

# SINCRONIZAÇÃO LOGÍSTICA NO SETOR SUCROENERGÉTICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

## LOGISTIC SYNCHRONIZATION IN THE SUCROENERGETIC SECTOR: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

Paulo Roberto Vieira de Almeida <sup>(1)</sup>, Adelaida Pallavicini Fonseca <sup>(2)</sup>

### RESUMO

O objetivo desse artigo foi identificar como foi tratado na literatura os conceitos de sincronização de processos logísticos-produtivos em cadeias sucroenergéticas. O setor sucroenergético é extremamente importante para economia e dele derivam diversas outras cadeias produtivas, e gera alguns dos principais produtos ligados a alimentação e fonte energética. O conceito de sincronização logística está atrelado ao balanceamento entre o fornecimento de um produto e a demanda do cliente, em que a quantidade de fornecimento deve estar adequada à demanda de clientes. Esse estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura e para seu desenvolvimento fez-se uso da metodologia *preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses*, foi realizado levantamento de período completo usando a seguinte estratégia de busca “sincronização de sistemas de produção logística do agronegócio sucroenergético” e “*synchronization of systems of logistic production of the agribusiness*”. Os resultados destacaram que o conceito de sincronização logística no setor sucroenergético é utilizado com enfoque produtivo e aplicado principalmente a problemas nas fases dentro da fazenda e usina sob a ótica da produção. Não se identificaram estudos que consideraram a sincronização de processos logísticos-produtivos enquanto um fluxo orientado de coordenação e com atividades encadeadas ao longo da cadeia, as aplicações dos modelos estão associados fragmentos de processos produtivos e/ou logísticos.

**Palavras-chave:** Sincronização, Otimização, Logística.

### ABSTRACT

The objective of this article was to identify how the concepts of synchronization of logistic-productive processes in sugar-energy chains were treated in the literature. The sugar-energy sector is extremely important for the economy and several other production chains derive from it, generating some of the main products related to food and energy sources. The concept of logistical synchronization is linked to the balance between the supply of a product and the demand of the customer, in which the quantity of supply must be adequate to the demand of customers. This study is a systematic review of the literature and for its development, the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses methodology was used, a full period survey was carried out using the following search strategy “synchronization of production systems logistics of sugar-energy agribusiness ”and” *synchronization of systems of logistic production of the agribusiness* “. The results highlighted that the concept of logistics synchronization in the sugar-energy sector is used with a productive focus and applied mainly to problems in the phases within the farm and plant under the optics studies that considered the synchronization of logistical-productive processes as a guided flow of coordination and with activities linked throughout the chain, the applications of the models are associated with fragments of productive and/or logistical processes.

**Keywords:** Synchronization, Optimization, Logistics.

---

<sup>1</sup> Administrador, Mestre em Agronegócios, Doutorando em Engenharia de Transportes, Pesquisador da Universidade de Brasília ([paulorvalmeida@gmail.com](mailto:paulorvalmeida@gmail.com)); professor do curso de Administração da UniEVANGÉLICA – Centro Universitário de Anápolis.

<sup>2</sup> Engenheira Civil, Doutora em Engenharia de Transportes, Professora pesquisadora da Universidade de Brasília ([ixcanil@unb.br](mailto:ixcanil@unb.br)).

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos de sincronização de processos logísticos-produtivos com a demanda de mercado pelos produtos agrícolas brasileiros potencializam a otimização de recursos nas ações de planejamento, gerenciamento e operação das diversas cadeias logísticas do agronegócio no país. Com os resultados obtidos desses estudos é possível traçar um plano logístico estratégico que oriente a definição de políticas, intervenções e ações no setor agrícola e no setor de transporte, fortalecendo dessa forma suas vantagens competitivas.

