

# ABORDAGEM SISTÊMICA PARA ANÁLISE DE CADEIAS PRODUTIVAS: CONCEITUAÇÃO E PROPOSTA DE ARQUÉTIPOS NO SETOR LÁCTEO BRASILEIRO

**Fernando Cezar Leandro Scramim**

GEPAI / DEP / UFSCar

Via Washington Luiz, Km 235 CP 676 - CEP 13565-905. E-mail: pfcls@iris.ufscar.br

**Mário Otávio Batalha**

GEPAI / DEP / UFSCar

Via Washington Luiz Km, 235 CP 676 - CEP 13565-905 E-mail: dmob@power.ufscar.br

## **Abstract:**

*The studies are aimed at the system approach of the problems affecting the agribusiness. In this approach, the management competition demands internal and inter-organizational efficiency. Thus, it is necessary to associate competitiveness with the efficient internal organization and with the communication systems and coordination of activities between companies in an agrichain. In this sense, we present the method of feedback loops to represent the systems structure that was developed by Peter Senge in his seminal works - The Fifth Discipline and Fifth Discipline Fieldbook. An application in the Brazilian milk agrichain is made to represent the complex technological and commercial relationship between rural producers and dairy companies. Fall of profit for both agents (companies and farmers) are drawn as a result of cut of services and lack of cooperation to the rural producers.*

**Key words:** *system approach, feedback loops, dairy sector.*

## **1. Introdução**

O enfoque sistêmico está direcionando cada vez mais os estudos relacionados aos problemas afetos aos agronegócios. Na perspectiva sistêmica, a competitividade empresarial exige eficiência interna e interorganizacional nos sistemas produtivos. Nesse sentido, é preciso associar competitividade à organização interna eficiente e aos sistemas de comunicação e coordenação de atividades inter-firmas numa cadeia de produção industrial.

O enfoque sistêmico a ser tratado neste artigo se concentrará no estudo da “estrutura dos sistemas” sociais e administrativos desenvolvida nos trabalhos seminais de Peter Senge (1998) e (2000). Este autor aplicou os conhecimentos originários da disciplina de *system dynamics* (Forrester, 1961) ao campo das ciências sociais e administrativas. De acordo com Senge (1998), a natureza da estrutura dos sistemas humanos é sutil porque *pessoas* (com modelos mentais distintos) fazem parte desta estrutura. Como parte da estrutura, as pessoas deveriam ter a capacidade de alterar as estruturas nas quais elas operam e, no entanto, não o fazem. Isto porque ou não se dão conta deste poder ou porque não conseguem “enxergar” essas estruturas em ação. Ao contrário, continua o autor, simplesmente as pessoas das

organizações são compelidas a agir de determinadas formas. Com esta afirmação, o autor tenta alertar o fato de que muitas vezes somos “prisoneiros” das estruturas porque não enxergamos agindo sobre nós e sobre nossas organizações sociais e empresariais.

O método conhecido como diagramas causais (ou arquétipos de sistemas) é utilizado neste trabalho para auxiliar e facilitar a compreensão da estrutura dos sistemas inter empresariais, especificamente aplicado ao setor lácteo brasileiro. Este método de abordagem é também um primeiro passo para a construção de modelos de simulação dinâmicos (Villela & Schroeder, 1999).

Tentando avançar nessa direção, o presente trabalho trata na seção seguinte da conceituação e da construção dos diagramas causais e dos principais elementos da análise sistêmica proposta nos trabalhos de Senge (1998) e (2000). Na seção posterior são propostos dois arquétipos sistêmicos nas relações comerciais e tecnológicas entre os agentes do sistema agroindustrial lácteo nacional. Estes arquétipos se prestam para auxiliar no entendimento da aplicação do pensamento sistêmico auxiliando no processo de aprendizagem e gestão intra e inter organizacional. Algumas considerações finais são realizadas a respeito do potencial de aplicação desta metodologia de abordagem e estudos dos sistemas empresariais.

