



O HOSPITAL 4.0: A COMPUTAÇÃO MÓVEL E COMPUTAÇÃO NAS NUVENS PARA A REDUÇÃO DO TEMPO DE LIBERAÇÃO DE LEITOS

LUCIANA PAULA REIS - lucianapaula@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

GILDA APARECIDA DE ASSIS - gildaass@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

JUNE MARQUES FERNANDES - june@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

SERGIO EVANGELISTA SILVA - sergio.silva@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

FERNANDO BERNARDES DE OLIVEIRA - fboliveira@ufop.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ÁREA: 6. ENGENHARIA ORGANIZACIONAL
SUBÁREA: 6.4 - GESTÃO DA INFORMAÇÃO

RESUMO: A INEFICIÊNCIA NA GESTÃO DE LEITOS GERA PROBLEMAS COMO A PERDA DE INFORMAÇÕES, PERDA DE DOCUMENTOS, FALTA DE VAGAS, A FALSA SENSÇÃO DE SUPERLOTAÇÃO, A LENTIDÃO NA OFERTA DE LEITOS, DENTRE OUTROS ASPECTOS NEGATIVOS. DESSE MODO, É PREMENTE A MELHORIA DA GESTÃO DE LEITOS PARA AUMENTO DA CAPACIDADE DE HOSPITAIS E PARA A MELHORIA DO ATENDIMENTO DE PACIENTES. COM O INTUITO DE IMPLEMENTAR MELHORIAS NA GESTÃO DESSE PROCESSO, A PRESENTE PESQUISA TEM COMO OBJETIVO PROPOR UMA ALTERNATIVA PARA A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS NO PROCESSO DE LIBERAÇÃO DE LEITOS EM UM HOSPITAL BRASILEIRO A PARTIR DO USO DA COMPUTAÇÃO MÓVEL E EM NUVEM E DO LEAN HEALTHCARE. UM ESTUDO DE CASO FOI CONDUZIDO EM UM HOSPITAL REGIONAL ONDE FOI MAPEADO O FLUXO ATUAL E FOI ELABORADO UM FLUXO FUTURO COM A INCORPORAÇÃO DE UM APLICATIVO UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE QR CODE, COMPUTAÇÃO MÓVEL E EM NUVEM. O APLICATIVO FOI VALIDADO COM A COLABORAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE LIBERAÇÃO DE LEITOS. APÓS VÁRIOS CICLOS DE REVISÃO DAS FUNCIONALIDADES E AJUSTES, UM TESTE FOI REALIZADO PARA AVALIAR O DESEMPENHO DO APLICATIVO EM CONDIÇÃO DE USO REAL. OS RESULTADOS PRELIMINARES SUGEREM QUE O APLICATIVO PODE SER INCORPORADO À PRÁTICA DIÁRIA E TEM POTENCIAL PARA AGILIZAR O PROCESSO DE LIBERAÇÃO DE LEITOS.

PALAVRAS-CHAVES: LEAN HEALTHCARE; HOSPITAL 4.0; GESTÃO DE LEITOS.

1. INTRODUÇÃO

Os hospitais enfrentam diversas ineficiências de processo que causam superlotação e problemas de atendimento à população (CIASULLO *et al.*, 2024). Entre as ineficiências, destaca-se a falta de gerenciamento adequado no processo de gestão dos leitos que acarreta excessivos tempos de execução das tarefas. Este fato reduz a capacidade de atendimento dos hospitais e agrava a situação de saúde dos pacientes em espera, gerando desconfortos e insatisfações (REIS *et al.*, 2023).

A fim de desenvolver soluções para mitigar esses problemas, a transformação digital na saúde incorpora as inovações tecnológicas (ASLAM *et al.*, 2024) capazes de mitigar essas ineficiências. O investimento em tecnologias, como o QRCode, a computação móvel e a computação em nuvem, permite a disponibilidade e o acesso às informações independentemente da localização do usuário, em tempo real, com foco na tomada de decisão rápida, inteligente e cada vez mais precisa (CHINNASAMY *et al.*, 2023).

Além das tecnologias relacionadas à Saúde 4.0, tem-se a filosofia *lean healthcare*, que coloca em prática princípios básicos para a redução das ineficiências hospitalares. A sua abordagem é baseada em identificar e eliminar perdas nos processos, mantendo o foco principal em agregar qualidade e maximizar o valor para o cliente (FERNANDES, REIS, MANSK, 2023). Essa abordagem integrada às tecnologias da Indústria 4.0, não só pode aperfeiçoar o modo de gerenciar os hospitais, mas também influenciar positivamente em toda rede de fluxo de informações presente, tornando-a mais enxuta e ágil.

Assim, o objetivo do presente artigo é propor uma alternativa para a redução de desperdícios no processo de liberação de leitos em um hospital brasileiro, a partir do uso da computação móvel e em nuvem e do *lean healthcare*. Para isso, foi desenvolvido um aplicativo que permite a visualização de todos os leitos e a mudança de status desses leitos de maneira online e em tempo real. Desse modo, a presente pesquisa fornece uma contribuição para a implantação do conceito da Indústria 4.0 no ambiente de saúde, abrindo caminhos para a exploração da computação ubíqua/pervasiva.

