

SIMULANDO CADEIAS AGROINDUSTRIAIS

Jana Roiz Saito¹,
Reginaldo Santana Figueiredo² e
Mário O. Batalha³

Abstract: *The purpose of this paper is to regard the simulation importance and need as an alternative accessory that can be helpful to support the decisions made at the agribusiness firm, even if the decisions are related inside or outside the plant - the . agri-chain.management. The paper also presents some of the simulations occurred in DEP/UFSCar (Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos).*

Palavras-Chave: cadeia agroindustrial, simulação e supply chain management

1. Introdução

A *Globalização* modifica as relações econômicas de forma ampla e definida, obrigando as empresas a rápidas adaptações em suas estruturas produtivas, com o fito de garantir sua participação e sobrevivência no mercado (GARCIA, 1996).

O consumo distribuído por uma extensão geográfica cada vez maior em função da abertura dos mercados e a formação de grandes blocos econômicos torna cada vez mais difícil o gerenciamento da empresa sem concebê-la como parte de um sistema mais amplo. Na verdade, qualquer empresa pode ser vista como parte de um processo de produção e distribuição tão complexo e dinâmico envolvendo complicados fluxos de informação, de materiais e de capital, que a sua compreensão extrapola qualquer visão baseada no senso comum do gerente (FIGUEIREDO e ZAMBOM, 1997).

As empresas para se manterem atuantes no mercado globalizado tiveram que se atualizar, implementando ferramentas que auxiliam o processo de gestão empresarial e gestão de produção. No entanto, apesar de estarem bem organizadas e planejadas os benefícios não correspondiam com as expectativas. A partir desta constatação, surgiram novas ferramentas de gestão empresarial que permitem a empresa atuar num universo mais amplo, como por exemplo numa cadeia de suprimentos. Algumas destas técnicas de gestão empresarial surgiram nos últimos anos com o intuito de auxiliar a coordenação de empresas em cadeias e/ou redes. Entretanto, encontra-se muita dificuldade em fazer uso prático dessas técnicas. Estas técnicas estão mais próximas de filosofias de gestão, caso do *Supply Chain Management* (SCM) – Gestão da Cadeia de Suprimentos

Ao tentar estabelecer uma definição para *Supply Chain Management*, vê-se que há uma gama enorme de conceitos e definições. Por outro lado, pode-se dizer que muitas dessas definições se assemelham em diversos aspectos. A maioria das definições concorda que

¹ Pós Graduação em Engenharia de Produção, ^{2,3} Departamento de Engenharia de Produção Universidade Federal de São Carlos - Rod. Washington Luis, km 235

CEP 13565-905 – São Carlos – SP - tel.: (016) 260 8111

¹jana@ldi.dm.ufscar.br, ²santana@power.ufscar.br, ³dmob@power.ufscar.br

a cadeia de suprimentos cobre o fluxo de materiais dos membros do canal e termina nos seus usuários. Alguns autores como COOPER,1997; BECHTEL,1997; SLACK,1997; ROSS, 1998, apresentam aspectos semelhantes com a seguinte definição.

"Gestão de Cadeia de Suprimento é uma filosofia de gestão de evolução contínua que visa unificar as competências produtivas coletiva e os recursos das funções de negócios encontrada ambas dentro da empresa e fora, nos parceiros de firmas aliadas localizadas ao longo dos cruzamentos dos canais de suprimento, dentro de uma sistema de suprimento altamente competitivo e voltado aos clientes, focado no desenvolvimento de soluções inovadoras e sincronização, no mercado, do fluxo de materiais, serviços e informações, para criar uma única, individualizada fonte de valor ao consumidor" (ROSS, 1998).

Ao tratarmos do agronegócio, observamos que o objeto de estudo é uma cadeia de suprimentos. Com isso, os conceitos de gestão empresarial apresentados podem ser aplicados às cadeias agroindustriais. Neste caso, podemos definir este objeto de estudo como: *cadeias de produção* - uma das ferramentas da escola industrial francesa. Segundo alguns autores desta mesma escola, a cadeia de produção representa uma seqüência de operações de transformação, dissociáveis entre si, encadeadas tecnicamente e responsáveis pela produção de um bem ou conjunto de bens (BATALHA, 1998); uma *filière* de produto - pode ser definida como sendo a soma de todas as operações de produção, de logística e de comercialização que são necessárias para que um produto passe de uma ou várias matérias-primas de base ao estado onde ela possa ser utilizado pelo consumidor final, seja este consumidor um particular ou uma organização (PARENT, 1979). Assim, o conceito de cadeia de produção agroindustrial, largamente utilizado no Brasil, identifica-se muito bem com o conceito de *filière*.