## **2. Arquétipos de Sistemas – identificando as estruturas**

Uma das novas percepções mais importantes e potencialmente mais poderosas que surgem do campo do pensamento sistêmico é que determinados padrões de estrutura ocorrem repetidas vezes (Senge, 1998). Nesse sentido, o autor define o conceito de “arquétipo de sistemas” ou “estruturas genéricas” e que os mesmos são o segredo para aprender a enxergar as estruturas no campo pessoal e no campo das organizações empresariais. Nesse sentido o autor afirma que os arquétipos de sistemas sugerem que nem todos os problemas gerenciais são específicos, algo que os analistas e gestores de sistemas produtivos experientes sabem intuir.

Os arquétipos dão origem ao processo de compreensão do pensamento sistêmico. Usando-os, é possível visualizar cada vez mais os círculos de causalidade das situações e problemas corriqueiros das organizações. Segundo Senge (1998) o propósito dos arquétipos de sistema é refinar as percepções das pessoas com o intuito de torná-las mais capazes de identificar as estruturas em ação e enxergar a alavancagem. Depois de identificado, um arquétipo de sistema sempre sugere áreas de mudanças com altas ou baixas alavancagem. A alavancagem a que se refere o autor trata-se do resultado de ações pontuais na estrutura do sistema e freqüentemente simples de grande impacto no desempenho global do sistema.

Cover (1996) ressalta que o termo “estrutura” aqui utilizado refere-se à como os elementos de um sistema são agrupados, ou seja, como eles são conectados uns aos outros. O comportamento (desempenho) é um resultado direto da estrutura. Nesse sentido, mudanças na estrutura devem levar a mudanças no comportamento.

Todos os arquétipos são uma representação da realidade através dos círculos de causalidade (do inglês *feedback loops*) e também chamados de diagramas sistêmicos. Estes diagramas sistêmicos buscam representar os inter-relacionamentos, ao invés de cadeias lineares de causa-efeito entre as variáveis de um sistema. De acordo com Senge (1998), a chave para interpretar a realidade de forma sistêmica é enxergar os círculos de causalidade, ao invés de linhas retas.

Círculos de causalidade são compostos dos elementos e das interconexões estruturadas em que cada elemento age no elemento seguinte ao longo do círculo. Essas conexões entre as

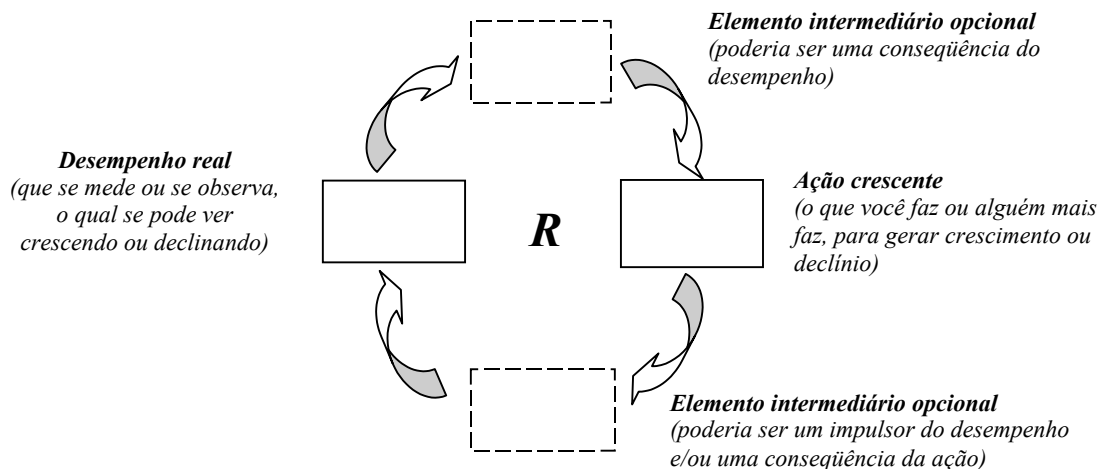
variáveis revelam ciclos que se repetem, continuamente, tornando as situações melhores ou piores com o passar do tempo.

Senge (2000) ressalta que as conexões sempre representam um círculo de causalidade, um “enlace” de realimentação, em que todo elemento é tanto “causa” quanto “efeito” – influenciado por alguns, e influenciando outros, de modo que cada um dos seus efeitos, mais cedo ou mais tarde, volta à sua origem.

