



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Roadmap Conceitual de um MVP em Saúde: Abordagem Acadêmica e Validação Metodológica via Simulação

Vinicius de Oliveira Querencia

Centro Paula Sousa (vinicius.querencia@cpspos.sp.gov.br)

Julyana Nazario Alves

Centro Paula Sousa (julyana.alves@cpspos.sp.gov.br)

Antônio César Galhardi

Centro Paula Sousa (antonio.galhardi@cpspos.sp.gov.br)

Resumo

O presente estudo apresenta um *roadmap* estratégico para a implantação de um MVP (*Minimum Viable Product*) no setor de saúde, no sentido de orientar a criação de soluções inovadoras com base na validação rápida de hipóteses, otimização de recursos e envolvimento de *stakeholders*. O estudo discute as fases de definição do problema, ideação, formulação de hipóteses, construção do MVP, teste com o ciclo *Build-Measure-Learn*, aprendizado contínuo e escalabilidade. A metodologia proposta integra princípios do *Lean Startup*, *Customer Development*, *frameworks* de inovação e estudos recentes aplicados à saúde. Como contribuição acadêmica, o trabalho estabelece um modelo conceitual que apoia pesquisadores e gestores na validação de soluções de alto impacto clínico, com ênfase em indicadores de desempenho (*KPIs*), segurança e viabilidade regulatória. O *roadmap* propõe etapas sequenciais, desde a identificação de oportunidades e definição do problema, até o desenvolvimento do protótipo, testes em ambiente controlado e escalabilidade. Aspectos regulatórios, éticos e de integração com sistemas de informação em saúde também são contemplados, garantindo segurança e eficácia. O uso da simulação como ferramenta de validação conceitual, permite explorar cenários complexos sem a necessidade imediata de experimentação real. Este trabalho



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

contribui para profissionais e organizações da área da saúde, por oferecer um guia prático e estruturado para acelerar a inovação e reduzir riscos na implementação de novos produtos e serviços.

Palavras-chave: Inovação em Saúde, MVP, Lean Startup, RoadMap, Simulação.

Abstract

This study presents a strategic roadmap for implementing a Minimum Viable Product (MVP) in the healthcare sector, aiming to guide the creation of innovative solutions based on rapid hypothesis validation, resource optimization, and stakeholder engagement. The study discusses the stages of problem definition, ideation, hypothesis formulation, MVP construction, testing through the Build-Measure-Learn cycle, continuous learning, and scalability. The proposed methodology integrates principles from Lean Startup, Customer Development, innovation frameworks, and recent studies applied to healthcare. As an academic contribution, the work establishes a conceptual model that supports researchers and managers in validating high-impact clinical solutions, with an emphasis on performance indicators (KPIs), safety, and regulatory feasibility. The roadmap proposes sequential stages, from identifying opportunities and defining the problem to developing the prototype, testing in a controlled environment, and scaling up. Regulatory, ethical, and health information system integration aspects are also addressed, ensuring safety and effectiveness. The use of simulation as a conceptual validation tool allows the exploration of complex scenarios without the immediate need for real-world experimentation. This work contributes to healthcare professionals and organizations by providing a practical and structured guide to accelerate innovation and reduce risks in the implementation of new products and services.

Keywords: Health Innovation, MVP, Lean Startup, Roadmap, Simulation.



Resumen

El presente estudio presenta un *roadmap* estratégico para la implementación de un MVP (Producto Mínimo Viable) en el sector de la salud, con el propósito de orientar la creación de soluciones innovadoras basadas en la validación rápida de hipótesis, la optimización de recursos y la participación de los stakeholders. El estudio analiza las fases de definición del problema, ideación, formulación de hipótesis, construcción del MVP, prueba mediante el ciclo Build-Measure-Learn, aprendizaje continuo y escalabilidad. La metodología propuesta integra principios de Lean Startup, Customer Development, marcos de innovación y estudios recientes aplicados a la salud. Como contribución académica, el trabajo establece un modelo conceptual que apoya a investigadores y gestores en la validación de soluciones de alto impacto clínico, con énfasis en indicadores de desempeño (KPIs), seguridad y viabilidad regulatoria. El roadmap propone etapas secuenciales, desde la identificación de oportunidades y definición del problema, hasta el desarrollo del prototipo, pruebas en entornos controlados y escalabilidad. También se abordan aspectos regulatorios, éticos y de integración con sistemas de información en salud, garantizando seguridad y eficacia. El uso de la simulación como herramienta de validación conceptual permite explorar escenarios complejos sin la necesidad inmediata de experimentación real. Este trabajo contribuye a los profesionales y organizaciones del área de la salud al ofrecer una guía práctica y estructurada para acelerar la innovación y reducir los riesgos en la implementación de nuevos productos y servicios.

