

APLICAÇÃO PRÁTICA E DESENVOLVIMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO UTILIZANDO KANBAN EM SALA DE AULA

David Garcia Penof, IMT, dapenof@maua.br
Nelson Wilson Paschoalinoto, IMT, nelson.paschoalinoto@maua.br

Resumo

O sistema Toyota de Produção é muito utilizado nas indústrias visando minimização de desperdícios e perdas. Nesse contexto, o kanban surge como ferramenta de gerenciamento de estoques para apoiar o sistema *Just in time* buscando uma maior eficiência dos processos produtivos. No curso de Engenharia de Produção é de fundamental importância o entendimento e aplicação desses conceitos. Esta proposta de trabalho permeia o aprendizado dos alunos utilizando metodologias ativas em que o lúdico possui um caráter desafiador. Os alunos são instigados a criar sua própria fábrica, (contextualizada em uma linha de produção), criar os postos de trabalho, dimensionar os estoques por meio de cartões kanban e, colocar a linha de produção para funcionar. Como as linhas de produção criadas pelos alunos são diferenciadas, os dimensionamentos dos cartões kanban propõe questionamentos sobre tempo de espera, quantidade de peças nos contentores, movimentações de cartões pelos operadores e abastecedores, além dos tempos de produção. Questionamentos são realizados e adequações aos processos produtivos são implementados. Neste aspecto os alunos vivenciam situações reais de produção e movimentações de estoques buscando uma produtividade maior e adequada para os processos produtivos idealizados por eles. A comparação com linhas de produção reais é realizada. Percebe-se um envolvimento maior dos estudantes para com o tema, um aprendizado dos conceitos facilitado por esta abordagem, além de uma maior troca de experiências entre professor e aluno.

Palavras-chave: kanban, Sistema Toyota de Produção, Estoque.

1. Introdução

O mundo globalizado trouxe mudanças e crescimento do mercado mundial fazendo com que o fluxo de informações fosse cada vez mais rápido. Dessa forma, as pessoas tiveram acesso a diversos mercados, cada vez mais complexos (SEREVELIN, BUENO; SOSSANOVICZ, 2023).

Com a competitividade e complexidade do mercado, o rápido atendimento das necessidades e desejo de consumo de clientes é um grande diferencial. Nesse sentido, a gestão de estoque é utilizada para controlar e organizar os produtos e uma gestão eficiente é necessária (RODRIGUES *et al.*, 2018).

O controle de estoques de materiais era uma tarefa executada por pessoas que não trabalhavam nas linhas de produção. A falta de comunicação entre os operadores das linhas de produção e o pessoal do controle de estoques dificultava o trabalho conjunto, ocasionando acúmulo ou falta de peças nas respectivas linhas de produção. Esse fato tornou indiscutível a preocupação com os custos de produção pelas indústrias modernas (SILVA; VOLANTE, 2019).

O final da segunda guerra mundial trouxe uma crise econômica no Japão fazendo com que a busca por novas técnicas para reduzir custos e aumentar a produtividade fossem pensadas. O desenvolvimento do kanban ocorreu no Japão, creditado à Toyota Motor e, buscava uma metodologia de controle da produção de veículos com demandas específicas de diferentes modelos e cores, minimizando atrasos (SILVA, ANASTÁCIO, 2019).

O termo kanban foi utilizado por Taiichi Onho para um sistema de visualização de fácil implementação empregada nos processos produtivos, evitando-se a superprodução e estoques desnecessários de produtos. Para essa prática funcionar era importante o entendimento de seu funcionamento por todos os membros envolvidos nos respectivos sistemas produtivos (GAETE, 2021).

A manufatura enxuta é uma metodologia que busca a melhoria dos processos produtivos e um de seus objetivos é a redução do trabalho em processo (*work in progress*) e também a minimização do *lead time* de produção. A adoção deste princípio é desafiadora, uma vez que requer o compromisso de longo prazo de aplicação de técnicas e ferramentas *lean*, que são requisitos para a produção puxada. Nesse sentido, o kanban

é o controle de produção puxado mais conhecido e utilizado dentro do sistema Toyota de produção (TOŠANOVIĆ; ŠTEFANIĆ, 2021).

