

Lean Healthcare Bracelet: uma ferramenta para melhoria no atendimento hospitalar

Edilaine Brito Araújo de Oliveira, Raphael Lopes Pinheiro

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto (FATEC-RP)

edilainebbaraujo@gmail.com; raphael.pinheiro@usp.br;

Resumo: A combinação do Protocolo de Manchester, Lean Healthcare e tecnologia, com o uso de braceletes eletrônicos como identificadores únicos, pode otimizar o atendimento hospitalar. Esses dispositivos, com sensores integrados, permitiriam monitoramento em tempo real e coleta de dados para tomada de decisões mais precisas. Essa proposta visa agilizar o atendimento, melhorar a qualidade assistencial e evitar complicações, especialmente em casos urgentes como o infarto agudo do miocárdio. O projeto envolve o desenvolvimento de um fluxograma de atendimento e um sistema de monitoramento, com potencial para incorporar novos sensores no futuro.

Abstract. *The combination of the Manchester Protocol, Lean Healthcare and technology, with the use of electronic bracelets as unique identifiers, can optimize hospital care. These devices, with integrated sensors, would allow real-time monitoring and data collection to make more accurate decisions. This proposal aims to speed up care, improve the quality of care and avoid complications, especially in urgent cases such as acute myocardial infarction. The project involves the development of a service flowchart and a monitoring system, with the potential to incorporate new sensors in the future.*

1. Introdução

O Protocolo de Manchester (MTS – Sistema de Triagem de Manchester) é uma ferramenta utilizada para classificar a gravidade de pacientes em serviços de emergência, auxiliando na organização dos atendimentos. Embora seja um instrumento importante, o protocolo apresenta algumas limitações. Estudos demonstram que a confiabilidade do protocolo varia entre os profissionais de saúde, influenciada por fatores como experiência e treinamento. Além disso, esse protocolo tende a superestimar a gravidade de alguns casos, garantindo assim um atendimento mais rápido aos pacientes. Apesar dessas limitações, se mostra eficaz na predição da necessidade de internação e mortalidade, auxiliando na gestão dos recursos hospitalares. Para otimizar seu uso, é fundamental investir em treinamentos adequados para os profissionais de saúde e realizar revisões periódicas do protocolo, adaptando-o às necessidades de cada instituição.

A busca incessante por melhorias na qualidade e eficiência dos serviços de saúde tem impulsionado a adaptação de metodologias provenientes de outros setores. Entre essas, a Produção Enxuta (PE) se destaca como uma abordagem promissora para eliminar

desperdícios, reduzir custos e otimizar processos nas organizações de saúde (Cunha, Corrêa, 2013; Haddad, Gregory, Wickramasinghe, 2014). Conhecida como *lean healthcare* (em português: saúde enxuta), a PE, com seus princípios de eliminar atividades que não agregam valor e de focar naquilo que o cliente realmente deseja (Shingo, 1996; Womack et al., 2005), tem sido aplicada em diversos setores da saúde, com destaque para os serviços de emergência (Holden, 2011).

A complexidade dos hospitais, que envolvem diagnóstico, tratamento, prevenção de doenças e pesquisa (Malagón-Londoño; Morera; Laverde, 2000), torna a aplicação da PE um desafio. No entanto, a identificação dos processos que geram valor para o paciente, como a reabilitação da saúde, e a eliminação de atividades que não contribuem para esse objetivo, são fundamentais para otimizar os recursos e melhorar a qualidade do atendimento (Aronsson, Abrahamsson, Spens, 2011; Kollberg, Dahlgaard, Brehmer, 2007; Meredith et al., 2011). A PE, com suas diversas ferramentas e técnicas, como o mapeamento do fluxo de valor (MFV), o *just in time* (em português: no momento certo) e o 5S, oferece um conjunto de recursos para identificar e eliminar desperdícios nos processos de saúde. Estudos de caso, como o de Ben-Tovim *et al.* (2008), demonstram que a aplicação da PE em serviços de emergência pode levar a resultados significativos, como a redução do tempo de espera dos pacientes e a melhoria da satisfação dos usuários.