O conceito de *agribusiness* é definido como sendo "a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles" (DAVIS, J.H. & GOLDBERG, 1957). Graziano, refere-se ao *agribusiness* da seguinte forma: "a noção original de *agribusiness* nada tem a ver com quaisquer teorias do desenvolvimento ou com a idéia de dinâmica de crescimento. Tem uma origem "estática" que se destinava tão-somente a ampliar o conceito de agricultura, uma vez que nos Estados Unidos dos anos 50 já não se podia mais tratá-la como "setor primário" – no sentido de que recebe insumos dele mesmo – nem ignorar a sua crescente interligação com o restante da economia, em especial com os serviços financeiros – daí *agribusiness* que, traduzido, virou complexo agroindustrial ou simplesmente CAI (...)"(SILVA, 1996). Neste trabalho adotaremos a definição de Davis e Goldberg, 1957.

Uma das maiores dificuldades na gestão da cadeia de suprimentos reside no seu entendimento básico, ou seja, a constatação de que a empresa precisa ir além de suas fronteiras. O aspecto que dificulta o uso da maneira tradicional de observar a empresa é o fato de que os sistemas industriais se desenvolvem de forma cada vez mais complexa e extensa, de maneira que mesmo um bom conhecimento de suas partes isoladas mostra-se insuficiente para proceder o seu gerenciamento de forma eficiente, pois as inter-relações e as interdependências entre os componentes do sistema tornam-se progressivamente, com o passar do tempo, mais importantes que os componentes em si mesmos. Segundo Ackoff (1979), no mundo real "os gerentes não são confrontados com

problemas independentes entre si, mas com situações dinâmicas que consistem de sistemas complexos de mudanças que interagem entre si". Em vez de estados "bem comportados", no mundo real os gerentes se deparam com estados de desordem onde as soluções ótimas de problemas individuais não podem ser agregadas para se encontrar a solução ótima do todo. O comportamento do todo dependerá de como as soluções (ou decisões) das partes distintas interagem. (FIGUEIREDO, 1998).

A maioria das pessoas acreditam que o melhor processo de aprendizagem é a experiência no ambiente de trabalho. Entretanto, o processo de aprendizagem por meio da experiência é limitado. Essa limitação ocorre devido a vários fatores, dentre eles pode-se destacar, por exemplo, o tempo de resposta em relação a uma tomada de decisão. Quando os resultados de nossas decisões extrapola os limites de uma extensão temporal e espacial estreita o bastante para serem apreendidos pela nossa percepção, ou seja, quando as conseqüências dos nossos atos ocorrem além das fronteiras do nosso horizonte de aprendizagem, torna-se impossível aprender por meio da experiência direta.

É possível efetuar experimentos de laboratório que simulam situações reais, tais como fenômenos industriais e econômicos, graças ao desenvolvimento dos computadores que fazem o trabalho requerido pelos modelos matemáticos. A diferença do que sucede na vida real é que todas as condições, somente com exceção de uma, podem manter-se constantes e facilmente repetíveis no tempo para observar o efeito das condições que forem modificadas. Pode-se estudar circunstâncias que raras vezes se encontraram no mundo real e pesquisar campos desafiantes que poderiam parecer demasiadamente perigosos para prová-los nas verdadeiras organizações. Tanto o gerente, como um engenheiro, pode ter agora um laboratório no qual é possível conhecer com rapidez e a baixo custo as respostas que dificilmente poderiam se obter a partir de ensaios em organizações reais. (FORRESTER, 1961)

Um experimento controlado em laboratório pode ser considerado como uma arma poderosa quando utilizada de maneira correta. O gerente deve saber compreender seus instrumentos, seus perigos e sua eficácia. A simulação laboratorial é uma ferramenta de grande utilidade para conciliar um aprendizado dinâmico que o possibilite solucionar problemas estratégicos num curto espaço de tempo. A longo prazo, a única fonte permanente de vantagem competitiva da organização é a capacidade de aprender mais depressa do que os concorrentes. Nenhuma força externa pode lhe subtrair o ímpeto dessa vantagem. Para se administrar estas mudanças, as empresas que aprendem reagem com maior rapidez quando o ambiente muda, pois já são capazes de antecipar as mudanças que irão ocorrer, e como criar os tipos de mudanças que elas querem (SENGE et al., 1997).

O objetivo deste trabalho é chamar a atenção para a utilização de simulação como ferramenta de apoio a tomada de decisão dentro de uma empresa/cadeia com a finalidade de alcançarem uma coordenação efetiva da cadeia agroindustrial ou supply chain management no agronegócio. Para isso, o trabalho está dividido em 4 partes. A primeira parte apresenta a evolução dos conceitos de gestão de produção, como MRP, SCM, entre outros. Na segunda parte é relatado algumas dificuldades para mudanças na cadeia de produção, dentre estas dificuldades estão: o efeito Forrester, o problema cognitivo e a interdependência entre os elos. A terceira parte relata alguns pontos da simulação de uma cadeia agroindustrial, em desenvolvimento no DEP/UFSCar, e na quarta seção as análises e conclusões.

2. Evolução dos Conceitos de Gestão

A literatura nos indica que houve três estágios precursores do que hoje chamamos de Supply Chain Management, ou Gestão da Cadeia de Suprimentos.