Palabras clave: Innovación en Salud, MVP, Lean Startup, Roadmap, Simulación

1. INTRODUÇÃO / INTRODUCTION / INTRODUCCIÓN

A crescente complexidade dos sistemas de saúde impõe a necessidade de modelos de inovação que combinem agilidade, validação empírica e rigor regulatório. O conceito de *Minimum Viable Product – MVP*, amplamente difundido na literatura de inovação (RIES, 2011; BLANK, 2013), apresenta-se como ferramenta estratégica para validar hipóteses clínicas e organizacionais de forma rápida e com menor custo. Entretanto, a aplicação do MVP em saúde requer adaptações metodológicas para lidar com aspectos éticos, clínicos e regulatórios (SHAH; ARORA, 2024). Alia-se a isto o fato de que a inovação no setor de saúde tem se mostrado cada vez mais essencial para a melhoria da qualidade dos serviços prestados, otimização de recursos e aumento da eficiência operacional (OECD, 2020; Christensen et al., 2009).

A pressão por eficiência nos serviços de saúde, aliada à necessidade de garantir segurança do paciente, reforça a importância de metodologias que permitam testar hipóteses de inovação em escala reduzida, com riscos controlados. A literatura mais recente aponta que a combinação entre metodologias enxutas e frameworks clínicos, como o IDEAL (MCCULLOCH et al., 2013), que cria um espaço promissor para o desenvolvimento de soluções seguras, escaláveis e centradas em valor (PORTER; TEISBERG, 2006; PARK et al., 2024).

A adoção de um *roadmap* estratégico para MVP em saúde possibilita a criação de um percurso claro e sequencial para o desenvolvimento de produtos inovadores, contemplando desde a identificação de oportunidades e definição do problema até o desenvolvimento do protótipo, realização de testes controlados e escalabilidade da solução. Além disso, o *roadmap* considera aspectos regulatórios, éticos e tecnológicos, essenciais para garantir segurança, confiabilidade e aderência às normas do setor de saúde (ISO 13485; ANVISA, 2023).

Este estudo se justifica pela lacuna existente entre a teoria de desenvolvimento de MVPs em setores tradicionais de tecnologia e sua aplicação em saúde, onde há exigências adicionais de validação clínica, ética e regulatória. Enquanto em contextos empresariais o MVP pode ser rapidamente colocado no mercado, em saúde ele deve passar por processos rigorosos de teste e validação antes de sua adoção em larga escala. Dessa forma, a construção de um *roadmap* conceitual que articule inovação enxuta, valor em saúde e regulação, representa uma contribuição científica relevante e necessária.

Principalmente, a elaboração deste *roadmap* reside na necessidade de métodos que permitam validar rapidamente soluções inovadoras antes de investimentos em larga escala, reduzindo custos, tempo de desenvolvimento e falhas potenciais. A utilização do MVP como estratégia de inovação possibilita não apenas o teste com usuários reais, mas também o alinhamento da solução às necessidades do mercado e aos requisitos legais e éticos do setor de saúde (MAURYA, 2012; BLANK, 2013). Dessa forma, a proposta

contribui para acelerar o processo de inovação, aumentar a eficiência operacional e promover melhorias significativas na qualidade dos serviços de saúde.

Outra contribuição deste trabalho é introduzir como etapa do *roadmap*, a simulação. Em áreas como engenharia de produção, logística e saúde, a simulação é frequentemente usada como ferramenta de validação conceitual, permitindo explorar cenários complexos sem a necessidade imediata de experimentação real (BANKS et al., 2010). No caso de MVPs em saúde, ela poderia ser aplicada para modelar fluxos de pacientes, impactos operacionais ou adoção de tecnologias digitais, antes mesmo de um teste clínico controlado.

Assim, a simulação serviria como uma fase intermediária de validação, reduzindo riscos, custos e tempo, em consonância com o ciclo *build-measure-learn*.

Com o uso de simulação prevê-se os seguintes benefícios potenciais:

1. Validação preliminar: possibilita testar hipóteses iniciais do MVP em um ambiente virtual, antes de envolver pacientes ou profissionais de saúde.
2. Identificação de gargalos: ajuda a visualizar falhas de processo ou limitações de recursos em hospitais, clínicas ou sistemas digitais.
3. Apoio regulatório: pode oferecer evidências quantitativas para comitês de ética e órgãos de regulação, justificando ensaios-piloto.
4. Complemento metodológico: reforça o caráter científico do artigo ao unir teoria (*roadmap*) e prática (cenário simulado).