O método kanban é um instrumento útil e funcional, em que os procedimentos levam em conta a demanda, quantidade e variações de produtos. Cabe ressaltar que a ferramenta será praticada se houver a produção de lotes por encomenda, com flexibilização de produtos. No método kanban o processo subsequente retira as peças do processo anterior, na quantidade necessária e no momento necessário para a montagem. Depois, o processo anterior produz as peças retiradas e repõe o respectivo estoque.

Os cartões kanban são como dinheiro, em que os operários compram as peças do processamento anterior. Existem variações de kanban, mas em todas as vertentes, os princípios básicos de puxar peças são usados (SILVA; ANASTÁCIO, 2019). O quadro kanban pode ser utilizado para acelerar o rendimento da produção em ambientes de fabricação, introduzindo um gerenciamento eficaz da capacidade de recursos disponíveis (POWELL, 2018).

O sistema kanban é eficaz como uma ferramenta de qualidade para gerenciamento de estoque, ao promover um controle em resposta à demanda, resultando em um alto desempenho para as empresas e pode ser observado pelo controle de fluxo dos materiais ao nível de fábrica (kanban interno) e pelos materiais recebidos por fornecedores (kanban externo) utilizando-se cartões para verificar áreas com problemas e acompanhar os resultados (SILVA; VOLANTE, 2019).

O kanban é utilizado para controlar a sequência de trabalho e sinalizar a necessidade de materiais (OLIVEIRA, 2018). A ferramenta kanban possui a ideia de manter em estoque apenas o necessário para suprir a demanda dos clientes e de produção, pois todo estoque é programado para não possuir excesso (SILVEIRA *et al.*, 2018).

Com o sistema kanban pode-se acompanhar a produção com um controle visual do que foi programado. Sua metodologia garante os estoques necessários sem que haja excessos ou falta de material. A inspeção visual dos cartões indica o quanto é necessário para o ressuprimento (RINALDI, 2014). Existe a necessidade de haver um bom controle de estoque, pois este significa dinheiro parado, podendo causar perdas consideráveis (SILVA, 2018).

O kanban é um método visual para controlar a produção, com um sistema de sinalização por meio de cartões e painéis que controlam o processo de abastecimento até

a obtenção do produto final em um processo de produção. Uma cadeia de fornecimento ou produção é formada por centros de trabalhos conectados entre si em que um fluxo de informações circula desde o início ao fim (CASTELLANO, 2019).

O kanban é usado dentro do *Just in time* como suporte de controle de estoque, solucionando questões de inventários, bem como o controle de entrada e saída dos materiais do estoque (VELOSO; FONSECA, 2018). Por meio do *Just in time* o sistema kanban se desenvolveu, com a utilização de cartões para autorizar a produção e movimentação de componentes do processo produtivo (SILVA, 2018).

É possível constatar que o método kanban tem sido uma ferramenta muito útil no controle de produção, trazendo um alto desempenho na gestão de estoque e vem sendo utilizado em pequenas empresas e grandes organizações buscando vantagens competitivas no mercado globalizado (ROCHA, 2020).

O método kanban permite a visualização das informações para movimentação de produtos de forma estabelecida, tudo no tempo certo e na hora certa, minimizando os estoques. O kanban representa uma grande economia de perdas e desperdícios e de recursos econômicos parados em forma de estoque (ROCHA; SOUSA, 2021).

Nas empresas o controle de movimentação física e os custos de estoque são estudados visando diminuição de custos e velocidade na entrega para a obtenção de melhores resultados (OLIVEIRA, 2022). A mão de obra cada vez mais especializada deve acompanhar a evolução diária e o ensino qualificado deve vir de encontro a esta necessidade.

Carvalho *et al.* (2018) comentam que jogos simulam situações reais e ainda que com limitações contribuem para acelerar o aprendizado de um conteúdo ainda que de forma simulada, em prática, além de propiciar motivação aos estudantes. Observa-se uma demanda por ferramentas didáticas que permitam aos professores saírem do modelo tradicional de ensino para aplicações mais participativas centradas nos alunos.

Dessa forma, o ensino precisa se transformar de forma constante, tornando o processo de ensino aprendizagem atrativo, atual e conectado com o mercado de trabalho (CARVALHO *et al.*, 2018).

