

PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DA SAÚDE E DOS HOSPITAIS: UM OLHAR PARA AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E OS MODELOS DE SAÚDE

PROCESS OF TRANSFORMATION OF HEALTH AND HOSPITALS: A LOOK AT THE INDUSTRIAL REVOLUTIONS AND HEALTH MODELS

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA SALUD Y HOSPITALES: UNA MIRADA A LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES Y LOS MODELOS DE SALUD

João Paulo Lucchetta Pompermaier¹
Lizandra Garcia Lupi Vergara²
Patrícia Biasi Cavalcanti³

RESUMO: O avanço da ciência, do conhecimento médico e das tecnologias ao longo dos séculos foram fatores fundamentais para determinar a evolução histórica dos hospitais. Do século XVIII aos dias atuais muitas transformações ocorreram nos modelos assistenciais e na própria edificação, influenciados pelas revoluções industriais e pelo surgimento de novos conceitos de saúde. Este estudo propõe descrever o processo de transformação da saúde e dos hospitais, dando enfoque para as evoluções ocorridas a partir das revoluções industriais e o processo de transição da Saúde 1.0 para a Saúde 4.0. A abordagem metodológica consiste em uma pesquisa exploratória a partir de uma revisão da literatura. As edificações hospitalares passaram ao longo dos séculos por uma revolução, saindo de um hospital com estrutura de separação e exclusão dos doentes em relação à sociedade, passando pelo hospital terapêutico voltado para o diagnóstico e cura e chegando ao século XXI com o hospital tecnológico voltado para a recuperação das pessoas e pautado em uma arquitetura humanizada, sensível e centrada no ser humano. O futuro é incerto, mas é possível vislumbrar estruturas hospitalares aliando humanos e tecnologias em prol da assistência à saúde de qualidade e voltada para a prevenção de doenças, tornando os espaços promotores de qualidade de vida.

1099

Palavras-chave: História dos Hospitais. História da Saúde. Arquitetura Hospitalar.

¹Doutorando no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

²Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Docente no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

³Doutora em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Professora Associada da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)..

ABSTRACT: The advances in science, medical knowledge, and technology over the centuries have been fundamental factors in determining the historical evolution of hospitals. From the 18th century to the present days, many changes have taken place in care models and in the building itself, influenced by the industrial revolutions and the emergence of new health concepts. This study aims to describe the process of transformation of health and hospitals, focusing on the developments that have taken place since the industrial revolutions and the transition from Healthcare 1.0 to Healthcare 4.0. The methodological approach consists of exploratory research based on a literature review. Hospital buildings have undergone a revolution over the centuries, from a hospital with a structure of separation and exclusion of the sick from society, through the therapeutic hospital focused on diagnosis and cure, to the 21st century with the technological hospital focused on people's recovery and based on a humanized, sensitive and human-centered architecture. The future is uncertain, but it is possible to envision hospital structures combining humans and technology in favor of quality healthcare aimed at preventing illness, making spaces that promote quality of life.

Keywords: History of Hospitals. History of Health. Hospital Architecture.

RESUMEN: El avance de la ciencia, el conocimiento médico y las tecnologías a lo largo de los siglos fueron factores fundamentales para determinar la evolución histórica de los hospitales. Desde el siglo XVIII hasta la actualidad se produjeron numerosas transformaciones en los modelos asistenciales y en el propio edificio, influidas por las revoluciones industriales y la aparición de nuevos conceptos de salud. Este estudio se propone describir el proceso de transformación de la salud y los hospitales, centrándose en las evoluciones que se produjeron tras las revoluciones industriales y el proceso de transición de la Salud 1.0 a la Salud 4.0. El enfoque metodológico consiste en una investigación exploratoria basada en una revisión de la literatura. A lo largo de los siglos, los edificios hospitalarios han sufrido una revolución, pasando de un hospital con una estructura de separación y exclusión de los pacientes de la sociedad, a un hospital terapéutico centrado en el diagnóstico y la curación, y llegando al siglo XXI con un hospital tecnológico centrado en la recuperación de personas y basado en una arquitectura humanizada, sensible y centrada en el ser humano. El futuro es incierto, pero es posible imaginar estructuras hospitalarias que combinen humanos y tecnologías en favor de una asistencia sanitaria de calidad y orientadas a la prevención de enfermedades, creando espacios que promuevan la calidad de vida.

Palabras clave: Historia de los Hospitales. Historia de la Salud. Arquitectura Hospitalaria.

INTRODUÇÃO

A história dos hospitais está intrinsecamente relacionada com a história da humanidade. Desde a antiguidade, as pessoas têm buscado maneiras de tratar e curar doenças e enfermidades

e os hospitais se transformaram ao longo do tempo para atender a estas necessidades. O avanço da ciência, do conhecimento médico e das tecnologias ao longo dos séculos tornaram as edificações hospitalares sofisticadas e vitais para os cuidados de saúde (Fabiani, 2019; Lisboa, 2021).

O hospital terapêutico, como conhecemos hoje, surgiu no século XVIII (Foucault, 1979) quando vai progressivamente deixando de ser um local de domínio religioso para ser um local de domínio médico, o que foi também determinante para a compreensão e análise sistemática de doenças. Daquela época até os dias atuais, muitas transformações ocorreram nos modelos assistenciais e na própria edificação. A saúde se transformou em um ritmo acelerado decorrente de fatores que incluem avanços científicos, tecnológicos, sociais, culturais, econômicos e políticos. As mudanças no entendimento e no conhecimento acerca do corpo humano impulsionaram o surgimento da medicina moderna.