Por outro lado, as principais limitações e cuidados, com relação ao emprego da simulação são:

- Complexidade do modelo: quanto mais detalhada a simulação, maior a necessidade de dados confiáveis e validação de premissas.
- Distância da realidade: simulações simplificam fenômenos complexos (ex.: resposta clínica a um tratamento), o que pode limitar sua validade externa.
- Aceitação acadêmica: em saúde, a simulação é mais aceita quando usada em contextos de processos organizacionais ou operacionais (fluxos de trabalho, logística hospitalar) do que para inferir resultados clínicos sem respaldo empírico.

No contexto do artigo, que é conceitual e acadêmico, a introdução de uma simulação é recomendada em duas aplicações:

1. Escopo organizacional/operacional: simular, por exemplo, o impacto de um MVP digital no tempo de atendimento de pacientes ou na alocação de recursos.

2. Validação metodológica: apresentar a simulação como etapa opcional no *roadmap*, situada entre a construção do MVP e os testes-pilotos controlados. Esta foi a opção adotada

Finalmente acredita-se que a introdução de uma simulação é pertinente e enriquecedora, desde que delimitada ao campo de processos, fluxos ou impactos organizacionais (e não a resultados clínicos diretos, que exigem ensaios clínicos). Com os possíveis benefícios:

- Reforçar a robustez acadêmica do modelo;
- Oferecer uma “prova de conceito” quantitativa;
- Alinhar a proposta ao rigor científico exigido em publicações.

O objetivo geral deste artigo é propor um *roadmap* conceitual para o desenvolvimento de MVPs em saúde, estruturado em etapas de aprendizado iterativo, fundamentado na literatura acadêmica e adaptado às especificidades do setor.

De forma específica, busca-se:

1. Revisar a literatura recente sobre MVPs e sua aplicação em saúde.
2. Identificar *frameworks* conceituais e metodológicos que possam ser integrados ao contexto clínico e organizacional.
3. Estruturar um modelo conceitual que guie pesquisadores e gestores na validação de soluções em saúde.
4. Apontar indicadores-chave de desempenho (KPIs) que permitam mensurar o impacto clínico, organizacional e econômico de MVPs na saúde.
5. Demonstrar a viabilidade de uma simulação como etapa metodológica intermediária de validação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA / THEORETICAL BACKGROUND / FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O conceito de MVP surgiu no contexto das metodologias ágeis e do movimento Lean Startup, proposto por Ries (2011), sendo posteriormente ampliado por Blank (2013) como ferramenta para validação rápida de hipóteses em cenários de incerteza. No campo da saúde, essa abordagem se conecta diretamente ao conceito de inovação incremental e

validada em ambiente controlado (ABERNATHY; CLARK, 1985; CHRISTENSEN; GROSSMAN; HWANG, 2009).

A aplicação do MVP em saúde, no entanto, exige a integração de princípios regulatórios e clínicos. Estudos recentes (SHAH; ARORA, 2024; PARK et al., 2024) destacam que a experimentação deve ser conduzida em ciclos iterativos de build-measure-learn, mas respeitando diretrizes éticas, validações estatísticas e envolvimento de múltiplos stakeholders.

Segundo McCulloch et al. (2013), o framework IDEAL (Idea, Development, Exploration, Assessment, Long-term study) é mais adequado ao campo clínico, pois estabelece fases progressivas de desenvolvimento e validação de procedimentos e dispositivos médicos. A literatura mais recente (PARK et al., 2024) destaca a importância de integrar MVPs com princípios de *Value-Based Healthcare* - VBHC, conforme proposto por Porter e Teisberg (2006), de modo a alinhar inovação, sustentabilidade e geração de valor em saúde.

Alonso et al. (2023) realizaram um mapeamento sistemático das práticas de engenharia utilizadas no desenvolvimento de MVPs em software, destacando lacunas em avaliação de viabilidade técnica e estimativa de esforço

Hwang & Christensen (2008) adaptam a teoria da inovação disruptiva para a saúde, apontando a necessidade de inovar nos modelos de negócio — não apenas na tecnologia — para tornar os MVPs sustentáveis

Angeli & Jaiswal (2016) analisam modelos de negócios inclusivos em saúde (base da pirâmide), ressaltando inovação, co-criação e parcerias estratégicas como elementos críticos

Adicionalmente, autores como Mendling, Reijers e van der Aalst (2018) e van der Aalst (2016) apontam o potencial da mineração de processos e análise de dados clínicos como elementos-chave para retroalimentar o ciclo de aprendizado do MVP. Em paralelo, estudos recentes em inovação em saúde digital (TOPOL, 2019; JONES et al., 2023) demonstram a crescente relevância de ferramentas de inteligência artificial e simulação como suporte à validação de hipóteses organizacionais.

