

# Revista Brasileira de Engenharias

ISSN 3085-8089

vol. 2, n. 1, 2026

## ... ARTIGO 8

Data de Aceite: 10/02/2026

### VALIDAÇÃO DE IDEIAS EM PROJETOS DE INOVAÇÃO SOB INCERTEZA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA APLICAÇÃO DO LEAN STARTUP EM SISTEMAS DE MOBILIDADE URBANA

Thais Bellegante



Todo o conteúdo desta revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

**Resumo:** Projetos de inovação operam, em geral, sob elevados níveis de incerteza, o que torna a validação de ideias um elemento central para a tomada de decisão ao longo do desenvolvimento. Este artigo analisa como práticas de validação de hipóteses fundamentadas na abordagem Lean Startup contribuem para a gestão da incerteza e para decisões estratégicas em projetos de inovação no contexto da Engenharia de Produção. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, baseada em revisão teórica e em um estudo de caso empírico referente ao desenvolvimento de um sistema de navegação para veículos de resgate em ambientes urbanos. A partir da aplicação do ciclo Construir–Medir–Aprender, foram formuladas e testadas hipóteses relacionadas ao problema, à proposta de valor e à viabilidade operacional e econômica da solução. Os resultados evidenciam que o principal valor do processo de validação não reside na viabilização do produto, mas na geração de aprendizado validado capaz de sustentar decisões informadas, incluindo a decisão de encerramento do projeto. O estudo reforça o papel do aprendizado validado e do erro controlado como mecanismos centrais de gestão da incerteza e destaca a contribuição da Engenharia de Produção para a condução responsável de processos de inovação sob alta complexidade.

**Palavras-chave:** Validação de ideias; Lean Startup; Aprendizado validado; Tomada de decisão; Engenharia de Produção.

## Introdução

Projetos de inovação, especialmente aqueles baseados em tecnologias emergentes e aplicados a contextos urbanos complexos, caracterizam-se por elevados níveis de

incerteza técnica, mercadológica e organizacional. Nessas condições, decisões tomadas com base apenas em suposições iniciais ou em modelos tradicionais de planejamento tendem a resultar em desperdício de recursos, atrasos e soluções desalinhadas às reais necessidades dos usuários e do mercado. Tal cenário torna evidente a necessidade de abordagens que priorizem a experimentação estruturada, o aprendizado contínuo e a gestão consciente da incerteza ao longo do desenvolvimento de produtos e serviços inovadores.

No campo da Engenharia de Produção, embora haja ampla produção científica voltada à eficiência operacional, à gestão de processos e à otimização de sistemas produtivos, ainda se observa uma lacuna no tratamento metodológico da inovação em ambientes de alta incerteza. Em particular, são limitados os estudos empíricos que analisam como decisões estratégicas — incluindo a decisão de interromper ou abandonar projetos — podem ser fundamentadas em processos sistemáticos de validação de hipóteses, em vez de critérios exclusivamente financeiros ou políticos.

Nesse contexto, a abordagem Lean Startup, proposta por Ries (2011), emerge como um referencial relevante para lidar com a incerteza inerente aos processos de inovação. Fundamentada no ciclo Construir–Medir–Aprender, essa abordagem propõe o desenvolvimento iterativo de soluções a partir da formulação e teste contínuo de hipóteses críticas, utilizando experimentos de baixo custo e feedback direto dos usuários. Diferentemente de modelos tradicionais de desenvolvimento, o Lean Startup desloca o foco do sucesso imediato do produto para a geração de aprendizado validado, entendido como evidência empí-

rica capaz de orientar decisões estratégicas ao longo do projeto.

Apesar de sua ampla difusão no ambiente empreendedor e em práticas de inovação corporativa, o Lean Startup ainda é frequentemente tratado na literatura acadêmica de forma prescritiva ou conceitual, com ênfase em casos de sucesso e na viabilização de soluções. Há, entretanto, menor aprofundamento sobre seu papel como mecanismo estruturado de gestão da incerteza e, sobretudo, como suporte à tomada de decisão informada para a interrupção de iniciativas inviáveis — aspecto central para a sustentabilidade dos processos de inovação.

Diante dessa lacuna, este artigo parte da seguinte questão de pesquisa: **como práticas de validação baseadas no Lean Startup contribuem para a gestão da incerteza e a tomada de decisão em projetos de inovação tecnológica no contexto da Engenharia de Produção?** Para responder a essa questão, o estudo analisa empiricamente a aplicação do Lean Startup em um projeto de inovação voltado ao desenvolvimento de um sistema de navegação conectado a semáforos inteligentes para veículos de resgate em ambientes urbanos.

