XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8553

Simulação do Uso Físico de Cartões Kanban como Ferramenta de Ensino da Produção Puxada na Construção Civil

Simulation of the Physical Use of Kanban Cards as a Teaching Tool for Pull Production in Civil Construction

Madalena Osório Leite da Silva
Universidade de Fortaleza - Unifor | Fortaleza | Brasil | E-mail madalenaosorioleite@unifor.br
Luiz Fernando Mahlmann Heineck
Universidade Estadual do Ceará - UECE| Fortaleza | Brasil | E-mail luiz.heineck@uece.br
Rafael Leite Tavares
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE| Fortaleza | Brasil | E-mail rleitetavares@gmail.com
Luis Felipe Cândido
Universidade Federal do Ceará - UFC| Crateús | Brasil | E-mail candido@crateus.ufc.br

Resumo

Este estudo apresenta a aplicação de uma simulação didática baseada no sistema *Kanban* para o ensino de princípios Lean na construção civil. A atividade utilizou dispositivos de gestão visual, como cartões, diagramas de sequência e painel porta-*Kanban*, para representar um sistema de produção puxada. O método envolveu revisão de literatura sobre Lean Construction e aplicação de atividade prática simulada com análise da percepção discente. A metodologia permitiu aos estudantes compreender conceitos como transparência, nivelamento da produção e eliminação de desperdícios. Os resultados indicam que a abordagem prática favorece a assimilação de conteúdos teóricos, promovendo maior engajamento e capacidade de análise dos processos produtivos. Conclui-se que a simulação constitui uma ferramenta eficaz para aproximar teoria e prática no ensino de engenharia civil.

Palavras-chave: *Kanban*. *Construção Enxuta*. Produção puxada. Gestão visual.

Abstract

This study presents the application of a didactic simulation based on the Kanban system to teach Lean principles in civil construction. The activity used visual management tools, such as cards, sequence diagrams, and a Kanban board, to represent a pull production system. The methodology enabled students to understand concepts such as transparency, production leveling, and waste reduction. The results indicate that the practical approach enhances the assimilation of theoretical content, promoting greater engagement and analytical capacity. It is concluded that simulation is an effective tool to bridge theory and practice in civil engineering education.

Keywords: Kanban. Lean Construction. Pull production. Visual management.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8553

INTRODUÇÃO

A metodologia *Kanban* teve sua gênese no Japão durante a década de 1940, desenvolvida por Taiichi Ohno como parte integrante do sistema de produção da Toyota. O termo, que significa cartão visual, baseia-se na utilização de sinais para indicar o progresso das tarefas e ajustar o ritmo de produção à demanda real do mercado. Essa abordagem visa, primordialmente, otimizar o fluxo de trabalho e reduzir desperdícios por meio de um controle visual rigoroso e simplificado dos processos produtivos [1].

Inserido na filosofia *Lean*, o sistema foca em quatro conceitos críticos para a excelência operacional: eliminação de desperdício, criação de valor, melhoria contínua e respeito às pessoas. O desperdício é tratado como o conceito central, sendo combatido para evitar que o tempo, o custo e a qualidade sejam afetados negativamente durante a execução das atividades. Através de simulações e práticas sistemáticas, busca-se entender quais tarefas realmente agregam valor ao cliente e quais devem ser removidas do fluxo [2].

A adaptação desses conceitos para a indústria da construção civil, conhecida como *Lean Construction*, foca na redução de perdas e na mitigação da baixa produtividade recorrente no setor. Um dos pilares dessa aplicação é o princípio da transparência, que busca tornar os fluxos de processos visíveis e compreensíveis para todos os envolvidos, desde o nível estratégico até o operacional. A gestão visual no canteiro facilita o controle da obra, aumenta a conscientização dos trabalhadores e permite uma melhor organização das frentes de serviço [3].

A aplicação de jogos de simulação surge como uma estratégia pedagógica essencial para o ensino da filosofia enxuta, permitindo o aprendizado por meio da prática (*Learning by Doing*). Ao simular cenários reais de canteiro, os alunos conseguem perceber como a redução de atividades que não agregam valor impacta diretamente na produtividade. Tais experiências práticas facilitam a transição do conhecimento teórico para a aplicação operacional, promovendo uma compreensão profunda sobre fluxos de trabalho e maximização de valor para o cliente final [2].