Em paralelo, a literatura de inovação digital em saúde vem enfatizando o papel das tecnologias emergentes, como inteligência artificial, wearables e digital twins, no desenvolvimento de MVPs clínicos (RUBIN et al., 2022; JONES; RUSSELL, 2023). Essas ferramentas permitem coleta de dados em tempo real, feedback imediato e aprendizado iterativo, pilares fundamentais do ciclo build-measure-learn.

O Quadro 1 apresenta um arcabouço conceitual robusto para MVP em saúde.

Quadro 1 – Principais referências para MVP em saúde.

Tema	Autores/Estudo	Contribuição-chave
Lean Startup & MVP	Ries (2011); Lortie et al. (2025)	Ciclo de aprendizado + elementos do MVP + qualidade ideal
Educação na Saúde	Cook et al. (2023)	Build–Measure–Learn aplicado ao ensino em saúde, Lean Education Canvas
Implementação Clínica	MGMA (2022)	MVP aplicado a fluxo clínico, hipótese e pivot
Regulação e Segurança	Shah & Arora (2024)	Obstáculos éticos/regulatórios e evidência clínica
Valor em Saúde	Porter & Teisberg (2006); Gaspary et al. (2024)	Medição de valor, pipeline de inovação, resiliência organizacional
Software MVP	Alonso et al. (2023)	Práticas de SE em MVPs e lacunas atuais
Modelos de Negócio	Hwang & Christensen (2008); Angeli & Jaiswal (2016)	Modelos disruptivos e inclusivos em saúde

Fonte: os autores (2024)

3. MÉTODO / METHOD

Este artigo adota natureza conceitual e exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica de autores clássicos e contemporâneos, complementada pela proposição de um *roadmap* teórico para aplicação do MVP em saúde. O enfoque é qualitativo e

interpretativo, visando articular conceitos de inovação enxuta, validação clínica e aprendizado iterativo em um modelo estruturado.

Na Simulação para Validação Metodológica (etapa opcional entre MVP e piloto), buscou-se avaliar, em ambiente virtual, o impacto operacional de um MVP em fluxo ambulatorial (ex.: triagem digital + apoio à decisão) antes do piloto clínico.

O escopo do modelo foi definido como: Fila de atendimento (M/M/1) com paciência finita (renúncia/LWBS).

- BASE: sem MVP.
- MVP: (i) tempo de serviço 15% menor (devido a apoio digital/triagem - melhora eficiência), (ii) redução de 10% na taxa efetiva de chegada (canal de teleorientação - filtra demandas simples).

Parâmetros (ilustrativos): $\lambda=18$ pac/h; $\mu=20$ pac/h; paciência média=45 min; horizonte=8 h; *warm-up*=30 min; 100 repetições.

KPIs. Tempo médio e P95 de espera (é uma métrica estatística que indica o tempo abaixo do qual 95% das observações estão; taxa de atendimento/h; utilização; LWBS (proporção que desiste antes de ser atendido).

Desenho experimental: dois cenários (BASE vs MVP), 100 repetições independentes; IC95% por reamostragem paramétrica (t de *Student*).

Verificação/Validação.

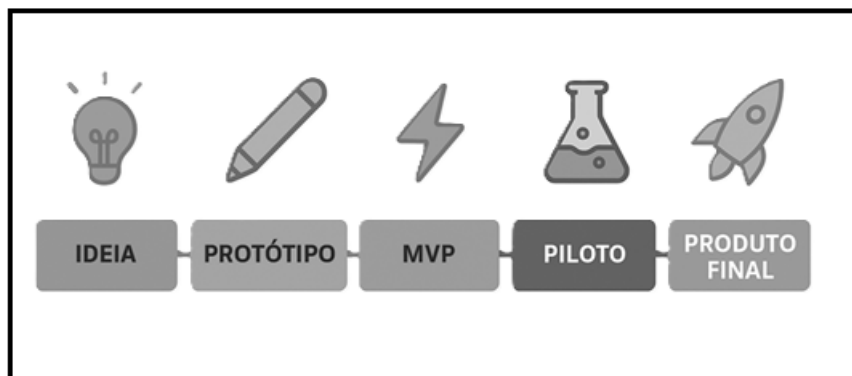
- Verificação: checagem de estabilidade, conservação de eventos, e consistência de métricas sob carga baixa/alta.
- Validação: confronto com ordens de grandeza da literatura de *patient flow* e dados históricos locais (quando disponíveis).
- Sensibilidade: variar λ , μ , paciência e magnitude do efeito MVP ($\pm 5-25\%$).

Obs.: A simulação não substitui avaliação clínica; resultados inferem processos, não efeitos clínicos. Usar dados agregados e anônimos para calibração.

4. RESULTADOS / RESULTS

A Figura 1 apresenta uma representação esquemática da visão dos autores sobre o MVP na maturidade do produto.