Refletindo acerca do hospital em termos de arquitetura, é relevante destacar as diversas transformações e estilos que moldaram o planejamento arquitetônico. Parte-se do neoclassicismo no século XVIII, passando pelo romantismo (século XIX), *art nouveau* (século XIX e XX), modernismo (século XX), chegando à arquitetura contemporânea. Essas transformações e estilos moldaram a concepção das edificações, influenciando não apenas os aspectos estéticos e formais, mas também a organização espacial, a funcionalidade e a biossegurança.

Outro marco determinante na história foram as revoluções industriais, quando surgiram novas tecnologias em todas as áreas do conhecimento, provocando também melhorias na saúde. Já no fim do século XX e início do século XXI, tem-se o surgimento dos conceitos de Saúde 1.0, 2.0, 3.0 e 4.0, um processo de transição dos sistemas de saúde que ocorre em quatro estágios de evolução.

Nesse sentido, a partir das explicações apresentadas, este estudo propõe descrever o processo de transformação da saúde e dos hospitais, dando enfoque para as evoluções ocorridas a partir das revoluções industriais e o processo de transição da Saúde 1.0 para a Saúde 4.0.

Para tanto, foi realizada uma pesquisa exploratória com a finalidade de compreender o fenômeno em estudo, possibilitando uma visão geral acerca de determinado fato (Gil, 2002). O procedimento adotado consiste em uma revisão da literatura realizada a partir de livros e artigos

científicos de autores nacionais e internacionais amplamente reconhecidos por abordarem a história em suas diferentes vertentes. Essa abordagem histórica integrou uma pesquisa de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, a qual buscou, dentro do contexto da Saúde 4.0, analisar os impactos das tecnologias emergentes nas edificações hospitalares.

ANTECEDENTES

A ideia de cuidados e abrigo para as pessoas doentes é anterior à história da medicina e da possibilidade de tratamento médico. Templos, conventos e mosteiros foram as primeiras instituições a receber peregrinos e doentes e prover atenções especiais, que consistia em conforto espiritual aos corpos doloridos, pelos sacerdotes das ordens religiosas ou a exclusão do doente da sociedade (Antunes, 1989; Toledo, 2008). Estes locais usualmente prestavam assistência aos pobres e estavam associados à morte, já que recebiam pessoas com graves doenças para morrer com um mínimo de dignidade (Foucault, 1979; Góes, 2011). Além disso, na antiguidade várias civilizações tinham formas de tratamento médico distintas, como os romanos com seus hospitais militares, e a medicina chinesa e árabe, que por vezes era mais avançada do que as demais.

O hospital terapêutico surgiu no século XVIII na Europa, tendo como marco determinante para a mudança da velha estrutura hospitalar, o grande incêndio do Hôtel-Dieu, em 1772 em Paris, na França (Foucault, 1979). A instituição era responsável pelo acolhimento de muitos pacientes, dessa forma, sua reconstrução ou substituição era urgente. Após debates foi decidido pela demolição dos escombros e construção de um novo hospital no local. Para tanto, uma comissão composta por nove membros foi estabelecida para avaliar projetos arquitetônicos adequados, visando encontrar uma solução definitiva para o hospital (Badalotti; Barbisan, 2015; Costeira, 2014).

“A consciência de que o hospital pode e deve ser um instrumento destinado a curar aparece claramente em torno de 1780 e é assinalada por uma nova prática: a visita e a observação sistemática e comparada dos hospitais” (Foucault, 1979, p. 99). Jacques Tenon, médico e relator na comissão, contratado pela Academia de Ciências da França, realizou uma abrangente pesquisa sobre os hospitais da Europa, redigindo importantes relatórios que subsidiaram princípios para a arquitetura hospitalar.

Em 1788 Tenon publicou na França cinco relatórios reunidos no livro *Mémoires Sur Les Hôpitaux de Paris* (Memórias sobre os hospitais de Paris), constituindo a mais completa obra sobre a organização hospitalar escrita no final do século XVIII. Levantando as condições físicas, funcionais e operacionais dos hospitais, Tenon percebeu a precariedade das instalações e as altas taxas de mortalidade, propondo com isso, uma série de normas para a organização interna do hospital, buscando assegurar um ambiente livre de contágio e estabelecendo assim, diretrizes para um novo modelo hospitalar – terapêutico – que sucedeu uma instituição que, até então, não tinha por foco tratar seus pacientes. Com o surgimento do hospital terapêutico assume-se a função de curar, exigindo grandes transformações nas práticas médicas e no próprio edifício hospitalar (Toledo, 2008).

A organização pavilhonar do espaço hospitalar surge a partir disso. Esta configuração espacial permitia a ventilação cruzada, garantindo a adequada circulação do ar, além de melhores condições de iluminação natural, questões que colaboraram para a recuperação dos pacientes. “Tenon acreditava ter resolvido o que era considerado o maior produtor da insalubridade nos hospitais: a estagnação do ar e a umidade” (Costeira, 2014, p. 58).

Neste contexto histórico também é relevante destacar as preocupações sanitárias, fruto dos estudos do cientista Louis Pasteur e da enfermeira Florence Nightingale. Pasteur foi responsável pela descoberta da transmissão de germes em 1860, onde evidencia o papel das bactérias como agente de enfermidades e a necessidade de combater o contágio e a transmissão de doenças. Surge assim os princípios de isolamento e separação dos pacientes em pavilhões específicos, bem como os primeiros conceitos de esterilização dos instrumentos médicos (Badalotti; Barbisan, 2015).