A gestão de produção em obras complexas exige ferramentas que integrem o planejamento colaborativo com o controle visual em tempo real. A combinação de sistemas como o *Last Planner System* (LPS) e o *Kanban* fortalece a confiabilidade do planejamento e a coordenação entre as diversas frentes de trabalho. Esse modelo integrado promove a descentralização da gestão e cria um ambiente colaborativo, permitindo que a equipe de campo tome decisões informadas para enfrentar a variabilidade inerente aos projetos de construção [4].

REFERENCIAL TEÓRICO

O *Kanban* representa uma abordagem de manufatura enxuta utilizada para gerenciar o fluxo de materiais e processos dentro de uma estrutura *Just-in-Time*. O sistema fundamenta-se na visualização do trabalho, na limitação do trabalho em progresso (WIP) e no foco no fluxo contínuo. Ao adotar uma lógica de produção puxada, as

equipes conseguem identificar gargalos e ineficiências de forma rápida, ajustando a capacidade produtiva conforme a necessidade real de reabastecimento de insumos [5].

No ambiente prático do canteiro, o sistema *Kanban* materializa o conceito de produção puxada ao atuar como um comando indispensável: nenhum item deve ser movimentado ou produzido sem a apresentação do respectivo cartão. Essa ferramenta transforma o cartão em uma verdadeira moeda de troca entre as equipes de execução nos pavimentos e o setor de produção de argamassas na betoneira. Ao manusear esses sinais, os operários ganham autonomia para solicitar insumos apenas no momento do uso, eliminando os estoques em processo [6].

A eficácia dos dispositivos visuais no canteiro está atrelada ao cumprimento de requisitos fundamentais como simplicidade, padronização e acessibilidade das informações. A padronização reduz o tempo gasto na busca por dados e melhora a consistência na entrega das informações, facilitando a coordenação entre partes interdependentes. Quando as ferramentas são flexíveis e fáceis de usar, elas estimulam a colaboração e desenvolvem um senso de propriedade compartilhada sobre os processos de produção [7].

A configuração do cartão deve conter dados precisos para evitar a superprodução, incluindo especificações de quantidade, tempo e local exato da entrega. Na logística de obra, utilizam-se cartões distintos para materiais produzidos no local e materiais adquiridos externamente. Essa distinção permite um controle visual rigoroso sobre o que deve ser fabricado e o que deve ser transportado pelo guincho de carga, garantindo que a logística responda fielmente à demanda real [8].

Para organizar as demandas horárias de materiais, utiliza-se o painel porta-*Kanban* ou *Heijunka*-box, que funciona como um dispositivo de nivelamento da produção diária. O painel é subdividido em colunas que representam as janelas horárias de transporte, permitindo que o operador da betoneira distribua as entregas de forma intercalada. Esse balanceamento, conhecido como *Heijunka*, garante que todas as equipes recebam materiais de forma uniforme e operem com estoque mínimo [6].

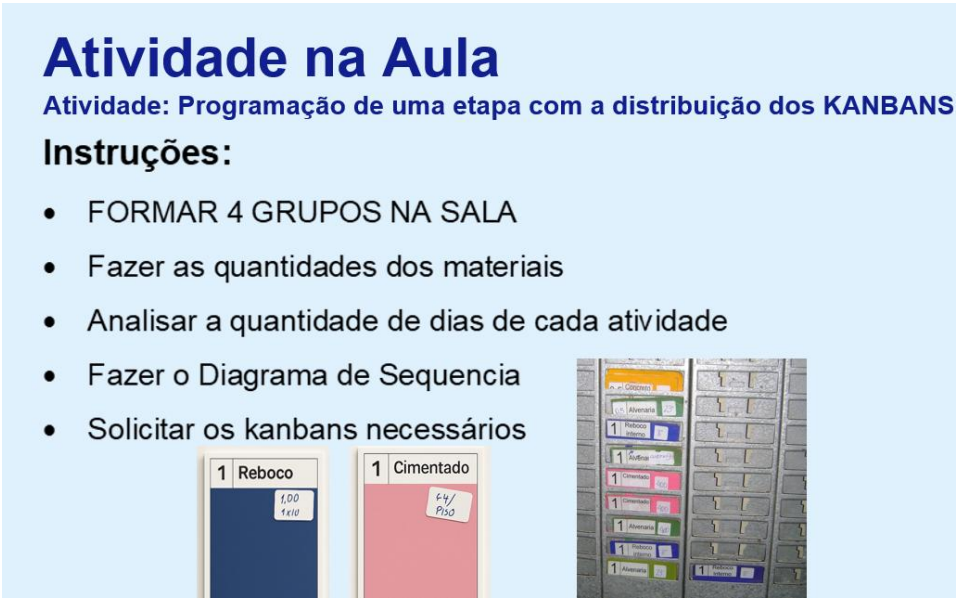
A transparência gerada pelo uso de quadros físicos ou virtuais permite que a equipe gerencial monitore o progresso simultâneo das atividades, facilitando o remanejamento de recursos quando necessário. O acesso rápido a informações relevantes através da percepção visual do trabalhador gera economias significativas de tempo e custo. Além disso, a formalização dos procedimentos através da gestão visual eleva o nível de segurança no trabalho e melhora a comunicação direta entre o nível operacional e a gerência [3].