A interação do *lean healthcare* com os protocolos hospitalares visa melhoria da qualidade do atendimento hospitalar, otimizar processos, reduzir desperdícios e garantir que os pacientes sejam atendidos de acordo com a sua real necessidade, essa abordagem contribui para a satisfação e segurança do paciente, além da eficiência dos hospitais. Essa fusão pode gerar sinergias significativas no atendimento hospitalar. Ao aplicar os princípios do *Lean* (em português: magro/ enxuto), é possível otimizar o processo de triagem, reduzindo o tempo de espera dos pacientes e garantindo que eles sejam direcionados para o tratamento adequado de forma mais eficiente.

2. Justificativa

A implementação de protocolos hospitalares é essencial para lidar com diferentes situações de urgência, como Acidente Vascular Cerebral (AVC), trauma, sepse, reações alérgicas, asma aguda grave, Parada Cardiorrespiratória (PCR) e Infarto Agudo do Miocárdio (IAM). O reconhecimento tardio ou incorreto de casos como o IAM pode aumentar significativamente o risco de sequelas ou morte.

Diante disso, a busca por maior eficiência no atendimento em hospitais e em específico o Sistema Único de Saúde (SUS) é fundamental para agilizar a triagem de pacientes e reduzir o tempo de espera. A aplicação de metodologias como o *lean healthcare*, aliada ao uso de braceletes eletrônicos de identificação, pode otimizar o atendimento, reduzindo custos e melhorando a organização dos processos.

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

- Desenvolver um fluxograma de atendimento com identificação utilizando um bracelete eletrônico;

3.2 Objetivos específicos

- Reconhecer como a tecnologia pode interagir com o *lean healthcare* e os protocolos hospitalares por meio de um projeto de bracelete para melhora no fluxo de atendimento.
- Produzir um sistema de monitoramento por meio de bracelete e sensores;
- Analisar a viabilidade de implantação de sensores adicionais em uma perspectiva futura.

4. Revisão Bibliográfica

4.1 Protocolo de Manchester

Originário da cidade de Manchester na Inglaterra, o Protocolo de Manchester é uma ferramenta fundamental para a organização do atendimento em serviços de saúde em todo o mundo. Através da triagem de pacientes, ele estabelece uma ordem de prioridade baseada na gravidade de cada caso, garantindo que aqueles com condições mais críticas sejam atendidos mais rapidamente. No Brasil, a experiência com o protocolo teve início em Minas Gerais, em 2008, com o objetivo de melhorar a eficiência e a qualidade do atendimento nas unidades de saúde (Mais Laudo; 2024).

Na Figura 1, está o significado das cores e das classificações de risco, do protocolo:



Figura 1: Protocolo de Manchester: cores e significados.

Fonte: <https://star.med.com>

Quando o paciente chega a um hospital ou pronto-socorro, sua condição de saúde é avaliada rapidamente para determinar a prioridade do seu atendimento. Essa classificação é feita através do Protocolo de Manchester, que utiliza um sistema de cores para indicar a gravidade do caso.

- Vermelho: (emergência) este tipo de caso é considerado gravíssimo e exige atendimento imediato. Isso significa que sua vida pode estar em risco. Exemplos incluem acidentes graves, paradas cardíacas e grandes traumas.
- Laranja: (muito urgente) a condição é séria e requer atendimento rápido. O paciente precisa ser visto o mais rápido possível para evitar complicações mais graves. Casos como derrame (AVC) e infarto do agudo do miocárdio (IAM) se encaixam nessa categoria. Espera máxima de 10 minutos.
- Amarelo: (urgente) o caso precise de uma avaliação mais detalhada, mas sua condição não é tão grave a ponto de exigir atendimento imediato. Infecções que exigem medicação intravenosa, por exemplo, são classificadas como amarelas. Tempo de espera médio de 1 hora.
- Verde: (pouco urgente) a condição não é grave e pode aguardar por atendimento. Pequenos ferimentos, resfriados e outras doenças leves se enquadram nessa categoria. Pode ser encaminhado para outro local de atendimento ou agendar uma consulta.
- Azul: (não urgente) casos não urgentes e podem ser atendidos em um consultório médico ou ambulatorial, podendo aguardar até 240 minutos (4 horas) para ser atendido.

As cores facilitam a visualização da gravidade de cada caso, tanto para o paciente quanto para a equipe médica. Essa classificação rápida e eficiente garante que os pacientes mais graves sejam atendidos primeiro, evitando complicações e salvando vidas. A classificação por cores não é um diagnóstico definitivo, mas sim uma ferramenta para organizar o atendimento e garantir que todos recebam o cuidado necessário.