A primeira fase da gestão da logística moderna ocorreu no período de extensão do final do século XIX ao início da década de 60. Durante esta era, os executivos das empresas não distinguiam a logística como uma fonte significativa para a vantagem competitiva da firma. Para a maioria a logística era compreendida simplesmente como sendo aquelas atividades associadas às funções de distribuição física do armazém e do transporte. Este período foi marcado também pelo intenso crescimento devido à carência do mercado existente, sofrendo muita influência do pós-guerra. As funções essenciais da empresa são técnicas e industriais. O lema é *produzir e depois vender* e as características principais são: altos inventários em processo, fabricação em série, prazos estipulados pelo próprio ciclo de produção e gestão manual.

A segunda fase é marcada pelo surgimento do MRP (*Material Requirements Planning*), nesta fase a empresa se preocupa com o planejamento da necessidade de materiais. O consumidor pode escolher o fornecedor. O lema é *produzir o que será vendido* e as características principais são: necessidade de realizar previsões de vendas, controlar as atividades de produção, equacionar os estoques e fixar as datas de entrega.

A terceira fase é o que chamamos de MRP II (*Manufacturing Resource Planning*), nesta fase a empresa se preocupa com o planejamento dos recursos de manufatura englobando, além de materiais, as necessidades de mão-de-obra e equipamentos. É nesta fase que a empresa olha para si mesma, apresenta módulos de chão de fábrica. A severa concorrência entre as empresas torna o consumidor mais exigente. O lema é *produzir o que há está vendido* e as características principais são: perfeito controle de custos, qualidade irrepreensível, prazos de entregas curtos e pontuais, pequenas séries de produtos personalizados, aumento na renovação dos produtos devido à redução da vida útil dos mesmos e melhoria das técnicas de fabricação e controle.

Na quarta etapa surge então o conceito de SCM (*Supply Chain Management*), esta etapa é marcada pela necessidade de incluir organizações externas. Por exemplo, no processo de desenvolvimento de produto a fim de reduzir o tempo de lançamento de um novo produto. O envolvimento precoce do fornecedor no processo de desenvolvimento do produto é importante, e, em alguns casos, segunda camada de fornecedores. Além disso, o envolvimento do consumidor e do cliente é necessário. A integração do processo de negócios através da cadeia de suprimento é o que estamos chamando de gestão da cadeia de suprimento (SCM).

A figura 1 a seguir ilustra a evolução dos conceitos de gestão, bem como seus principais aspectos.

EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DE GESTÃO



Figura 1. Os quatro estágios de gestão. ROSS, 1998.

3. As Dificuldades de Coordenação de Cadeias de Produção

3.1. Problema Cognitivo

As cadeias de produção apresentam algumas dificuldades quando tratamos delas na prática. Algumas destas dificuldades são: problema cognitivo da cadeia, ou seja, a dificuldade de visualização da cadeia como um todo.

Esta limitação dificulta a habilidade da cadeia em transmitir sintomas, sensações "desconfortantes", oportunidades perceptivas ou intuições sobre as deficiências relacionadas com o desempenho dentro de uma estrutura da cadeia.

No processo de aprendizagem por experiência direta, aprendemos pela observação dos resultados de nossas ações. Executamos uma ação, examinamos suas conseqüências e, em seguida, levando em conta essas conseqüências, executamos outra ação, e assim sucessivamente. No entanto, nem sempre temos acesso aos resultados de nossas ações. Elas podem ocorrer, no tempo e no espaço, distantes do agente que as provocou. Portanto, a nossa capacidade de aprender por experiência direta fica condicionada a esse *feedback* de causa e efeito, o qual denominamos horizonte de aprendizagem.

3.2. Interdependência entre os elos

É possível mostrar que, em uma cadeia de produção e distribuição, o "bom controle" de uma empresa individual não implica necessariamente em um bom desempenho para si (FIGUEIREDO, 1998). Neste caso, o gerente terá de ampliar sua visão para um horizonte além de sua organização, pois, a depender do grau de interdependência das empresas que compõem a cadeia, melhorias internas não produzem resultados relevantes e, em casos extremos, a busca simultânea, feita isoladamente, de ótimos locais por parte de todos, pode, ao contrário, implicar na queda de *performance* do sistema e até mesmo no desastre global. De fato, nestas circunstâncias, as melhorias e inovações internas das empresas individuais podem não lhes trazer nenhum benefício relevante. O desempenho de cada empresa que compõe a cadeia dependerá substancialmente das decisões relevantes que estão sendo tomadas pelas outras empresas.

Em muitas situações reais a interdependência entre os elos da cadeia é tão grande que as decisões internas – como redução do *lead-time* de produção, utilização de técnicas de planejamento e controle da produção mais sofisticadas, assim como a implantação de um sistema de informação interno mais informatizado – tem pouca efetividade, entretanto, uma ação mais integrada poderia trazer benefícios para todos os integrantes da cadeia.

3.3. Efeito Forrester

Foi demonstrado por Jay Forrester nos anos 60, que existe certa dinâmica entre as empresas de uma dada cadeia de suprimentos (cadeia de produção), que causam *erros, inocuidades e volatilidade*, e que estes são crescentes para empresas mais a montante da cadeia de suprimentos.