O objetivo deste artigo é analisar de que forma o uso estruturado de práticas de validação de hipóteses, fundamentadas no ciclo Construir–Medir–Aprender, contribui para a geração de aprendizado validado e para a tomada de decisões estratégicas em projetos de inovação sob alta incerteza. Em especial, busca-se compreender como essas práticas podem orientar não apenas a evolução de soluções promissoras, mas também a decisão de encerramento de projetos cuja viabilidade mercadológica não se confirma empiricamente.

Como principais contribuições, este estudo oferece:

- (i) evidências empíricas sobre o uso do Lean Startup como instrumento de gestão da incerteza em projetos de inovação;
- (ii) uma análise do aprendizado validado como base para decisões de abandono informadas e estrategicamente responsáveis; e
- (iii) uma articulação conceitual entre práticas de inovação enxuta e a atuação da Engenharia de Produção em contextos caracterizados por elevada complexidade e incerteza.

Além desta introdução, o artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico, abordando os conceitos de validação de ideias, Lean Startup, aprendizado validado e gestão da incerteza sob a perspectiva da Engenharia de Produção. A Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos adotados. A Seção 4 apresenta o estudo de caso analisado. A Seção 5 discute os resultados à luz da literatura. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais, destacando implicações teóricas, práticas e limitações do estudo.

## Objetivo Geral

Analisar como a aplicação de práticas de validação de hipóteses fundamentadas na abordagem Lean Startup contribui para a gestão da incerteza e para a tomada de decisão estratégica em projetos de inovação tecnológica no contexto da Engenharia de Produção.

### Objetivos Específicos

1. **Analisar** a aplicação do ciclo Construir–Medir–Aprender em um projeto de inovação tecnológica, identificando como a validação progressiva de hipóteses contribui para a redução da incerteza ao longo do desenvolvimento.
2. **Examinar** o papel do aprendizado validado como base empírica para decisões estratégicas, com ênfase na decisão de interrupção de projetos cuja viabilidade mercadológica não se confirma.
3. **Discutir** a articulação entre os princípios da inovação enxuta e a atuação da Engenharia de Produção na condução de projetos de inovação caracterizados por elevada complexidade e incerteza.

## Referencial Teórico

### Validação de Ideias e Gestão da Incerteza em Projetos de Inovação

Projetos de inovação diferenciam-se de projetos tradicionais por operarem em contextos nos quais objetivos, requisitos e soluções não estão plenamente definidos desde o início. Nessas condições, a principal fonte de risco não reside apenas em falhas técnicas, mas na incerteza associada às hipóteses que sustentam o problema, a proposta de valor, o comportamento dos usuários e a viabilidade econômica da solução (TIDD; BESSANT, 2018).

A validação de ideias emerge, nesse contexto, como um mecanismo central para a gestão da incerteza. Validar uma ideia não significa comprovar sua viabilidade final, mas testar, de forma progressiva e estrutu-

rada, as hipóteses críticas que orientam o desenvolvimento da solução (RIES, 2011; BLANK, 2013). Ao confrontar suposições com evidências empíricas obtidas junto a usuários, especialistas ou dados de mercado, o processo de validação permite reduzir assimetrias de informação e apoiar decisões mais informadas ao longo do projeto.

Na Engenharia de Produção, a validação de ideias pode ser compreendida como uma extensão das práticas tradicionais de análise de risco e tomada de decisão baseada em dados, aplicadas agora a contextos caracterizados por maior ambiguidade e menor previsibilidade. Em vez de buscar a otimização de um sistema previamente conhecido, o foco desloca-se para a aprendizagem sobre o próprio sistema que está sendo concebido (SALERNO et al., 2020).

Entretanto, a literatura aponta que a validação, quando conduzida de forma superficial ou excessivamente orientada à confirmação de expectativas iniciais, pode gerar uma falsa sensação de segurança, levando à perpetuação de projetos inviáveis (FURTADO; MORANDI, 2019). Esse risco reforça a necessidade de abordagens metodológicas que tratem a validação como um processo contínuo e crítico, e não como uma etapa pontual de aprovação.