4.2 Lean Healthcare

Lean Healthcare é uma aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) na área da saúde para aumentar a eficiência, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade do atendimento. Baseado no sistema Toyota, o *lean* foca na otimização de processos ao eliminar atividades que não agregam valor ao paciente. Seus principais princípios incluem identificar o valor do ponto de vista do paciente, mapear o fluxo de valor, garantir um fluxo contínuo, realizar atividades conforme a demanda real e buscar a perfeição por meio da melhoria contínua. Os benefícios incluem redução de custos, melhoria da experiência do paciente, aumento da segurança e qualidade do atendimento.(Graban; 2016).

A implementação das ferramentas do *Lean Healthcare* na recepção hospitalar, em conjunto com o uso de braceletes de identificação, pode trazer diversos benefícios para agilizar o atendimento e otimizar os processos. A seguir será possível visualizar como cada ferramenta pode contribuir:

- 5S: A organização do ambiente de trabalho, através do 5S, facilita a localização de documentos, materiais e equipamentos, agilizando o processo de cadastro e identificação do paciente. Um espaço organizado e limpo proporciona um ambiente mais agradável e eficiente para o atendimento.
- Mapa de Fluxo de Valor (MFV): Ao mapear o fluxo do paciente desde a chegada até a triagem, é possível identificar os “obstáculos” e atividades que não agregam valor,

permitindo a otimização do processo de cadastro e a redução do tempo de espera.

- **Gestão Visual:** Painéis com informações claras e atualizadas sobre o tempo de espera, número de pacientes atendidos e outros indicadores relevantes, permitem que os pacientes acompanhem o andamento do processo e reduzem a ansiedade.
- **Kanban:** A utilização do Kanban na recepção pode ajudar a controlar o fluxo de pacientes, evitando a sobrecarga dos atendentes e garantindo que cada paciente seja atendido de forma eficiente.
- **Poka-Yoke:** A implementação de mecanismos para evitar erros, como a dupla checagem dos dados do paciente e a utilização de um sistema de alerta para pacientes com alergias, contribui para a segurança do paciente e a agilidade do processo.

4.3 Protocolo do Infarto agudo do miocárdio

O Protocolo de Manchester é uma ferramenta fundamental para a triagem de pacientes em serviços de emergência, garantindo que aqueles com condições mais críticas sejam atendidos com prioridade. No caso específico do infarto agudo do miocárdio (IAM), o protocolo oferece um guia preciso para a avaliação e classificação de risco dos pacientes.

Passo a passo simplificado:

1. Acolhimento e Triagem:

- O paciente com queixa de dor torácica ou outros sintomas sugestivos de IAM é imediatamente direcionado para a triagem.
- Um profissional de saúde qualificado realiza uma entrevista detalhada, coletando informações sobre a dor (localização, intensidade, irradiação, fatores desencadeantes, etc.), sintomas associados (suor frio, náuseas, falta de ar), histórico médico e fatores de risco.

2. Classificação de Risco: Com base nas informações coletadas, o profissional classifica o paciente em uma das cinco categorias de risco estabelecidas pelo Protocolo de Manchester:

- **Imediato:** Pacientes com risco de vida iminente, como parada cardiorrespiratória ou choque.
- **Muito urgente:** Pacientes com instabilidade hemodinâmica, dor intensa e prolongada, ou sinais de insuficiência cardíaca congestiva.
- **Urgente:** Pacientes com dor moderada, alterações eletrocardiográficas sugestivas de IAM ou outros fatores de risco.
- **Pouco urgente:** Pacientes com dor leve, sem alterações eletrocardiográficas significativas e poucos fatores de risco.
- **Não urgente:** Pacientes com queixas inespecíficas ou sem sinais de instabilidade.

3. Conduta:

- **Imediato e Muito Urgente:** O paciente é encaminhado imediatamente para atendimento médico especializado, com monitorização contínua e realização de exames complementares (eletrocardiograma, dosagens enzimáticas, etc.).