Em diversos países existem grandes esforços realizados no setor agrícola para fortalecê-lo como um setor produtivo forte, adotando novas tecnologias de trabalho, adquirindo equipamentos e maquinários de pontas e integrando-se a cadeias consolidadas. Muitos são os fatores que podem impactar positivamente em ganhos de competitivos para o setor, como: políticas claras e específicas para as diferentes cadeias produtivas; fortalecimento da atividade agrícola como negócio sustentável; investimentos em infraestrutura logística; estabelecimento de uma rede logística que integre os mercados fornecedores de insumos às regiões agrícolas e destes às regiões agroindustriais, e todas essas regiões produtivas aos mercados consumidores; políticas para desburocratizar uma série de processos de diferentes ordens.

Desde uma visão sistêmica, o que acontece com o setor agrícola, é a falta de políticas integradoras de desenvolvimento regional, que tenham como objetivos: o fortalecimento da atividade agrícola como negócio; o enraizamento dos agricultores e trabalhadores ao campo; investimentos em educação e profissionalização dos trabalhadores de campo, assim como das suas famílias; a redução da migração rural; e investimentos em unidades e centros de saúde; integração da rede de transporte regional e nacional às áreas produtivas rurais, seja qual for a modalidade utilizada; integração da rede de armazéns em nível de fazenda e aumento da sua capacidade de armazenamento, etc. Ou seja, é necessário que exista o envolvimento de outros setores da economia para impulsionar, melhorar e fazer mais atrativas e vantajosas as atividades agrícolas.

Diante dessa situação, os estudos que tenham essa visão sistêmica e regional são relevantes para a elaboração de estratégias e políticas para o setor agrícola. A visão de sincronização de processos logísticos produtivos está diretamente atrelada ao nível de competitividade de cadeias produtivas, mas em muitos nos estudos é aplicada de forma segmentada. Com o intuito de contribuir com essas análises e estudos futuros sobre essa temática, mas desde um escopo menor e focado na cadeia produtiva sucroenergética é proposto

esse estudo, que teve como objetivo identificar como foi tratado na literatura os conceitos de sincronização de sistemas de produção logísticos em cadeias sucroenergéticas.

Esse artigo trata de uma revisão sistemática da literatura e está organizado da seguinte forma: A primeira seção apresenta-se a introdução, em seguida a metodologia, na terceira seção trata-se dos resultados da revisão sistemática e suas análises, na quarta seção é feita as considerações finais, e por fim são apresentadas as referências bibliográficas.

## 2. METODOLOGIA

A revisão sistemática da literatura contou com a metodologia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Para identificação de artigos acerca do assunto, fez-se busca nas bases de Scielo e Google Acadêmico, de agosto a setembro de 2018, com a seguinte estratégia de busca: Sincronização de sistemas de produção logística do agronegócio sucroenergético e *synchronization of systems of logistic production of the agribusiness*.

Para inclusão dos estudos foram empregados os seguintes critérios: estudos que apresentassem técnicas de previsão (Ponderação Exponencial; Box-Jenkins; Decomposição de séries de tempo; Modelos de regressão; Modelos econométricos; Simulação dinâmica; Redes neurais), nos quais tivessem associação com sistemas de logística no agronegócio.

Após a fase de identificação foram excluídos os estudos duplicados. Na fase de triagem foram lidos os resumos dos estudos, para os casos em que a leitura não proporcionou insumos suficientes para estabelecer se o estudo deveria ser incluído, baseando-se nos critérios de inclusão, fez-se a leitura integral do artigo a fim de definir sua inclusão (Figura 1).