Os arquétipos (conjunto de círculos de causalidade), enquanto alicerces básicos da representação de um sistema, são compostos por **processos de reforço, processos de equilíbrio e pelas defasagens.**

O **processo de reforço** é chamado de círculo ou enlace reforçador. Este tipo de processo gera crescimento ou colapso exponencial, onde o crescimento ou colapso continua a uma taxa sempre crescente. Senge (2000) adverte que não se pode subestimar o poder explosivo desses processos. Nos processos de reforço uma pequena mudança apoia-se em sistema mesma. Por exemplo, altas taxas de natalidade levam a maiores taxas de natalidade. Num regime de juros compostos, pequenos incrementos uma conta de poupança geram mais incrementos ainda nos períodos de tempo seguintes.

Senge (2000) apresenta um modelo para se desenhar um enlace reforçador. Este modelo está esquematizado na Figura 1. Em um enlace reforçador pode haver qualquer número de elementos, todos em um círculo, e todos impulsionando o crescimento mútuo. Utiliza-se aqui a letra **R** para marcar um enlace reforçador.



**Figura 1 – Modelo de Enlace Reforçador (para plotar situações reais).**

**Fonte: Senge (2000)**

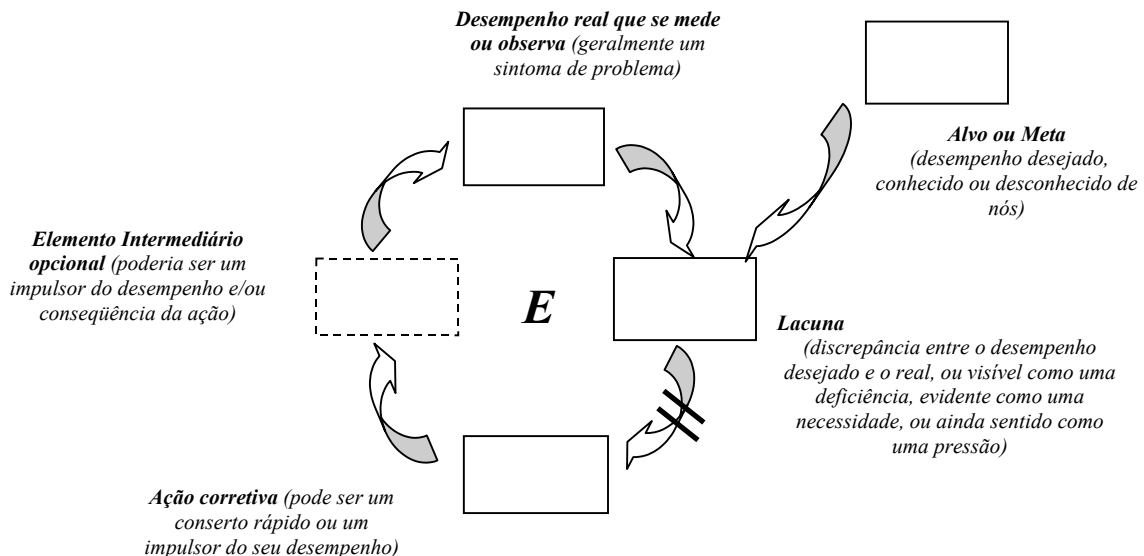
Entretanto, um enlace reforçador, por definição, é incompleto (Senge, 2000). Em algum momento um círculo vicioso ou virtuoso encontra um mecanismo compensador que o limita. Villela (2000) ressalta que os efeitos de realimentação podem ser no sentido de reforçar ou de atenuar a ação (realimentação negativa). O autor cita o exemplo das altas da cotação do dólar no Brasil, nas quais as pessoas são tentadas a comprar a moeda, tentando se antecipar a uma alta mais acentuada ainda. Quanto mais as pessoas fazem isto, mais a procura por dólar aumenta e mais a cotação da moeda aumenta. Mas, após algum tempo da alta do dólar, as pessoas começam a pensar que a cotação cambial passou dos limites do razoável e passam a vender a moeda. Senge (2000) define esse mecanismo de enlances equilibradores, os quais

geram as forças de resistência que acabam limitando o crescimento. Segundo o autor esses mecanismos encontrados na natureza e em todos os sistemas são os que solucionam problemas, mantêm a estabilidade e realizam equilíbrio dos sistemas.