Florence Nightingale atuou na Guerra da Criméia (1853-1856) de onde, a partir de suas experiências, desenvolveu as bases para a construção de enfermarias com princípios de ventilação, iluminação, distribuição de pacientes e higiene. Florence questionava a “Teoria dos Miasmas”, sugerindo que os defeitos dos hospitais existentes estavam associados à falta de iluminação e ventilação naturais, áreas mínimas por leito e superlotação. Conforme descrito por Miquelin:

A partir das observações sobre o sistema pavilhonar ela estabeleceu as bases e dimensões do que ficou posteriormente conhecida como “enfermaria Nightingale”. Era basicamente um salão longo e estreito com

os leitos dispostos perpendicularmente em relação às paredes perimetrais; um pé direito generoso, e janelas altas entre um leito e outro de ambos os lados do salão garantiam ventilação cruzada e iluminação natural. As instalações sanitárias ficavam numa das extremidades com ventilação em três faces do bloco. Locais para isolamento do paciente terminal, escritório da enfermeira chefe, utilidades, copa e depósito ocupavam o espaço intermediário entre o salão e o corredor de ligação com outros pavilhões. Um posto de enfermagem é implantado no centro do salão (Miquelin, 1992, p. 47-48).

“A “enfermaria Nightingale” constitui-se no elemento mais importante e característico da anatomia do hospital no fim do século XIX” (Miquelin, 1992, p. 48) e estabeleceu um novo modelo de espaço para internação de enfermos adotado na implantação de hospitais durante muitos anos. Esse modelo pavilhonar tornou-se uma referência para a arquitetura hospitalar até as primeiras décadas do século XX (Costeira, 2014). Ele também deu origem ao hospital moderno que “foi considerado espaço ideal para provimento de serviços gerais de saúde à população [...] A especialização da medicina dividiu as doenças em diferentes categorias, e separou os enfermos de acordo com esta classificação” (Antunes, 1989, p. 228).

O hospital tecnológico tem suas origens remontando ao final do século XIX e início do século XX, com o declínio do hospital pavilhonar e ascensão do hospital monobloco vertical, possibilitado pela maior compreensão das formas de transmissão das doenças evidenciadas pelas teorias bacterianas. Esse modelo hospitalar foi condicionado pelo crescimento acelerado das cidades, forte elevação no valor da terra urbana, construção em terrenos menores e eliminação de longas circulações horizontais (típicas no hospital pavilhonar) (Toledo, 2008).

Costeira complementa que,

A partir daí, até o século XX, as instituições hospitalares sofreram grande incorporação de tecnologia em seus espaços, exigindo no seu planejamento uma acuidade cada vez maior, com instalações, infraestrutura predial sofisticada e, a sempre crescente preocupação em setorizar espaços, separar pacientes com diversas patologias e estabelecer um rígido controle de fluxos e circulações para o desenvolvimento das atividades médicas. [...] O modelo de hospital monobloco pode ser visto como um símbolo do triunfo da medicina, pois sua forma enérgica remete aos avanços da pesquisa médica. Esta tipologia modela diversas estruturas hospitalares do século XX e evolui para uma conformação de justaposição de blocos posicionados sobre uma base maior, composta de pavimentos técnicos (Costeira, 2014, p. 59).

O hospital tecnológico tem a tecnologia incorporada tanto nos procedimentos como no próprio edifício hospitalar, desde a utilização de equipamentos, materiais, infraestrutura predial e processos construtivos de ponta. “A compactação e a verticalização do edifício hospitalar permitiram uma maior racionalização das redes de infraestrutura, reduzindo a extensão das tubulações e, conseqüentemente, os custos de implantação e manutenção” (Toledo, 2008, p. 99). Toledo ainda reflete que nas práticas médicas esses hospitais “se caracterizavam pelo uso intensivo de equipamentos de apoio ao diagnóstico e ao tratamento que demandavam a presença, cada vez maior, de especialistas em detrimento da presença do médico generalista” (Toledo, 2008, p. 102).

Desde o século XIX, as unidades de apoio ao diagnóstico, por exemplo, “[...] vem crescendo de forma acelerada para atender à incorporação das novas tecnologias de diagnóstico por imagem, métodos gráficos e laboratoriais” (Toledo, 2008, p. 105). Surgem novos setores como, por exemplo, a UTI (Unidade de Tratamento Intensivo) e aumenta também a complexidade da configuração espacial de setores já existentes para atender as novas formas de tratamento.

REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E AS CINCO ONDAS DE SAÚDE

1105

O desenvolvimento tecnológico da saúde teve seu ponto de inflexão marcado pela revolução industrial, quando surgiram novas tecnologias em todas as áreas do conhecimento. Nesse período, os avanços científicos possibilitaram o advento de máquinas e equipamentos que reduziram ou substituíram a necessidade de força física humana (Oliveira, 2014).

Conforme Schwab (2016, p. 15), “em nossa história, as revoluções têm ocorrido quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos”. Nos últimos 250 anos, quatro revoluções industriais mudaram o mundo e transformaram a sociedade (Schwab; Davis, 2018), provocando também melhorias na saúde. Cada fase de melhoria pode ser conceituada metaforicamente como uma “onda de saúde”, sendo 5 no total, conforme sugerido por Hanlon *et al.* (2011) e adotado nesta pesquisa.

A Primeira Revolução Industrial, ou Indústria 1.0, começou no século XVIII, mais precisamente em 1760, na Inglaterra, com a construção de ferrovias e a invenção da máquina a

vapor para ser utilizada nas produções têxteis. Essa revolução caracterizou uma grande mudança no cenário industrial. A produção, até então artesanal, passou a ser alocada em galpões, com turnos de trabalho extremamente exaustivos. Com isso, surgem as primeiras indústrias substituindo as manufaturas, dando início à produção mecânica em série, gerando um novo modelo econômico que permitiu que a produção aumentasse consideravelmente (Almeida, 2019; Schwab, 2016; Stevan Jr; Leme; Santos, 2018).