- Urgente: O paciente é encaminhado para atendimento médico, com prioridade na realização de exames e início do tratamento.
 - Pouco Urgente: O paciente pode aguardar atendimento, mas deve ser reavaliado periodicamente.
 - Não Urgente: O paciente pode ser encaminhado para consulta ambulatorial ou para outros serviços de saúde, conforme a necessidade.
4. Monitoramento Contínuo: O estado clínico do paciente deve ser monitorado continuamente, com reavaliação periódica e ajuste da conduta terapêutica, conforme a evolução do quadro clínico.

Importância do Protocolo de Manchester:

- Agilidade no atendimento: Permite identificar rapidamente os pacientes com maior risco e direcionar o atendimento de forma eficiente.
- Redução da mortalidade: Garante o tratamento precoce dos pacientes com IAM, aumentando as chances de sobrevivência.
- Otimização de recursos: Permite um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, evitando a sobrecarga dos serviços de emergência.
- Padronização do atendimento: Assegura que todos os pacientes sejam atendidos de acordo com os mesmos critérios, reduzindo a variabilidade assistencial.

4.4 Desafios no Acesso ao SUS

Em 2023, o 'Mapa do Acesso à Saúde em São Paulo' entrevistou 2.013 usuários do SUS e da saúde suplementar, dos quais 52% não possuíam plano de saúde e 48% possuíam. Segundo o estudo, apenas 17% dos entrevistados não relataram dificuldades no uso dos serviços do SUS, enquanto 83% indicaram enfrentar problemas. A pesquisa dividiu os resultados em três categorias: usuários da rede particular, da rede pública e de ambas.

Os principais problemas apontados foram:

- 54% mencionaram o tempo de espera;
- 38% citaram dificuldades no encaminhamento para exames;
- 24% relataram problemas com assistência básica;
- 22% mencionaram dificuldades no encaminhamento para atendimento em AMEs (Ambulatórios Médicos de Especialidades);
- 21% relataram problemas no encaminhamento para outros tratamentos.

5. Materiais e Métodos

O diagrama a seguir exemplifica a arquitetura do bracelete e principais funções, sendo possível identificar três projetos: o funcionamento/ fluxograma de um atendimento hospitalar, o bracelete de identificação e o software de gestão (que será o sistema em nuvem, para armazenamento das informações).

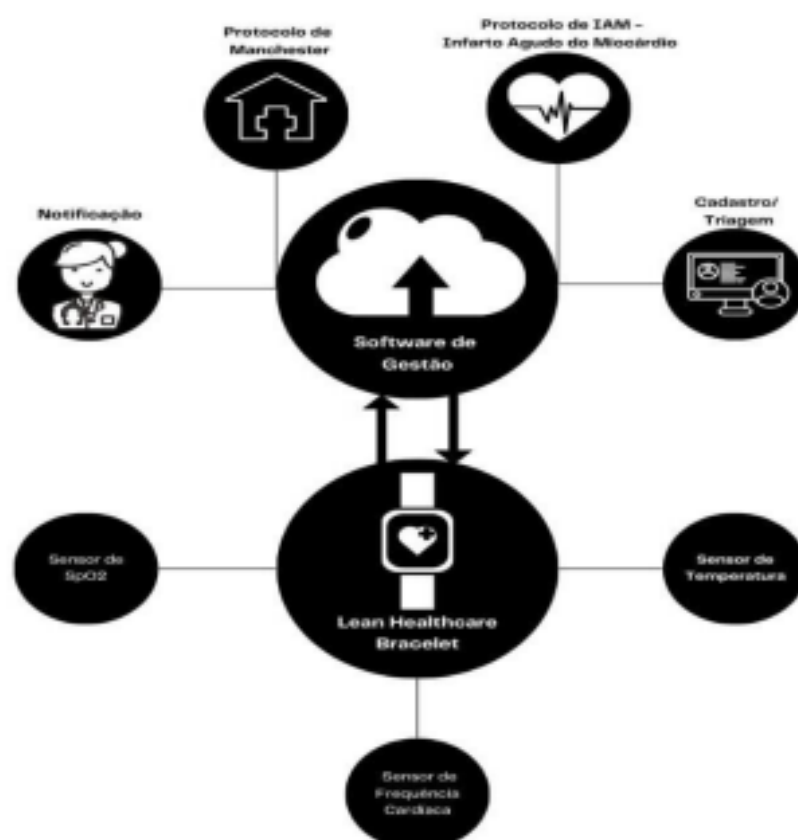


Figura 2: Esquema representativo do bracelete, com protocolo de Manchester e software de gestão.