O artigo encontra-se organizado como se segue. Na Seção 2 são apresentados o referencial teórico, os conceitos sobre Hospital 4.0, filosofia *lean healthcare* e os desperdícios na gestão dos leitos. A Seção 3 descreve a metodologia de pesquisa. A Seção 4 apresenta o caso prático. Na Seção 5 tem-se a conclusão, a validação do aplicativo e as perspectivas futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seção apresenta conceitos sobre Hospital 4.0 e a filosofia *lean healthcare* com os desperdícios na gestão dos leitos.

2.1 Hospital 4.0

A Indústria 4.0 é uma visão de indústria baseada em implantação de dispositivos inteligentes voltados para a melhoria contínua em termos de eficiência e eficácia das operações, numa interação entre máquinas e ser humano (VERMA, VENKATESAN, 2023). O uso de tecnologias pode trazer diversos benefícios para o sistema de saúde tanto para o paciente quanto para a organização de saúde (KOTZIAS et al., 2023).

O Hospital 4.0 compreende a integração das facetas entre Indústria 4.0 e Saúde. É um conceito estratégico para utilizar investimentos em inovações tecnológicas na área da saúde, procurando a prevenção de doenças, a garantia do bem-estar dos pacientes, atingir melhores resultados e reduzir a ineficiências de processo como tempo de espera excessivo e desperdícios. O principal objetivo é promover um ambiente hospitalar muito mais ágil, eficiente, seguro e de alta qualidade para quem presta e para quem recebe os serviços, como os pacientes (KUMARI et al, 2018; THUEMMLER, BAI, 2017).

A inclusão entre diversas tecnologias no Hospital 4.0 podem essencialmente mudar a forma de operar em hospitais e clínicas, promovendo uma solução prática para aquisição, processamento e análise de dados no interior da rede hospitalar. O QRCode, a computação móvel e a computação em nuvem possibilitam uma transformação dos serviços prestados ao paciente e uma personalização do cuidado em tempo real (CHINNASAMY et al., 2023). Essas tecnologias proporcionam pontualidade, flexibilidade, boa qualidade de serviço e aumento da produtividade (KUMARI et al, 2018; THUEMMLER; BAI, 2017).

2.2 *Lean healthcare* na gestão de leitos

O *lean healthcare* busca reconhecer os desperdícios dos processos de saúde, as atividades que não agregam valor e a forma como os mesmos podem ser eliminados ou reduzidos a partir da utilização de ferramentas de gestão (REIS et al., 2023; SANTOS et al., 2023). Existem oito resíduos em saúde enxuta, nomeadamente: defeitos, superprodução, espera, talentos não utilizados, transporte, estoque, movimento e excesso de processamento (FITRIA, CLAUDIA, IMRAN, 2019).

A partir disso, a metodologia *lean healthcare* promove um ciclo contínuo de melhoria para pacientes, prestadores de cuidados de saúde e pessoal de suporte. As ferramentas e princípios *lean* podem alterar a forma de trabalhar nas organizações, padronizando as tarefas, diminuindo a variabilidade das atividades e focando assim no valor para o cliente (SANTOS *et al.*, 2023).

No contexto de saúde, o hospital tem um papel representativo nos programas de saúde e bem-estar social, tendo como função atender a demanda integral de toda a comunidade. Por outro lado, os gargalos e as dificuldades relacionados aos processos de atendimento ao cliente, tornam tal proposta ineficiente e, conseqüentemente, mais demorada (ANAHP, 2016).

Entre os processos hospitalares, o processo de liberação dos leitos merece destaque por afetar diretamente a capacidade de atendimento da organização (REIS *et al.*, 2023). Falar da superlotação dos leitos introduz uma série de conflitos e tensões vivenciados sobre a equipe, ocasionando um longo tempo entre o atendimento inicial e a alta, reduzindo a qualidade do atendimento e, conseqüentemente, desafiando as necessidades dos pacientes (BITTENCOURT; HORTALE, 2009).

Devido à crescente demanda por internações nos hospitais, se faz necessária o uso de técnicas enxutas na área da saúde, a fim de implantar uma gestão que organize e padronize os processos de trabalho relacionados aos leitos, proporcionando bem-estar tanto para o paciente quanto para os funcionários (MENDES; BITTAR, 2014). Sendo assim, a gestão dos leitos hospitalares é uma ação fundamental e surge da necessidade de aplicar soluções e planejamentos que promovam uma boa organização, boa administração, otimização das atividades e redução do tempo ocioso do leito (DO NASCIMENTO, 2015).

Diante disso, fica evidente a necessidade de mudança na forma de atenção à saúde, alterando para um modelo focado no paciente, que possa refletir sobre novas propostas que gerariam valor para o mesmo. A implementação do Hospital 4.0 e do *lean healthcare* dentro do ambiente hospitalar traz uma nova proposta de atendimento, capaz de otimizar o esforço dos colaboradores, reduzindo o tempo e aumentando a qualidade dos serviços (MV, 2015).

O processo de liberação dos leitos é caracterizado por etapas, as quais possuem uma sequência de estados, sendo eles: leito livre, leito ocupado, leito com paciente em alta, leito aguardando higienização e leito livre novamente. A falta de gerenciamento adequado das etapas gera falhas nos processos internos e externos da instituição, uma vez que o leito fica ocioso e a espera dos futuros pacientes se torna maior (ANDREOSI, 2018).