No contexto da saúde, a primeira onda (1830-1900) de esforços estava em responder às profundas demandas sociais causadas pela revolução industrial: superlotação, falta de água potável ou saneamento básico, má nutrição, ambiente degradado, altos níveis de consumo de álcool e criminalidade. Grandes obras públicas estiveram associadas a este período, além do provimento de melhorias nas condições de moradia, vida e trabalho. “A nova infraestrutura de saúde pública, portanto, cresceu em torno de novas estruturas de governança: o desenvolvimento de autoridades municipais, serviços de emergência embrionários e um setor emergente de voluntariado e caridade” (Hanlon *et al.*, 2011, p. 31). Além disso, inicia-se a aplicação precoce da ciência e os questionamentos e a desconstrução da Teoria dos Miasmas.

A Segunda Revolução Industrial, ou Indústria 2.0, iniciou na segunda metade do século XIX (1870) e foi caracterizada pelo advento da eletricidade e da linha de montagem, possibilitando a produção em massa. As indústrias química, elétrica, petroleira e de aço evoluíram significativamente. A produção em massa desenvolveu o conceito de produção em escala, reduzindo custos e popularizando os produtos que passaram a ser acessíveis para a classe trabalhadora (Almeida, 2019; Schwab, 2016; Stevan Jr; Leme; Santos, 2018).

A segunda onda de saúde (1890-1950) viu o surgimento da medicina como ciência e dos serviços de emergência modernos. Os avanços no conhecimento científico sugeriram novas abordagens. A Teoria dos Miasmas, por exemplo, já havia sido desconstruída e o entendimento de que doenças eram transmitidas por germes passou a ser adotada (Hanlon *et al.*, 2011).

Após esse período chega-se a era da automação. A Terceira Revolução Industrial, ou Indústria 3.0, também ficou conhecida como revolução digital ou do computador. Teve seu início em meados do século XX (1969), impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação e da internet. Houve um significativo aumento na capacidade de armazenamento, processamento e transmissão digital, permitindo processos mais rápidos,

flexíveis e eficientes para produzir com alta qualidade e custos reduzidos (Schwab, 2016; Schwab; Davis, 2018; Stevan Jr; Leme; Santos, 2018) “O impacto disso foram a elevação da qualidade dos produtos, o aumento da produção, a gestão dos custos e a elevação da segurança da produção” (Almeida, 2019, p. 23).

A terceira onda de saúde (1940-1980) envolveu o redesenho das instituições sociais dando origem ao estado de bem-estar. Foram estabelecidos os serviços de saúde, segurança social, habitação social e educação universal, acerca de um entendimento de que a saúde era resultado das condições da vida cotidiana. A quarta onda de saúde (1960-2000) veio em seguida, reforçando os resultados das três predecessoras. “No cerne das três primeiras ondas estava a ideia de que moradia, educação e saúde melhoradas, distribuídas de forma justa por um governo justo, ajudariam a curar os males da sociedade” (Hanlon *et al.*, 2011, p. 31). No entanto, a saúde pública enfrentou desafios complexos devido à transição para a sociedade pós-industrial. Esforços foram despendidos para combater fatores de risco de doenças: questões como dieta, exercícios, tabaco, álcool e consumo de drogas ilícitas. Surge também o pensamento sistêmico influenciando as práticas de saúde (Hanlon *et al.*, 2011).

O século XXI é marcado pela Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, que surgiu em 2011 durante a Feira de Hannover na Alemanha para descrever o desenvolvimento de alta tecnologia associada à manufatura do país (Schwab, 2016). Inicialmente tratava-se de um programa institucional de atualização tecnológica, “com o objetivo de aumentar a competitividade da indústria alemã e modernizar a já desenvolvida indústria local” (Almeida, 2019, p. 23), no entanto, a Indústria 4.0 se expandiu e se consolidou como “um sistema de produção com máquinas e equipamentos inteligentes e integrados para gerar maior eficiência, desempenho, conforto e segurança” (Stevan Jr; Leme; Santos, 2018, p. 139).

Schwab estabelece três razões que sustentam a ocorrência desta quarta – e distinta – revolução:

Velocidade: ao contrário das revoluções industriais anteriores, esta evolui em um ritmo exponencial e não linear. Esse é o resultado do mundo multifacetado e profundamente interconectado em que vivemos; além disso, as novas tecnologias geram outras mais novas e cada vez mais qualificadas.

Amplitude e profundidade: ela tem a revolução digital como base e combina várias tecnologias, levando a mudanças de paradigma sem

precedentes da economia, dos negócios, da sociedade e dos indivíduos. A revolução não está modificando apenas o “o que” e o “como” fazemos as coisas, mas também “quem” somos.

Impacto sistêmico: ela envolve a transformação de sistemas inteiros entre países e dentro deles, em empresas, indústrias e em toda sociedade (Schwab, 2016, p. 12-13).

Schwab ainda complementa que a Quarta Revolução Industrial:

[...] não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos (Schwab, 2016, p. 16).

Ainda em estágio inicial, essa revolução promete transformar a sociedade, remodelando o futuro e o modo como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos (Schwab; Davis, 2018). O grande desafio, no entanto, “[...] é otimizar a convergência das tecnologias para melhorar a produtividade, a qualidade dos produtos, barateá-los, além de produzir de forma sustentável e sem desperdícios” (Stevan Jr; Leme; Santos, 2018, p. 34).

A quinta onda de saúde surge como uma resposta às necessidades contemporâneas, com base em ideias emergentes na ciência e na sociedade. A saúde pública está diante de sistemas adaptativos complexos que são imprevisivelmente sensíveis às pequenas mudanças. A medicina preventiva passa a integrar todo o ecossistema e o foco volta-se para o bem-estar, equilíbrio e integração (Hanlon *et al.*, 2011).