Este efeito é análogo ao jogo infantil de telefone sem fio, ou seja, a medida que a informação vai se distanciando da fonte, os ruídos interferem cada vez mais na mensagem, distorcendo mais quanto maior for o número de crianças.

O efeito Forrester não é causado somente por erros e distorções. De fato, a principal causa é um desejo racional e perfeitamente compreensível, de cada um dos diferentes elos na cadeia de suprimentos, de gerenciar suas taxas de produção e níveis de estoque, de maneira independente (SLACK et al, 1997).

Pressupondo uma coordenação centralizada e perfeita por parte de uma única empresa que executa todas atividades, incluindo desde o fornecimento da matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor, não existiria instabilidade nem oscilações neste sistema. Todavia, de fato, é quase impossível imaginar uma sistema constituído por partes interdependentes que funcione sem oscilações e instabilidade. Só mesmo uma máquina perfeita pode ser imaginada como tal.

Um exemplo bem conhecido da dinâmica de um cadeia de suprimento é mostrada na figura 2. Ali pode ser visto que a amplificação da demanda ocorre entre cada fábrica na cadeia com uma aceitável oscilação de poucos por cento na empresa A. Infelizmente, esta flutuação em torno de $\pm 60\%$ na empresa E resultando em uma amplificação de demanda de baixo para cima (upstream) de 20 para 1. Durante o tempo indicado na escala, podemos observar que o planejamento de recursos torna-se tremendamente difícil para a companhia E, em contraste com A que foi *felizmente engajada* em quase todos níveis de programação (isto taxas de produção constantes ou variando suavemente) por em torno de sete anos; A empresa E (isto é o fabricante do fim da cadeia) se depara com imensas flutuações que realmente aumentam em magnitude a medida que o tempo passa. Um cenário tal como aquele mostrado na figura 2 significa que o problema da capacidade de planejamento para a empresa E torna-se não-gerenciável.

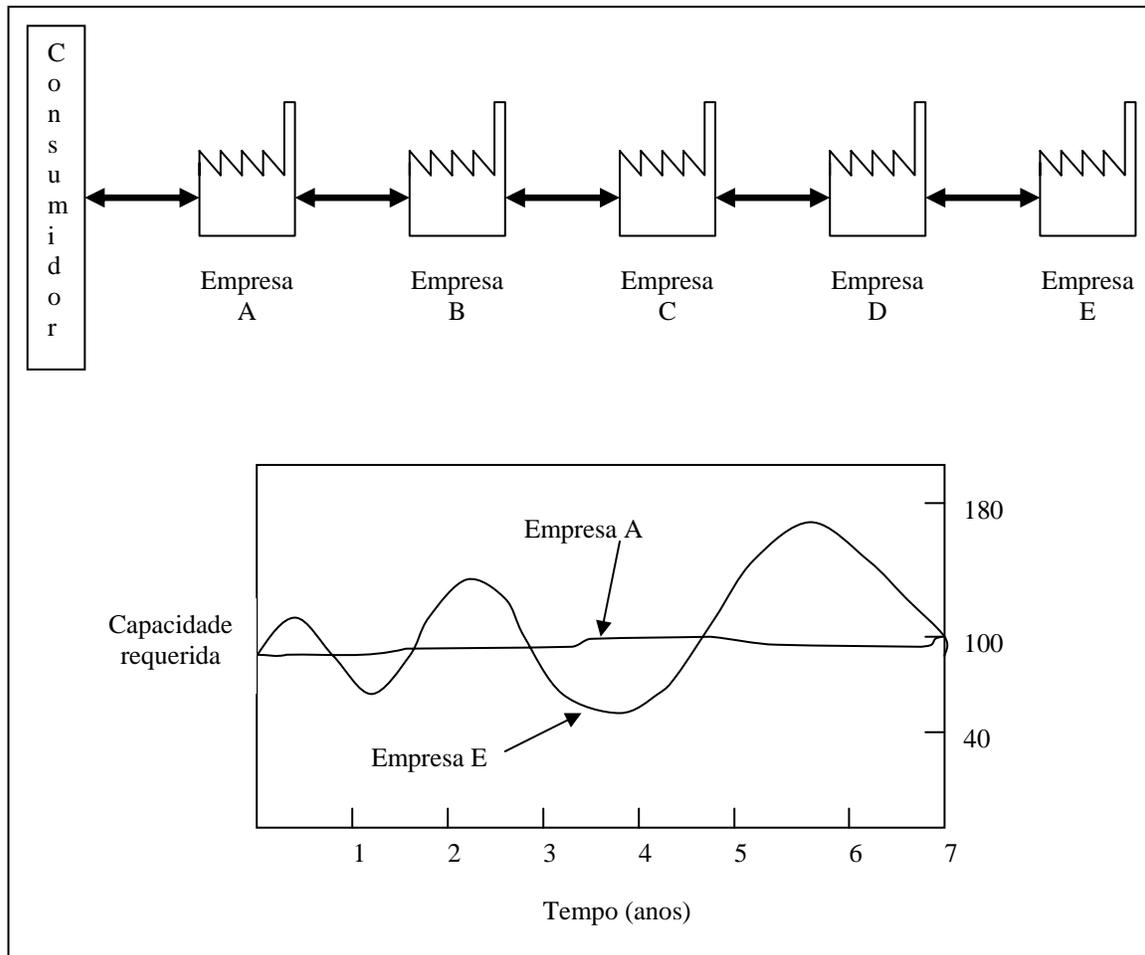


Fig.2 Ilustração do Efeito Forrester sobre a Demanda numa cadeia de suprimento. Towill, 1992.