O *lean* tem a capacidade de diminuir os desperdícios e auxiliar no desenvolvimento da qualidade, porém demanda tempo e depende dos recursos alocados, envolvendo a gestão do hospital e os profissionais de saúde. O quadro 1 retrata alguns exemplos da aplicação do *lean healthcare* na gestão de leitos hospitalares (LAPÃO, 2016).

QUADRO 1 – Exemplos de desperdícios atacados pelo *lean healthcare*

Exemplos de desperdícios em hospitais:		Sequência de princípios <i>Lean</i> que auxiliam na implementação da metodologia para reduzir os desperdícios:
Tempo de espera/atrasos	Espera para disponibilidade de leito, espera até a marcação da consulta, espera por cirurgias e exames, que com uma melhor organização e comunicação podem ser reduzidos. Esperas por médicos e suprimentos. Seattle Children's hospital reduziu o tempo entre cirurgias em 50%. Virginia Mason reporta redução em 85% no tempo de espera por resultados de exames.	1º) Valor: Fornecer o valor que o paciente deseja (Ex: redução do tempo de espera). 2º) Cadeia de Valor: Identificar o processo necessário de cada produto para que o valor chegue ao cliente final. Sequência de ações que identificam e eliminam passos que não agregam valor para o cliente (Ex: Excesso de etapas para liberar o leito, o que causa tempo ocioso). 3º) Fluxo: Alinhar as etapas em um fluxo contínuo, reduzindo os tempos de processamento, recebimento e stock dos produtos. Produção sob demanda (Ex: Otimizar e padronizar os fluxos do hospital). 4º) Pull : O cliente puxa o valor da empresa. Produzir aquilo que é necessário, no tempo certo, na quantidade certa e quando for necessário (Ex: Atender toda demanda do hospital, realizar as medicações e os exames corretos). 5º) Perfeição: Uma vez concebidos os princípios anteriores, repetir inúmeras vezes em busca da perfeição. Busca da melhoria contínua.
Excesso de produção	Produzir algo em excesso antecipadamente, como na duplicação de documentos, registros e misturas de remédios. ThedaCare reduziu em 25% os custos enquanto melhorou a satisfação do paciente em quase 100%.	
Inventário	Identificar e quantificar o custo associado ao investimento em mercadoria que está parada e que pode exceder o prazo de validade; e o custo associado à gestão do inventário. Controlar o consumo, o processo de encomenda, e o espaço necessário de armazém. Frequentemente se obtém reduções de 50 a 80%.	
Transporte desnecessário	Transportes de pacientes até de materiais e medicamentos. Transporte desnecessário intra-hospital. Transporte de exames laboratoriais. A redução no tempo e custos de transporte pode chegar aos 40%.	
Excesso de movimento	Procura de materiais, de informação. Atender diversos pacientes em alas diferentes. Este desperdício deve-se, sobretudo ao desenho incorreto dos processos de trabalho.	
Defeitos, ou erros de manuseamento	Inclui desde informação sobre os pacientes errada, até a incorreta "informação" sobre exames ou medicamentos, seja por falta de organização de processos ou de espaços deficientes, etc. Em média, intervenções <i>Lean</i> reduzem em 50-90% os defeitos e erros de manuseamento.	
Excesso de processamento	Relatórios clínicos incompletos, testes desnecessários, excesso de documentação/burocracia.	

Fonte: baseada em LAPÃO (2016) e LUZES (2013).

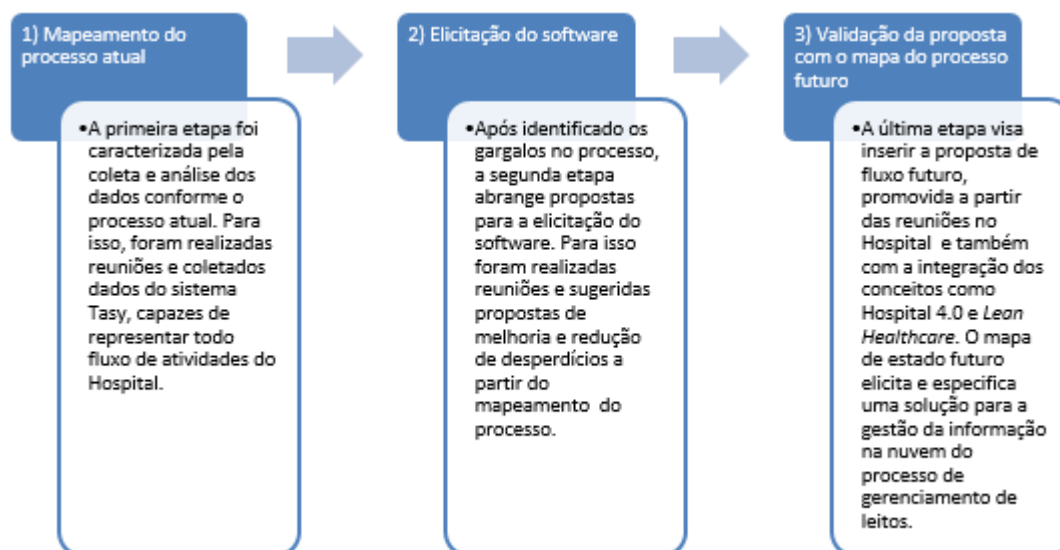
Assim, o *lean healthcare* associado aos desenvolvimentos tecnológicos, incluindo as

tecnologias da Indústria 4.0, propõe a inovação dos serviços e uma nova gestão qualificada.