### Lean Startup como Abordagem para Decisão sob Alta Incerteza

A abordagem Lean Startup, proposta por Ries (2011), foi desenvolvida com o objetivo de apoiar a criação de produtos e negócios inovadores em ambientes caracterizados por elevada incerteza. Inspirada nos princípios do pensamento enxuto, a abordagem propõe a substituição de longos ciclos de planejamento por ciclos curtos de experi-

mentação, orientados à geração de aprendizado validado.

O núcleo do Lean Startup é o ciclo Construir–Medir–Aprender, no qual hipóteses são transformadas em experimentos, testadas por meio de MVPs (Produtos Mínimos Viáveis) e avaliadas a partir de métricas e feedbacks reais. Diferentemente de modelos tradicionais de desenvolvimento, o sucesso inicial não é medido pela performance financeira ou pela completude da solução, mas pela capacidade de gerar conhecimento confiável que sustente decisões futuras (RIES, 2011; MAURYA, 2012).

Embora amplamente difundida em contextos empreendedores, a aplicação do Lean Startup em ambientes organizacionais e projetos de Engenharia de Produção ainda enfrenta desafios. Entre as principais críticas à abordagem estão o risco de excesso de experimentação, a dificuldade de definição de métricas adequadas e a possibilidade de validações prematuras baseadas em amostras reduzidas ou enviesadas (EDISON et al., 2018).

Além disso, a adoção acrítica do Lean Startup pode levar à priorização de experimentos de curto prazo em detrimento de análises sistêmicas mais amplas, especialmente em projetos que envolvem infraestrutura urbana, serviços públicos ou múltiplos stakeholders. Dessa forma, o valor do Lean Startup não reside na experimentação em si, mas na sua utilização como instrumento estruturado de tomada de decisão sob incerteza, integrado a princípios de análise crítica e gestão de riscos.

## Aprendizado Validado e Erro Controlado como Instrumentos de Decisão Estratégica

O conceito de aprendizado validado constitui um dos pilares centrais do Lean Startup e representa uma mudança significativa na forma de avaliar o progresso de projetos inovadores. Em vez de medir avanço apenas por entregas tangíveis ou indicadores financeiros, o aprendizado validado propõe que o principal resultado dos ciclos iniciais de inovação seja o conhecimento empiricamente fundamentado sobre as hipóteses do projeto (RIES, 2011).

Nesse contexto, o erro assume um papel estratégico. Diferentemente de abordagens tradicionais, nas quais o erro é tratado como falha a ser evitada, o Lean Startup propõe o conceito de erro controlado: falhas rápidas, de baixo custo e orientadas à aprendizagem (BLANK, 2013). Errar, nesse sentido, não representa um desvio do planejamento, mas um mecanismo deliberado para testar limites, refutar hipóteses e evitar investimentos excessivos em soluções inviáveis.

A literatura destaca que o verdadeiro risco em projetos de inovação não está em errar, mas em persistir em decisões sem respaldo empírico, fenômeno frequentemente associado a vieses cognitivos, custos afundados e pressões organizacionais (THOMPSON; MACMILLAN, 2010). O aprendizado validado atua, portanto, como um contrapeso racional a esses vieses, oferecendo evidências objetivas para sustentar decisões difíceis, como pivôs estratégicos ou o encerramento de projetos.

Sob a perspectiva da Engenharia de Produção, o aprendizado validado pode ser interpretado como um mecanismo de go-

vernança da inovação, no qual decisões são tomadas com base em dados coletados de forma sistemática, ainda que imperfeitos. Essa lógica aproxima o Lean Startup das práticas de gestão da incerteza, ao transformar ambiguidades iniciais em conhecimento acionável ao longo do tempo (SILVA; FISCHMANN, 2017).

Assim, o valor do erro controlado não está na falha em si, mas na sua capacidade de gerar aprendizado relevante antes que os custos do projeto se tornem irreversíveis. A decisão de abandonar uma iniciativa, quando fundamentada em evidências consistentes, deve ser compreendida como resultado de um processo racional e responsável de gestão da inovação, e não como insucesso organizacional.

## Contribuições da Engenharia de Produção para Projetos de Inovação sob Incerteza

A Engenharia de Produção possui um papel estratégico na condução de projetos de inovação, especialmente em contextos caracterizados por elevada complexidade e incerteza. Ao integrar conhecimentos de gestão de processos, análise de sistemas, tomada de decisão e mensuração de desempenho, a área oferece ferramentas conceituais e metodológicas para estruturar a experimentação e interpretar resultados de forma crítica.