Em uma perspectiva histórica, saímos de uma sociedade industrial, no fim do século XIX, focada no acesso aos bens produzidos, para uma sociedade pós-industrial do século XX, focada no acesso a serviços prestados. Atualmente, no século XXI, estamos na sociedade da informação, pautada no acesso às informações geradas (Macedo; Martins; Tourinho, 2022). A Figura 1 apresenta uma síntese das principais transformações possibilitadas pelas revoluções industriais e fornece um resumo das cinco ondas de saúde.

Figura 1 - Revoluções industriais e as cinco ondas de saúde.



Fonte: Adaptado de Stevan Jr, Leme e Santos (2018) e Hanlon *et al.* (2011).

Alguns autores contextualizam o cenário atual em que se encontra a sociedade. Schwab (2016, p. 12) reflete que “há uma mudança de paradigma em curso no modo como trabalhamos e nos comunicamos, bem como nas maneiras de nos expressarmos, nos informarmos e nos divertirmos”. Czymmerck (2020, p. 7) usa a palavra disruptivo “para descrever a intensidade do impacto que tais mudanças produzirão nas sociedades, significando tecnologias e potenciais inovadores, perfeitamente capazes de promover rupturas com procedimentos bem estabelecidos na atualidade”. Schwab e Davis ainda complementam que as tecnologias emergentes “transformarão, ao longo do tempo, todos os sistemas que hoje aceitamos como

certos – desde o modo como produzimos e transportamos bens e serviços até a forma como nos comunicamos, colaboramos e desfrutamos do mundo que nos rodeia” (Schwab; Davis, 2018, p. 22).

Também está em andamento a reformulação de governos e instituições. Os sistemas de educação, saúde, transporte, por exemplo, estão se transformando. O setor de saúde, especificamente, vê o desafio de incorporar avanços simultâneos em tecnologias físicas, digitais e biológicas (Schwab, 2016).

Nessa perspectiva, a adaptação dos princípios da Indústria 4.0 para o setor de saúde criou o que é hoje conhecido como Saúde 4.0. O termo originou-se a partir da Quarta Revolução Industrial, no entanto, os estágios de Saúde 1.0, 2.0 e 3.0 evoluíram de forma diferente dos sistemas industriais (Al-Jaroodi; Mohamed; Abukhousa, 2020), como veremos a seguir.

TRANSIÇÃO DA SAÚDE 1.0 PARA A SAÚDE 4.0

O século XX foi responsável por mudanças profundas na concepção do edifício hospitalar, impulsionadas pelos avanços da própria medicina, especialmente a partir da década de 1950, quando os tratamentos se tornaram mais sofisticados, com o surgimento de tecnologias avançadas e equipamentos de reanimação, fazendo com que os pacientes passassem a recorrer com mais frequência aos hospitais. Essa transformação engloba a descoberta de novos medicamentos, a evolução das cirurgias, exames de imagem e análises clínicas, entre outros aspectos (Fabiani, 2019).

A década de 1950 foi marcada por reviravoltas na história da medicina (Fabiani, 2019) e é neste contexto histórico que se insere a transição dos sistemas de saúde. Percebe-se na literatura a inexistência de um consenso entre os autores acerca dos períodos em que ocorrem os quatro estágios de evolução da saúde. No entanto, alguns estudos apresentam com mais propriedade os conceitos que levaram a essa evolução, datando períodos prováveis para estes eventos.

Entre 1970 e 1990 tem-se o surgimento dos sistemas modulares de Tecnologia da Informação (TI), período chamado de Saúde 1.0 (Chanchaichujit *et al.*, 2019). Os esforços eram preliminares e os recursos limitados (Kumari *et al.*, 2018, p. 2), no entanto, sua ênfase esteve

“no aumento da eficiência dos serviços e na minimização da burocracia” (Gupta; Singh, 2022, p. 5).

A característica desse estágio é a interação médico-paciente. O paciente visita à clínica e encontra o médico (ou equipe assistencial), que realiza consultas, exames e diagnósticos com o uso mínimo de tecnologias, prescrevendo medicamentos, planos de cuidados para o tratamento da doença e planos de acompanhamento (Li; Carayon, 2021; Sony; Antony; Mcdermott, 2022). Também é reconhecida pela primeira vez a importância dos registros médicos do paciente (ainda em papel) (Ahmad *et al.*, 2022).

A Saúde 1.0 possuía muitos inconvenientes e estava longe de ser um sistema ideal, devido a aspectos como: o alto custo de tratamento, a falta de especialistas qualificados, as informações ilegíveis e dispersas. Entretanto, contribuiu significativamente para o desenvolvimento geral da infraestrutura de saúde (Ahmad *et al.*, 2022).

Ao longo da década de 1990, a maioria dos sistemas de TI começaram a operar em rede e os registros de saúde começaram a integrar imagens clínicas que ampliaram as perspectivas médicas, dando início à Saúde 2.0 (Chanchaichujit *et al.*, 2019). O objetivo desse estágio foi “aumentar a eficiência e a troca de dados. O compartilhamento de informações foi centrado não apenas dentro de uma instituição, mas também dentro de um grupo de organizações de saúde relacionadas” (Gupta; Singh, 2022, p. 5). Além disso, os pacientes poderiam participar ativamente do sistema, recebendo qualquer informação. “A prestação de serviços médicos ocorre sob demanda. Ou seja, o tratamento é uma reação aos desejos do paciente” (Ahmad *et al.*, 2022, p. 5).