3. METODOLOGIA

O presente artigo faz uso da metodologia aplicada, uma vez que a partir da identificação do problema, utilizaram-se bases teóricas e conhecimentos para a proposta de uma solução. Nesta metodologia, são realizadas três fases, sendo a primeira delas uma análise do processo de liberação de leitos da instituição estudada. A segunda fase refere-se ao desenvolvimento da aplicação e, por fim, a terceira fase é marcada pela validação do software e a definição do fluxo futuro. A Figura 1 exemplifica as fases que constituíram a presente pesquisa.

FIGURA 1 – Fases metodológicas do estudo.



Fonte: elaborado pelos autores.

A escolha da instituição se baseou pela importância do hospital para a sua região e por vivenciar a problemática estudada. O hospital em estudo é referência na microrregião do Médio-Piracicaba (Minas Gerais), absorvendo toda a demanda por atendimento da região, além de ser um importante ponto de atendimento para emergências de acidentados da BR 381, uma das rodovias mais perigosas do país com alto índice de acidente. A fim de melhorar e otimizar a qualidade dos serviços, se faz necessária uma boa eficiência locativa da forma de utilização dos recursos dentro do ambiente hospitalar.

Para o mapeamento atual do processo (Fase 1), os leitos foram identificados e caracterizados. O mapeamento descreveu questões regulamentares, normativas e legais acerca

do processo do ciclo de liberação de leitos; os espaços físicos do setor; os atores e seus papéis no contexto dessa atividade. Foram coletados dados de diferentes tipos de leitos e quartos do ambiente hospitalar, a fim de obter um controle de entrada e saída dos pacientes dos leitos, para melhorar o fluxo em que ocorre as etapas de liberação do leito para limpeza e nova internação consecutivamente. Para a coleta de dados, foram realizadas cinco reuniões com o setor de qualidade, enfermagem e o setor de tecnologia e informação, a fim de identificar o processo de liberação dos leitos do hospital em estudo. Dessas reuniões foram identificadas informações que poderiam agregar no processo e que seria funcionalidade para o aplicativo, como alocar o paciente no leito, possibilitar a mudança de status dos leitos e visualização instantânea para que o processo não seja contemplado por tempo ocioso, controlar e gerenciar as tarefas do processo. Essas funcionalidades foram desenvolvidas com o intuito de minimizar os desperdícios e otimizar todo o fluxo de informação. Foram coletados os *layouts* de todos os quartos do hospital e das áreas que oferecem serviços aos mesmos, disponibilizados pelo sistema de informação do hospital. Ressalta-se que esta pesquisa possui um caráter organizacional (dirigida ao processo de gestão de leitos), não sendo a priori dirigida à abordagem de indivíduos para a obtenção de dados.

Na segunda fase, os dados foram analisados e organizados de modo a gerar um documento que descrevesse em detalhe o atual funcionamento do processo de gerenciamento de informações relativo à gestão de leitos dentro do contexto hospitalar. Isso possibilitou o levantamento dos requisitos do software a partir de uma avaliação ao longo de todo o processo, verificando e examinando ideias para o modelo conceitual e protótipo do novo sistema. Os dados foram armazenados e sincronizados no *Google Firebase*, um banco de dados hospedado na nuvem. As tecnologias *React Native*, *Node JS* e *Expo* foram utilizadas no desenvolvimento do aplicativo. O aplicativo mostra em tempo real o status de todos os leitos e permite a mudança do status de forma remota e online a partir do nível de acesso que cada funcionário de acordo com sua função, contribuindo para redução dos desperdícios no hospital.

Por fim, na terceira fase, que ainda encontra-se em desenvolvimento, consiste em validar o aplicativo e padronizar o processo futuro. O aplicativo encontra-se em fase de teste para avaliar a adequação e identificar os pontos de melhoria. A partir daí, espera-se que a tecnologia desenvolvida seja incorporada ao processo para, então, validar o fluxo futuro.

4. ESTUDO DE CASO

A entidade em estudo na pesquisa é representada pelo leito hospitalar, que se trata de

uma espécie de cama adaptada ao hospital que fica destinada a receber pacientes com diferentes necessidades. Essa cama é equipada com vários equipamentos que auxiliam no tratamento e hospedagem daqueles que a utilizam.

O setor de gestão de leitos é o responsável por gerenciar todos os leitos disponíveis dentro do ambiente hospitalar. Os leitos estão dispostos nos diversos quartos, podendo ser individuais ou coletivos além dos quartos maternidade, e são utilizados por pacientes provenientes de convênio ou Sistema Único de Saúde (SUS). Ressalta-se que em leitos específicos são associados equipamentos que auxiliam no tratamento dos pacientes.