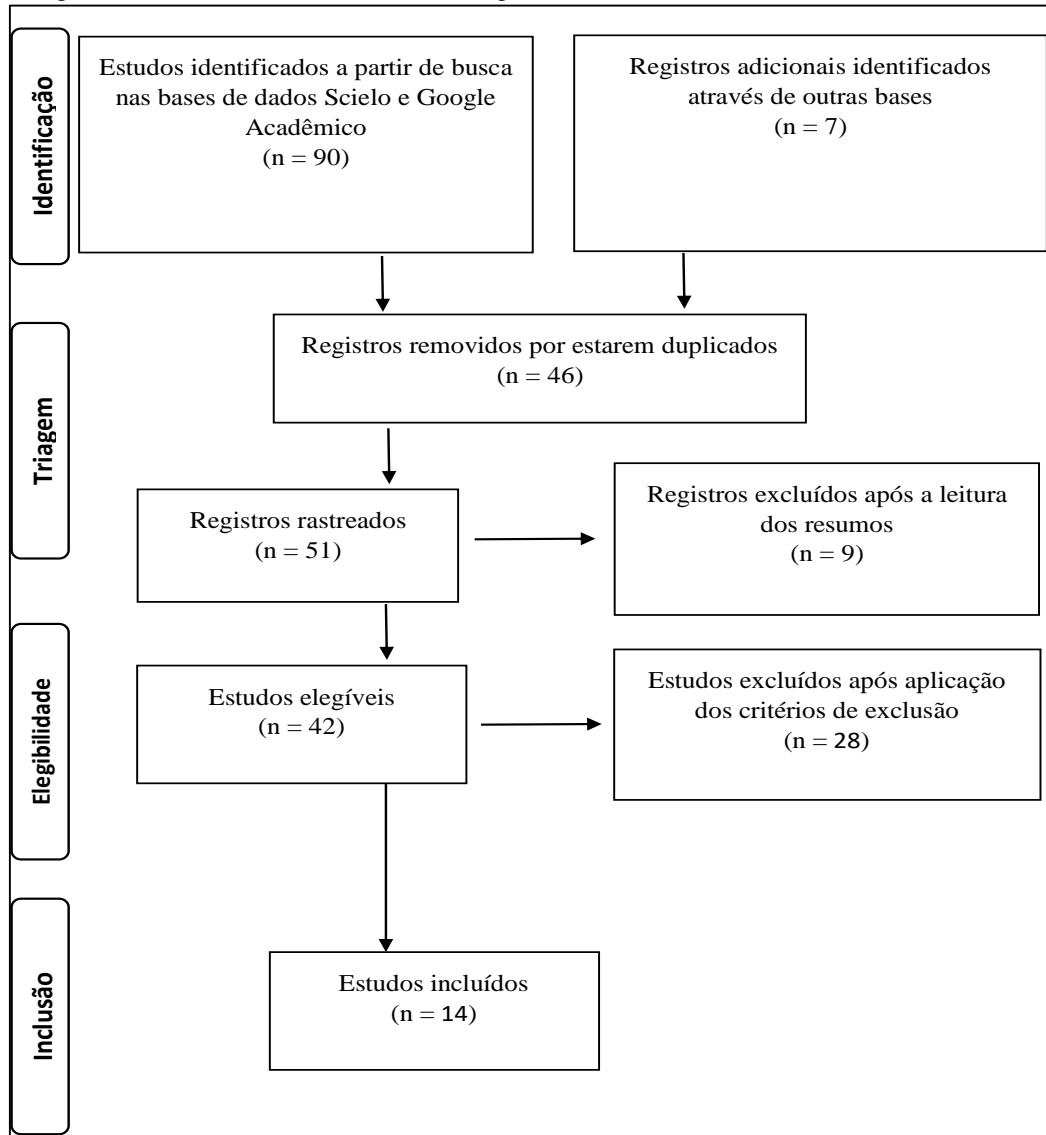
No processo de extração dos dados dos artigos, desenvolveu-se um instrumento com as seguintes informações: autores, ano de publicação, local de publicação, tipo de modelo, aplicação. A análise dos estudos encontrados foi realizada de forma descritiva tratando de: ano, autoria, local do estudo, tipo de estudo, modelo e objeto, aplicação do estudo, como mostra-se no Quadro 1.

## 3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como supracitado o objetivo dessa revisão foi identificar como foi tratado na literatura os modelos os conceitos de sincronização de sistemas de produção logísticos em cadeias sucroenergéticas. Conforme a Figura 1 na fase de identificação encontrou-se 97 estudos que trataram do tema, desses 55 foram retirados na fase triagem por estarem duplicados ou serem

derivações de outros estudos de mesmas autorias. Na fase de elegibilidade foram lidos por completo os 42 estudos e desses 28 foram excluídos após não atenderem os critérios de inclusão. Assim foram inclusos 14 estudos para fase a análises.

