospital Israelita Albert Einstein, utiliza essa tecnologia desde o final de 2015, Edson Amaro Jr., responsável pela área de *Big Data Analytics* do Hospital relata que é possível destinar os recursos de acordo com a quantidade de pacientes que poderão apresentar complicações a partir de doenças pré-existentes, como a hipertensão e diabetes (HOSPITALAR BY MARKETS, 2018).

Deste modo, a interligação do *Big Data* com a filosofia do *Lean*, impacta diretamente no planejamento estratégico do hospital, como na compra de medicamentos por exemplo, é possível quantizar os recursos disponíveis, evitando desperdícios por vencimento. Sendo possível por meio dos dados analisar também a quantidade de paciente por turno, podendo montar uma equipe de colaboradores mais organizada por turno, evitando mão de obra desnecessária ou ter poucos funcionários e ofertar um serviço de má qualidade.

#### **4.3 Robôs autônomos: Telemedicina**

Para Maheu et al. (2001), a telemedicina utiliza tecnologias da telecomunicação para o fornecimento de saúde, transmissão da informação clínica e também, possibilita que haja educação à distância (EAD).

Analogamente telemedicina, trata-se do uso das tecnologias de informação e comunicação, na saúde, tornando-se uma especialidade médica que fornece atendimentos à distância. Essa troca permite uma velocidade maior no acolhimento do paciente, se tornando um importante suporte para a medicina tradicional, principalmente nos casos em que a distância é um fator crítico.

O hospital Israelita Albert Einstein, utiliza dessa tecnologia para melhorar a qualidade de vida de seus pacientes, com inúmeros atendimentos diferenciados 24 horas, todos os dias da semana, como: o acompanhamento de pacientes crônicos, incentivando o melhoramento da educação alimentar e cuidados diferenciados ao bebê (HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN, 2018).

Em vista disso, a telemedicina contribui à filosofia do *lean healthcare*, por meio da redução da superprodução, agregando eficiência ao atendimento, pois os pacientes não irão se descolar ao hospital sem sua real necessidade, limitando também o tempo de espera e conseqüentemente o tempo de atendimento e os custos operacionais.



#### 4.4 Simulação de processos *healthcare*

Foi desenvolvido pela Flexsim um módulo voltado à *healthcare* para atender as necessidades de projetos da área da saúde, este software é centrado no paciente e desenvolvido especificamente para a avaliação nesse cenário, de maneira que contribua com as melhores tomadas de decisão sem que tenha riscos associados ao paciente (FLEXSIM BRASIL, 2017). O Hospital Israelita Albert Einstein utilizou o FlexSim, na Unidade de Pronto Atendimento (UPA), pioneiro na utilização desse recurso na América Latina, com o objetivo: dimensionar a capacidade da UPA analisando diferentes situações de demanda; programar a escala da equipe médica, determinando a quantidade ótima de colaboradores por turnos de trabalho; planejar e analisar o fluxo de paciente; fazer a redução do *Lenght of Stay* (LOS) que mede o tempo de permanência dos enfermos; planejar os custos de operação e de atendimento dos mesmos, e por fim otimizar recursos que são compartilhados entre a UPA e os demais setores do hospital (FLEXSIM BRASIL, 2019).

Em vista disto, pode-se concluir que o uso da simulação na saúde, vem a agregar ainda mais no *lean healthcare*, pois ela contribui no melhoramento do fluxo de paciente e funcionários (devido a possibilidade de realizar melhor seu planejamento), o que impactará na redução do *lead time*, agregando valor ao paciente e melhorando a qualidade, além disso permite planejar a quantidade de funcionários necessários para a realização das atividades, sem que aconteça a superlotação devido à falta de colaboradores e nem que custos desnecessários provocados por seu excesso.

#### 4.5 Manufatura aditiva

Essa tecnologia realiza a impressão tridimensional (3D) de todo tipo de objeto em diversos formatos (AZEVEDO, 2013). Em 2012, uma equipe de pesquisa do instituto BIOMED da *University of Hasselt*, na Bélgica, realizou o transplante bem sucedido de uma prótese de mandíbula fabricado com a tecnologia (KLEIN et al., 2013).

