

## Teoria Geral dos Sistemas e Dinâmica de Sistemas – Similaridades e possibilidades em Administração

RENATA LAÍSE REIS DE SOUZA\*

**Resumo:** Objetiva observar a compatibilidade da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) com a Dinâmica de Sistemas (DS), verificando a aplicabilidade da linguagem *soft* desta a ambientes organizacionais, utilizando-se para tanto de uma pesquisa exploratória do tipo bibliográfica. Verifica a relação entre a Teoria Geral de Sistemas, parte integrante da Teoria das Organizações, e a Dinâmica de sistemas, focalizando-se, ao falar desta, na possibilidade de utilização de sua linguagem *soft* para abordagem de ambientes organizacionais. Conclui que a TGS e a DS são compatíveis e que a utilização da linguagem *soft* de Dinâmica de Sistemas para fins organizacionais é possível, possibilitando uma visão mais ampla do funcionamento das mesmas uma vez que permite que os gestores passem a entender melhor os relacionamentos e *feedbacks* que influenciam a estrutura e os processos da organização sob um ponto de vista mais profundo.

**Palavras-chave:** Administração; Teoria das organizações; Diagramas Causais.

**Abstract:** The study observes the compatibility between General System Theory (GST) and the System Dynamics (SD) and it also verifies the development of latter *soft* language and its applicability at organizational environments. The research is an exploratory study based in literature review, and it tries to examine the relationship among the General System Theory (part of the Organizations Theory) and the System Dynamics. The study concludes that the GST and SD are compatible and that the use of the System Dynamics' *soft* language for organizational purposes is possible, enabling a wider view of their operation once it allows managers to gain better understanding of the relationships and *feedbacks* that influence the structure and processes of the organization under a deeper point of view.

**Key words:** Management; Organizations Theory; Causal Diagram.



\* RENATA LAÍSE REIS DE SOUZA é Bacharel em Administração, pela UFRN; Pós-Graduada em Finanças (MBA em Finanças) pela FARN; Mestra em Administração pela UFRN e Doutoranda em Administração (UFRN).

## 1. Introdução

As organizações são marcadas por grande quantidade de incerteza tanto na etapa de identificação como na de solução do problema e, conseqüentemente, os negócios estão sendo submetidos a uma mudança fundamental na maneira de tomar decisões (Morgan, 2007).

Segundo Reinalde (2005), atualmente, os gerentes são confrontados com situações dinâmicas que consistem em sistemas complexos de mudanças que interagem entre si. Neste contexto, o desafio para os gerentes e as organizações não consiste apenas em lidar com a mudança, mas também em assumi-la e até criá-la (DAFT, 2003). Logo, embora novos padrões estejam apenas surgindo, as formas organizacionais e os padrões de comportamento que outrora conduziam ao sucesso já não funcionam.

Na comunidade científica, isto não é diferente. González Moena, citado por Bernal (2000, p. 38), afirma que o fato de os fundamentos do pensamento científico moderno estarem sendo seriamente questionados pela crise que a modernidade ocidental experimenta, exige pensar o mundo através de um novo paradigma: o da complexidade. Os gestores das organizações necessitam de novas habilidades para compreender as características dinâmicas e abrangentes desse novo paradigma (REINALDE, 2005).

Recorrendo-se à teoria das organizações, destaca-se como alternativa um paradigma que surgiu no início do século XX: a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), a qual, baseada nos estudos de Ludwin Von Bertalanffy, já notava falhas na abordagem reducionista e mecanicista de se resolver os problemas, propondo estudos que deveriam

considerar as inter-relações entre os diversos elementos de um sistema (REINALDE, 2005).

A Teoria Geral dos Sistemas enfoca a atenção na dinâmica do relacionamento e enfatiza que as análises tradicionais, usando comparações estáticas, frequentemente levam a análises parciais e conclusões enganosas. De acordo com Martinelli (2002), a TGS fornece uma perspectiva essencial para desenvolver as ciências sociais e estudar as organizações pois enfoca complexos inter-relacionamentos entre variáveis e fornece um conjunto de conceitos para descrever e analisar esses inter-relacionamentos.

Numerosos estudiosos em cibernética têm tentado desenvolver metodologias para analisar este tipo de mútua causalidade e, conseqüentemente, como os sistemas se envolvem na própria transformação. Baseada na Teoria Geral dos Sistemas, a metodologia de Dinâmica de Sistemas (DS) tem sido utilizada para analisar o comportamento destes tipos de sistemas ao longo do tempo (FORRESTER, 1971). A mesma consiste uma perspectiva e um conjunto de ferramentas conceituais que pode auxiliar a compreender a estrutura e a dinâmica de sistemas complexos (SOUSA, 2011), e pode utilizar-se de abordagens quali (*soft*) ou quantitativas (*hard*). Com seu auxílio, fenômenos sistêmicos que são mascarados pelos modelos mentais míopes, com a não-linearidade e os atrasos, podem ser melhor visualizados (REINALDE, 2005).