Os jogos educativos fornecem aos alunos oportunidades de aprendizado, partindo de uma situação de divertimento e esclarecendo conceitos de forma simulatória, além de estimular o estudante a chamar para si a responsabilidade pela própria aprendizagem,

propiciando a criatividade, à pesquisa e a um pensamento crítico (FILGUEIRA *et al.*, 2022).

2. Descrição do problema

O perfil dos alunos está em constante mudança. Filgueira *et al.* (2022) expõe que os métodos de ensino utilizados dentro de sala de aula são influenciáveis pelas mudanças que acontecem fora dela. Isso se intensifica em decorrência da facilidade de acesso a dispositivos eletrônicos, internet e pelas redes sociais.

Nas primeiras séries do curso de engenharia, a maioria dos estudantes possuem pouca ou nenhuma vivência em ambientes industriais. A motivação deve ser sempre almejada com formas e abordagens diferenciadas de ensino e a participação dos estudantes deve ser estimulada. Técnicas de aprendizagem ativa são muito usadas tendo por objetivo a motivação dos envolvidos no processo de aprendizagem.

O intuito desta atividade experimental busca fazer com que os alunos tenham em mãos variáveis encontradas em linhas de produção reais; porém, em um ambiente acadêmico, vivenciando a aplicação do kanban no controle de estoques.

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

A atividade desenvolvida é parte de um módulo da disciplina “Ferramentas de Gerenciamento de Processos Produtivos” (EPM309) do curso de Engenharia de Produção do Instituto Mauá de Tecnologia. A atividade seguiu um planejamento metodológico em cinco etapas, ilustrado pela Figura 1.

Figura 1 – Etapas metodológicas aplicadas

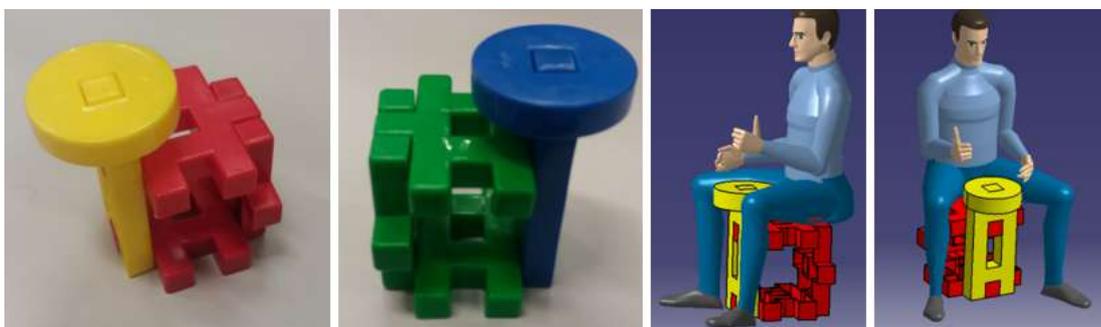


Fonte: Dados dos autores.

Cada etapa possui uma carga horária de 100 minutos. A etapa 01 consiste em conscientizar os alunos da importância do tema e transmitir os conceitos e aplicações. Nessa fase, o conteúdo é tratado de forma expositiva pelo professor. Um material didático e fontes de estudo são fornecidos aos estudantes.

Na etapa 02 os alunos são convidados a participar de uma linha de produção de banquetas. O produto “banqueta” foi criado utilizando peças semelhantes a “Lego”. A Figura 2 ilustra o produto criado e sua variação de cor e a forma da utilização do produto pelas pessoas.