Também foi usada na criação de um modelo vascular de pequeno calibre, no tratamento de uma mulher de 62 anos com aneurismas. Após a realização da intervenção na paciente, foram realizadas duas angiografias para acompanhar os resultados e em ambos exames ficou comprovado o sucesso da intervenção do tratamento completo da enfermidade (ITAGAKI, 2015).

Mediante ao exposto, pode-se constatar a importância de se utilizar a impressão em 3D, em conjunto com o pensamento enxuto do *lean healthacare* pois, será possível melhorar o

atendimento aos pacientes com a aumento da qualidade nos serviços, a diminuição do tempo de espera na resolução dos problemas de saúde dos pacientes, o médico consegue prever possíveis falhas e rejeições que o corpo do paciente possa apresentar e na utilização desse recurso, praticamente não se tem desperdícios de materiais para a fabricação de órgãos ou próteses, pois a construção é realizada na quantidade necessária, evitando desperdícios e dando maior viabilidade econômica na sua produção.

## **5. Conclusão**

Em virtude dos casos analisados, foi possível verificar as principais contribuições da adoção dos pilares da indústria 4.0 no Lean Healthcare, sendo notória as melhorias evidenciadas para o mesmo, por meio da adoção de tecnologias dentro do setor hospitalar. Havendo diminuição de alguns fatores como: tempo de espera por atendimentos, dos processos desnecessários, desperdícios de recursos, da movimentação e transporte, além de tornar mais eficaz a organização do quadro de colaboradores, sendo possível melhorar a qualidade da prestação de serviços, realizando um atendimento mais humanizado, havendo menos gastos a médio e longo prazo no setor e o tornando mais sustentável.

## **6. Agradecimentos**

Agradecemos a parceria com o Hospital da Mulher, por nos possibilitar ter uma noção mais expandida de alguns processos. E a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Quase 90% dos brasileiros consideram saúde péssima, ruim ou regular. 2018. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-06/para-89-dos-brasileiros-saude-e-considerada-pessima-ruim-ou-regular>> Acesso em: 23 mar. 2020.

AGRAWAL, D. et al. **Big data and cloud computing: current state and future opportunities**. In: Proceedings of the 14th International Conference on Extending Database Technology. p. 530-533. 2011.

ARUTYUNOV, V. V. **Cloud computing: Its history of development, modern state, and future considerations**. Scientific and Technical Information Processing, v. 39, n. 3, p. 173-178, 2012.

AZEVEDO, F. M. de. **Estudo e projeto de melhoria em máquina de impressão 3D**. São Paulo: USP, 2013. p. 3. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BATEMAN, R.E. et al. **Sistemas de simulação: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BEGOLI, E.; HOREY, J. **Design Principles for Effective Knowledge Discovery from Big Data**. 2012. Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture and European Conference on Software Architecture.

BERTANI, T. M. **Lean Healthcare: Recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012.

BUZZI, D.; PLYTIUK, C. F. **Pensamento enxuto e sistemas de saúde: um estudo da aplicabilidade de conceitos e ferramentas lean em contexto hospitalar**. 2011. Disponível em:

COAN, J. **Manufatura 4.0 e a quarta revolução industrial**. Technology Leadership Council Brazil - IBM Academy of Technology Affiliate, ano 11, no. 264. 2016. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/tlcb/entry/mp264?lang=en>> Acesso em 28 de março de 2020.

EXAME. Saúde entra na era da indústria 4.0. (2016). Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/saude-entra-na-era-da-industria-4-0/>> Acesso em: 09 abr. 2020.

FABBRI, B. P. F. **Lean Healthcare: um levantamento de oportunidades de ganho em um hospital brasileiro**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

FLEXSIM BRASIL. **FlexSim Healthcare I - Overview em Português**. 2017. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=Mr0-mfU2eUE>> Acesso em: 27 mar. 2020.

FLEXSIM BRASIL. **Hospital Israelita Albert Einstein - Unidade Pronto Atendimento**. 2019.

<[https://www.youtube.com/watch?v=qJ1ouP7S\\_IQ](https://www.youtube.com/watch?v=qJ1ouP7S_IQ)> Acesso em: 26. mar. 2020

FLEXSIM HEALTHCARE. **Improving Patient Flow in Outpatient Clinics with Simulation**. 2018.