Em projetos inovadores, o engenheiro de produção atua não apenas como otimizador de processos existentes, mas como agente responsável por estruturar mecanismos de aprendizagem, definir critérios de avaliação e apoiar decisões estratégicas ao longo do ciclo de desenvolvimento (PESSÔA; SOUZA; GONÇALVES, 2021). A incorporação de abordagens como o Lean Startup amplia

esse papel, ao permitir que práticas de experimentação sejam integradas a uma lógica sistemática de gestão da incerteza.

Nesse sentido, a contribuição da Engenharia de Produção não se limita à implementação de soluções bem-sucedidas, mas inclui a capacidade de reconhecer, de forma fundamentada, quando uma iniciativa não apresenta viabilidade técnica ou mercadológica. Essa competência é essencial para a sustentabilidade dos processos de inovação, especialmente em ambientes nos quais recursos são limitados e decisões equivocadas podem gerar impactos significativos.

Ao articular princípios de inovação enxuta, aprendizado validado e análise crítica, a Engenharia de Produção consolida-se como um campo capaz de apoiar decisões complexas em projetos de inovação, contribuindo para a redução de desperdícios, o aumento da racionalidade decisória e a promoção de práticas de inovação mais responsáveis.

## Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza teórico-empírica, com abordagem exploratória e descritiva, cujo objetivo é analisar o uso de práticas de validação baseadas no Lean Startup como instrumento de gestão da incerteza e apoio à tomada de decisão em projetos de inovação. O foco da investigação não reside na validação da solução desenvolvida, mas na compreensão do processo de validação de hipóteses e de como os aprendizados gerados ao longo desse processo subsidiam decisões estratégicas, incluindo a decisão de encerramento do projeto.

A estratégia metodológica adotada combina revisão bibliográfica com a análise

se de um estudo de caso único, abordagem adequada quando se busca compreender fenômenos complexos inseridos em contextos reais e pouco estruturados, nos quais os limites entre o fenômeno estudado e o ambiente não são claramente definidos (YIN, 2018). O estudo de caso foi desenvolvido no âmbito de um curso de pós-graduação em Engenharia de Produção e refere-se à concepção e validação de uma solução tecnológica voltada à otimização do deslocamento de veículos de resgate em ambientes urbanos.

A etapa teórica consistiu em uma revisão da literatura sobre validação de ideias, Lean Startup, aprendizado validado, erro controlado e gestão da incerteza em projetos de inovação, com o objetivo de fundamentar a análise empírica e construir o arcabouço conceitual do estudo. A etapa empírica concentrou-se na análise do processo de validação conduzido ao longo do desenvolvimento do projeto, tomando como unidade de análise

os ciclos de experimentação realizados a partir do ciclo Construir–Medir–Aprender.

O processo de validação envolveu a formulação explícita de hipóteses relacionadas ao problema, à proposta de valor, aos segmentos de clientes, aos canais de aquisição e às fontes de receita. Essas hipóteses foram testadas por meio de experimentos de baixo custo, incluindo a construção de MVPs conceituais, protótipos de interface, aplicação de questionários estruturados e realização de entrevistas semiestruturadas com potenciais usuários e especialistas do setor. Os dados coletados contemplaram tanto informações qualitativas, oriundas de entrevistas e feedbacks abertos, quanto dados quantitativos simples, relacionados à percepção de valor, viabilidade e intenção de adoção da solução.

A análise dos dados seguiu uma abordagem interpretativa, buscando identificar

| Etapa do ciclo          | Hipótese principal           | Método de validação         | Evidência coletada        | Decisão resultante   |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Problema                | Tráfego impacta deslocamento | Questionários e entrevistas | Consenso sobre o problema | Hipótese validada    |
| Proposta de valor       | Solução é relevante          | Entrevistas + protótipo     | Aceitação conceitual      | Hipótese validada    |
| Viabilidade operacional | Infraestrutura é viável      | Análise técnica             | Baixa disponibilidade     | Hipótese fragilizada |
| Viabilidade econômica   | Há disposição de pagamento   | Entrevistas com gestores    | Ausência de demanda       | Hipótese refutada    |
| Síntese                 | Projeto é viável             | Consolidação das evidências | Aprendizado validado      | Encerramento         |

Quadro 1 – Síntese do processo de validação e critérios de decisão

Fonte: Elaboração própria (2026).

como os aprendizados gerados em cada ciclo de validação influenciaram as decisões subsequentes do projeto. Especial atenção foi dada aos critérios utilizados para avaliar a viabilidade mercadológica da solução e para fundamentar a decisão de encerramento do projeto, tais como limitações estruturais do contexto de aplicação, ausência de demanda explícita e restrições orçamentárias dos potenciais adotantes.