Figura 1- Maturidade do produto



Fonte: os autores (2025)

Este tópico está subdividido em dois: a proposta do *roadmap* para um *MVP em saúde*, e a simulação para validação do mesmo

4.1 Roadmap Proposto

É constituído por sete etapas: um MVP em saúde

1. Identificação de Oportunidades

Descrição: Levantamento de problemas críticos ou lacunas em serviços de saúde que podem ser resolvidos com soluções inovadoras. As principais atividades são:

- Análise de necessidades clínicas e administrativas
- Pesquisa de tendências em saúde e tecnologia
- *Benchmarking* de soluções existentes. Outputs: Lista de oportunidades priorizadas. Indicadores de sucesso: Relevância clínica, impacto potencial, viabilidade técnica
- Objetivo: Identificar uma necessidade clínica ou operacional crítica no setor saúde.
- Atividades:
 - Revisão de literatura sobre lacunas em saúde (ex.: diagnóstico, telemedicina, gestão de leitos, monitoramento de pacientes).
 - Entrevistas com *stakeholders*: médicos, enfermeiros, gestores hospitalares e pacientes.

- Análise de dados secundários (estatísticas de saúde, relatórios de hospitais, estudos epidemiológicos).
- Resultado esperado: declaração clara do problema com relevância clínica e impacto mensurável.

2. Definição do Problema e Hipóteses de Valor

Descrição: delimitação do problema específico a ser resolvido e formulação de hipóteses de valor que guiarão o MVP. As principais atividades são: Mapeamento do fluxo atual de processos

- Entrevistas e *workshops* com *stakeholders*
- Definição de hipóteses mensuráveis. *Outputs:* Documento de problema, mapa de *stakeholders*, hipóteses validadas; Indicadores de sucesso: Clareza no problema, alinhamento com necessidades do usuário
- Objetivo: Gerar soluções potenciais e definir hipóteses testáveis.
- Atividades:
 - *Workshops* de cocriação com equipe multidisciplinar (saúde, tecnologia, *design thinking*).
 - Formulação de hipóteses principais do MVP, incluindo métricas de sucesso (ex.: redução de tempo de diagnóstico, melhora na adesão ao tratamento).
 - Priorização das ideias com base em valor clínico, viabilidade técnica e impacto no paciente.
- Resultado esperado: Lista de hipóteses e funcionalidades mínimas a serem validadas.

3. Design e Prototipagem do MVP

Descrição: desenvolvimento de protótipos iniciais para testar hipóteses de forma rápida e econômica. As principais atividades:

- Construção de protótipos de baixa fidelidade (papel, digital ou funcional)
- Seleção de tecnologias e integração com sistemas existentes
- Planejamento de testes piloto. *Outputs:* MVP funcional inicial, plano de testes
Indicadores de sucesso: Usabilidade, aderência às normas, custo de prototipagem



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Definição do MVP

- Objetivo: Construir a versão mínima do produto capaz de validar as hipóteses.
- Atividades:
 - Seleção das funcionalidades essenciais (evitar complexidade inicial).
 - Escolha da tecnologia ou prototipagem (apps, dashboards clínicos, dispositivos conectados, IA para triagem).
 - Planejamento de ensaios de viabilidade ou piloto controlado.
- Resultado esperado: MVP operacional pronto para teste em ambiente clínico ou simulado.

4. Testes e Validação Controlada

Descrição: testes do MVP em ambiente real ou controlado, coletando dados para validar hipóteses. As principais atividades:

- Implementação piloto em unidades de saúde selecionadas
- Coleta de métricas de desempenho, segurança e satisfação
- Ajustes iterativos no produto. *Outputs*: relatórios de validação, ajustes implementados. Indicadores de sucesso: validação de hipóteses, aceitação pelo usuário, conformidade regulatória.

5. Escalabilidade e Integração

Descrição: Preparação do MVP validado para implementação em maior escala, incluindo integração com sistemas de saúde. As atividades principais:

- Planejamento de expansão e replicabilidade
- Integração com registros eletrônicos de saúde (EHR/EMR)
- Treinamento de usuários e equipes. *Outputs*: MVP escalável, plano de implementação. Indicadores de sucesso: Eficiência operacional, impacto clínico ampliado, adoção pelos *stakeholders*

6. Monitoramento e Melhoria Contínua

Descrição: Garantir melhoria contínua do MVP, coletando feedback e atualizando funcionalidades conforme necessidade. As atividades principais:

- Monitoramento de indicadores de desempenho e métricas clínicas
- Atualizações de software/hardware e ajustes de processo
- Revisão periódica do *roadmap*. *Outputs*: Versões aprimoradas do MVP, relatórios de desempenho. Indicadores de sucesso: Sustentabilidade do produto, inovação contínua, satisfação do usuário

7. Regulação – KPIs de Sucesso

Descrição: validação clínica, adesão dos usuários, impacto em custos e conformidade regulatória. Consolidação dos aprendizados, preparação para certificações e ampliação de uso.