APLICAÇÃO DA ATIVIDADE

A fase inicial do experimento concentrou-se na preparação técnica e na produção dos dispositivos visuais, buscando materializar, em ambiente didático, os princípios de simplicidade, padronização e funcionalidade característicos da filosofia do Sistema Toyota de Produção, como mostra a Figura 1.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8553

Figura 1: Roteiro da atividade



Nesse contexto, foram confeccionados cartões *Kanban* utilizando papel duplex, posteriormente plastificados, com o objetivo de garantir maior durabilidade frente ao manuseio contínuo. Cada tipo de cartão de argamassa empregado na simulação, alvenaria, emboço e reboco foi associado a uma coloração específica, permitindo sua identificação visual rápida e intuitiva. Para os materiais externos, como tijolos e peças cerâmicas, adotou-se uma estratégia diferenciada. Foram produzidos cartões brancos contendo representações ilustrativas dos itens solicitados (Figura 2).

Figura 2: Cartões *Kanban* para argamassas e materias, com diferenciação visual por cores



Paralelamente, foram desenvolvidos diagramas de sequência, que orientavam o percurso de execução (*walk path*) das equipes (Figura 3). Esses diagramas estabeleciam, de forma detalhada, a sequência diária de atividades de cada operário, assegurando que o avanço das etapas estivesse condicionado à conclusão integral da etapa anterior, promovendo a terminalidade dos serviços e evitando a fragmentação típica dos processos construtivos convencionais.

Figura 3: Diagramas de sequência utilizados no planejamento das atividades

ED. CURSO LEAN
DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA PACOTE CERÂMICA
PAVIMENTO:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	13/out	14/out	15/out	16/out	17/out	02/jan	20/out	21/out	22/out					
Rejuntamento														
Bancadas														
Cerâmica														

No que se refere à organização da produção, foi estruturado um painel porta-*Kanban* em escala reduzida, adaptado ao ambiente de sala de aula (Figura 4). Esse painel foi subdividido em 14 colunas, correspondentes às janelas horárias de produção e transporte ao longo do dia, compreendidas entre 7h e 18h. Para viabilizar a operação, foram instalados suportes físicos destinados à inserção dos cartões em tempo real, funcionando como um sistema de registro dinâmico das solicitações. O painel assumiu o papel de central de controle da produção, permitindo a visualização global do

andamento das atividades e a identificação imediata de possíveis sobrecargas em determinados intervalos, contribuindo para o nivelamento da produção.

Figura 4: Painel porta-*Kanban*



A dinâmica da atividade foi iniciada com a divisão dos participantes em quatro grupos autônomos, cada um responsável por uma célula produtiva equivalente à execução de um pavimento contendo dois apartamentos tipo B. Em termos operacionais, cada equipe foi estruturada de forma análoga a uma frente de trabalho composta por dois pedreiros e um servente. Na instrução inicial, foi estabelecido como princípio fundamental que nenhuma atividade poderia ser iniciada sem a autorização física de um cartão *Kanban*, reforçando o conceito de produção puxada. Assim, os alunos passaram a atuar como agentes demandantes do sistema, acionando a produção da betoneira apenas no momento exato de utilização, em consonância com a lógica Just-in-Time.

Durante a execução das rodadas, as equipes seguiram um fluxo sequencial de ações (Figura 5), iniciando pela análise dos diagramas de sequência para o cálculo das necessidades de materiais. Sempre que havia necessidade de material, um membro da equipe se deslocava até o painel e inseria o cartão na coluna horária adequada, formalizando a solicitação.

Figura 5: Simulação do fluxo de produção puxada durante a atividade em sala



O processamento dos pedidos era realizado pelo operador da betoneira, que atuava como facilitador do sistema. Após o atendimento, os cartões eram reposicionados na área inferior do painel, sinalizando a conclusão da solicitação. Esse procedimento foi conduzido de forma intercalada entre as equipes, promovendo o nivelamento da produção (*Heijunka*) e evitando tanto a ociosidade quanto a sobrecarga do sistema.