Figura 2 – Produto desenvolvido para vivência de linha de produção com kanban

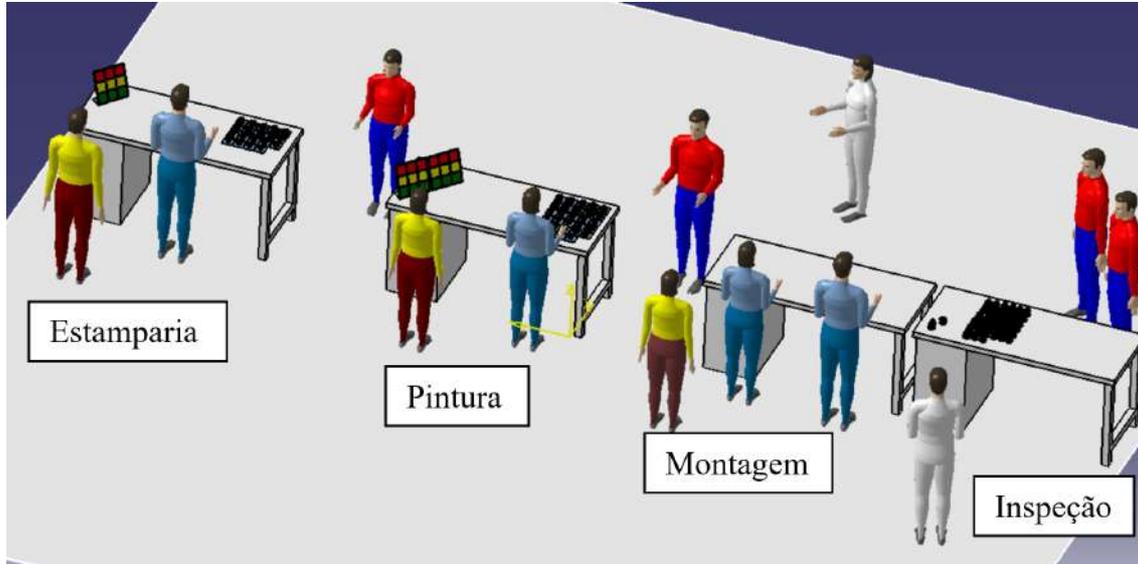


Fonte: Dados dos autores.

Com o produto definido, as informações sobre os postos de trabalho, alocação de operadores e tempos são disponibilizadas aos alunos. Uma animação em vídeo da

respectiva linha de fabricação de banquetas é também mostrada. A Figura 3 mostra a linha de produção, com os postos de trabalho, painéis porta-kanbans, mercados e funcionários.

Figura 3 – Visão geral da linha de produção dimensionada



Fonte: Dados dos autores.

A linha de produção desenvolvida possui postos de trabalho como Estamparia, Pintura, Montagem e Inspeção. Os funcionários são divididos por cores para facilitar o entendimento: os operadores (produção) estão vestidos de azul. Os vestidos de amarelo são os crono analistas. Os funcionários de camiseta vermelha são os abastecedores e os vestidos de branco são os supervisores e inspetores.

A partir da demonstração da linha virtual, os alunos assumem seus postos de operadores da linha real. A Figura 4a mostra a linha real, disposta na sala de aula e em 4b é possível visualizar o exemplo de um estoque. A Figura 5 ilustra um pedido fornecido aos alunos para a confecção dos produtos.

Figura 4 – Visão geral da linha de produção dimensionada



(a)



(b)

Fonte: Dados dos autores

Figura 5 – Exemplo de pedido

```

===== pág1
PENOF & PASCHOALINOTO LTDA – MATRIZ          Data: 07/05/2018
      << PEDIDO DE EQUIPAMENTOS >>
Programa:   EPM309                               Hora: 07: 40: 05
-----
Pedido:     000000157 – VENDA DE EQUIPAMENTOS NOVOS
Cliente:    000004033 – SRGCOM S/A
Operador:   For. : SUPERVISOR

Referência   Descrição                               Data           Qtde
424701       BANQUETAS ERGONÔMICAS AMARELAS                 07/05/2018     20 peças
424702       BANQUETAS ERGONÔMICAS VERDES                   07/05/2018     10 peças
-----
Fim dos itens do pedido de equipamentos.
-----
Fonte: Dados dos autores.

```

Convém observar que nessa etapa cada posto de trabalho foi definido, dimensionado e detalhado pelo professor. Nessa fase os alunos vivenciam o processo de movimentação dos cartões KANBAN.

Na terceira etapa os alunos recebem um questionário com exercícios sobre dimensionamento de cartões kanban. Um exemplo é resolvido pelo professor e o restante da aula é destinada a resolução destes pelos alunos.

Na etapa 04 os alunos são instigados a desenvolver a sua própria linha de produção com a utilização de cartões Kanban. Nesta fase, os alunos pensam no produto, nos postos de trabalho e no dimensionamento dos cartões. Ao final desta aula eles entregam ao professor uma lista com produtos a serem comprados para que a linha de produção desenvolvida funcione corretamente. Em uma data agendada os alunos irão trabalhar em suas respectivas linhas de produção. Cabe ressaltar que a criatividade impera nesta etapa. Surgem ideias muito interessantes, desde a confecção de hambúrguer, cachorro-quente e *milk-shake* até uma estamperia, por exemplo.