Com o objetivo de sintetizar o processo metodológico adotado e tornar explícita a lógica de validação e tomada de decisão empregada no estudo, o Quadro 1 apresenta uma visão consolidada das principais etapas do ciclo Construir–Medir–Aprender, das hipóteses analisadas, dos métodos de validação utilizados e das decisões resultantes em cada fase do projeto. Essa síntese permite evidenciar que a decisão de encerramento da iniciativa decorreu de um processo estruturado de aprendizado validado, e não de uma avaliação pontual ou subjetiva.

A partir dessa estrutura metodológica, o estudo de caso apresentado na seção seguinte detalha as evidências empíricas coletadas em cada etapa do processo de validação, permitindo analisar como os aprendizados obtidos sustentaram a decisão estratégica de encerramento do projeto.

## **Estudo de Caso: Processo de Validação de uma Solução de Navegação para Veículos de Resgate**

O estudo de caso analisado refere-se ao desenvolvimento e validação de uma solução tecnológica voltada à otimização do deslocamento de veículos de resgate em ambientes urbanos, conduzido por um grupo de pós-

-graduandos em Engenharia de Produção. O objetivo do projeto não foi apenas conceber uma solução inovadora, mas aplicar de forma estruturada práticas de validação de hipóteses fundamentadas na abordagem Lean Startup, com o intuito de avaliar sua viabilidade técnica e mercadológica em um contexto real.

O processo seguiu o ciclo Construir–Medir–Aprender, tendo como instrumento de apoio o Lean Canvas, utilizado para explicitar, organizar e revisar continuamente as principais hipóteses do projeto. Ao longo do desenvolvimento, diferentes ciclos de validação foram conduzidos, permitindo a coleta progressiva de evidências para subsidiar decisões estratégicas.

## **Formulação do Problema e Hipóteses Iniciais**

A hipótese central do projeto partiu da premissa de que o tempo de deslocamento de veículos de resgate em centros urbanos é significativamente impactado por congestionamentos e sinais semafóricos, mesmo em ocorrências de baixa prioridade. Supôs-se que a utilização de um sistema de navegação integrado a semáforos inteligentes poderia contribuir para a redução do tempo de resposta e para o aumento da segurança no deslocamento desses veículos.

Essa hipótese foi desdobrada em suposições específicas relacionadas ao problema percebido, à relevância da solução proposta, à disposição dos usuários em adotá-la e à existência de organizações dispostas a financiá-la. Essas hipóteses iniciais orientaram a definição dos primeiros experimentos de validação.

## Validação do Problema e Segmentação dos Atores Envolvidos

A validação do problema foi conduzida por meio da aplicação de questionários estruturados a 47 participantes do público geral e da realização de entrevistas com 25 profissionais da área de resgate. Os dados coletados indicaram consenso quanto à existência de dificuldades relacionadas ao tráfego urbano e à interferência dos sinais semafóricos no deslocamento de veículos de emergência, confirmando a relevância do problema no contexto analisado.

A partir desses dados, os atores envolvidos foram segmentados em três grupos analíticos: usuários diretos da solução (profissionais de resgate), beneficiários indiretos (cidadãos atendidos em situações de emergência) e potenciais financiadores (entes públicos e privados responsáveis pela contratação da solução). Essa segmentação permitiu explicitar interesses distintos e orientar experimentos específicos para cada grupo.

## Proposta de Valor e Desenvolvimento de MVPs

Com base na validação inicial do problema, foi formulada a proposta de valor da solução, sintetizada como a capacidade de apoiar o deslocamento mais rápido e seguro de veículos de resgate por meio da definição de rotas com menor congestionamento e da integração com sistemas semafóricos. Essa proposta foi apresentada a profissionais da área de resgate, sendo considerada clara e relevante pela maioria dos participantes.

Para testar a aceitação da solução e sua aplicabilidade operacional, foram desenvolvidos MVPs conceituais, incluindo protótipos de interface em alta fidelidade

elaborados com o auxílio da ferramenta Figma. Esses protótipos foram utilizados como artefatos de validação em entrevistas e sessões de feedback com sete profissionais do setor, permitindo avaliar a compreensão da solução, sua utilidade percebida e possíveis barreiras de adoção.