Imaginemos uma fábrica que detém sua matéria-prima, produz e vende um determinado produto diretamente ao consumidor final. Nesta situação, o processo de produção e atendimento ao consumidor compreende um sistema com a coordenação centralizada na alta administração daquela empresa. Comparemos esta situação com aquela onde a mesma empresa seja obrigada a distribuir seus produtos em uma região distante e, para isso, dependa da intermediação de vários agentes econômicos para chegar ao consumidor final. A empresa que coordenava todas as atividades e tinha contato direto com o consumidor final agora se depara com uma série de outras empresas entre ela e o mercado final. Seu planejamento da produção dependerá não mais da sua interpretação direta dos sinais dos consumidores mas sim da interpretação das informações enviadas pelos seus diversos distribuidores. As informações enviadas pelos distribuidores podem causar equívocos e, conseqüentemente, distúrbios: ou porque estão incompletas (quando aqueles que estão em contato direto com o consumidor, para manter seu poder de barganha dentro da cadeia, não tem interesse em enviar informações completas), ou devido às dificuldades impostas pela natureza do próprio ciclo de realimentação entre a fábrica e o distribuidor.

Este problema é análogo à situação representada por alguém dirigindo um carro de olhos vendados e auxiliado por outra pessoa que lhe informa as condições da pista. De certa forma, é o que sucede normalmente no mundo dos negócios. Os executivos não acompanham o vendedor quando este visita os clientes e nem freqüentam as reuniões de diretorias dos seus concorrentes. Em síntese, precisam de uma visão clara do caminho à frente e só podem contar parcialmente com os fatos que aconteceram no passado e as informações que lhes são transmitidas por aqueles que se encontram mais próximos do consumidor final. Em geral, esta é situação típicas das empresas que, na impossibilidade de sustentar uma integração vertical "para frente", repassa a outras empresas o papel da distribuição. Uma situação que fica cada vez mais complexa, à medida que aumenta o número de agentes econômicos que se interpoem entre ela e o consumidor final.

4. Simulação

Baseadas no trabalho de Forrester (1961), pesquisadores tais como Sterman (1989), Senge (1990), Morecroft (1992) e Van Der Heijden (1992) vêm desenvolvendo e aplicando técnicas de modelagem e simulação para estudar sistemas dinâmicos e complexos. A motivação principal da abordagem desses pesquisadores (fato já demonstrado por eles) reside na possibilidade de desenvolvermos simulações ou *microworlds* em laboratório onde podem ser observadas as conseqüências de nossas decisões com mais clareza do que é possível na vida real. Nesses microcosmos simulados, por serem réplicas desenvolvidas em laboratório, podemos isolar as deficiências e suas respectivas causas com mais facilidade do que quando estamos envolvidos pelas complexidades do mundo real.

Baseados nos pressupostos e motivações que sustentam os trabalhos destes autores, estamos desenvolvendo e reproduzindo, no DEP/UFSCar, simulações para estudo do comportamento de sistemas dinâmicos. Dentre estas simulações podemos destacar o Jogo da Cerveja, inicialmente desenvolvido por Luiz C. Skrobot², o Supply Chain Game, inicialmente desenvolvido por Luciana Rubim Coelho³, a Simulação da Cadeia Agroindustrial da Cana que será apresentada neste trabalho, entre outros.

Algumas cadeias agroindustriais foram levantadas e dentre elas foi escolhida uma para ser simulada. A escolha da cadeia do açúcar ocorreu devido à importância do setor canavieiro no Estado de São Paulo e na Região de São Carlos. Esta simulação está sendo feita com a utilização do Software Stella 5.0, o qual é fundamentado na Metodologia de System Dynamics. A idéia fundamental de System Dynamics surgiu na década de 60 com o trabalho de Jay Forrester e seus colegas na Sloan School of Management no MIT (Massachusetts Institute of Technology). Forrester e seus colegas desenvolveram idéias iniciais aplicando conceitos de teoria de controle de *feedbacks* no estudo de sistemas industriais.

Caracterização da cadeia agroindustrial da cana:

No cenário mundial a indústria canavieira convive com as incertezas relacionadas às reservas mundiais de açúcar e combustíveis. Além disso convive no país com políticas protecionistas e diferenças regionais, e ainda, entra em conflito com a Petrobrás no uso do álcool como competidor do petróleo. (PENSA, 1997)

² Ex-aluno de Engenharia de Produção no DEP/UFSCar, Iniciação Científica e integrante do LDI – Laboratório de Dinâmica Industrial.