4.1 O processo de gestão de leitos

O Hospital atualmente gerencia os leitos a partir de um software Enterprise Resource Planning (ERP), o qual apresenta todos os leitos e seus respectivos status sendo eles: leito livre, leito ocupado por algum paciente com diferenciação de gênero e faixa etária, leito com paciente em alta, leito aguardando higienização, leito higienizando e leito livre novamente. O sistema é capaz de imprimir uma relação de cada andar do hospital, disponibilizando a quantidade de leitos em cada andar, qual a sua área específica e o status de cada um deles.

O fluxo de liberação dos leitos é iniciado a partir da alta concedida pelo médico ao paciente, o qual assina o documento “aviso de alta” e repassa para a equipe de enfermagem. A equipe de enfermagem se torna responsável em inserir a primeira alta no sistema, com o horário registrado pelo médico e, logo após, o paciente recebe o documento “sumário de alta” e é orientado até a saída do hospital. O paciente apresenta o documento à portaria de acesso externo e é liberado, a portaria fica responsável por inserir a segunda alta do paciente no sistema. O Serviço de Higienização e Limpeza (SHL) confere no sistema se algum leito de internação está “aguardando higienização”. Se sim, inicia a higienização virtualmente no sistema e logo após inicia-se fisicamente no leito. Após concluir, as camareiras são informadas que o leito está pronto para forragem e ao executar a ação, as mesmas encerram o status “aguardando higienização” no sistema, tornando-o livre para novas internações.

Dessa forma, pode-se identificar que as ações não são realizadas instantaneamente o que acarreta um grande desperdício de tempos e movimentos, uma vez que as pessoas precisam se deslocar até um servidor para atualizar o status do leito, o que pode acarretar demora e até mesmo esquecimento, em caso de lotação.

Outro ponto a ser trabalhado é a saída do paciente do hospital e o registro da segunda alta no sistema pela portaria externa. Esse é outro gargalo no fluxo que acontece devido ao

fato de que, muitas vezes, quando existe um grande fluxo de pessoas na portaria a alta não é registrada em tempo real, a mesma só é registrada quando o volume de pessoas na portaria diminui e o responsável fica menos atarefado. Esses gargalos geram uma falsa sensação de que o leito está ocupado quando deveria estar livre para internação. A Tabela 2 retrata os desperdícios na liberação dos leitos segundo o *lean healthcare*:

