

## **Healthcare 4.0: A inovação tecnológica na saúde**

**David Kadab Chaves**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ – Rio de Janeiro – RJ

**Gláucya Daú**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ – Rio de Janeiro – RJ  
Universidade Federal Fluminense – UFF – Niterói – RJ

**Annibal Scavarda**

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - Unirio – Rio de Janeiro – RJ  
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ – Rio de Janeiro – RJ  
Universidade Federal Fluminense – UFF – Niterói – RJ

### **RESUMO**

O tratamento de dados é um tema bastante importante em todas os setores profissionais, o que também é válido para o sistema de saúde mundial, que vem sofrendo com o exponencial aumento na demanda em seus serviços, em contrapartida, os investimentos estão estagnados e não acompanham a evolução natural dos processos. Assim, almejando alcançar a sustentabilidade de seu sistema, um aliado mostrou-se extremamente importante nessa busca, a Indústria 4.0 e seus artifícios. O uso de tecnologias disruptivas advindas da Indústria 4.0 busca promover o sistema de saúde como um todo, tornando-o mais eficiente, seguro e sustentável em diversas esferas. Surgem, então, os conceitos *Healthcare 4.0* e *Lean Healthcare*. Com o objetivo no bem-estar e na segurança do paciente, o uso dessas tecnologias promete tornar a saúde enxuta, reduzindo gastos desnecessários, agilizando o processo como um todo e mitigando possíveis erros, desde o armazenamento e transferência de dados, até a execução de processos intra e extra hospitalares, além de facilitar o acesso e reduzir distâncias, com a telemedicina, por exemplo.

**Palavras-chave:** Healthcare 4.0, Lean Healthcare, Metodologias ágeis, Segurança da Informação, Sustentabilidade.

### **1 INTRODUÇÃO**

A busca por melhoria contínua em setores estratégicos nos leva a pensar no conceito de Indústria 4.0, também conhecido como “A quarta revolução industrial” (SCHWAB, 2018). Essa realidade já é conhecida por muitos que pertencem ao setor da indústria, bem como em outras áreas que estão buscando uma atualização às novas tendências, ou seja, que acompanham essa evolução. Em se tratando da área da saúde, surge o conceito de *Healthcare 4.0*, trazendo a incorporação e a adaptação às tecnologias disruptivas da Indústria 4.0 ao ambiente de cuidado, prevenção, promoção e atendimento em saúde. O *Healthcare 4.0* se trata de uma ideologia cujo principal ideal é encontrar e propor soluções que automatizem e simplifiquem tarefas, a partir de tecnologias, de maneira a reduzir erros nos processos das instituições de saúde, além de otimizar todas as fases da linha de cuidado e de armazenamento de dados e acesso à saúde, através de subsídios tecnológicos e demais avanços. Em consonância ao conceito citado, outro modelo também propõe



significativas melhorias dentro do sistema de saúde, o *Lean Healthcare*, cuja definição reforça e destaca a busca pela redução de desperdícios, deixando os processos mais enxutos e, conseqüentemente, também mais sustentáveis (SCAVARDA *et al.*, 2019b).

As instituições de saúde em seus diversos níveis assistenciais vêm sofrendo com acréscimo de gastos e a cada dia há um aumento exponencial na demanda de pacientes, tendo os seus custos mais elevados, tornando o atendimento dispendioso e, em contrapartida, o investimento em otimização na agilidade na área não cresce na mesma proporção. Isso resulta em um atendimento não satisfatório para a maioria dos pacientes.

Além da percepção dos pacientes sobre a satisfação do processo, a visão, tão importante quanto, dos profissionais de saúde, envolvidos diretamente, lidam diariamente com o impacto em várias proporções, seja no tempo envolvido nas ações, no registro de dados, na comunicação eficaz com o paciente, na verificação de possíveis erros, entre outras questões.

Um dos principais recursos envolvidos neste processo baseia-se no gerenciamento de dados. Atualmente, há grande quantidade e diversidade de dados sendo gerados e extraídos de forma cada vez mais qualificada e sendo apresentados em forma de relatórios. Esses relatórios, por sua vez, trazem informações com grande potencial de gerar valor na gestão de ativos, sendo inclusive, consideradas como os principais de uma instituição.