Fonte: Autora (2024).

No coração do bracelete, encontramos o ESP-32, um microcontrolador de alta performance que funciona como o cérebro do dispositivo. É nele que residem o processador, a memória e outros componentes essenciais para o funcionamento de todos os sensores e a comunicação com o software de gestão.

Para coletar os dados vitais do paciente, o bracelete conta com uma série de sensores altamente precisos:

Sensor de temperatura: Mede a temperatura corporal de forma não invasiva, fornecendo um indicador importante do estado de saúde do paciente. **Sensor de frequência cardíaca:** Utilizando a tecnologia de fotopletismografia (PPG), esse sensor detecta as variações no volume sanguíneo para calcular a frequência cardíaca. **Sensor de SpO2:** Também baseado na PPG, esse sensor mede a saturação de oxigênio no sangue, um parâmetro fundamental para avaliar a eficiência da oxigenação.

Para garantir o funcionamento contínuo do bracelete, uma bateria de alta capacidade é essencial. Um circuito de carregamento eficiente garante que a bateria seja recarregada de forma segura e rápida. A tela do bracelete serve como ponto de interação com o usuário, permitindo a visualização de informações importantes, como a hora, a frequência cardíaca e a saturação de oxigênio. Além disso, ela pode ser utilizada para configurar o

dispositivo e acessar outras funcionalidades. A estrutura física do bracelete é projetada para proteger os componentes internos e garantir a durabilidade do dispositivo. Ela deve ser resistente à água, suor e impactos, para acompanhar o paciente em diversas situações.

Os dados coletados pelos sensores são transmitidos para um software de gestão centralizado, onde são processados e analisados. Esse software permite: Acompanhamento contínuo dos sinais vitais do paciente. Notificações em caso de alterações significativas nos parâmetros fisiológicos. E notificações sempre que o paciente for solicitado em um atendimento. Aplicação de protocolos específicos para diferentes condições de saúde. Criação de relatórios detalhados sobre a evolução do estado de saúde do paciente.

6. Resultados e Discussão

O Fluxograma apresentado na Figura 3, indica o fluxo de atendimento possível com a implantação do bracelete.