Os feedbacks obtidos indicaram percepção positiva quanto aos benefícios potenciais da solução, especialmente no que se refere à redução de gargalos de trânsito e ao aumento da segurança no deslocamento. Contudo, também emergiram questionamentos relacionados à dependência de infraestrutura urbana adequada e à integração com sistemas já existentes.

## Análise de Viabilidade Operacional e Econômica

Na sequência dos ciclos de validação, foram analisadas as hipóteses relacionadas à viabilidade operacional e econômica da solução. A estimativa de custos considerou o desenvolvimento do sistema por uma equipe de sete profissionais de tecnologia ao longo de 14 meses, totalizando aproximadamente 2.464 horas de trabalho. O custo estimado do projeto foi de R\$ 2.386.384,00, valor considerado elevado quando comparado aos orçamentos típicos de iniciativas semelhantes em cidades de pequeno e médio porte.

Paralelamente, as entrevistas realizadas com gestores públicos e representantes de organizações de resgate evidenciaram limitações significativas quanto à capacidade de investimento e à prioridade atribuída a esse tipo de solução. Observou-se, ainda, que grande parte das cidades analisadas não dispunha de infraestrutura semafórica inteligente, condição necessária para a implementação efetiva da proposta.

# Validação das Fontes de Receita e Decisão de Encerramento do Projeto

A validação das fontes de receita representou o ponto crítico do processo. Apesar do reconhecimento do problema e da utilidade potencial da solução, não foram identificadas evidências suficientes de demanda explícita ou de disposição de pagamento por parte dos potenciais financiadores no curto prazo. As restrições orçamentárias, a ausência de infraestrutura adequada e a priorização de outros investimentos foram fatores recorrentes nas respostas obtidas.

Diante da ausência de validação das hipóteses mercadológicas fundamentais, e em consonância com os princípios do Lean Startup, optou-se pelo encerramento do projeto. Essa decisão foi fundamentada nos aprendizados acumulados ao longo dos ciclos de validação, evitando a continuidade de investimentos em uma iniciativa cuja viabilidade não se confirmou empiricamente.

Com o objetivo de sintetizar as evidências empíricas que fundamentaram a deci-

são de encerramento do projeto, o Quadro 2 apresenta os principais critérios analisados ao longo dos ciclos de validação, bem como os respectivos achados que sustentaram a conclusão sobre a inviabilidade mercadológica da solução no contexto estudado. Essa síntese evidencia que a decisão de abandono decorreu da convergência de múltiplos fatores observados empiricamente, e não de um único elemento isolado.

A consolidação desses critérios permitiu encerrar o projeto de forma informada e consistente com os princípios da validação de hipóteses e do aprendizado validado. A análise integrada das evidências coletadas ao longo do processo reforça que o encerramento da iniciativa constituiu um resultado analítico do estudo, preparando o terreno para a discussão dos achados à luz da literatura na seção seguinte.

## Análise e Discussão

Ao tratar a decisão de abandono como um resultado analítico do processo de validação — e não como um insucesso do pro-

| Critério                   | Evidência observada                |
|----------------------------|------------------------------------|
| Infraestrutura urbana      | Ausência de semáforos inteligentes |
| Demanda explícita          | Inexistente no curto prazo         |
| Capacidade de investimento | Orçamentos incompatíveis           |
| Prioridade estratégica     | Solução não priorizada             |
| Risco de continuidade      | Alto custo sem retorno esperado    |

Quadro 2 – Critérios empíricos que fundamentaram a decisão de encerramento do projeto

Fonte: Elaboração própria (2026).

jeto —, os achados deste estudo evidenciam o papel do aprendizado validado como mecanismo racional de gestão da incerteza em projetos de inovação. Essa perspectiva está alinhada aos princípios do Lean Startup e à atuação da Engenharia de Produção, ao privilegiar a tomada de decisão baseada em evidências em detrimento da persistência em hipóteses não confirmadas empiricamente.