A cultura da evolução do *Healthcare* é um tema cuja origem vem de longa data e até os dias de hoje ainda continua em desenvolvimento.

No século XIX, havia uma grande perda de vidas em função de uma série de epidemias, devido a vários motivos, como a falta de saneamento básico, a falta de medicamentos e a dificuldade de disseminação de informações. Posteriormente, os demais países também adotaram tal prática, gerando repercussão mundial na erradicação de enfermidades. Outro grande feito foi o desenvolvimento e a disponibilização de vacinas, o que foi fundamental para o controle das epidemias. Nessa época, ocorria a primeira revolução industrial (meados do século XVIII e início do século XIX), também conhecida como indústria 1.0. Na saúde, o termo é conhecido como *Healthcare* 1.0.

A segunda revolução industrial (indústria 2.0) surge em meados para fim do século XIX e termina já no século XX, durante a segunda guerra mundial. Foi inaugurado o conceito de linha de produção em massa nas indústrias, onde os produtos eram produzidos em larga escala e conseqüentemente possibilitou a redução de seu custo. A área da saúde seguiu a mesma linha de evolução e introduziu o conceito do *Healthcare* 2.0, aproveitando dos benefícios trazidos nesta nova era, como viabilidade e ampla distribuição de vários medicamentos, como por exemplo os antibióticos, que passaram a ser produzidos em larga escala, o que resultou em maior acesso à população como um todo. A área médica expandiu-se muito neste período,



houve um aumento significativo dos hospitais e os profissionais da área receberam incentivos e maior capacitação para lidar de forma mais aprofundada com doenças diversas.

A evolução continuava trabalhando intensamente e no final do século XX, mais precisamente na década de 1980, surgiram os microcontroladores, permitindo a fabricação dos primeiros computadores acessíveis, menores (antes dos microcontroladores, os poucos dispositivos que existiam, eram enormes, ocupando salas grandes, tornando o acesso inviável à população em geral). Com o uso dos computadores mais abrangente, foi possível a evolução acelerada da saúde, denominada, então, *Healthcare* 3.0. Dessa forma, foi possível aplicar a tecnologia a favor da saúde, viabilizando otimização em diversos setores, como alguns exames que passaram a ser extraídos por imagens digitais, doenças puderam ser diagnosticadas de forma antecipada, facilidade de armazenamento e transferência de informações, o que resultou em agilidade no processo de atendimento dos pacientes.

O *Healthcare* 4.0, também conhecido como a era da medicina inteligente, surgiu já no século XXI, junto com a quarta revolução industrial, onde o ponto focal é o uso da tecnologia de ponta, que teve um avanço extremamente significativo e muito rápido, em comparação às revoluções anteriores. A saúde 4.0 conta com uma gama de tecnologias a seu favor, tema que será abordado e aprofundado ao longo deste estudo (CHEN, *et al.*, 2020).

## **2 OBJETIVO**

Este estudo objetiva analisar como o uso das tecnologias advindas da Indústria 4.0 e de seus recursos podem tornar o sistema de saúde mais eficiente, seguro e sustentável. Foi realizada uma revisão da literatura sobre o *Lean Healthcare*, *Healthcare* 4.0 e Metodologias ágeis na gestão da cadeia de suprimentos e avaliar o impacto que o uso das tecnologias pode agregar ao sistema de saúde.

## **3 METODOLOGIA**

A proposta metodológica foi baseada em um estudo de caso exploratório, de natureza qualitativa, integrando a revisão da literatura. Aplicar-se-á a seguinte pergunta norteadora: Como a tecnologia pode interferir no funcionamento de uma instituição de saúde?

Para a revisão da literatura foram construídas equações de busca com base em palavras-chave e conectadas com a temática. O Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi a base de dados para a busca dos artigos. Essa metodologia de pesquisa foi escolhida com a intenção de facilitar a identificação das tecnologias utilizadas e o que pode ser melhorado, gerando informações que possam nortear a implementação de novos recursos tecnológicos.



## 4 DESENVOLVIMENTO

Atualmente, com o crescimento da demanda por serviços de saúde de alta performance, torna-se cada vez mais fundamental o investimento em tecnologias inovadoras nas instituições de saúde. Neste cenário, as novas ferramentas digitais possuem poder de atuação em diversos pontos, como por exemplo podem evitar falhas humanas, às quais todo profissional está sujeito, seja com protocolos, gerenciadores de processos e pessoas, ajuste de etapas a serem seguidas ou até mesmo evitar o uso de documentos escritos manualmente, que trariam possível confusão de legibilidade, garantindo assim que os pacientes recebam tratamento e cuidado adequados e ágeis, independente da fase do processo.