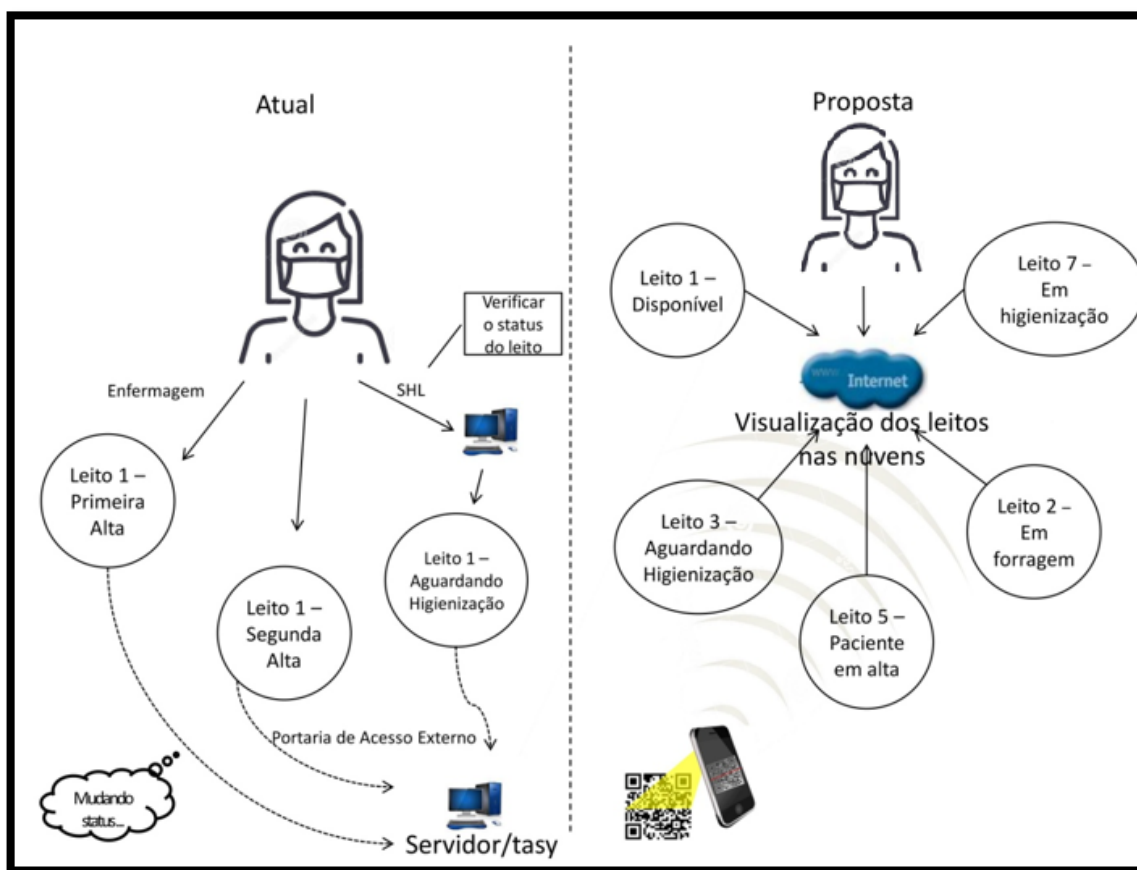
TABELA 2 – Desperdícios no hospital

Etapas do processo de liberação dos leitos	Desperdício
Registro da primeira alta no sistema Registro da segunda alta no sistema Liberação do paciente do leito Início da higienização do leito até a sua liberação.	Alto tempo de espera
SHL se desloca até o servidor para identificar qual leito está aguardando higienização e posteriormente começa a higienização Médico entrega a alta para enfermagem que se desloca até o servidor para lançar a mesma no sistema Enfermagem encaminha o documento de “aviso de alta” até o setor de internação.	Movimentação excessiva
Médico concede a alta documentada para a equipe de enfermagem lançar no sistema posteriormente/ A enfermagem recebe e encaminha documentos.	Excesso de produção

Fonte: elaborado pelos autores.

Como retratado na Tabela 2, o hospital presencia desperdícios de espera, movimentação excessiva e excesso de produção, como mencionado pela metodologia *lean healthcare*. Com o uso do QRCode, da computação móvel e computação na nuvem para a redução do tempo de liberação dos leitos, espera-se que a tomada de decisão seja mais rápida, devido ao aumento de informações instantâneas, mitigando os desperdícios de tempos e movimentos presentes no fluxo atual. Espera-se também que o sistema promova a melhoria contínua do processo. A navegação na nuvem irá gerir e mostrar o status referente a cada leito sem a necessidade de um servidor para tal, como é ilustrado na Figura 2.

FIGURA 2 – Fluxo atual e fluxo futuro.



Fonte: elaborado pelos autores.

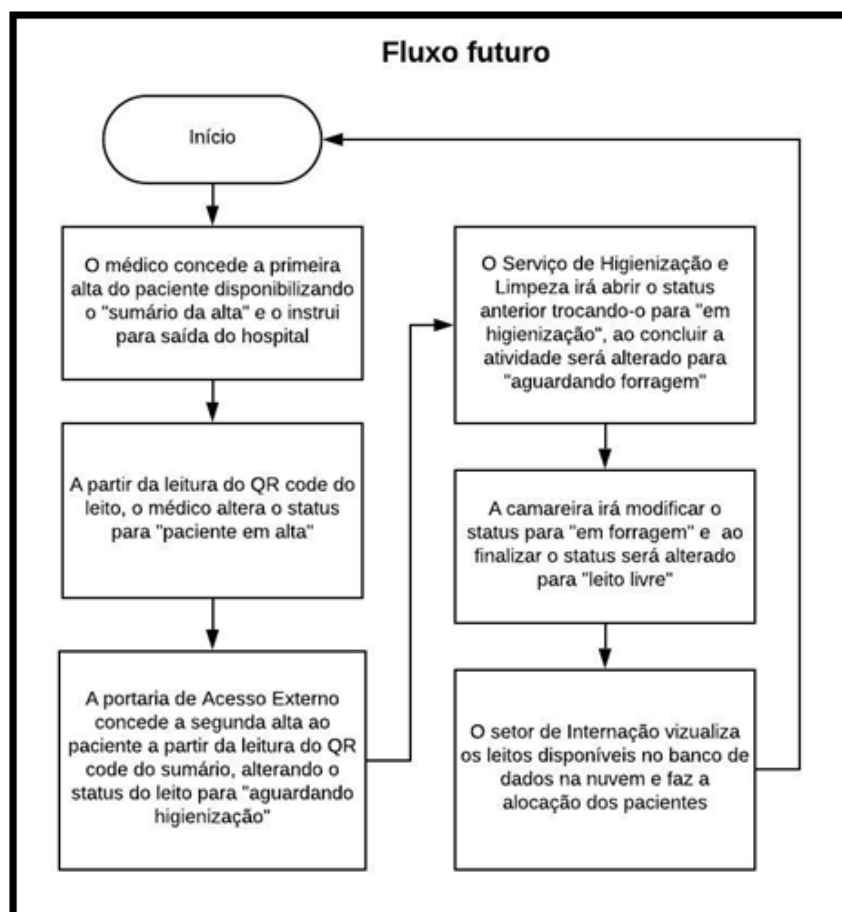
Como está representado na Figura 2, o fluxo futuro se torna muito mais dinâmico, sem a necessidade do médico preencher a alta em papel e passar para a enfermeira lançar no sistema, o que acarreta demora para liberar o leito. Além de diminuir a disponibilidade do leito, o servidor não apresenta a sua situação real durante todo tempo, a demora dos setores em atualizar o status causa um gargalo na execução, seja ela por lotação do hospital ou até pela demora para chegar ao servidor.

Com a nova proposta, as informações não ficam centralizadas em um servidor, integrando diversos setores do hospital, incluindo enfermeiros, médicos e limpeza. Os status de todos os leitos podem ser alterados e avaliados online, sem a necessidade de deslocamento. Isso representa um ganho na qualidade do serviço prestado pelo hospital, facilita a comunicação, a melhoria na organização e o monitoramento instantâneo do processo por todos os funcionários. A partir do momento em que o médico determina a alta, o SHL é rapidamente notificado pelo aplicativo, reduzindo o tempo de liberação do leito e das demais tarefas.