Esse estágio ficou caracterizado pelo desenvolvimento tecnológico utilizado para diagnóstico, tratamento e monitoramento. Equipamentos de imagem (tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultrassom, etc.), dispositivos de monitoramento (oxímetro de pulso, linhas arteriais, etc.) e equipamentos cirúrgicos e de suporte à vida (robôs cirúrgicos, microscópios, tubos torácicos, ventiladores, etc.) são cada vez mais incorporados aos sistemas de saúde (Li; Carayon, 2021; Sony; Antony; Mcdermott, 2022).

A partir do ano 2000 ocorre o desenvolvimento da genômica e a criação dos dispositivos vestíveis e implantáveis. “A integração de todos os dados resultantes, juntamente com os registros eletrônicos de pacientes em rede” (Chanchaichujit *et al.*, 2019, p. 9) marca o início da

Saúde 3.0, “um paradigma em que Saúde 1.0 e Saúde 2.0 são conceitos válidos, mas incompletos” (Ahmad *et al.*, 2022, p. 8).

Esse sistema tenta integrar três importantes dimensões da saúde: qualidade, preço e experiência do paciente, criando um modelo centrado nos serviços prestados (Ahmad *et al.*, 2022). “A principal ideologia [...] é reduzir a carga administrativa, aumentar a interação entre o paciente e o médico por meio de dispositivos móveis e instrumentos virtuais, aproveitando ao máximo a experiência e as capacidades dos médicos” (Ahmad *et al.*, 2022, p. 8). “A Saúde 3.0 enfatizou cuidados proativos e pode garantir tratamento preventivo antes do início de uma doença ou sintomas de doença” (Gupta; Singh, 2022, p. 5).

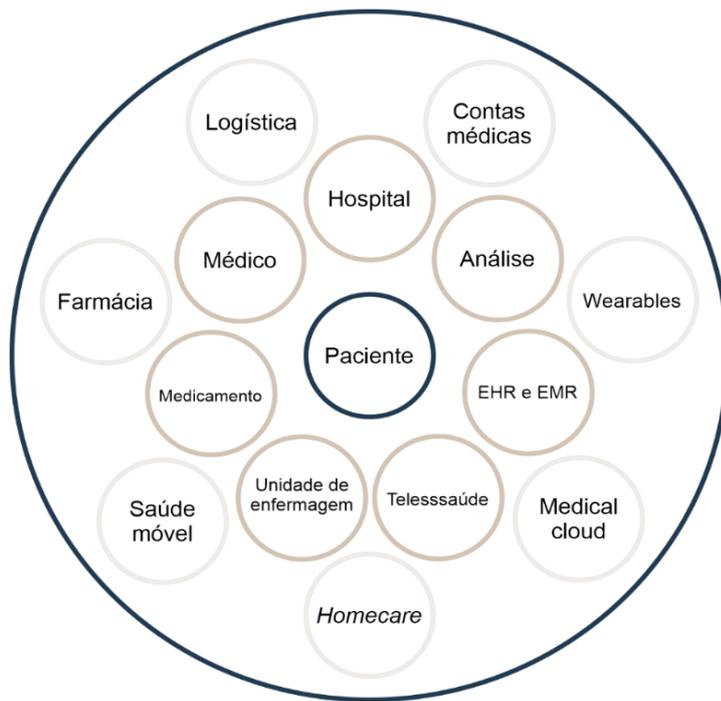
O desenvolvimento dos sistemas de informação e de processamento de dados, associados aos Registros Eletrônicos de Saúde (EHR) ou Registros Médicos Eletrônicos (EMR) foi uma das principais características. Nesta fase todo o sistema de saúde foi digitalizado com registros sendo realizados, gerenciados e transmitidos por meios eletrônicos (Sony; Antony; Mcdermott, 2022). Tornou-se possível a telessaúde, substituindo alguns encontros presenciais e otimizando o atendimento (Li; Carayon, 2021).

O atual estágio de evolução é a Saúde 4.0, que remonta a 2015, com a intenção de aplicar os princípios da Indústria 4.0 nos sistemas de saúde. Trata-se também de um estágio que evolui a partir dos três anteriores, absorvendo aspectos tecnológicos positivos. A principal característica é a inteligência integrando tecnologias atuais e futuras, com foco no uso de tecnologias de ponta, que possibilitam a prestação de cuidados interconectados e uma abordagem efetivamente centrada no paciente (Ahmad *et al.*, 2022; Gupta; Singh, 2022; Sony; Antony; Mcdermott, 2022).

A Saúde 4.0 implica na organização de uma nova estrutura para além do modelo tradicional existente (Ahmad *et al.*, 2022). Todas as informações da jornada do paciente precisam estar integradas e compartilhadas com segurança para possibilitar melhores práticas de prestação de cuidados, ou seja, as informações disponíveis em cada organização de saúde precisam ser acessíveis por todas as outras, mantendo um fluxo de informações entre todas as partes interessadas envolvidas (Li; Carayon, 2021). A Figura 2 exemplifica a interconectividade da Saúde 4.0, onde os pacientes são o centro de toda a rede assistencial. Conforme Li e Carayon

(2021, p. 176), “os pacientes devem ser a característica central do sistema de saúde inteligente e interconectado e apoiados por todos os outros elementos, interações e atividades do sistema”.

Figura 2 - Cuidados de saúde interconectados.



Fonte: Adaptado de Li e Carayon (2021).

Nesse sistema, ocorre uma conexão global entre organizações, instalações de saúde, equipamentos, dispositivos, bem como a casa e as comunidades dos pacientes. Todas as informações relacionadas ao paciente podem ser compartilhadas e as tecnologias associadas podem contribuir para tratamentos proativos, “previsão e prevenção de doenças, medicina personalizada e atendimento aprimorado centrado no paciente” (Li; Carayon, 2021, p. 173). O foco está na colaboração, coerência e convergência que deve tornar os cuidados à saúde personalizados, melhorar a qualidade e disponibilidades dos serviços através do uso de tecnologia, virtualizar a atenção a saúde ou o atendimento e fornecer acesso remoto a todos os tipos de serviços (Ahmad *et al.*, 2022; Chanchaichujit *et al.*, 2019).