³ Aluna de Engenharia de Produção no DEP/UFSCar, Iniciação Científica com apoio FAPESP, e integrante do LDI – Laboratório de Dinâmica Industrial.

O SAG (sistema agroindustrial) da cana é de grande importância na geração de empregos e movimenta cerca de 2% do PIB brasileiro (CARVALHO, 1997).

Com relação aos insumos, atuam as principais multinacionais do setor. É uma área onde o desenvolvimento tecnológico é intenso, seja em herbicidas, defensivos, novos implementos, máquinas e fertilizantes. As transações entre o setor de insumos e os produtores de cana são operações comerciais pontuais, realizadas através de cotações, sem a existência de acordos de longo prazo ou fidelidade (PENSA, 1997).

Em se tratando dos produtores agrícolas temos os especializados, com produções em áreas próprias das usinas ou através de arrendamentos. Entretanto, ocorre também a verticalização para trás, ou seja, as usinas adquirindo e produzindo sua própria matéria-prima, isso ocorre devido à elevada especificidade dos ativos envolvidos. A cana tem especificidade locacional, ou seja, fretes longos inviabilizam as operações, e temporal, após a colheita deve ser rapidamente esmagada. Isto determinaria que a transação entre a produção e a usina fosse assegurada via contratos.

A maioria das usinas não contam com áreas comerciais bem estruturadas e profissionais na maioria dos casos. Consequentemente, não dominam os processos de venda completamente, tendo que fazer uso de agentes especializados nos produtos e nos clientes. As técnicas de promoção utilizadas são bastante primitivas e as relações com os clientes muito fracas.

No trabalho em andamento, a cadeia de açúcar que está sendo simulada apresenta 4 elos, sendo estes: o Produtor Rural, a Usina, o Atacado e o Varejo, o simulador utilizado é o Stella 5.0. As principais operações de cada elo estão representadas na cadeia, e estão sendo considerados o *lead time* das mesmas. Os fluxos de material, informação e capital também estão sendo considerados para que a simulação se aproxime cada vez mais do que acontece na vida real. A estrutura básica do modelo em desenvolvimento é o da figura 3 a seguir, e, sua estrutura é representada por estoques (□), por fluxos (→) e pelas variáveis auxiliares (o).

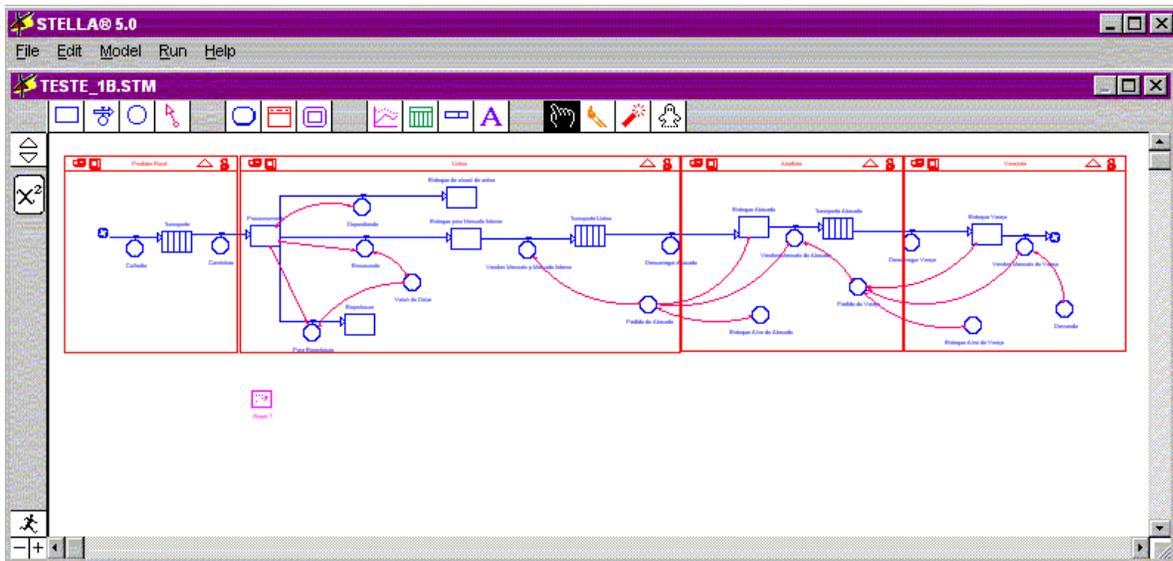


Figura 3. Estrutura do Modelo em desenvolvimento.

Análise dos Resultados:

A simulação da cadeia agroindustrial do açúcar está em fase de desenvolvimento, porém pode-se fazer uma análise partindo-se da utilização da metodologia de *system dynamics*.