Na etapa final a meta é “rodar” a linha com o produto desenvolvido pelos alunos, com todos os postos de trabalho e dimensionamento realizado.

4. Resultados obtidos

Após as linhas de produção serem pensadas, dimensionadas e planejadas pelos estudantes, elas são colocadas em operação movimentando os materiais disponibilizados. Observa-se um melhor envolvimento dos alunos e entendimento dos conceitos, além da aplicação prática da “metodologia kanban”. A Figura 6 mostra alguns dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes.

Figura 6 – Exemplos de linhas de produção desenvolvidas pelos alunos



Fonte: Dados dos autores

A Figura 7 retrata alguns dos cartões-kanban desenvolvidos pelos alunos.

Figura 7 – Exemplos de cartões kanban de operação desenvolvidos pelos alunos

Prateleira número	E 1			Prateleira número	A 1			Prateleira número	A 5		
MK-LEITE				CB-BRANCA				AMOR-CONG			
35ml de leite				Camiseta branca				Amora (Açúcar)			
Capacidade	Tipo	Emissão		Capacidade	Tipo	Emissão		Capacidade	Tipo	Emissão	
1	Copo	1/4		5	Cx	1/1		4 (1)	Cx	3/3	
Processo	Destino			Processo	Destino			Processo	Destino		
Env C-8	Montagem L1			Estampagem	Montagem			Mac C-8	Posto de Maceragem		

Fonte: Dados dos autores

O dimensionamento dos cartões kanban foi realizado com uso do software Microsoft Excel. A Figura 8 mostra um trecho de uma planilha de dimensionamento.

Figura 8 – Trecho de planilha de dimensionamento de cartões kanban

Kanban Laranja					
Laranja					
Quantidade de kanbans	K =	1,6	2		
Demanda média no período	D =	20	pçs	20	minutos
Tempo de espera (fila)	Te =	0,25			
Tempo de processamento	Tp =	0,07			
Quant pçs por kanban	A =	4			
Coefficiente de segurança	s =	0%			
Te + Tp = lead time de fabricação					

Fonte: Dados dos autores

Com o uso da criatividade os alunos puderam experimentar na prática a criação de linhas de produção e estudar a movimentação dos cartões kanban de operação. Foram notados em certos momentos a falta e em outros momentos acúmulos de materiais, o que gerou debate e discussões muito proveitosas. Por que o estoque ficou vazio e faltaram peças? Por que meu estoque ficou cheio o tempo todo? O que ocorreria se diminuísse um cartão? E se aumentasse um cartão kanban? Essas foram algumas das perguntas que aparecerem no processo. Além disso foram percebidos atrasos, problemas de qualidade do produto acabado como por exemplo cores erradas nos materiais de montagem e a importância de um estoque corretamente dimensionado.

5. Lições aprendidas e conclusão

A proposta desse trabalho propiciou aos alunos uma vivência diferenciada da aplicação do conteúdo kanban em sala de aula. Ao invés de uma aula tradicional expositiva nas quais os conceitos teóricos são apenas transmitidos, os alunos conceberam, especificaram, implantaram e operacionalizaram os processos desenvolvidos para cada linha de produção, ou seja, vivenciaram a atividade, foi uma atividade “*hands-on*” ou seja “mão-na-massa”. Como a tratativa e criação da linha de produção partiu dos estudantes, houve um interesse e engajamento maior em realizar a proposta.

O aprendizado se mostrou coerente com a proposta e alcançou as expectativas. No entanto, algumas dificuldades foram percebidas. A proposta de trabalho em grupo foi interessante, mas trouxe algumas dificuldades de supervisão e divisão de tarefas operacionais entre os estudantes.

Algumas tarefas exigiam relacionamentos que não eram praticados, existiu certa “competição interna” por algumas atividades. Notou-se também que apenas 100 minutos para a elaboração e desenvolvimento da linha de produção não foi suficiente. Fato esse que fez com que os grupos de alunos precisassem desenvolver conteúdo fora da sala de aula. A proposta para os próximos experimentos já está sendo modificada com acréscimo de tempo maior para a execução da atividade.