A análise do processo de validação conduzido no estudo de caso demonstra que a aplicação estruturada do ciclo Construir–Medir–Aprender possibilitou transformar incertezas iniciais em conhecimento acionável ao longo do desenvolvimento. Conforme sintetizado no **Quadro 1**, as hipóteses relacionadas ao problema e à proposta de valor foram progressivamente confirmadas por meio de evidências empíricas, enquanto hipóteses associadas à viabilidade operacional e econômica foram fragilizadas e, posteriormente, refutadas. Esse encadeamento evidencia que o aprendizado gerado não se restringiu à compreensão do problema, mas orientou decisões estratégicas em diferentes estágios do projeto.

Sob a ótica do Lean Startup, esse resultado reforça a centralidade do aprendizado validado como métrica principal de progresso em contextos de alta incerteza (RIES, 2011; BLANK, 2013). Diferentemente de abordagens tradicionais, nas quais o avanço do projeto é frequentemente associado à continuidade do desenvolvimento, o caso analisado demonstra que a interrupção fundamentada pode representar um desfecho racional e desejável. O abandono informado, nesse sentido, constitui evidência de maturidade decisória, ao evitar o comprometimento de recursos em iniciativas cuja viabilidade mercadológica não se confirma.

A decisão de encerramento do projeto, detalhada no **Quadro 2**, decorreu da convergência de múltiplos critérios empíricos, incluindo limitações de infraestrutura urbana, ausência de demanda explícita, restrições orçamentárias e baixa prioridade estratégica por parte dos potenciais financiadores. A presença simultânea desses fatores reforça que a inviabilidade observada não foi contingencial, mas estrutural no contexto analisado. Tal constatação dialoga com a literatura que aponta o risco de persistência em projetos inovadores motivada por vieses cognitivos e custos afundados, em detrimento de evidências objetivas (THOMPSON; MACMILLAN, 2010).

Do ponto de vista da Engenharia de Produção, os resultados deste estudo ampliam a compreensão do papel da área em projetos de inovação sob incerteza. Mais do que otimizar processos ou viabilizar soluções, o engenheiro de produção atua como agente de estruturação da experimentação, definição de critérios de avaliação e interpretação crítica dos dados gerados ao longo do projeto. Ao sistematizar o processo de validação e explicitar critérios de decisão, a abordagem adotada contribui para uma governança mais racional da inovação, alinhada à redução de desperdícios e ao uso eficiente de recursos (SALERNO et al., 2020).

Adicionalmente, o estudo evidencia limites importantes da aplicação do Lean Startup, especialmente em contextos que envolvem infraestrutura urbana e múltiplos stakeholders. Embora eficaz na geração de aprendizado sobre o problema e a proposta de valor, a abordagem mostrou-se insuficiente para superar restrições estruturais externas ao controle do projeto, como a inexistência de infraestrutura tecnológica adequada. Esse achado reforça críticas presentes na literatu-

ra quanto ao risco de validações superficiais ou excessivamente focadas no usuário final, sem considerar condicionantes sistêmicas mais amplas (EDISON et al., 2018).

Nesse sentido, os resultados sugerem que o Lean Startup deve ser compreendido não como uma metodologia universal para viabilização de soluções, mas como um instrumento de apoio à tomada de decisão em ambientes incertos. Seu valor reside menos na promessa de sucesso e mais na capacidade de gerar evidências que orientem escolhas estratégicas, inclusive a decisão de não prosseguir com uma iniciativa. Essa leitura contribui para uma aplicação mais madura e responsável da abordagem no contexto da Engenharia de Produção.

Em síntese, a análise do estudo de caso demonstra que o principal valor gerado pelo processo de validação não foi a entrega de uma solução implementável, mas a construção de conhecimento que permitiu interromper o projeto de forma informada. Ao evidenciar o abandono como resultado analítico legítimo, o estudo reforça a importância do aprendizado validado como elemento central da gestão da incerteza em projetos de inovação tecnológica. Esse resultado dialoga com a literatura sobre tomada de decisão sob incerteza, especialmente no que se refere à tensão entre exploração e persistência em iniciativas inovadoras, conforme discutido por March (1991).

## Considerações Finais

Este artigo analisou como práticas de validação de hipóteses fundamentadas na abordagem Lean Startup contribuem para a gestão da incerteza e para a tomada de decisão em projetos de inovação tecnológica no contexto da Engenharia de Produção. A

partir da análise de um estudo de caso empírico, foi possível evidenciar que o principal valor gerado pelo processo de validação não reside necessariamente na viabilização de uma solução, mas na construção de aprendizado validado capaz de orientar decisões estratégicas ao longo do desenvolvimento.