Além do já citado, serviços de alta performance exigem subsídios para que os profissionais da saúde possam ter seus processos facilitados e otimizados, permitindo foco principal no cuidado, além de rapidez na execução de tarefas, prescrições, compreensão de comandos, gerenciamento de protocolos específicos para diagnósticos e tratamentos aplicáveis. Esta contribuição está, principalmente, no nível da utilização dos seus recursos para dar foco a um atendimento mais humanizado durante o contato com o paciente, sem perder proximidade e agilidade. Nesse sentido, o uso da tecnologia em áreas médicas é um diferencial competitivo em crescimento no mundo, visando a automatizar o que for viável, bem como facilitar a compreensão e a aplicação dos processos no atendimento e na promoção de saúde, assim como permitir longitudinalidade no cuidado, com informações adequadamente registradas em um prontuário eletrônico eficaz e intuitivo.

A busca por aumento na qualidade no sistema de saúde é um desafio mundial, seja no setor público ou no serviço privado. As instituições de saúde necessitam de investimentos e a cada dia a situação tende a seguir o mesmo caminho de declínio. O aumento de solicitações de serviços médicos é notável, porém os investimentos nesta área não acompanham a demanda.

A utilização da tecnologia a favor da saúde é o ponto de partida para alcançar os conceitos que afunilam no mesmo objetivo, que é transformar em uma saúde sustentável. Os conceitos de *Healthcare 4.0* e *Lean Healthcare* demonstram que é possível que o sistema de saúde venha a se tornar sustentável (SCAVARDA et al., 2019a). Com o uso de metodologias tecnológicas advindas do Healthcare 4.0, que faz referência à Indústria 4.0, os cuidados com a saúde seguem a mesma perspectiva e, conseqüentemente, a tendência de incorporar cada vez mais a saúde no âmbito digital, visto que os benefícios são amplos e aplicáveis direta e indiretamente no dia a dia.

As tecnologias baseadas em Inteligência Artificial podem, a longo prazo, transformar a forma como cirurgias são realizadas, podendo um dia trazer até cirurgias à distância, por exemplo. É possível ver um desses avanços sendo aplicado, através do uso de tecnologia robótica em cirurgias, tornando o processo mais rápido, ergonômico e seguro para o cirurgião, além de reduzir complicações, dor no pós-operatório e



tranquilidade para o paciente, exemplificando como a tecnologia já vem sendo implementada e impacta diretamente na execução em saúde, percebida pelo profissional e pelo paciente.

A tomada de decisão pode ser agilizada, exponencialmente, mitigando possíveis e variadas falhas humanas, além do uso da redundância tecnológica, que garante acessibilidade e estabilidade no acesso caso haja falha de algum equipamento. Ao ocorrer uma falha, outro equipamento assume o processo de forma natural, evitando gargalos que poderiam ocasionar erros e/ou lentidão no processo como um todo. O enfrentamento à grave crise da pandemia do COVID-19, por exemplo, mostrou o quanto foi essencial e valioso que dados digitais estivessem disponíveis quando requisitados (VILELA JUNIOR; PASSOS, 2021).

Nesse sentido, a tecnologia assume importância em contexto de armazenamento e disponibilização eficaz e organizada de dados, além de sistematizar notificações, coleta de dados epidemiológicos facilitada e, principalmente, ajuste de protocolos que permitem checagem de solicitações, prescrições, e medicamentos, com objetivo de minimizar erros humanos específicos.