Figura 6: Painel porta-*Kanban* com distribuição das demandas por janelas horárias

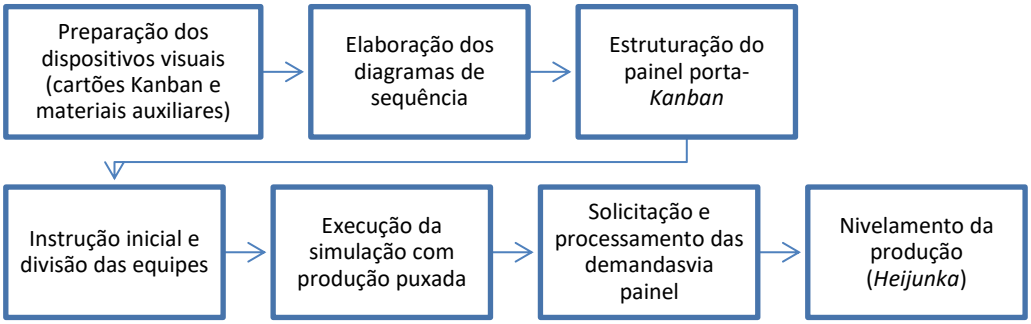


Ao final da simulação, foi realizada a conferência geral dos cartões utilizados ao longo do dia de obra. Esse procedimento permitiu a auditoria precisa do consumo de materiais, uma vez que cada cartão correspondia a uma unidade previamente

definida. Dessa forma, tornou-se possível, por exemplo, verificar diretamente o consumo total de cimento a partir da contagem dos cartões processados. Essa etapa evidenciou, de forma prática, o potencial do sistema *Kanban* como ferramenta de controle de estoque em tempo real, além de demonstrar sua eficácia na redução de desperdícios e na eliminação de sobras de materiais no ambiente produtivo.

A Figura 7 apresenta os principais elementos metodológicos da simulação aplicada em sala. O conjunto contempla a preparação dos dispositivos visuais, com a confecção dos cartões *Kanban* para argamassas e materiais externos, a elaboração dos diagramas de sequência para organização das atividades, bem como a estruturação do painel porta-*Kanban* para controle das solicitações ao longo do tempo. Além disso, evidencia-se a dinâmica de execução da atividade, incluindo a operação do sistema de produção puxada, a interação das equipes com o painel e o processamento das demandas, finalizando com o controle e a auditoria dos materiais consumidos ao longo da simulação.

Figura 7: Etapas da preparação e aplicação da atividade



ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DISCENTE

A percepção dos estudantes durante a atividade evidenciou a eficácia da abordagem prática como estratégia de ensino dos princípios da filosofia Lean. Ao interagir diretamente com os dispositivos visuais e participar ativamente da simulação, os alunos passaram a compreender conceitos que, em abordagens exclusivamente teóricas, tendem a ser percebidos de forma abstrata. A vivência proporcionou um ambiente dinâmico e colaborativo, no qual o aprendizado ocorreu de maneira progressiva, a partir da experimentação e da observação dos efeitos das decisões tomadas ao longo do processo produtivo.

Um dos aspectos mais evidentes foi a percepção do princípio da transparência e da gestão visual. Ao manusear os cartões *Kanban* e acompanhar o funcionamento do painel, os alunos identificaram como o estado da produção se torna visível e compreensível para todos os envolvidos. Essa visualização direta das atividades permitiu uma comunicação mais clara entre as equipes e facilitou a tomada de decisões, sem a necessidade de sistemas complexos de controle, reforçando a importância da simplicidade e da acessibilidade da informação no ambiente produtivo.

A distinção entre os sistemas de produção puxada e empurrada também foi assimilada de forma clara durante a atividade. Diferentemente do modelo tradicional, em que os

materiais são disponibilizados independentemente da demanda real, a simulação evidenciou que a produção só ocorre mediante solicitação formal por meio dos cartões. Essa lógica permitiu aos alunos compreenderem, na prática, o funcionamento do sistema Just-in-Time, no qual os insumos são disponibilizados no momento exato de sua utilização, reduzindo estoques intermediários e evitando desperdícios.