**Figura 1:** Fluxograma de identificação e seleção de artigos para revisão sistemática sobre sincronização de processos logísticos com demanda no setor sucroenergético



**Fonte:** Resultados da pesquisa.

Esses 14 estudos selecionados apresentaram uso de modelos de sincronização logística aplicados para produtivos ao longo de cadeias produtivas do agronegócio sucroenergético, e/ou de cadeias correlacionadas ao agronegócio sucroenergético, conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Sistematização de pesquisas

Código	Autor, ano (referência)	Local/Instituição	Modelo	Aplicação
1	Fastabend, H., 1997	Leibniz Universität Hannover	Sincronização dinâmica	Indústria automotiva
2	Manrubia et al., 2004	Londres: World Scientific	Sincronização de sistemas complexos	Organização populacional urbana
3	Pikovsky, et al., 2003	Cambridge University	Sincronização dinâmica	Sistemas diversos (conceitual)
4	Becker et al., 2013	Jacobs University Bremen	Sincronização logística	Indústria
5	Chankov et al., 2014	Jacobs University Bremen	Sincronização logística	Sistemas diversos (conceitual)
6	Chankov et al., 2016	School of Industrial Engineering, Purdue University - USA	Sincronização de processos logísticos	Influência dos sistemas manufatureiros
7	Oiticica, 2009	Universidade Federal de São Carlos	Programação matemática e otimização robusta	Usinas sucroenergéticas
8	Silva et al., 2013	Universidade Estadual Paulista	Programação por metas binária	Usinas sucroenergéticas
9	Marins, 2013	Universidade Estadual Paulista	Modelos multiobjectivos	Usinas sucroenergéticas
10	Morabito, 2012	Universidade Federal de São Carlos	Programação matemática e otimização robusta	Usinas sucroenergéticas
11	Sotolani, 2015	Universidade Federal da Grande Dourados	Gestão da cadeia de suprimentos	Usinas sucroenergéticas
12	Castilho, 2013	Universidade Federal da Grande Dourados	Gestão da cadeia de suprimentos	Usinas sucroenergéticas
13	Silva et al., 2011	Universidade Estadual Paulista	Pesquisa operacional	Usinas sucroenergéticas
14	Perá et al., 2014	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz	Pesquisa operacional	Usinas sucroenergéticas

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Existem várias visões a respeito da sincronização e estão condicionados a diferentes aspectos. A primeira visão de sincronização refere-se as atividades que ocorrem ao mesmo tempo, ou seja, uma visão temporal. Um segundo enfoque é o causal, em que eventos desencadeiam outros eventos, implicando algum tipo de interação, correlação ou acoplamento.

Pikovsky et al. (2003) definem a sincronização como “ajustes de ritmos por meio da interação”. Já os pesquisadores Manrubia et al. (2004) falam que ela ocorre quando os “sistemas recebem correções fortes em seus estados dinâmicos internos”. As abordagens principais se concentram nas abordagens matemáticas como forma de quantificar a sincronização, com ênfase na observância do comportamento harmoniosos exibido pelo sistema.

O modelo proposto por Kuramoto (1984) quantifica a sincronização considerando sistemas como osciladores de fase, e quando comparando os comprimentos das fases de cada um desses sistemas é possível medir o nível de sincronização, sendo chamado por sincronização de fase (KURAMOTO, 1984; PIKOVSKY, et al., 2003; BECKER et al., 2013). As oscilações podem ter causas internas do sistema ou externas, ou seja, visão endógena quando a sincronização é por um fenômeno auto emergente no sistema causado por interações internas, e por outro lado, a visão exógena ocorrendo por meio de fatores externos (Quadro 2)

Na ótica da sincronização é necessário existir um plano de produção sincronizado baseado na capacidade de fabricação e níveis de estoque atual. Este tipo de produção deve estar coordenado com a análise da previsão de demanda futura, sendo essa a informação que definirá o que produzir, para quem produzir e o quanto produzir (CHING, 2010). A sincronização permite ilustrar a capacidade dos estoques usados para atender a demanda; proporciona determinar a flexibilidade e eficiência em atender a essa demanda (CHING, 2010).