4.2 Fluxo futuro com a inserção do aplicativo

O fluxo futuro fará um link entre o conceito *lean* e a tecnologia da informação com o intuito de tornar o *setup* de liberação dos leitos mais eficiente e as mudanças de status próximas do tempo real. A figura 4 apresenta o fluxo futuro do processo.

FIGURA 4 – Fluxograma do fluxo futuro.



Fonte: elaborado pelos autores.

Com o intuito de deixar o processo mais enxuto e eliminar os movimentos desnecessários, o estudo propôs o gerenciamento do leito a partir do uso do QRCode, da computação móvel e na nuvem. Cada colaborador envolvido no processo de liberação dos leitos terá um nível de acesso de acordo com a função que o mesmo desempenha, capaz de atualizar o status ao finalizar tal atividade e disponibilizar o leito para próxima atividade.

Essa mudança de status pelo colaborador no momento em que ele termina a realização de sua atividade propõe a redução da ação da equipe de enfermagem nas movimentações entre os leitos e o posto de enfermagem para o lançamento das alterações de status no sistema.

Além de reduzir o deslocamento, reduz o tempo de alteração no sistema da mudança de status do leito. A atualização das mudanças de status geralmente é demorada uma vez que além dos deslocamentos, o responsável não lança instantaneamente no sistema, acumulando certa quantidade de prontuários.

Nota-se que houve mudanças que deixaram o fluxograma mais enxuto, visando otimizar o tempo para cada ação. O médico fica como novo responsável pela liberação do paciente e atualização do status no software para “paciente em alta”, substituindo a equipe de enfermagem. São reduzidos movimentos desnecessários para entrega de papéis, comunicação e atualização no sistema ERP, uma vez que a computação na nuvem disponibiliza um ambiente de maior integração e conectividade entre os membros, substituindo os servidores e data centers por um modelo remoto de atualização de status dos leitos.

Para atender todas as funcionalidades necessárias ao fluxo de liberação dos leitos, o aplicativo foi desenvolvido a partir dos relatos funcionários. Os relatos apresentaram os itens necessários para a implementação do aplicativo, a fim de que as atividades sejam exercidas corretamente. O aplicativo possui um banco de dados que porta todas as informações relacionadas a cada leito do hospital, sendo ela localização, setor, nome e status do leito, usuário utilizador da aplicação, bem como seu nome, e-mail e identificador único.

O processo de validação do aplicativo foi conduzido a partir de vários ciclos de reuniões com os líderes das equipes envolvidas na liberação do leito, quando apresentaram as funcionalidades do aplicativo e promoveram o debate de forma a definir, junto à equipe, os ajustes e mudanças prioritários antes da realização dos testes em campo. Após cada levantamento, as mudanças levantadas eram relatadas e discutidas e havendo viabilidade técnica, as mudanças solicitadas eram implementadas. Após a aprovação da versão atual do aplicativo, foi planejado e realizado um teste em pequena escala de liberação de leitos usando o aplicativo, por um período de tempo reduzido, o qual mostrou que o aplicativo pode ser utilizado como uma ferramenta para agilizar o processo de liberação de leitos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um contexto hospitalar, verifica-se uma carência e necessidade de implantações tecnológicas facilitadoras, que proporcionem uma nova forma de gerenciamento dos leitos, visto que sua demanda está crescente ao longo do tempo. A partir disso, a presente pesquisa trouxe métodos que tornam esse processo possível, sendo eles os conceitos e aplicabilidade de Hospital 4.0, *lean healthcare* e gestão dos leitos hospitalares.

A ideia de Hospital 4.0 coloca em prática os conceitos de computação móvel e

computação na nuvem que disponibilizam acessibilidade aos serviços independentemente da localização do usuário. A aplicação dessa tecnologia promove a conexão de todos os setores do hospital em tempo hábil e torna as informações pertinentes ao tempo real, o que sem essa tecnologia acarretava gargalos nos serviços prestados.

Com a prática do *lean healthcare* foram identificadas as perdas nos processos de liberação de leitos e feitas propostas eficazes que agregam valor e qualidade tanto para o paciente quanto para os prestadores de serviços no ambiente de trabalho. Assim, a forma de gerir os leitos tornou-se mais eficiente e produtiva a todos os setores.

A fim de integrar estes conceitos e eliminar os desperdícios no hospital, o aplicativo desenvolvido busca atender todas as funcionalidades necessárias ao fluxo de liberação dos leitos. O mesmo foi dotado de informações fundamentais, como localização e setor do leito para que o mesmo seja monitorado pelos funcionários da organização. O sistema foi desenvolvido para que as informações não fiquem centralizadas em um servidor, garantindo o fluxo de informação e que as mesmas possam ser alteradas e avaliadas *online*, sem perda de deslocamento. Dessa forma, os status dos leitos podem ser modificados de forma instantânea, eliminando a ideia de um “falso” status referente ao leito.