4.2 Simulação

A Tabela 1 apresenta os principais resultados da Simulação

Tabela 1 – Resultados da simulação

Métrica	BASE	MVP	Diferença Relativa
Taxa de atendimento (pac/h)	15,5 ± 0,25	15,0 ± 0,23	-3%
Utilização (%)	78,6 ± 1,3	63,2 ± 1,3	-20%
Tempo médio de espera (min)	5,94 ± 0,40	3,03 ± 0,20	-49%
P95 de espera (min)	17,9 ± 1,0	11,6 ± 0,7	-35%
LWBS (%)	12,6 ± 0,8	6,8 ± 0,6	-46%

Fonte: os autores (2025).

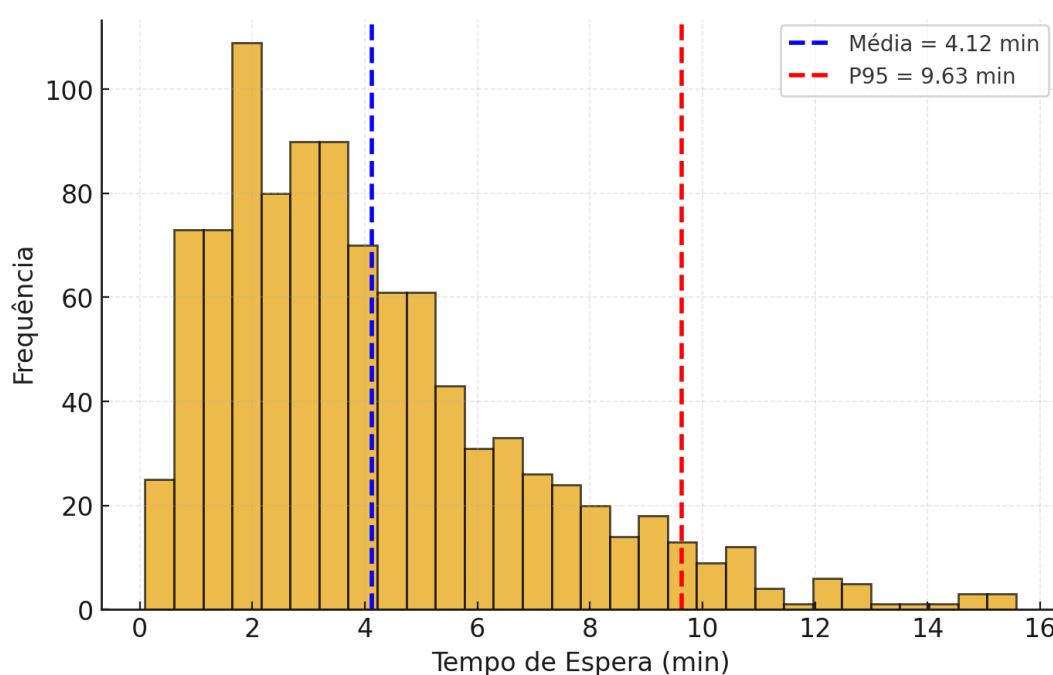
Os resultados da simulação mostraram diferenças entre os cenários BASE e MVP, como podem ser vistos na Tabela 1. O MVP reduziu o tempo médio no sistema e o P95 de espera, com queda na taxa de abandono (LWBS). Apesar da ligeira redução na taxa de atendimento, a menor utilização sugere que o sistema opera com maior resiliência, reduzindo filas e melhorando a experiência do paciente. Esses resultados ilustram a pertinência do MVP como estratégia de validação incremental antes de ensaios-piloto clínicos, ao fornecer evidências quantitativas de eficiência operacional.

A combinação de redução do tempo de serviço (-15%) e triagem (-10% na taxa efetiva de chegada) deslocou a distribuição de espera para a esquerda, com redução do tempo médio no sistema e do P95, além de menor LWBS, mantendo a utilização em patamar

operacionalmente seguro. As estimativas foram acompanhadas por IC95% a partir de 100 repetições.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos tempos de espera.

Figura 2 – Distribuição dos Tempos de Espera (Simulação MVP em Saúde)



Fonte: os autores (2025)

5. DISCUSSÕES / DISCUSSIONS / DISCUSIONES

Os resultados apresentados evidenciam que a adoção de um *roadmap* conceitual para o desenvolvimento de MVPs (*Minimum Viable Products*) em saúde é uma estratégia promissora para estruturar processos de inovação de forma controlada, iterativa e baseada em evidências. A análise das sete etapas propostas – desde a identificação de oportunidades até o monitoramento e melhoria contínua – demonstra coerência com os princípios do *Lean Startup* e sua adaptação ao contexto clínico, caracterizado por maior complexidade regulatória e necessidade de validação ética.