**Quadro 2:** Visões da sincronização

Definições de sincronização	Temporal	Causal	Endógeno	Exógeno	Processo	Objeto
Capacidade de objetos de natureza diferente para formar um regime de operação comum devido à interação (Osipov <i>et al.</i> , 2007)		x	x	x		x
Ajuste de ritmos devido a interação (Pikovsky et al. 2003)	x	x				
Correlações fortes entre estados dinâmicos internos (Manrubia et al. 2004)		x	x			
Coordenação de fluxos (Fastabend, 1997)				x	x	
Acoplamento de entrada-saída (Wiendahl, 1997)		x	x		x	

**Fonte:** Resultados da pesquisa

Além dessas óticas, a sincronização pode ocorrer entre processos em execução nos sistemas, como os produtivos, transporte, suprimentos etc. A visão do objeto considera a natureza dos itens que podem ser sincronizados no sistema e as características que os permitem

atuar em sincronia. Essas últimas visões estão fortemente relacionadas as definições de sincronização logística (MANRUBIA et al., 2004).

Sincronização logística trata do balanceamento entre o fornecimento de um produto e a demanda do cliente, a quantidade de fornecimento deve estar adequada à demanda de clientes, isso proporciona menores custos globais para a empresa. A sincronização ocorre quando um fluxo orientado de coordenação está presente na logística e a produção da cadeia (FASTABEND, 1997).

Na visão de Wiendahl (1997) a sincronização logística é o acoplamento de saída-entrada, ou seja, uma determinação precisa dos inputs e outputs, e de acordo com Manrubia et al. (2004), sistemas estão sincronizados quando correlações rígidas entre suas variáveis dinâmicas aparecem. A correlação é resultado de um alinhamento do sistema, o qual exibe comportamento oscilatório.

Os pesquisadores Chankov et al. (2014) abordam a sincronização em sistemas logísticos como sendo um fenômeno observável e quantificável, que representa a ligação temporal de diferentes elementos do sistema logístico e, relacionados com o desempenho dos processos e as interações, podendo ocorrer dentro de um único sistema ou em vários sistemas logísticos.

Logística na visão de Plowman (1964) significa garantir disponibilidade dos bens considerando: valor, condição, lugar, momento e custos de maneira assertiva. Nessa ótica a logística alinha as atividades no tempo e espaço, então uma determinada porção de sincronização é esperada para o sucesso das operações logísticas. Alguns conceitos estabelecidos na logística estão relacionados à sincronização: *Takt time* que é definido como o tempo que se deve produzir um componente ou produto, baseado no ritmo de vendas; a filosofia *just in time* trata dos componentes corretos para produção são entregues no momento e na quantidade necessárias. Alguns autores consideram que a produção sincronizada sendo semelhante ao *just in time*, mas também enfatiza que é fornecido aos clientes as necessidades exatas (ÕNO, T., 1998).

Existem conceitos no campo de gestão da cadeia de suprimentos que incorporam: colaboração da cadeia de fornecimento, coordenação da cadeia de abastecimento e integração da cadeia de suprimentos (STEVENS, 1989; DESHMUKH, 2008; ZHANG, 2011). Segundo Simatupang e Sridharan (2002) a noção de fornecimento sincronizado relaciona-se ao fornecedor que assume o controle do reabastecimento de estoque do cliente.

A colaboração da cadeia de fornecimento indica que duas ou mais empresas independentes atuam em conjunto no planejamento e execução da cadeia de suprimentos. Na medida em que os atores participantes se envolvem na cadeia de abastecimento ocorre o compartilhamento de informações e sincronização de decisões (coordenação da cadeia de abastecimento). A integração da cadeia de suprimentos descreve a “intensidade” e como são os relacionamentos dos agentes dentro da cadeia de suprimentos, como envolve alinhamento total de objetivos é raro acontecer integração de maneira real (Quadro 3).