Outro ponto relevante foi a compreensão do nivelamento da produção (*Heijunka*). A utilização do painel porta-*Kanban* possibilitou a visualização das demandas ao longo do tempo, permitindo identificar situações de sobrecarga e a necessidade de distribuição equilibrada das atividades. Os alunos perceberam que a concentração de solicitações em determinados períodos gera gargalos no sistema, enquanto o nivelamento contribui para um fluxo contínuo e estável, garantindo maior eficiência operacional e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Além disso, a atividade favoreceu a identificação dos desperdícios no processo produtivo. Ao assumirem papéis operacionais, os estudantes passaram a reconhecer situações que não agregam valor, como tempos de espera e movimentações desnecessárias de materiais. A etapa final de conferência dos cartões demonstrou, de forma objetiva, o controle do consumo de insumos e a redução de excessos, consolidando o aprendizado pelo fazer como estratégia eficaz para a internalização dos conceitos Lean.

CONCLUSÃO

A aplicação da simulação demonstrou que a utilização de estratégias baseadas na filosofia Lean, especialmente por meio de dispositivos visuais e produção puxada, constitui uma abordagem eficaz para o ensino de gestão da produção na construção civil. A atividade permitiu a materialização de conceitos como transparência, nivelamento da produção e eliminação de desperdícios, possibilitando aos estudantes compreenderem, de forma concreta, a lógica de funcionamento de sistemas produtivos mais eficientes. Além disso, a integração entre planejamento, execução e controle visual evidenciou a importância da coordenação entre equipes e da tomada de decisão baseada em informações acessíveis e atualizadas, reforçando a aplicabilidade desses princípios em contextos reais de obra.

Do ponto de vista pedagógico, a experiência destacou o potencial do aprendizado baseado na prática como instrumento para o desenvolvimento de competências técnicas e analíticas. A simulação favoreceu a aproximação entre teoria e prática, permitindo aos alunos identificar gargalos, compreender o impacto das decisões operacionais e reconhecer a importância da padronização e da simplicidade nos processos. Dessa forma, a metodologia adotada não apenas contribuiu para a assimilação dos conceitos Lean, mas também se mostrou relevante como ferramenta de formação crítica, preparando os estudantes para lidar com a complexidade e a variabilidade inerentes aos canteiros de obras contemporâneos.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o todos os autores utilizaram o Chat GPT para tradução, revisão, melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] FREIRES, K. C. P.; SILVA, M. C. da. A aplicação do *Kanban* na gestão de projetos de Engenharia de Produção: uma revisão bibliográfica sobre melhoria contínua e eficiência operacional. *Revista Tópicos*, v. 1, 2024.

[2] BHATNAGAR, S.; DEVKAR, G. Development and Testing of a Simulation Game on Waste Elimination using Lean Practices. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR *LEAN CONSTRUCTION* (IGLC)**, 29., 2021, Lima. Proceedings... Lima: IGLC, 2021. p. 330–339.

[3] FONSECA, M. P. C. da; WEBER, A. O. S.; WEBER, I.; PHILIPPSEN JR, L.; BARBOSA, C. A. S. Utilização da filosofia *Lean Construction* em pequena empresa da construção civil por meio da gestão visual do canteiro de obra. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC)**, 20., 2024, Maceió. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2024.

[4] MORALES BLANCO, M.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D. Modelo de planificación y control basado en la gestión visual basado en la filosofia Lean para pequeñas y medianas empresas de construcción. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO (SIBRAGEC)**, 14., 2025, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

[5] JOSHI, A. A.; KARWADE, T.; WANKHADE, P. Workflow Management through *Kanban*: A review. *Recent Trends in Production Engineering*, v. 7, n. 2, 2024.

[6] HEINECK, L. F. M.; ROCHA, F. E. M.; PEREIRA, P. E.; LEITE, M. O. *Aplicação dos conceitos Lean na construção civil*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2009. (Coletânea Edificar Lean, v. 2).

[7] PEDÓ, B.; FORMOSO, C. T.; VIANA, D. D.; TZORTZOPOULOS, P. *et al.* Visual Management Requirements to Support Design Planning and Control within Digital Contexts. *Sustainability*, v. 14, n. 17, 10989, 2022.

[8] FUENTES-DEL-BURGO, J.; FERNÁNDEZ, J. P. R.; NAVARRO-ASTOR, E. *Kanban* Applied to Construction: A Literature Review. *Construction Economics and Building*, v. 24, n. 4/5, p. 43–57, 2024.

[9] SHEIKHKHOSHKAR, M.; EL-HAOUZI, H. B.; AUBRY, A.; HAMZEH, F.; POSHDAR, M. Analyzing the Lean Principles in Integrated Planning and Scheduling Methods. In: **ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR *LEAN CONSTRUCTION* (IGLC)**, 31., 2023, Lille. Proceedings... Lille: IGLC, 2023. p. 1196–1207.