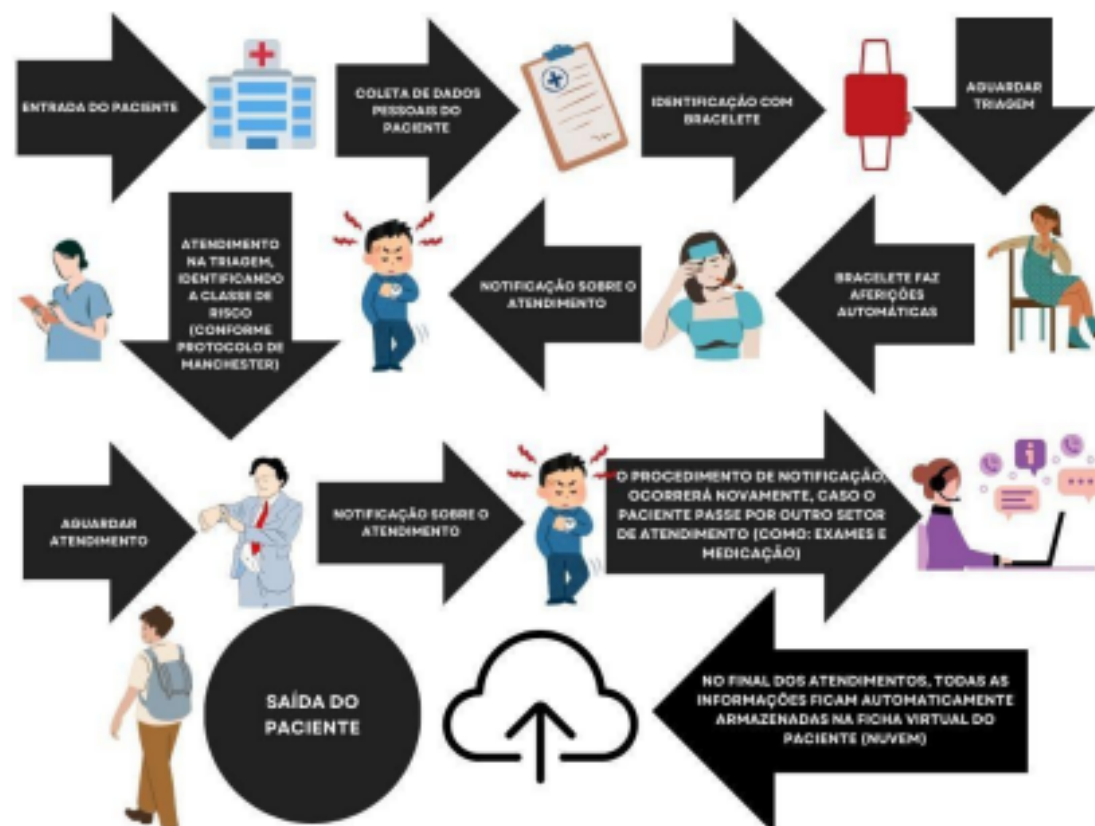


Figura 3: Fluxograma de atendimento hospitalar, com bracelete de identificação.

Fonte: Autora (2024).

O fluxograma acima busca melhorar o circuito no atendimento de uma recepção hospitalar, pois tudo é relativo: barulho, atenção, pessoas enfermas, crianças, idosos, grávidas, lactantes, pessoas com deficiência ou alguma necessidade especial e até mesmo pessoas analfabéticas que não conseguem identificar quando são chamadas para

atendimento. Esse é o passo a passo do atendimento com o bracelete de identificação:

1. Entrada do paciente no hospital;
2. Na recepção é feita a coleta de dados pessoais, tais como: solicitação de documento com foto, nome completo, endereço completo, dados para contato e informações pessoais solicitada internamente por hospital/ instituição de saúde.
3. Após essa coleta, o paciente é identificado com o bracelete.
4. E então o paciente aguardará sentado para o próximo passo: a triagem. Enquanto ele aguarda, de forma automatizada e por intervalo estipulado pela instituição, o bracelete faz as aferições no pulso do paciente: medição da temperatura corporal, oxigenação sanguínea e frequência cardíaca.
5. Quando chegar sua vez, o paciente é chamado para a triagem e então chegará a notificação do atendimento na tela do bracelete do paciente com o nome do paciente, local/ sala de atendimento. Para chamar a atenção do paciente o bracelete vibrará, sua tela acenderá por determinado tempo e casos que o paciente for identificado com alguma necessidade especial, terá um bracelete específico, como: se o mesmo for analfabeto, não conseguirá ler o que está escrito e então sairá áudio dessa pulseira informando o que está escrito na tela.
6. Já na triagem, o enfermeiro faz perguntas padrões para identificação da classe de risco do paciente, como: quais são suas queixas de dor, quais são os sintomas, quando iniciou, se tomou algum medicamento para alívio das dores, se tem alergia a algum medicamento, se toma alguma medicação todos os dias e afins (as perguntas são padrões definidas pela instituição de saúde).
7. Após a identificação da classificação de risco, conforme Protocolo de Manchester, esses dados são enviados para o software de gestão e automaticamente o paciente é colocado na fila de espera.
8. Quando chegar a vez do paciente para o atendimento solicitado, chegará a notificação desse atendimento, como descrito no item 5.
9. Se o paciente precisar passar por outro atendimento depois, como: exames ou medicação, deverá aguardar novamente em fila virtual.
10. Quando chegar sua vez para o próximo atendimento, será notificado em seu bracelete novamente, com informações pertinentes ao atendimento.
11. No final dos atendimentos, todas informações referentes ficam automaticamente armazenadas na ficha virtual do paciente (nuvem).
12. E então ocorre a saída do paciente da instituição de saúde.

O bracelete de identificação tem como objetivo aferir a frequência cardíaca, oxigenação sanguínea e temperatura corporal do paciente, além da notificação na tela, para que o paciente identifique seu tipo de atendimento e o local. No software de gestão são armazenadas as informações pessoais do paciente, desde o horário de entrada, classificação de risco e todo o histórico de atendimento.

O *lean healthcare*, o Protocolo de Manchester e as análises apresentadas são fundamentados em artigos científicos, jornais, revistas e nos fluxos reais de atendimento

em hospitais públicos.