O *cross docking* é o processo de distribuição onde a mercadoria recebida é redirecionada sem uma armazenagem prévia, movendo produtos através de centros de distribuição, e pode atuar como elemento/estratégia de ajuste de sincronia do sistema.

**Quadro 3:** Conceitos relacionados com a sincronização

Definições de sincronização	Takt	JIT	Produção sincronizada	Fornecimento sincronizado	Coordenação de SC	Cross docking
Capacidade de objetos de natureza diferente para formar um regime de operação comum devido à interação (Osipov et al., 2007)				x		
Ajuste de ritmos devido a interação (Pikovsky et al. 2003)	x					
Correlações fortes entre estados dinâmicos internos (Manrubia et al. 2004)		x				
Coordenação de fluxos (Fastabend, 1997)		x	x			
Acoplamento de entrada-saída (Wiendahl, 1997)		x	x			x

**Fonte:** Resultados da pesquisa

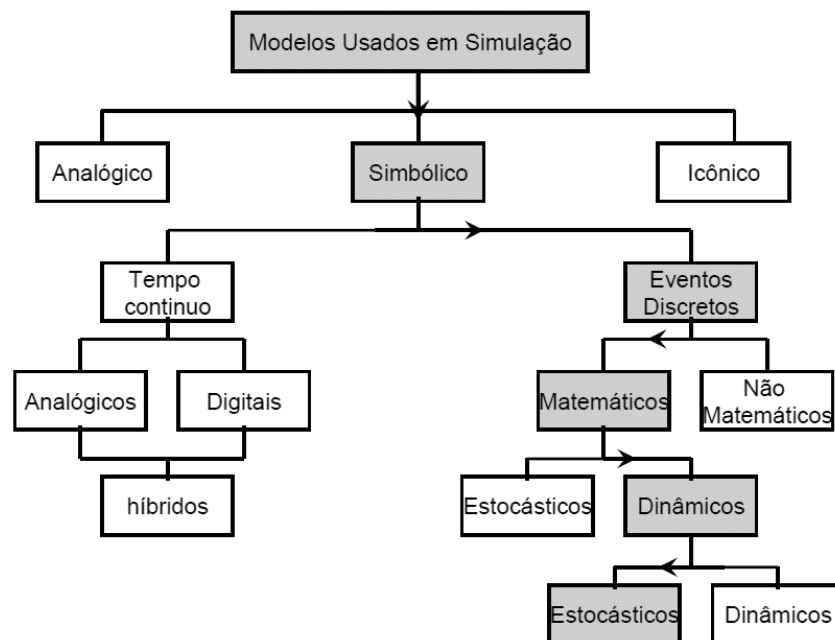


### 3.1 Características dos modelos

Identificou-se que alguns estudos apresentam uso de modelos de simulação no setor sucroenergético com foco em desenvolver novas estratégias do ponto de vista gerencial, mas não necessariamente com sincronização logística, apresentando estudos com foco em otimizações de tempos de produção, transporte e equipamentos mas de forma isolada (YOSHIZAKI, 1989; MATHEW & RAJENDRAN 1993; HAHN 1994; LOPES, 1995; YAMADA, 1999).

Existem vários tipos de modelos, que podem ser análogos, físicos ou simbólicos (Figura 2). Os modelos análogos representam relações da realidade de forma análoga a sistemas físicos, os modelos icônicos ou físicos são modelos em ambiente real, podendo ser em escala reduzida como um sistema de barragem ou simulador de vôo. Modelos de simulação apresentam diferenças em sua forma de uso, podendo ser de duas formas, computadorizados ou manual, mas em sua maioria ocorrem com uso de computadores.

**Figura 2:** Principais características das modelagens HARD e SOFT



**Fonte:** Adaptado de Harling & Bruce (1971).

As técnicas utilizadas na simulação variam de acordo com o modelo utilizado, entre elas tem-se:

- Numéricas que empregam processos de tentativas, ensaio e erro, e diversos valores das variáveis são alocados, substituídos e são construídos indicadores de desempenho que são comparados a fim de determinar em quais condição é maximizada a eficácia.
- Analíticas é comporta por instrumentos matemáticos como álgebra e cálculo.
- Monte Carlo aplicáveis a modelos estocásticos, com técnicas complexas em que uma varável é apresentada por uma série de dados.