A partir dessa perspectiva conceitual, apresenta-se no Quadro 1 uma síntese das características de cada um dos quatro estágios de evolução da saúde.

Quadro 1 - Características dos estágios de evolução da saúde.

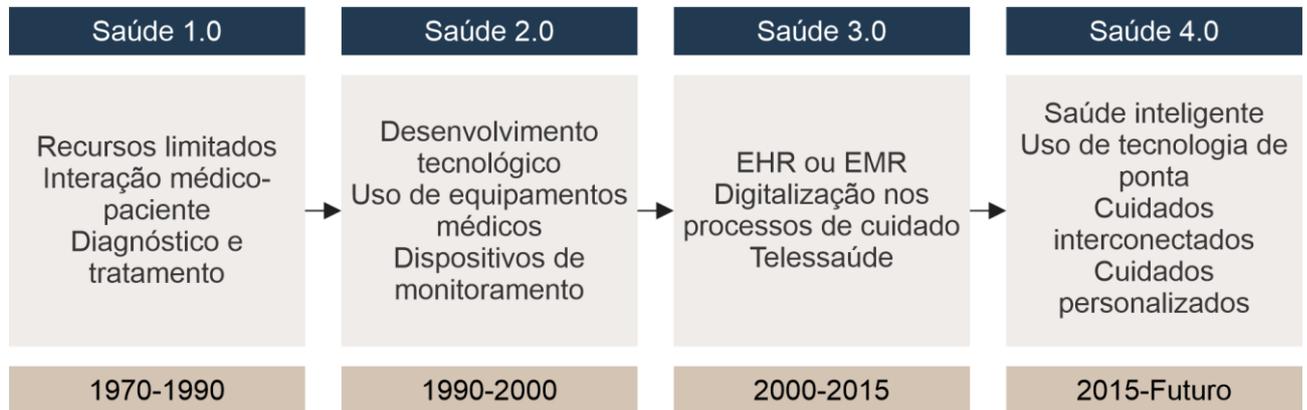
	Saúde 1.0	Saúde 2.0	Saúde 3.0	Saúde 4.0
Principal objetivo	Melhorar a eficiência e reduzir papéis	Melhoria dos dados compartilhados e produtividade	Fornecer soluções centradas no paciente	Fornecer rastreamento em tempo real e soluções como resposta
Foco	Automação simples	Conectividade com outras organizações	Interatividade com pacientes	Monitoramento integrado em tempo real, diagnósticos com suporte a IA
Compartilhamento de informações	Dentro de uma organização	Dentro de um grupo de provedores de saúde	Dentro de um país	Cadeia global de suprimentos de saúde
Principais tecnologias usadas	Sistema de gerenciamento de informações laboratoriais e sistemas administrativos	EDI e computação em nuvem com mensagens HL7 para intercâmbio de dados	Registros Eletrônicos Médicos, <i>big data</i> , dispositivos vestíveis e sistemas de otimização	IoT, <i>blockchain</i> , IA, <i>data analytics</i>
Limitações	Sistemas autônomos com funcionalidade limitada	Compartilhamento de informações críticas sem interação com pacientes	Diferentes padrões utilizados dentro da comunidade com interoperabilidade limitada	Tecnologias novas e não testadas com preocupações sobre privacidade de dados

Fonte: Adaptado de Chanchaichujit *et al.* (2019).

Ao longo desse processo de evolução da saúde, percebe-se a transformação na prestação de cuidados de saúde, que passou de uma simples medicação para um tratamento de doenças mais complexo e inteligente. O atendimento ao paciente passa a ser realizado por uma equipe assistencial completa e múltiplas organizações de saúde. Além disso, uma gigantesca quantidade de dados com dimensões, qualidade, formatos e características, fornece suporte assistencial apoiado por soluções de IA (Li; Carayon, 2021).

Na Figura 3 é representado esquematicamente a transição da Saúde 1.0 para a Saúde 4.0.

Figura 3 - Transição da Saúde 1.0 para a Saúde 4.0.



Fonte: Adaptado de Li e Carayon (2021); Sony, Gupta e Singh (2022).

O avanço do conhecimento médico e da tecnologia desenvolveu toda a cadeia. No entanto, nem todos os sistemas de saúde globais estão no estágio 4.0. Muitos ainda se encontram nos estágios de Saúde 2.0 e 3.0 ou em processo de transição de um para o outro. Muitos fatores estão envolvidos na implementação da Saúde 4.0 e as características de cada país, região e organização influenciam diretamente nesse processo. Enquanto algumas instituições despontam tecnologicamente com o que há de mais avançado no mundo em termos tecnológicos, outras ainda estão vivenciando em seus cotidianos o modelo tradicional de saúde, o que é muito perceptível no contexto brasileiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender o processo de transformação da saúde e dos hospitais sob um olhar histórico é fundamental para entender o presente e moldar o futuro. O estudo propôs descrever esse processo dando enfoque para as evoluções ocorridas a partir das revoluções industriais e a transição da Saúde 1.0 para a Saúde 4.0. Com isso, lições valiosas podem ser extraídas, contribuindo para o aprimoramento constante do setor.

O século XVIII foi decisivo na história. Jacques Tenon, Louis Pasteur e Florence Nightingale foram apenas três, entre as várias figuras importantes que alteraram o curso do desenvolvimento da ciência, da saúde e dos hospitais. Os modelos de hospital pavilhonar e

monobloco são empregados até os dias atuais, evidentemente, evoluídos devido às técnicas projetuais e construtivas.