A simulação gera cenários para auxiliar a tomada de decisão dos agentes constituintes da cadeia agroindustrial, pois existem dificuldades implícitas ao tratarmos de cadeias, como já foi relatado, o problema cognitivo, o efeito forrester e a interdependência entre os elos. Mesmo em se tratando da empresa, podemos dizer que há dificuldades de visualização de pontos que interferem no seu bom desempenho, e a simulação também pode auxiliar à tomada de decisão para questões internas da empresa. Quando a empresa superar suas dificuldades internas, ela deve estar preparada para atuar num universo mais amplo, a cadeia produtiva. A participação da empresa numa cadeia nem sempre lhe permite obter os resultados satisfatórios, para obter esses resultados ela talvez precise estar numa cadeia que permita uma coordenação. A idéia de coordenação de uma cadeia pode não convencer o agente decisor da empresa, e então, a simulação baseada em *system dynamics* supera as dificuldades já relatadas, e pode gerar cenários e sendo persuasiva ao usuário.

A palavra: *dynamics* em *System Dynamics* se refere fundamentalmente a padrões de mudanças, tais como: o crescimento, a decaída e as oscilações. Modelos de *System Dynamics* são construídos para nos auxiliar a entender o por que da ocorrência desses padrões. A proposta é auxiliar o entendimento e não gerar pontos de predição.

Modelos de predição são bem diferentes. Eles são projetados para prever o valor de uma variável importante em algum ponto no futuro. Por exemplo, um modelo de tempo pode prever se choverá amanhã, um modelo de estoque de mercado deve ser utilizado para prever o preço do estoque depois de muitos meses no futuro. Por vezes, estes modelos são chamados de modelos de previsão. Eles são projetados ao redor de uma tarefa

simples – para prover a melhor previsão do estado futuro de um sistema. Considerando que suas proposições são definidas claras e concisas, modelos de predição são facilmente avaliados. Simplesmente pergunta-se com que frequência essas previsões estão certas. Modelos de predição são utilizados em situações definidas como concisas, nas quais os pontos de previsão são necessários e os métodos de previsão podem ser avaliados.

Os modelos de *system dynamics*, sejam eles utilizados em sistemas de negócios, sistemas ecológicos ou outro sistema qualquer, são projetados para o entendimento amplo e não para ponto de predição. Infelizmente, são freqüentemente mal interpretados como modelos preditivos, especialmente se alguém está a procura da bola de cristal para prever o futuro. A má interpretação, freqüentemente, ocorre quando o gráfico do tempo mostra uma variável exposta no futuro. O gráfico do tempo deveria ser indicado como uma “simulação de base”, mas o leitor desesperado por uma previsão irá mentalmente renomear o gráfico como o de “comportamento mais provável”.

5. Conclusões

Um aspecto importante a ser ressaltado é que muitos acreditam que o conhecimento de seus gerentes, adquirido no ambiente de trabalho pela experiência durante muito anos, é suficiente para que se enfrentar os problemas. Não podemos deixar de admitir que a experiência direta como um dos mais persuasivos e eficientes processos de aprendizagem e, assim sendo, reconhecemos o valor inestimável das habilidades adquiridas com o exercício de uma profissão. No entanto, é preciso que entendamos que o processo de aprendizado por meio da experiência direta no ambiente de trabalho é limitado e, além disso, pode desenvolver ou reforçar premissas e visões equivocadas a respeito do funcionamento da organização e do seu meio.

Quando o nosso horizonte de aprendizagem é suficientemente curto, isto é, quando os resultados de nossas ações se circunscrevem aos limites de uma extensão temporal e espacial estreita, o bastante para serem apreendidos pela nossa percepção, a experiência direta é suficiente para dar conta do aprendizado. Todavia, quando os resultados de nossas decisões extrapolam estes limites, ou seja, quando as conseqüências dos nossos atos ocorrem além das fronteiras do nosso horizonte de aprendizagem, torna-se impossível aprender por meio da experiência direta.

Nós aprendemos melhor por experiência, não resta dúvida. No entanto, jamais experimentamos diretamente as conseqüências de muitas das decisões mais importantes que tomamos dentro da empresa. Em geral, as decisões mais críticas tomadas dentro da empresa têm conseqüências que se propagam por todo o sistema, condicionam mudanças em outras empresas dentro da cadeia e se estendem por anos ou décadas.

A explanação acima reforça a importância da utilização da simulação como ferramenta de auxílio na tomada de decisões, seja a simulação utilizada como instrumento de persuasão, ou simplesmente para evidenciar fatos que nossa limitação não permitiria, e possibilitar ações mais efetivas na organização e/ou cadeia agroindustrial. Isso vai de encontro com a proposta do trabalho, ou seja de chamar a atenção para a utilização de simulação como ferramenta de apoio a tomada de decisão dentro de uma empresa/cadeia com a finalidade de alcançar uma coordenação efetiva da cadeia agroindustrial ou supply chain management no agronegócio.

Entretanto, algumas pessoas podem estar se perguntando se a simulação é uma ferramenta que poderá levar a uma coordenação da cadeia agroindustrial, ou apenas ser um instrumento para prever situações e gerar cenário. Os instrumentos para uma coordenação efetiva, seja interna à empresa ou numa cadeia de produção estão disponíveis para serem empregues e obter, assim, resultados satisfatórios. Cabe ao agente que toma as decisões estar atento à sua racionalidade limitada e saber que pode contar com o auxílio da simulação para suavizar esta dificuldade.