Nos modelos de simulação, quanto ao tipo de pesquisa, as técnicas que se destacam são:

- a) Exame por evento que consiste em determinar o momento que cada evento de significância ocorre no sistema.
- b) Exame temporal em que as condições do sistema são determinadas pelos intervalos regulares, ou programação direcionada para atividades que são constantemente atualizadas.
- c) Modelos de eventos discretos que se referem a sistemas onde ocorrem mudanças de estado em pontos discretos no tempo.
- d) Mudança contínua em que o estudo ocorre em fluxo contínuo de informações com bancos de dados com tempo de formação contínua.

Os modelos de simulação apresentam outra característica importante no que se refere aos elementos do sistema e suas interações. Essa característica é conduzida por dois sistemas: determinístico e estocástico. No primeiro todas as variáveis são definidas com precisão matemática, e valores determinados com pontualidade, os estocásticos apresentam variáveis que são consideradas aleatórias e definidas através de várias amostras, e se baseia normalmente em decisão aproximada e complexa da realidade (SALIBY, 1989).

Em 1992 Barata desenvolveu um modelo de avaliação técnico-econômica sobre reforma de canais utilizando programação linear. Mathew e Rajendran (1993) apresentaram um modelo de análise de atividades de manutenção de usinas de açúcar, em que se objetivava observar e determinar os intervalos ideais entre as paradas para manutenção da usina. No ano 1995 outro trabalho de destaque foi o de Lopes (1995) que modelou um sistema de transporte, considerando carregamento e reboque com o objetivo de identificar, categorizar e analisar variáveis relacionadas aos custos das operações.

Yoshizaki et al. (1996) desenvolveram um modelo de programação linear para estudar o problema de distribuição centralizada de álcool no sudeste do Brasil. Higgins et al. (1998) fizeram uma aplicação de uma modelagem de programação matemática para programação da colheita de cana-de-açúcar. Já Yamada (1999), Colin et al. (1999) também desenvolveram modelos de simulação interessantes, o primeiro fez uso de redes Petri atemporizadas para modelar as etapas de produção de açúcar e álcool, buscando validar a utilização desta técnica para as etapas discretas quanto para as etapas contínuas desse processo produtivo. Colin et al. (1999) fizeram um modelo utilizando programação linear com o objetivo de otimização do sistema logístico nos processos de distribuição e armazenagem de açúcar.

Modelos de programação linear foram utilizados para estudar decisões relativas ao transporte e estocagem de açúcar e álcool (KAWAMURA et al., 2006). Iannoni e Morabito desenvolveram um sistema focado na recepção de cana com uso de simulação discreta analisando o transporte de cana. Outros trabalhos interessantes se destacaram ao longo das últimas décadas apresentando modelos e métodos de otimização aplicados à integração, programação do corte de cana considerando a matéria prima até a usina (COCK *et al.*, 2000; HIGGINS *et al.*, 2004).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos estudos incluídos nessa revisão puderam ser identificados que os que trabalham com sincronização logística estão concentrados na aplicação dentro da indústria, são mais comuns no Brasil aplicações no setor sucroenergético principalmente nas fases de plantio, colheita e usina.

Os conceitos de produção sincronizada e *just in time* são mais apresentados nos estudos aplicados indústria e usinas, esses conceitos por estarem associados nas noções de coordenação de fluxos e controle de *inputs e outpus* são utilizados para discutir problemas produtivos. Nenhum desses estudos desenvolve o conceito de sincronização de processos logísticos produtivos considerando todo o sistema e suas atividades encadeadas, as aplicações dos modelos estão associados fragmentos de processos produtivos e/ou logísticos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER, T.; CHANKOV, S. M.; WINDT, K. **Synchronization Measures in Job Shop Manufacturing Environments**. Procedia. p. 157-162, 2003.