Ressalta-se como limitações encontradas, a falta de literaturas que abordassem os conceitos ligados ao Hospital 4.0. Como trabalhos futuros, têm-se o intuito de melhorar as funcionalidades do aplicativo e ampliar o ambiente de testes a fim de auxiliar e contribuir para a busca pela eficiência em outras organizações e não somente ao hospital em estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) (www.ufop.br), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP-UFOP), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, projeto número APQ-00951-22), pelo apoio e financiamento durante o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANAHP. Os desafios na gestão de leitos de longa permanência. **Associação Nacional de Hospitais Privados**. [S.l.], 2016. Disponível em: <<https://www.anahp.com.br/noticias/noticias-anahp/os-desafios-na-gestao-de-leitos-de-longa-permanencia/>>. Acesso em: 8 jul. 2024.

ANDREOSI, C. **Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) O Processo de**

Liberação de Leitos: Um estudo de caso em um nosocômio com atendimento de urgência e emergência. 68 p. Trabalho Final de Curso - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2018.

ASLAM, Muhammad Muzamil, ZAKARI, Rufai Yusuf; TUFAIL, Ali; ALI, Sajid; KALINAKI, Kassim; SHAFIK, Wasswa. **Introduction to industry's fourth revolution and its impacts on healthcare.** Digital Transformation in Healthcare 5.0: Volume 1: IoT, AI and Digital Twin, p. 33, 2024.

BITTENCOURT, Roberto José; HORTALE, Virginia Alonso. **Interventions to solve overcrowding in hospital emergency services: a systematic review.** Cadernos de saude publica, v. 25, n. 7, p. 1439-1454, 2009.

CHINNASAMY, P; ALBAKRI, Ashwag, KHAN, Mudassir, RAJA, A. Ambeth, KIRAN, Ajmeera; BABU, Jyothi Chinna. **Smart contract-enabled secure sharing of health data for a mobile cloud-based e-health system.** Applied Sciences, v. 13, n. 6, p. 3970, 2023.

CIASULLO, Maria Vincenza; DOUGLAS, Alexander; ROMEO, Emilia; CAPOLUPO, Nicola. **Lean Six Sigma and quality performance in Italian public and private hospitals: a gender perspective.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 41, n. 3, p. 964-989, 2024.

DO NASCIMENTO, Alexandra Bulgarelli. **Gerenciamento de leitos hospitalares: análise conjunta do tempo de internação com indicadores demográficos e epidemiológicos.** Revista de Enfermagem e Atenção à Saúde, v. 4, n. 1, 2015.

FERNANDES, June Marques; REIS, Luciana Paula; MANSK, Raphael. **An adaptation of the SAE J4000/2021 standard for assessing lean maturity in Brazilian hospitals.** The TQM Journal, p. 1754-2731, 2023.

FITRIA, Lisye; CLAUDIA, Alting; IMRAN, Arif. **Implementing Lean Healthcare for Identifying and Minimizing Waste.** Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS), vol. 5 (10), 2019.

KOTZIAS, Konstantinos; BUKHSH, Faiza A.; ARACHCHIGE, Jeewanie Jayasinghe; DANEVA, Maya; ABHISHTA, Abhishta. **Industry 4.0 and healthcare: Context, applications, benefits and challenges.** Iet Software, v. 17, n. 3, p. 195-248, 2023.

KUMARI, Aparna, Tanwar, Sudeep, Tyagi, Sudhanshu, Kumar, Neeraj. **Fog computing for Healthcare 4.0 environment: Opportunities and challenges.** Computers & Electrical Engineering, v. 72, p. 1-13, 2018.

LAPÃO, Luis Velez. **Lean in the Health Management: An opportunity to improve focus on the patient, respect for professionals and quality in the health services.** Acta medica portuguesa, v. 29, n. 4, p. 237-239, 2016.

LUZES, Catarina Sofia Andrade. **Implementação da filosofia Lean na gestão dos serviços de saúde: o caso português.** 2013. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto.

MENDES, José Dínio Vaz; BITTAR, Olímpio J. Nogueira V. **Perspectivas e desafios da gestão pública no SUS**. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v. 16, n. 1, p. 35-39, 2014.

MV. **Os Segredos da Gestão Hospitalar Descomplicada: Sistemas de gestão em saúde**. [S.l.], 2015.

REIS, Luciana Paula; FERNANDES, June Marques; SILVA, Sergio Evangelista; ANDREOSI, Carlos Augusto de Carvalho. **Managing inpatient bed setup: an action-research approach using lean technical practices and lean social practices**. Journal of Health Organization and Management, v. 37, n. 2, p. 213-235, 2023.

SANTOS, Ana Carla de Souza Gomes dos; REIS, Augusto da Cunha; SOUZA, Cristina Gomes de; SANTOS, Igor Leão; FERREIRA, Letícia Ali Figueiredo; SENNA, Pedro. **Measuring the current state-of-the-art in lean healthcare literature from the lenses of bibliometric indicators**. Benchmarking: An International Journal, v. 30, n. 9, p. 3508-3533, 2023.

THUEMMLER, Christoph; BAI, Chunxue. **Health 4.0: Application of industry 4.0 design principles in future asthma management**. In: Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare. Springer, Cham, 2017. p. 23-37.

VERMA, Anju; VENKATESAN, M. **Industry 4.0 workforce implications and strategies for organisational effectiveness in Indian automotive industry: a review**. Technology Analysis & Strategic Management, v. 35, n. 10, p. 1241-1249, 2023.