Outro exemplo é o conceito do “novo normal” deixado pela pandemia do COVID-19, onde muitas tarefas poderiam ser realizadas de forma remota, excluindo a obrigatoriedade de estarem fisicamente no mesmo local. Isso foi repensado e analisado para que essas tarefas fossem executadas com eficiência, seja no ambiente de saúde ou não. O atendimento remoto em saúde, que possibilitou não eliminar, mas reduzir a superlotação dos hospitais, conseqüentemente reduziu também o contágio de doenças transmitidas dentro dos próprios hospitais. Houve a possibilidade de elevar a produtividade e o nível dos atendimentos de forma geral, reduzindo custos que atualmente sobrecarregam a gestão hospitalar e inviabilizam a sustentabilidade no sistema de saúde. Muito além disso, também permitiu e facilitou o acesso ao cuidado de saúde, permitindo que um paciente pudesse ser avaliado, dentro do possível, à distância, sem que precisasse se expor a possíveis contágios ou mesmo transmissão, bem como agilizando o acesso à saúde.

Sabe-se que o início desse processo, como já citado, foi motivado principalmente pela pandemia do COVID 19, porém, representou um passo que segue sendo aplicado e melhorado, de forma a permitir acesso rápido e seguro a quem, por algum motivo, não possa comparecer fisicamente à unidade de saúde, independente de qual seja o motivo.

Por um lado, esse pensamento estendeu-se por todas as áreas e algumas empresas adotaram o trabalho em modelo home office, onde o colaborador trabalha na sua própria residência, evitando perda de tempo com trânsito, aglomerações desnecessárias e trazendo redução de custos às empresas. Além disso, pode elevar significativamente a produção. Por outro lado, nem todos os serviços podem ser realizados de forma remota, principalmente quando se trata do serviço de saúde, em muitas vezes há necessidade de um exame físico adequado para orientação completa. Da combinação dessas duas formas de trabalho surge o cenário híbrido e multidisciplinar, com atendimentos presenciais e/ou remotos, onde cada caso deve ser analisado de forma única e individual, a fim de extrair a melhor conduta possível para cada paciente.



O *Lean Healthcare* pode agregar valor ao estudo, possibilitando um processo sustentável para o sistema de saúde, pois mostra por meio de recursos tecnológicos, como reduzir desperdícios que ocorrem constantemente nas instituições de saúde, sejam eles de materiais, como papeis, por exemplo, ou de recursos não físicos, mas que acabam por desperdiçar tempo, exames desnecessários entre outros fatores. Esses desperdícios vão desde consertar erros na cadeia de suprimentos até o atendimento de excelência ao paciente (DAÚ et al., 2019). A sustentabilidade, representa um tema de significativa importância, visto que o ser humano tem produzido cada vez mais conteúdo e nem sempre tem se pensado em como reduzir ou melhorar a produção, de maneira a evitar desperdícios.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *Healthcare 4.0* pode propor soluções que automatizem as tarefas, mitigando erros nos processos, além de reduzir gastos com desperdícios, que podem ser difíceis de mapear sem o suporte tecnológico (SOUZA, 2015).

O uso de tecnologias a favor da saúde vem sendo destaque mundial. O Big Data eleva de forma exponencial a capacidade de processamento de dados (MARQUESONE, 2016), enquanto o *Business Intelligence* extrai e transforma dados em relatórios extremamente valiosos, ambas são ferramentas muito poderosas, dentre outras que também possuem destaque nesta esfera.

Uma instituição de saúde referência em *Healthcare 4.0* envolve o uso de tecnologias específicas que agilizem o trabalho médico, minimizem erros nos processos hospitalares e, ao mesmo tempo, tenham como foco o bem-estar e a segurança dos pacientes. As novas metodologias de gestão também trabalharão em conjunto com os novos *softwares* e *hardwares* (NETTO; NOVOA, 2019). Este é o caso do *Lean Healthcare*, uma estratégia inspirada no *Lean Manufacturing*, utilizada na área industrial, que envolve organizar os processos para que haja ganho de produtividade nas equipes de saúde, aumento da segurança do paciente e redução nos desperdícios de recursos e tempo.

Os resultados demonstram os benefícios que as instituições de saúde passam a ter ao se tornarem referência em *Healthcare 4.0*, fazendo uso de soluções tecnológicas específicas. Tais soluções contribuem para a automatização, a simplificação e a agilização das tarefas médicas e de enfermagem, reduzindo gastos e mitigando erros nos processos hospitalares. Ao mesmo tempo, buscam o bem-estar e a segurança dos pacientes, agregando valor não somente às instituições, mas também ao meio social como um todo.