As revoluções industriais desafiaram a saúde devido às profundas demandas sociais. Entretanto, o desenvolvimento tecnológico por elas impulsionado foi fundamental para o aprimoramento contínuo das instituições e pela prestação de cuidados de saúde cada vez mais centrados no paciente e voltados para uma medicina preventiva. Chega-se aos dias atuais com a Quarta Revolução Industrial em pleno desenvolvimento, influenciando a Saúde 4.0 que tende a ser muito promissora para os próximos anos, trazendo inúmeras contribuições e benefícios para o setor.

As edificações hospitalares passaram ao longo dos séculos por uma evolução, tanto arquitetônica, quanto assistencial, remodelando a estrutura de separação e exclusão para uma estrutura de diagnóstico e cura. Chega-se ao século XXI como um edifício complexo abrigando múltiplas especialidades médicas e alta tecnologia, tendo como preocupação central a recuperação da saúde das pessoas, pautando-se em uma arquitetura humanizada, sensível e centrada no ser humano (Badalotti; Barbisan, 2015). A própria saúde vem mudando nos últimos anos, estando mais voltada para os processos de prevenção do que propriamente a cura. Essa tendência desmistifica a ideia dos hospitais como “máquinas de curar”, tornando-os espaços promotores de qualidade de vida.

AGRADECIMENTOS

Estudo realizado com o apoio do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina mantido pelo Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior (UNIEDU/FUMDES Pós-graduação).

REFERÊNCIAS

AHMAD, K. A. B. *et al.* Emerging trends and evolutions for smart city healthcare systems. **Sustainable Cities and Society**, v. 80, maio 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103695>. Acesso em: 28 abr. 2023.

AL-JAROUDI, J.; MOHAMED, N.; ABUKHOUSA, E. Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. **IEEE Access**, v. 8, p. 211189–211210, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038858>. Acesso em: 2 abr. 2023.

ALMEIDA, P. S. **Indústria 4.0: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial**. São Paulo: Érica, 2019.

ANTUNES, J. L. F. Por Uma Geografia Hospitalar. **Tempo Social**, v. 1, n. 1, p. 227-234, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1590/ts.viii.83349>. Acesso em: 21 maio 2023.

BADALOTTI, C. M.; BARBISAN, A. O. Uma breve história do edifício hospitalar – da antiguidade ao hospital tecnológico. **Tecnológica**, v. 3, n. 2, p. 346-358, set. 2015. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/100>. Acesso em: 21 maio 2023.

CHANCHAICHUJIT, J. *et al.* **Healthcare 4.0: next generation processes with the latest technologies**. Singapore: Palgrave Pivot, 2019.

COSTEIRA, E. M. A. Arquitetura hospitalar: história, evolução e novas visões. **SUSTINERE**, v. 2, n. 2, p. 57-64, 2014. DOI: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2014.14127>. Acesso em: 21 maio 2023.

CZYMMERCK, A. Apresentação. In: **CADERNOS ADENAUER XXI. A quarta revolução industrial: inovações, desafios e oportunidades**. n. 1. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, abr. 2020, p. 7-8.

FABIANI, J. N. **A fabulosa história do hospital: da idade média aos dias de hoje**. Tradução: Lavínia Fávero. 1. ed. Porto Alegre: L&PM, 2019.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.

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

GÓES, R. **Manual prático de arquitetura hospitalar**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

GUPTA, A.; SINGH, A. Healthcare 4.0: recent advancements and futuristic research directions. **Wireless Personal Communications**, v. 129, p. 933-952, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-022-10164-8>. Acesso em: 2 abr. 2023.

HANLON, P. *et al.* Making the case for a “fifth wave” in public Health. **Public Health**, v. 125, n. 1, p. 30-36, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2010.09.004>. Acesso em: 10 mar. 2023.

KUMARI, A. *et al.* Fog computing for Healthcare 4.0 environment: Opportunities and challenges. **Computers & Electrical Engineering**, v. 72, p. 1-13, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.08.015>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LI, J.; CARAYON, P. Health Care 4.0: A vision for smart and connected health care. **IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering**, v. 11, n. 3, p. 171-180, fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/24725579.2021.1884627>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LISBOA, T. C. **História dos hospitais**. São Paulo: IPH, 2021.

MACEDO, D. D. J.; MARTINS, P. R.; TOURINHO, F. S. V. A evolução no desenvolvimento de Tecnologias e a Saúde 4.0: disrupção do novo. In: TOURINHO, F. S. V. (org.). **Desenvolvimento de tecnologias em pesquisa e saúde: da teoria à prática**. [S.l.]: Editora

Científica Digital, 2022, cap. 1. DOI: <https://dx.doi.org/10.37885/220408586>. Acesso em: 2 abr. 2023.

MIQUELIN, L. C. **Anatomia dos edifícios hospitalares**. São Paulo: CEDAS, 1992.

OLIVEIRA, E. F. S. **Inovação tecnológica em saúde uma visão nas últimas duas décadas**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, K; DAVIS, N. **Aplicando a quarta revolução industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2018.

SONY, M.; ANTONY, J.; MCDERMOTT, O. The impact of healthcare 4.0 on the healthcare service quality: a systematic literature review. **Hospital Topics**, p. 1-17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/00185868.2022.2048220>. Acesso em: 2 abr. 2023.

STEVAN JR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações**. São Paulo: Érica, 2018.

TOLEDO, L. C. M. **Feitos para cuidar: a arquitetura como um gesto médico e a humanização do edifício hospitalar**. 2008. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.