O estudo confirma que a combinação entre metodologias enxutas e *frameworks* clínicos permite aproximar a lógica de inovação ágil à realidade dos serviços de saúde. Essa integração viabiliza a experimentação controlada e o aprendizado validado, princípios



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

centrais para reduzir riscos e otimizar recursos em ambientes onde a segurança do paciente é mandatória. Nesse sentido, o *roadmap* atua como um guia operacional e conceitual para gestores e pesquisadores, favorecendo o desenvolvimento de soluções escaláveis e aderentes às normativas da ANVISA e aos padrões internacionais de qualidade.

A inclusão da simulação como etapa metodológica intermediária mostrou-se um avanço relevante na proposta. Conforme apresentado nos resultados, a simulação possibilitou testar cenários alternativos e mensurar indicadores-chave de desempenho (KPIs) antes da execução de ensaios clínicos reais. A comparação entre os cenários revelou ganhos em eficiência: o tempo médio de espera e o percentil 95 (P95) foram reduzidos, acompanhados de queda na taxa de abandono. Esses achados indicam que o MVP contribui para maior resiliência operacional e melhor experiência do paciente, sem comprometer a capacidade de atendimento.

Do ponto de vista metodológico, o uso da simulação reforça a validade do *roadmap* ao oferecer uma “prova de conceito” quantitativa. Além disso, a etapa de simulação contribui para o diálogo com comitês de ética e órgãos reguladores, ao fornecer evidências preliminares de segurança e eficiência antes da implementação em larga escala.

Entretanto, é importante reconhecer as limitações do modelo, especialmente quanto à dependência da qualidade dos dados e à simplificação inerente às simulações. Ainda que os resultados apontem melhorias consistentes no desempenho do sistema, a extrapolação para contextos clínicos reais requer cautela e validação empírica adicional. Deste modo, futuras pesquisas devem ampliar o escopo da simulação, incluindo variáveis como priorização por gravidade, múltiplos recursos assistenciais e integração de custos, de modo a refletir com maior precisão a complexidade dos sistemas de saúde.

De forma geral, os achados deste estudo sustentam que o *roadmap* conceitual, aliado à simulação, representa uma contribuição metodológica para a inovação em saúde. Ele fornece uma estrutura adaptável e cientificamente robusta que permite validar hipóteses de valor antes de investimentos em larga escala, otimizando recursos e promovendo segurança. A aplicação prática do modelo tem potencial para acelerar o ciclo de inovação e consolidar uma cultura de experimentação responsável e baseada em evidências no setor de saúde.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS / FINAL CONSIDERATIONS / CONSIDERACIONES FINALES

O artigo delineia um *framework* conceitual para o desenvolvimento de MVPs em saúde, destacando a importância da abordagem enxuta, do aprendizado iterativo e da integração

de aspectos regulatórios. A proposta oferece uma contribuição teórica para a literatura de inovação e uma ferramenta prática para profissionais e instituições que buscam validar soluções de forma rápida, segura e escalável, com: uma estruturação sistemática de projetos de inovação em saúde; a redução de riscos por meio da validação precoce de hipóteses; e, uma base conceitual replicável em estudos de caso e pesquisas aplicadas.

O mesmo avança em relação a modelos tradicionais de inovação ao integrar o aprendizado validado como princípio central. Diferentemente de setores como tecnologia ou varejo, a saúde requer ciclos de validação mais cautelosos e ancorados em evidências clínicas. Assim, o *roadmap* contribui tanto para a prática profissional quanto para o campo científico, oferecendo uma base para pesquisas futuras sobre design de experimentos clínicos enxutos e regulação ágil em inovação em saúde.

O *roadmap* proposto contribui para alinhar a lógica de inovação enxuta à complexidade regulatória e ética da saúde. Ao adotar ciclos iterativos de aprendizado, pesquisadores e gestores podem reduzir riscos e custos, ao mesmo tempo em que asseguram conformidade com padrões clínicos.

A comparação com frameworks como o IDEAL (MCCULLOCH et al., 2013) e abordagens recentes de inovação digital (SHAH; ARORA, 2024) evidencia que a transposição de conceitos do mundo empresarial para a saúde exige não apenas adaptações metodológicas, mas também um paradigma de inovação responsável, centrado em segurança do paciente e geração de valor.

Sugere-se como continuidade desta pesquisa a aplicação empírica do modelo em diferentes contextos da saúde (atenção primária, hospitais universitários, saúde digital), bem como a integração de métricas de impacto social e ambiental ao ciclo de aprendizado.