Os **processos equilibradores** estão sempre ligados a um alvo – uma limitação ou meta muitas vezes estabelecida implicitamente pelas forças do sistema. Toda vez que os fatos da realidade não combinam com as metas de equilíbrio, a diferença resultante gera pressões proporcionais ao grau de divergência entre a meta e a realidade (Senge, 2000).

O terceiro e último elemento dos arquétipos sistêmicos são as defasagens. **As defasagens** ou atrasos são pontos onde a conexão leva um tempo particularmente longo para acabar de atuar. Ou seja, não há uma ação imediata de uma oscilação em uma variável (elemento) em outra no círculo de causalidade. Nos enlaces reforçadores os atrasos podem retardar o crescimento ou declínio. Por sua vez, nos enlaces de equilíbrio os mesmos podem alterar significativamente o desempenho do sistema, pois, normalmente, frente a atrasos tendem-se a reagir com impaciência, em geral redobrando os esforços e resultando em oscilações desnecessariamente violentas no sistema. Segundo Senge (2000), um dos propósitos de traçar diagramas sistêmicos é assinalar os atrasos, buscando-se acelerar o tempo de ciclo do sistema. As defasagens são representadas por um par de linhas paralelas no meio da seta de conexão dos elementos do sistema. O autor adverte ainda que se identifiquem apenas os atrasos mais significativos em relação aos demais elos.

Senge (2000) apresenta um modelo para se desenhar um enlace de equilíbrio. Este modelo está esquematizado na Figura 2. Em um enlace equilibrador pode haver qualquer número de elementos, todos em um círculo, representando uma oscilação em torno de um nível desejado, primeiro superando-o um pouco, depois compensando na outra direção e, finalmente chegando a um repouso no alvo. Utiliza-se aqui a letra **E** para marcar um enlace equilibrador.



**Figura 2 – Modelo de Enlace Equilibrador (para plotar situações reais).**

**Fonte: Senge (2000)**

Cover (1996) ressalta que os dois tipos de arquétipos interagem em qualquer sistema real e complexo, com os enlaces reforçadores gerando crescimento ou declínio e os enlaces

equilibradores fornecendo estabilidade ou movimentando em direção a uma meta ou a um estado desejado. As interações dos elementos do sistema, dentro destes dois tipos de enlaces, produzem um comportamento específico do sistema no tempo.

Um entendimento desses processos de realimentação (*feedback*) é um importante caminho para começar a descobrir as complexidades da estrutura de sistemas - quais elementos estão agindo sobre outros e se a interação é de reforço ou de equilíbrio.

Feitas estas conceituações teóricas a respeito de arquétipos de sistemas e suas características, o próximo item discutirá algumas relações comerciais e tecnológicas entre produtores rurais e as indústrias laticinistas segundo a metodologia proposta dos enlaces de reforço e de equilíbrio, bem como a interligação dos mesmos e possíveis comportamentos (desempenho) ao longo do tempo. Nesse sentido, buscou-se esboçar alguns arquétipos para um melhor entendimento deste complexo sistema de relações empresariais no sistema agroindustrial do leite brasileiro.

### **3. Proposta de Arquétipos para o Sistema Agroindustrial Lácteo Brasileiro**

Como recomenda Senge (2000), deve-se iniciar o trabalho de construção de arquétipos pela definição de problema. Este “problema” é fruto de um comportamento não adequado ou não desejado pelos elementos (agentes) do sistema.

No caso do sistema agroindustrial do leite é consenso na literatura e entre os agentes do sistema (produtores e usinas) que há uma falta de coordenação entre os mesmos que originam oscilações bruscas nos preços pagos pela matéria-prima pelas usinas aos produtores e conseqüentemente no custo de produção da mesma. No Brasil as transações entre o segmento produtor e o de transformação ficou caracterizado por contratos informais estabelecidos entre a indústria e o pecuarista, mediado pelo transportador responsável pela linha de leite e garantido pela necessidade de formação de cotas com os laticínios, para obter remuneração razoável no período de safra (Farina, Azevedo & Saes, 1997).