<<https://healthcare.flexsim.com/improving-patient-flow-in-outpatient-clinics-with-simulation/>> Acesso em: 26. mar. 2020

GARCIA, P. pedrogarcia.wordpress.com, 2012. Disponível em:

<<https://pedrogarcia12av1.wordpress.com/about/robos-autonomos/>> . Acesso em: 28 de março de 2020.

GIANNINI, R. **Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GORNI, A. Augusto. **Introdução à prototipagem rápida e seus processos**. 2001. Disponível em:

<http://www.gorni.eng.br/protrap.html>. Acesso em 27 março 2020.

GRABAN, M. **Hospitais Lean: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2013.

GUBBI, J. et al. **Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions**. Future Generation Computer Systems, 29(7), p. 1645–1660, 2013. Disponível em:

HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. Sobre a telemedicina (2018). Disponível em:

<<https://www.einstein.br/Pages/home-telemedicina.aspx>>. Acesso em: 08 abr. 2020.

HOSPITALAR BY MARKETS (2018). Big Data Analytics: a experiência do Hospital Albert Einstein.

Disponível em: <https://digital.hospitalar.com/pt-br/ti-inova%C3%A7%C3%A3o/big-data-analytics-experi%C3%Aancia-do-hospital-albert-einstein> . Acesso em 22 de março de 2020

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (IFR) World Robotics Survey 2016. Disponível em:

<<https://ifr.org/>> acesso em 28 de março de 2020.

ITAGAKI, M. W. **Using 3D printed models for planning and guidance during endovascular intervention: a technical advance**. Diag and InteRadiol. 2015 ; 1(4): 338–341.

KHALID, M. et al. **Analysis and Formal Model of RFID-Based Patient Registration System**. International

Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2017, v. 8, n. 11, p. 492-498.

KLEIN, G. T. et al. **3D Printing and Neurosurgery—Ready for Prime Time?** World Neurosurgery, 80(3-4), p. 233–235, 2013.

LEAN NAS EMERGÊNCIAS. Metodologia Lean (2018). Disponível em:  
<<https://www.leannasemergencias.com.br/a-comunidade-lean-nas-emergencias/metodologia-lean/>>. Acesso em:  
26 mar. 2020.

LEE, I.; LEE, K. **The Internet of Things (IoT):** Applications, investments, and challenges for enterprises. Business Horizons. (2015).

LEITE, J. R. E. et al. **A INTERNET das COISAS (IoT):** Tecnologias e Aplicações. Brazilian Technology Symposium, Universidade de Campinas, São Paulo, 2017.

MAHEU M., WHITTEN P., ALLEN A. **E-health, telehealth and telemedicine:** a guide to start-up and success. New York: Wiley; 2001.

MAKARY, M. A.; DANIEL, M. **Medical error—the third leading cause of death in the US.** BMJ 2016; 353 :i2139.

RAPPORTEUR, D. B. **The promise and peril of big data.** (2010). Washington: The Aspen Institute.

RFID Journal Brasil. Hospital Israelita Albert Einstein usa RFID para rastreamento de ativos. 2012. Disponível em: <<https://brasil.rfidjournal.com/estudos-de-caso/vision?9528/>> Acesso em: 23 mar. 2020.

SERRI, G.G. Saúde entra definitivamente na era da indústria 4.0. Hubi 4.0. (2018). Disponível em:  
<https://www.hubi40.com.br/saude-na-era-da-industria-4-0/>. Acesso em: 09 abr. 2020.

SILVA, C.E.S. et al. Contribuição da análise do valor da simulação da manufatura. 2007.

SILVA, B.A.F. **Big Data e Nuvens Computacionais:** Aplicações em Saúde Pública e Genômica. Journal of Health Inform. 2016.

SILVA, R. M. Et al. **Modelagem de Sistema de Controle da Indústria 4.0 Baseada em Holon, Agente, Rede de Petri e Arquitetura Orientada a Serviços.** In: XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Natal, 2015.

SPAGNOL, G. S. et al. **Lean principles in Healthcare:** an overview of challenges and improvements. 2013.

IFAC Proceedings Volumes, 46(24), p. 229–234.

TORGA, B.L.M. **Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura**. Itajubá: UNIFEI, 2007.

VOLPATO, N. et al. **Prototipagem rápida -tecnologias e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher, 2007.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. **Estudos de Revisão**: implicações conceituais e metodológicas. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.