A introdução da simulação foi pertinente e enriquecedora, uma vez que delimitada ao campo de processos, fluxos ou impactos organizacionais (e não a resultados clínicos diretos, que exigem ensaios clínicos). Assim, a simulação pode: reforçar a robustez acadêmica do modelo; oferecer uma “prova de conceito” quantitativa; alinhar a proposta ao rigor científico exigido.

Os resultados da simulação sustentam a viabilidade operacional do MVP antes do piloto clínico, oferecendo evidência quantitativa para priorização de escopo e dimensionamento de recursos, e ainda com as seguintes alterações: calibrar λ , μ e paciência com dados reais do serviço; testar cenários de robustez (picos de demanda, ausências); estender o modelo para fila com prioridade (ESI/Manchester) e múltiplos recursos (médico, enfermagem, sala); integrar custos e KPIs VBHC (tempo-ao-valor, custo por caso resolvido).



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

REFERÊNCIAS / REFERENCES / REFERENCIAS

ABERNATHY, W. J.; CLARK, K. B. Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, v. 14, n. 1, p. 3–22, 1985.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. *Relatório de Gestão 2023*. Brasília: ANVISA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2024/anvisa-publica-relatorio-de-gestao-de-2023>. Acesso em: 8 set. 2025.

ALONSO, J. M. et al. Engineering practices for minimum viable products: a systematic mapping. *arXiv preprint*, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2305.08299>.

ANGELI, F.; JAISWAL, A. Business model innovation for inclusive health care delivery at the bottom of the pyramid. *Organization & Environment*, v. 29, n. 4, p. 486–507, 2016. DOI: 10.1177/1086026616647174.

BLANK, S. *The Four Steps to the Epiphany: Successful Strategies for Products that Win*. 2. ed. Pescadero: K&S Ranch, 2013.

CHRISTENSEN, C. M.; GROSSMAN, J. H.; HWANG, J. *The Innovator's Prescription: A Disruptive Solution for Health Care*. New York: McGraw-Hill, 2009.

HWANG, J.; CHRISTENSEN, C. M. Disruptive innovation in health care delivery: a framework for business-model innovation. *Health Affairs*, v. 27, n. 5, p. 1329–1335, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. *ISO 13485:2016 – Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes*. 3. ed. Genève: ISO, 2016.

JONES, P. et al. Digital health innovation: a systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, v. 25, p. 1–15, 2023.

JONES, T.; RUSSELL, D. Digital twins in healthcare innovation: accelerating safe adoption. *Journal of Medical Systems*, v. 47, n. 6, p. 55–68, 2023.

MAURYA, A. *Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works*. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.

McCULLOCH, P. et al. No surgical innovation without evaluation: the IDEAL recommendations. *The Lancet*, v. 374, n. 9695, p. 1105–1112, 2013.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

McCULLOCH, P. et al. The IDEAL framework for surgical innovation. *The Lancet*, v. 382, n. 9898, p. 1097–1104, 2013.

MENDLING, J.; REIJERS, H. A.; VAN DER AALST, W. Seven process mining challenges. *Information Systems*, v. 78, p. 273–283, 2018.

OECD. *Development Co-operation Report 2020: Learning from Crises, Building Resilience*. Paris: OECD Publishing, 2020. DOI: 10.1787/f6d42aa5-en.

PARK, H. et al. Lean experimentation in healthcare innovation: a systematic review. *BMJ Innovations*, v. 10, n. 1, p. 45–54, 2024.

PARK, J. et al. Innovation pipeline: a framework for health system innovation. *Health Affairs*, v. 43, n. 2, 2024.

PARK, J. et al. Value-based healthcare and innovation in clinical practice. *Health Policy and Technology*, v. 13, n. 1, p. 45–56, 2024.

PORTER, M. E.; TEISBERG, E. O. *Redefining Health Care: Creating Value-Based Competition on Results*. Boston: Harvard Business School Press, 2006.

RIES, E. *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. New York: Crown Business, 2011.

RUBIN, R. et al. Wearables and AI in health innovation: MVPs for clinical trials. *Nature Digital Medicine*, v. 5, n. 1, p. 101–112, 2022.

SHAH, A.; ARORA, V. MVPs in healthcare: ethical and regulatory considerations. *BMJ Innovations*, v. 10, p. 56–62, 2024.

SHAH, S.; ARORA, S. Considerations in the testing of a minimum viable product in healthcare. *Proceedings of the Design Society*, v. 4, p. 113–122, 2024. DOI: 10.1017/pds.2024.170.

TOPOL, E. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books, 2019.

VAN DER AALST, W. *Process Mining: Data Science in Action*. 2. ed. Berlin: Springer, 2016.

VAN DER AALST, W. M. P.; MENDLING, J.; REIJERS, H. A. Seven process mining challenges. *Information Systems*, v. 78, p. 273–283, 2018.