Este estudo possui impacto positivo e multidisciplinar, integrando profissionais e estudantes de áreas diversas, que tem como objetivo realizarem pesquisas revolucionárias na ceara do *Healthcare 4.0*, visto que abrange grande área dentro do escopo sugerido, com foco em inovação e no uso de tecnologias na área da saúde, envolvendo diversas áreas de interesse global pelo tema proposto.



## REFERÊNCIAS

- ULBRICH, Henrique Cesar. Universidade H4CK3R. São Paulo: Universo dos Livros, 2004.
- CARMONA, Tadeu. Universo H4CK3R. São Paulo: Digerati Books, 2002.
- LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- SOSINSKY, Barrie. Cloud Computing Bible. 1 ed. Wiley, 2011.
- HUGOS, Michael. HULITZKY, Derek. Business in the Cloud. 1 ed. Wiley, 2010.
- RHODES-OUSLEY, Mark. Information Security the Complete Reference. 2 ed. MacGraw-Hill, 2013.
- BOSWORTH, Seymour. Computer Security Handbook. 6 ed. Wiley, 2014.
- MATHER, Tim. Cloud Computing and Privacy. 1 ed. O'Reilly Media, 2009.
- TULLOCH, Mitch. Network Virtualization and Cloud Computing. 1 ed. Microsoft Press, 2014.
- DAÚ, Gláucya Lima; SCAVARDA, Annibal; SCAVARDA, Luiz Felipe; PORTUGAL, Vivianne Julianelli Taveira (2019). *The Healthcare Sustainable Supply Chain 4.0: The Circular Economy Transition Conceptual Framework with the Corporate Social Responsibility Mirror*. Disponível em <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/12/3259>. Acessado em 05/06/2024.
- MAGRANI, Eduardo. A Internet das Coisas. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2018.
- MARQUESONE, Rosangela. *Big Data: Técnicas e tecnologias para extração de valor dos dados*. 1. ed. São Paulo: Editora Casa do Código, 2016.
- MATARIC, Maja J. Introdução à Robótica. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2014.
- NETTO, Antonio Valerio; BERTON, Lilian; TAKAHATA, André Kazuo. Ciência de dados e a inteligência artificial na área da saúde. 1. ed. São Paulo: Editora dos Editores, 2022.
- NETTO, Antonio Valerio; NOVOA, Cláudia. Fundamentos em gestão e informática em saúde. 1. ed. São Paulo: UNIFESP, 2019.
- SCAVARDA, Annibal; DAÚ, Gláucya Lima; SCAVARDA, Luiz Felipe; KORZENOWSKI, André Luís (2019a). *A proposed healthcare supply chain management framework in the emerging economies with the sustainable lenses: The theory, the practice, and the policy*. *Resour. Conserv. Recycl.* 141, 418–430. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.027>. Acessado em 11/06/2024.
- SCAVARDA, Annibal; DAÚ, Gláucya Lima; SCAVARDA, Luiz Felipe; CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão (2019b). *An Analysis of the Corporate Social Responsibility and the Industry 4.0 with Focus on the Youth Generation: A Sustainable Human Resource Management Framework*. Disponível em <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/5130>. Acessado em 11/06/2024.



CHEN C, LOH E, KUO K N, TAM K (2020) The Times they Are a-Changin' –Healthcare 4.0 Is Coming!. *Journal of Medical Systems* (2020) 44: 40 DOI 10.1007/s10916-019-1513-0.  
SCHWAB, Klaus. *A Quarta Revolução Industrial*. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2018.

SOUZA, Thiago Antonio (2015). *Lean Healthcare: Aplicação dos Conceitos de Gestão de Operações em Centros Cirúrgicos*. Disponível em <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/5157>. Acessado em 14/06/2024.

STENDER, Gustavo Henrique Cordeiro (2016). *Lean Healthcare: Modelo de Implantação da Ferramenta Kanban a um Almoxarifado de um Hospital Federal no Rio de Janeiro*. Disponível em [ppro.cefet-rj.br/T/376\\_Gustavo Henrique Cordeiro Stender.pdf](http://ppro.cefet-rj.br/T/376_Gustavo%20Henrique%20Cordeiro%20Stender.pdf). Acessado em 14/06/2024.

VILELA JUNIOR, Guanis de Barros; PASSOS, Ricardo Pablo. *Inteligência Artificial nas Ciências da Saúde*. 2. ed. Campinas: CPAQV, 2021.