Houve uma troca enriquecedora tanto para os alunos quanto para os professores, as discussões acerca da tarefa foram marcantes. Diferentes propostas de linhas de produção foram criadas e essa metodologia propõe que, dependendo da criatividade dos estudantes, muitas configurações podem ser testadas, analisadas e aprendidas com comparações e analogias com o mundo real.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Instituto Mauá de Tecnologia pelo apoio financeiro para a aplicação dessa atividade.

Referências Bibliográficas

- CARVALHO, Marco Aurélio de *et al.* Desenvolvimento de um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Gerenciamento de Projetos. **VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, Ponta Grossa-PR, 2018.
- FILGUEIRA, Jade Diane Fernandes Targino *et al.* Utilização de jogos educacionais como metodologia de ensino na educação superior: uma revisão sistemática. **XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2022.
- GAETE, José et al. Enfoque de aplicación ágil con Serum, Lean y Kanban. **Ingeniare. Revista chilena de ingeniería**, v. 29, n. 1, p. 141-157, 2021.
- OLIVEIRA, Renata Soares de. **Kanban e curva ABC: ferramentas de gestão estratégica aplicáveis a unidades hospitalares de abastecimento farmacêutico**. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Farmácia, 2018.
- OLIVEIRA, Gilberto Francisco de *et al.* Curva ABC e Kanban, Ferramentas de gestão de estoque: estudo de caso em uma empresa multinacional de sistemas de fixação. **Journal of Technology & Information (JTni)**, v. 2, n. 2, 2022.
- POWELL, Daryl J. Kanban for lean production in high mix, low volume environments. **IFAC-PapersOnLine**, v. 51, n. 11, p. 140-143, 2018.
- RINALDI, Gisele Paes de Oliveira. **Proposta de implantação do método Kanban no controle de estoque de um hospital**. 2014. Fundação De Ensino “Eurípides Soares Da Rocha” Centro Universitário Eurípides De Marília – Univem, 2014.
- ROCHA, Daniel Pereira et al. O Método Kanban e sua Importância como Ferramenta de Qualidade na Gestão de Estoque/The Kanban Method and its Importance as a Quality Tool in Inventory Management. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 14, n. 51, p. 1060-1069, 2020.
- ROCHA, Daniel Pereira; SOUSA, Josiano César. Gestão Da Qualidade: A Importância do Método Kanban como Ferramenta Gerencial/Quality Management: The Importance of the Kanban Method as a Management Tool. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 15, n. 55, p. 449-468, 2021.
- RODRIGUES, D. A. et al. Gestão de estoque - curva ABC. **Research, Society and Development**, Cajuru-MG, v. 7, n. 5, p. 1–15, 2018.
- SERVELIN, Thaísa Eduarda; BUENO, Stefan Antonio; SOSSANOVICZ, Helton Roger. PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA KANBAN EM UMA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO. **Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657**, v. 4, n. 1, 2023.
- SILVA, V. G. M. et al. Controle de estoque: um estudo sobre a eficiência da gestão de estoque numa distribuidora atacadista em Divinópolis, MG. **Research, Society and Development**, Divinópolis-MG, v. 7, n. 5, p. 01–16, 2018.
- SILVA, Karen Milena; VOLANTE, Carlos Rodrigo. A importância do sistema kanban para o gerenciamento e controle de estoque de uma empresa. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 629-640, 2019.
- SILVA, Jessica Belém; de M. ANASTÁCIO, Francisca Alexandra. Método Kanban como Ferramenta de Controle de Gestão. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 13, n. 43, p. 1018-1027, 2019.

SILVEIRA, V., EDUARDO, A., RIBEIRO, J., CHAEDO, G., NOBREGA, D. Estudo da gestão de estoques a partir das publicações científicas nos últimos 10 anos. **Revista de administração e negócios da Amazônia**, 10(1), 01–34, 2018.

TOŠANOVIĆ, Nataša; ŠTEFANIĆ, Nedeljko. Evaluation of pull production control mechanisms by simulation. **Processes**, v. 10, n. 1, p. 5, 2021. VELOSO, T.D; FONSECA, C.F. Controle e Gestão de Estoques: Estudo de Caso em uma Microempresa, v.6 n.9. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, 2018.