Ainda segundo Farina, Azevedo & Saes (1997), os produtores nunca entenderam muito bem a razão da sistemática do preço cota/excesso, ou seja, na safra recebem um preço menor e por isso não tem capacidade de capitalizarem-se, justamente quando sua produção é maior. Este fato, segundo os autores, explica, em parte, a infidelidade dos produtores quando as queijarias ou outras indústrias lhes oferecem preços maiores nos períodos de baixa produção, sem garantir a absorção na safra. Isto também leva, seguramente, a um desinteresse pela atividade leiteira por parte dos produtores rurais causado pela baixa remuneração do capital investido na produção.

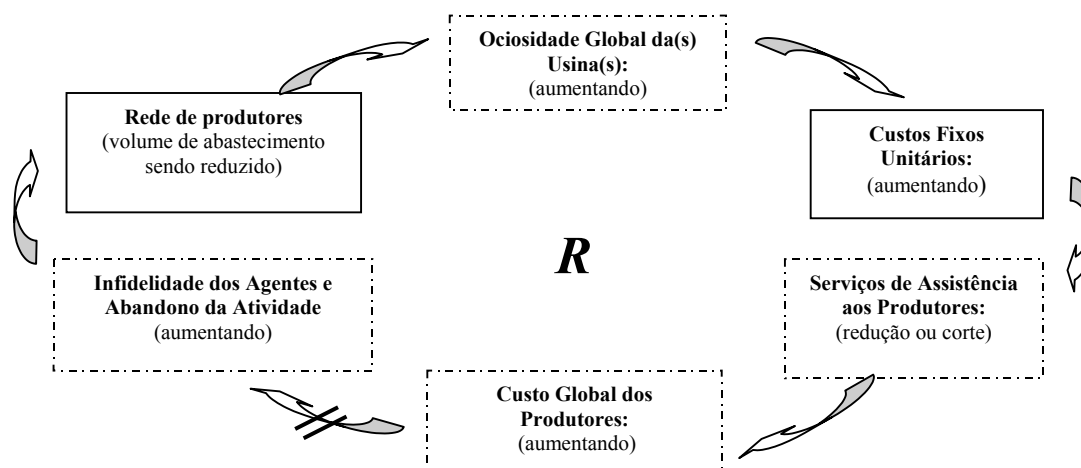
A partir desta análise, considerando a possibilidade da infidelidade entre os agentes e um aumento das taxas de abandono da atividade, pode-se construir um arquétipo buscando representar a estrutura de funcionamento deste sistema e projetar futuras conseqüências para o mesmo. Na Figura 3 esboça-se um arquétipo tentando representar um círculo vicioso relativo a essa problemática encontrada no sistema lácteo brasileiro.

O desempenho real que se observa e que é ponto de partida para este enlace reforçador que se tenta projetar é a perda de produtores para outras usinas ou mesmo produtores que desistem da atividade, principalmente entre as cooperativas e usinas de menor porte. Ou seja, o desempenho real que se observa é a redução do volume de abastecimento nas usinas, levando a conseqüência de aumento da ociosidade global da empresa.

Esse aumento da ociosidade conduz inevitavelmente a um aumento do custo fixo unitário da produção, comprometendo a rentabilidade das linhas. Uma reação natural é a

tentativa de redução de componentes dos custos fixos totais para levar o custo unitário aos padrões anteriores. Uma atitude muito comum entre a maioria das empresas laticinistas nacionais é a redução do nível de serviço aos produtores, um típico custo fixo mensal, entre outros cortes de custos administrativos. Esses serviços, que deveriam dar suporte técnico para a manutenção dos níveis de qualidade e quantidade de produção de leite cru nas fazendas leiteiras são minimizados ou eliminados.

A redução deste nível de assistência leva necessariamente a um aumento do custo de produção dos produtores rurais. De um lado, se o produtor deseja manter a qualidade e o volume de produção da matéria-prima a ser fornecida para a indústria processadora, ele necessariamente deverá arcar com as despesas de manutenção técnica de seu rebanho, de suas pastagens e de suas instalações. Isto leva automaticamente ao aumento do custo de produção. E quanto menor o volume (escala) de produção maior o impacto no custo final unitário da matéria-prima industrial. De outro lado, se ele não assumir tais custos na sua produção, a qualidade e a quantidade produzida ficarão comprometidas, levando à perda de escala tanto pela redução do volume de produção mensal quanto pela possibilidade de recusa do seu produto na usina por insuficiência de qualidade fito-sanitária do mesmo. Este fato também leva automaticamente ao aumento do custo de produção unitário.