7. Conclusão

O bracelete eletrônico revoluciona a forma como os hospitais cuidam dos seus pacientes. Ao usar um bracelete com identificação única, é possível acompanhar cada paciente desde a chegada até a alta, garantindo que receba o tratamento correto e no momento certo. Essa tecnologia ajuda a evitar erros, agiliza os processos e melhora a qualidade do atendimento. Além de identificar o paciente, o bracelete pode ser equipado com sensores que monitoram sinais vitais como batimentos cardíacos e oxigenação do sangue, permitindo que os profissionais de saúde detectem problemas de saúde mais rapidamente e personalizem o tratamento. No entanto, é importante garantir a segurança dos dados dos pacientes e que os benefícios dessa tecnologia superem os custos.

8. Referências

ARONSSON, H., ABRAHAMSSON, M., & SPENS, K. (2011). Developing lean and agile health care supply chains. *Supply Chain Management*, 16 (3), 176-183. doi:10.1108/13598541111127164

BEN-TOVIM, D. I., BASSHAM, J. E., BENNETT, D. M., DOUGHERTY, M. L., MARTIN, M. A., NEILL, S. J., ... & SZWARCBOARD, M. G. (2008). Redesigning care at the Flinders Medical Centre: Clinical process redesign using "lean thinking". *Medical Journal of Australia*, 188(6), 27-31.

BROTERO, CISIDA (2023) CNN Brasil <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/fila-de-espera-e-a-principal-reclamacao-de-pacientes-do-sus-em-sp-diz-pesquisa/>

CORRÊA, H. L. (2013). Avaliação de desempenho organizacional: Um estudo aplicado em hospitais filantrópicos. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 53(5), 485-499. doi:10.1590/S0034-75902013000500006

FONSECA, IZAR (2016). Diagnóstico Das Síndromes Coronarianas Agudas E Modelo Sistematizado De Atendimento Em Unidades De Dor Torácica. *Soc. Cardiol. Estado de São Paulo (Rev. Da SOESP)*, 26(2), 72-85.

GRABAN (2016). *Hospitais Lean: Melhorando a Qualidade, a Segurança do Paciente e o Engajamento dos Funcionários*. CRC Press.

HADDAD, P., GREGORY, M., & WICKRAMASINGHE, N. (2014). Business value of IT in healthcare. In N. Wickramasinghe, L. Al-Hakim, C. Gonzalez, & J. Tan, (Eds.) *Lean thinking for healthcare* (pp. 55-78). New York, USA: Springer.

HOLDEN, R. J. (2011). Lean thinking in emergency departments: A critical review. *Annals of Emergency Medicine*, 57(3), 265-2

<https://maislaudo.com.br/blog/protocolo-de-manchester/#:~:text=Como%20voc%C3%AA%20p%C3%B4de%20ver%2C%20o,otimizar%20a%20racionalidade%20da%20assist%C3%A2ncia.>

KHALIL (2024). Site Star.Med: <https://star.med.br/protocolo-de-manchester-cores/>

KOLLBERG, B., DAHLGAARD, J. J., & BREHMER, P. O. (2007). Measuring lean initiatives in health care services: Issues and findings. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(1), 7-24. doi: 10.1108/17410400710717064

MALAGÓN-LODOÑO, G., MORERA, R. G., & LAVERDE, G. P. (2000). *Administração hospitalar*. São Paulo, SP: Editora Guanabara Koogan.

MEREDITH, J. O., AMY, L. G., PAUL, W., FRASER, Y., & MAIRI, B. M. (2011). Are we operating effectively? A lean analysis of operating theatre changeovers. *Operations Management Research*, 4(1), 89-98. doi:10.1007/s12063-011-0054-6

SHINGO, S. (1996). *O sistema Toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre, RS: Editora Bookman.

SOUZA, CRISTIANE CHAVES DE; ARAÚJO, FRANCIELLI APARECIDA; CHIANCA, TÂNIA COUTO MACHADO. Produção científica sobre a validade e confiabilidade do Protocolo de Manchester: revisão integrativa da literatura. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 49, p. 144-151, 2015.

WOMACK, J. P., BYRNE, J. P, FIUME, A. P., KAPLAN, G. S, & TOUSSAIN, J. T. (2005). *Going lean in health care*. Institute for Healthcare Improvement.