Os achados do estudo demonstram que a aplicação estruturada do ciclo Construir–Medir–Aprender possibilitou transformar incertezas iniciais em conhecimento acionável, permitindo identificar, de forma progressiva, a inviabilidade mercadológica da solução proposta. Nesse sentido, a decisão de encerramento do projeto emergiu como um resultado analítico legítimo, fundamentado na convergência de evidências empíricas, e não como um insucesso do processo de inovação. Tal constatação reforça a importância do erro controlado e do aprendizado validado como elementos centrais da gestão da incerteza em projetos inovadores.

Do ponto de vista teórico, o estudo contribui para a literatura ao ampliar a compreensão do Lean Startup como instrumento de apoio à tomada de decisão sob alta incerteza, e não apenas como metodologia orientada à criação de soluções bem-sucedidas. Ao enfatizar o papel do abandono informado, o artigo tensiona abordagens excessivamente prescritivas da inovação enxuta e reforça a necessidade de incorporar critérios analíticos claros para a interrupção de projetos inviáveis.

No âmbito prático, os resultados oferecem implicações relevantes para a atuação de engenheiros de produção em projetos de inovação. Ao estruturar processos de validação, definir métricas de aprendizado e interpretar criticamente os dados gerados, esses profissionais podem contribuir para uma governança mais racional da inovação, reduzindo desperdícios e orientando o uso eficiente de recursos organizacionais. O estudo evidencia que reconhecer o momento

adequado para interromper uma iniciativa constitui uma competência estratégica, especialmente em contextos caracterizados por elevada complexidade e múltiplos stakeholders.

Apesar das contribuições apresentadas, o estudo possui limitações que devem ser consideradas. O recorte empírico baseia-se em um único estudo de caso, desenvolvido em ambiente acadêmico e em um contexto urbano específico, o que restringe a generalização dos resultados. Além disso, algumas evidências foram coletadas a partir de percepções dos participantes, o que pode introduzir vieses inerentes a métodos qualitativos.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação da análise para múltiplos estudos de caso, envolvendo diferentes setores e níveis de maturidade organizacional, bem como a investigação comparativa entre projetos que foram interrompidos e aqueles que avançaram para fases de implementação. Estudos que integrem métricas quantitativas mais robustas ao processo de validação também podem contribuir para aprofundar a compreensão do papel do aprendizado validado na tomada de decisão em projetos de inovação.

Em síntese, o estudo reafirma que inovar de forma responsável implica não apenas criar soluções, mas também reconhecer, com base em evidências, quando determinadas iniciativas não devem prosseguir. Ao posicionar o aprendizado validado como elemento central da gestão da incerteza, o artigo contribui para uma aplicação mais madura, crítica e sustentável das práticas de inovação no campo da Engenharia de Produção.

## Referências

- BLANK, S. The four steps to the epiphany: successful strategies for startups that win. 2nd ed. Pescadero: K&S Ranch, 2005.
- BLANK, S. Why the Lean Startup changes everything. *Harvard Business Review*, v. 91, n. 5, p. 63–72, 2013.
- EDISON, H. et al. Lean startup: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, v. 135, p. 1–16, 2018.
- FURTADO, L. M.; MORANDI, M. I. W. Fail fast: the role of controlled failure in innovation processes. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 21, n. 3, p. 579–596, 2019.
- MARCH, J. G. Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, v. 2, n. 1, p. 71–87, 1991.
- MAURYA, A. Running Lean: iterate from plan A to a plan that works. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.
- PESSÔA, M. V. P.; SOUZA, B. V.; GONÇALVES, R. F. Production Engineering in the context of innovation: a conceptual review. *Produção Online*, v. 21, n. 3, p. 965–990, 2021.
- RIES, E. The Lean Startup: how today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. New York: Crown Publishing, 2011.
- SALERNO, M. S. et al. Innovation in engineering firms: theories, models and practices. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.
- SILVA, D.; FISCHMANN, A. A. Production Engineering: operations management in complex environments. São Paulo: Atlas, 2017.
- THOMPSON, J. D.; MACMILLAN, I. C. Business models: creating new markets and societal wealth. *Long Range Planning*, v. 43, n. 2–3, p. 291–307, 2010.
- TIDD, J.; BESSANT, J. Innovation and entrepreneurship. 3rd ed. Chichester: Wiley, 2018.
- YIN, R. K. Case study research and applications: design and methods. 6th ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.