**Figura 3 – Arquétipo “círculo vicioso” na relação tecnológica e comercial entre produtores rurais e usina laticinista.**

Cabe destacar que estes efeitos serão tanto mais críticos quanto menor for a cotação do leite cru no mercado. Ou seja, durante a safra, onde a produção de leite nas fazendas é maior e o preço é menor (maior oferta), compromete-se ainda mais as margens operacionais da produção rural. Neste arquétipo assumiu-se que o preço do produto deriva das condições de oferta e demanda e que normalmente sofre grande influência de fatores externos ao ambiente produtivo das fazendas e dos laticínios, como por exemplo, a taxa de importação de leite em pó do mercado mundial.

O efeito de aumento na infidelidade dos produtores rurais que passam a fornecer para outras usinas ou queijarias quando lhe oferecem um preço um pouco maior requer obviamente uma defasagem de tempo. Ou seja, é um fato que não ocorre imediatamente após o produtor realizar seus cálculos de custos no final de um período operacional. O arquétipo tenta mostrar

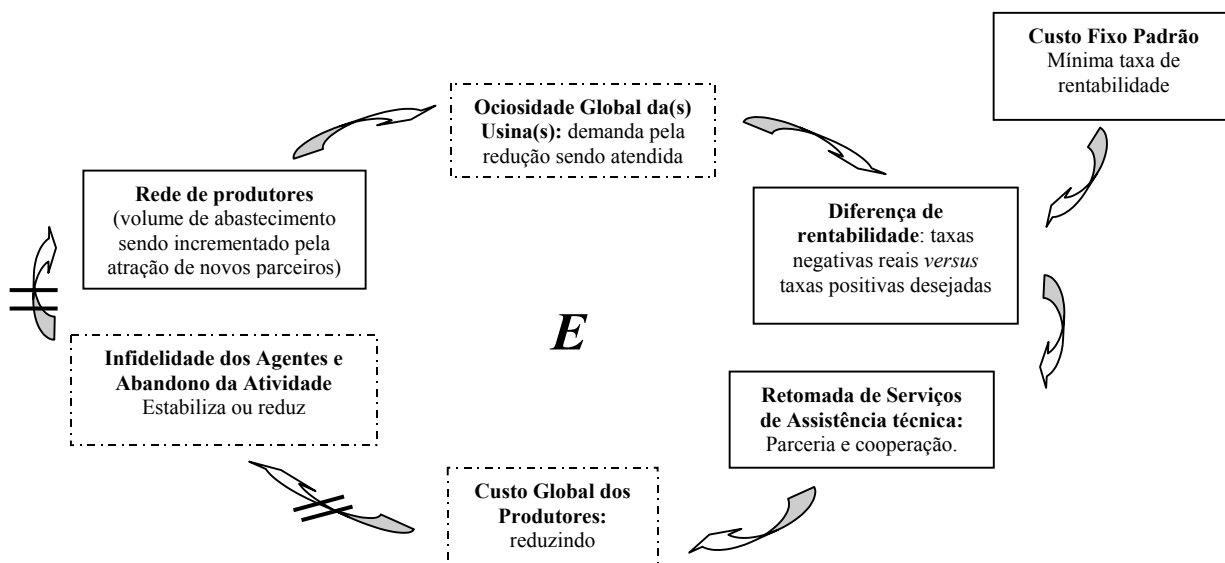
o efeito da deterioração das relações comerciais e tecnológicas prejudicial ao sistema como um todo.

Um desempenho que pode ser esperado de um sistema com tal estrutura é a completa deterioração das relações comerciais no sistema agroindustrial lácteo brasileiro e uma crise profunda na oferta de leite cru, tanto em quantidade como em qualidade do mesmo. A rotatividade entre os produtores e a não garantia de condições economicamente viáveis de produção podem levar ao extremo da não atratividade da atividade, reduzindo a produção global da matéria-prima.