- CHANKOV, S.; BECKER, T.; WINDT, K. **Towards definition of synchronization in logistics systems.** Elsevier, 2014.
- CHING, H. Y. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada: Supply Chain.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- COCK, J. H.; LUNA, C. A.; PALMA, A. **The trade off between total harvestable production and concentration of the economically useful yield component: cane tonnage and sugar content.** Field Crops Research, v. 67, n.3, p. 257-262, 2000.
- COLIN, E. C.; CIPPARRONE, F. A. M.; SHIMIZU, T. **Otimização do custo de transporte na distribuição armazenagem de açúcar.** Produção. V.9, n. 1, p. 23-30, 1999.
- DESHMUKH, S.G.; ARSHINDER, A, K. **Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions.** Int. J. Prod. Econ. 115, 2008.
- FASTABEND, H. **Logistic-Operating-Curves-Aided Synchronization of Manufacturing and Assembly Processes.** Leibniz Universität Hannover, 1997.
- HAHN, M. H. **SISTEC: Simulador de sistema de transporte da cana-de-açúcar.** Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- HARLING, J.; BRUCE, J. **Computer simulation: A review and comparison of languages, computer industrial processes and systems.** Conference Biruichill Institute Nacional Engineering Laboratory. Glasgow, 1971.
- HIGGINS, A. J.; DAVIES, I. **A framework for integrating a complex harvesting and transport system for sugar production.** Agricultural Systems, v. 82, n. 2, p. 99-115, 2004.
- KAWAMURA, M. S.; RONCONI, D. P.; YOSHIZAKI, H. **Optimizing transportation and storage of final products in the sugar and ethanol industry.** International Transactions in Operational Research, v. 13, n. 5, p. 425-439, 2006.
- KURAMOTO, Y. **Chemical Oscillations, Waves, and Turbulence.** New York, NY: Springer-Verlag, 1984.
- LOPES M. B. **Simulação de um sistema de carregamento e transporte de cana-de-açúcar.** Dissertação (Mestrado em Eng. Agrícola) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.
- LOPES, M. B. **Simulação de um sistema de carregamento e transporte de cana-de-açúcar.** ESALQ, 1995.
- MANRUBIA, S. C.; MIKHAILOV, A.; ZANETTE, D. **Emergence of Dynamical Order: Synchronization Phenomena in Complex Systems.** World Scientific, London, 2004.
- MATHEW, J.; RAJENDRAN, C. **Scheduling of maintenance activities in a sugar industry using simulation.** Computers in industry, n. 21, p. 331-334, 1993.
- ŌNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity Press.** Portland, OR, 1988.
- OSIPOV, G.; KURTHS, J.; ZHOU, C. **Synchronization in oscillatory networks.** Springer, 2004.
- PIKOVSKY A., ROSENBLUM M., KURTHS J. **Synchronization: A Universal Concept in Nonlinear Sciences.** Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- PLOWMAN, E. G. **Lectures on Elements of Business Logistics.** Stanford Transportation Series, Graduate School of Business, Stanford University, Stanford, 1964.
- SALIBY, E. **Repensando a simulação: uma amostragem descritiva.** Ed. Atlas. UFRJ, coleção COPPEAD de administração. Rio de Janeiro, 1989.

SIMATUPANG, T. M.; SRIDHARAN, R. **The Collaborative Supply Chain**. Int. J. Logist. Manag, 2002.

STEVENS, C. **Integrating the supply chain**. Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag. 19, 1989.

WEINDAHL, H. P.; FASTABEND, H. **Synchronization of logistic processes based on coupling operating curves**. Osaka University, Japan, 1997.

YAMADA, M. C. **Modelagem das cadeias de atividades produtivas da indústria sucroalcooleira visando à aplicação em estudos de simulação**. Dissertação (Mestrado em Eng. Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

YOSHIZAKI, H. T. Y. **Análise de desempenho operacional de sistemas logísticos e de transportes: aplicações de redes de filas**. Dissertação (Mestrado em Eng. Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ZHANG, Q.; CAO, M. **Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance** J. Oper. Manag. 29, 2011.