Portanto, o uso da simulação não deve ser vista como a solução para os problemas de coordenação, mas deve ser vista como um instrumento alternativo de apoio à tomada de decisões para possivelmente alcançar uma coordenação de maior eficácia dentro da empresa e da cadeia agroindustrial.

6. Bibliografia

- ACKOFF, R. L. *The future of operational research is past*. *J. Opl Res. Soc.*, 30, p. 93-104, 1979.
- ALVES, M.R. P.A. *Tecnologia de Informação e Integração da Cadeia de Suprimento*. XII Seminário de Logística de Suprimentos e Transportes. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). Supervisão: Divisão Técnica de Engenharia Industrial. Anais. Belo Horizonte, MG: 20-22 maio. Pp. 53-72. 1998
- AZEVEDO, P. F. (1997). *Organização Industrial*. In: Manual da Economia. Org. Pinho, Diva B. & Vasconcellos, Marco A. S. Saraiva. 3ª edição. 652 p. São Paulo, 1997
- BATALHA, M.O. *Sistemas Agroindustriais: Definições e Correntes Metodológicas*. In: Gestão Agroindustrial: GEPAL – Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais – Vol. 1. São Paulo: Atlas, 1997.
- BATALHA, M.O. & LAGO DA SILVA, A. *Cadeias Agroindustriais: Definições e Aplicações*. Notas de Aula. DEP/UFSCar. São Carlos, 1998.
- BATALHA, M.O. *Planejamento Estratégico*. Apostila DEP/UFSCar. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, 1998.
- BECHTEL, C. & JAYARAM, J. *Supply Chain Management: A Strategic Perspective*. The International Journal of Logistics Management. Vol 8, N. 1, 1997.
- COOPER, M. C. , LAMBERT, D. M. & PAGH, J.D. *Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics*. The International Journal of Logistics Management. Vol.8, No 1. 1997.
- DAVIS, J.H. & GOLDBERG, R. A. *A concept of agribusiness*. Division of Research. Graduate School of Business Administration. Boston: Harvard University, 1957.
- FARINA, E.M.M. & ZYLBERSZTAJN, D. *Competitividade e organização das cadeias agroindustriais*. IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Costa Rica, 1994.
- FERREIRA, F. R. N. *“Supply Chain Management” – Evolução e Tendências*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP98. Anais. UFF, TEP, Niterói, 1998.
- FIGUEIREDO, R.S., ZAMBOM, A.C. *Como A Existência de "Time Delays" e "Feedbacks" em um Processo de Tomada de Decisão Impedem a Otimização de Resultados*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17º, 1997, Gramado. Anais..., Porto Alegre: UFRGS.1997. CD-ROM
- FIGUEIREDO, R. S. & ZAMBOM, A.C. *A empresa vista como um elo da cadeia de produção e distribuição*. Revista de Administração, v.33, n.3, p.29-39, julho/setembro, São Paulo, 1998.

- FORRESTER, J. W. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA., Productivity Press, 1961.
- GARCIA, R. Jr. *Gobalização: Seus Efeitos e Conseqüências*. Palestra proferida no I Seminário de Direito Financeiro/IBEF-RJ- Agosto de 1996. 1-12.
- GOLDBERG, R.A. *Agribusiness coordination: a system approach to the wheat, soybean and Florida orange economics*. Division of reserarch. Graduate School of Business Administration. Boston. Harvard University, 1968.
- MORVAN, Y. *Fondements d'Economic Industrielle*. Economica: Paris, 1988.
- PARENT, J. *Filières de produits, stades de production et branches d'activité*. Revue d'Economic Industrielle, 7, 89. 1979.
- ROSS, D. F. *Competing Through Supply Chain Management: Creating Market-Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships*. Chapman & Hall. New York, 1998.
- SENGE , P. M. *The Fifth Discipline*. New York: Doubleday Currency, 1994.
- SENGE, P. M. et al. *A Quinta Disciplina: Caderno de Campo: Estratégias para Construir uma Organização que aprende*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1997. 543 p.
- SILVA, J. G. *Complexos agroindustriais e outros complexos* In: A nova Dinâmica da Agricultura Brasileira. – Universidade Estadual de Campinas – SP UNICAMP – Instituto de Economia, 1996.
- SLACK, N. et. Al. *Administração da Produção*; revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giansi. – São Paulo: Atlas, 1997.
- STERMAN, J. D.. *Modeling Managerial Behavior ; Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment*. *Management Science*, 1989, 35(3), p.321-339.
- TOWILL, D. R.; NAIN, M. M.; WILKNER, J. *Industrial Dynamics Simulations Models in the Design of Supply Chains*. *International Journal of Physical Distributions & and Logistics Management*. Vol. 22, No 5, 1992, p. 3-13.
- ZUURBIER, P. J. P. & BREMMERS, H.. *Analyzing Farmer-Coop Relations: An Adjusted TCE-Approach*. In: Proceedings of the First Brazilian Workshop on Agri-Chain Management. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP. Ribeirão Preto. 10-11 de novembro de 1997. Pp. 65-86, 1997.