Nesse sentido, poder-se-ia projetar um futuro colapso de fornecimento de matéria-prima para as usinas laticinistas, sejam elas cooperativistas ou não. Há que se destacar que algumas empresas transacionais estão se atentando para este fato e alterando seu comportamento frente à rede de produtores rurais que abastecem suas usinas laticinistas.

Entretanto, como visto na seção anterior, existem em todos os sistemas os enlaces de equilíbrio que servem como mecanismos de alerta para evitar o colapso. Ou seja, existem metas ou pontos críticos entre os quais os sistemas ficam oscilando buscando-se o equilíbrio. Na Figura 4, buscou-se representar o ponto de alerta desse complexo sistema como sendo o ponto de equilíbrio financeiro das empresas laticinistas. Ou seja, quando há uma perda de rentabilidade das linhas de produtos lácteos a ação instintiva é a busca da redução da ociosidade através da tentativa de atração de novos produtores. Evidentemente, existe aqui uma defasagem entre a ação de retomada dos serviços de assistência técnica e ações de cooperação com conseqüente redução de custos globais dos produtores e a redução das taxas de infidelidade e abandono.

Outra defasagem importante na representação deste arquétipo é a efetiva incorporação de novos parceiros para atendimento da demanda de redução da ociosidade e a retomada de crescimento da empresa laticinista. As negociações entre produtores e usinas, marcadas pelas recentes disputas e infidelidades mútuas, tendem a ser cada vez mais difíceis. Esta defasagem tende a dificultar o (re) estabelecimento de uma rede de captação de leite e (re) estabelecer os padrões de custos fixos industriais.



**Figura 4 – Arquétipo representando um enlace equilibrador para evitar o colapso.**

Nesse sentido esta defasagem torna-se um vasto campo de estudos que é abordado pela Nova Economia Institucional, destacando a importância dos custos de transação entre os agentes produtivos. Entre os principais estudiosos destes problemas de adaptação em sistemas produtivos há consenso que os agentes tendem a ser proteger cada vez mais de comportamentos oportunistas através do estabelecimento de salvaguardas contratuais, visando assegurar mínimas taxas de retorno dos investimentos realizados no processo produtivo. Entretanto, a discussão deste tema fugiria ao escopo deste trabalho.

#### 4. Considerações Finais

Neste trabalho procurou-se mostrar a importância da abordagem sistêmica para análise de problemas estruturais em sistemas sociais e administrativos. Nesse sentido, destacou-se a necessidade de compreensão dos círculos de causalidade, conhecidos como arquétipos de sistemas, como forma de tentar entender os padrões de comportamento dos sistemas inter empresariais e o porquê dos mesmos.

Objetivou-se representar parte da estrutura das relações comerciais e tecnológicas entre produtores rurais e empresas laticinistas dentro do conturbado sistema agroindustrial lácteo brasileiro. Dos arquétipos propostos pode-se projetar dificuldades futuras na produção leiteira nas fazendas, assim como em decorrência disto problemas de ociosidade e perda de rentabilidade de grande parte de pequenas usinas e cooperativas. O enlace de equilíbrio apresentado parece não conseguir repor o sistema em equilíbrio de maneira satisfatória, estando as relações entre os agentes econômicos cada vez mais difíceis e as taxas de abandono da atividade rural cada vez maiores.

#### 5. Referências Bibliográficas

Cover, J. *Introduction to System Dynamics*. Powersim Press, Reston, Virgínia, 1996.

Farina, E.M.M.Q.; Azevedo, P.F. & Saes, M.S.M. *Competitividade, Mercado, Estado e Organizações*. Ed. Singular, São Paulo, 1997.

Forrester, J.W. *Industrial Dynamics*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1961.

Senge, P.M. *A Quinta Disciplina*. Ed. Best Seller, São Paulo, 1998.

Senge, P.M. *A Quinta Disciplina - Caderno de Campo*. Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2000.

Villela, P.R.C, Schroeder, R.C. *Relações Causais na Discussão sobre Organismos Transgênicos no Complexo da Soja*. Congresso e Mostra de Agroinformática, Campinas, novembro de 1999.

Villela, P.R.C. *Modelagem e Simulação da Dinâmica de Sistemas: Conceito e Prática*. II Workshop SBI-AGRO, Campinas, novembro de 2000.