Com base no exposto, este artigo tem por objetivo observar a compatibilidade da Teoria Geral dos Sistemas com a Dinâmica de Sistemas, verificando a aplicabilidade da linguagem *soft* desta a ambientes organizacionais.

Para tanto, apresenta como metodologia uma pesquisa exploratória - quanto ao objetivo, do tipo bibliográfica – quanto ao objeto (GIL, 1991). Exploratória por ter o intuito de proporcionar maiores informações sobre determinado assunto, visto que estudos exploratórios são

Investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos (MARCONI; LAKATOS, 1990, p.188).

E bibliográfica por ser elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos (GIL, 1991).

## 2. Teoria Geral dos Sistemas

Baseado na constatação de que os diversos ramos do conhecimento constituíam parte de um sistema maior, podendo ser explicados parcialmente a partir de regras gerais aplicáveis a todos, alguns cientistas, entre eles Bertalanffy, orientaram suas preocupações para o desenvolvimento de uma Teoria Geral Dos Sistemas que desse conta das semelhanças, sem prejuízo das diferenças. Esse autor concebeu o modelo do sistema aberto, que entendeu como um complexo de elementos em interação e em intercâmbio contínuo com o ambiente (MOTTA; VASCONCELOS, 2008).

Assim, a Teoria Geral dos Sistemas surgiu por volta de 1950, a partir dos trabalhos de Ludwin Von Bertalanffy, divulgando o conceito de sistemas abertos em diversas disciplinas; afirmando que ao analisar um problema deve-se considerar todas as variáveis envolvidas e as inter-relações entre elas.

Muitas vezes tais inter-relações passam despercebidas sob o olhar dos administradores, o que os leva a tomar decisões equivocadas.

Embora desde a época de sua criação, a Teoria Geral dos Sistemas já notasse falhas na abordagem reducionista e mecanicista de se resolver os problemas e propunha estudos que considerassem as inter-relações entre os diversos elementos de um sistema (REINALDE, 2005), só recentemente se tornou visível a necessidade e a relevância da abordagem dos sistemas.

Tal necessidade resultou do fato do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes ter se mostrado insuficiente para atender aos problemas teóricos, especialmente nas ciências bio-sociais, e aos problemas práticos propostos pelas novas tecnologias (BERTALANFFY, 1977 apud REINALDE, 2005).

Muitos estudiosos procuraram aplicar a TGS em seus diversos campos. No caso particular das ciências sociais, Motta e Vasconcelos (2008, p.165) destacam que o modelo do sistema aberto “tem revelado enormes potencialidades, quer pela sua abrangência, quer pela sua flexibilidade”.

Martinelli (2002) comenta que uma das grandes contribuições da Teoria de Sistemas para a teoria da administração foi o fato de

ter levado os administradores a pensarem nas suas organizações como sistemas abertos, com suas responsabilidades focadas no estabelecimento de objetivos para os sistemas, na criação de subsistemas formais, na integração dos diversos sistemas e na adaptação da organização ao seu ambiente. (MARTINELLI, 2002, p.xxx)

A abordagem sistêmica é uma maneira de resolver problemas sob o ponto de vista da Teoria Geral de Sistemas. Muitas soluções surgem quando observamos um problema como um sistema e, desta forma, sendo formado por elementos, com relações, objetivos e um meio-ambiente. Como mencionado anteriormente, vários estudiosos em cibernética têm tentado desenvolver metodologias para analisar este tipo de mútua causalidade, e dentre as metodologias existentes atualmente, encontra-se a Dinâmica de Sistemas.

### 3. Dinâmica de Sistemas

Apresentando como premissa principal o fato de que o comportamento de um sistema é determinado por sua estrutura interna, a Dinâmica de Sistemas (DS) é um ramo do conhecimento que busca identificar características gerais dos sistemas de complexidade dinâmica a partir dos padrões de comportamento entre as partes do sistema e da estrutura determinante destes padrões (STERMAN, 2000).

Originalmente a metodologia foi utilizada no ambiente industrial, mas depois foram identificadas aplicações em outras áreas de conhecimento, como física, biologia, ciências sociais e ecologia (FORRESTER, 1971). Desde então, este campo tem se expandido passando a contemplar pesquisadores e praticantes das mais diversas áreas do conhecimento, como a medicina, economia, sociologia, planejamento militar, além do domínio dos negócios (FERNANDES, 2001).

Do ponto de vista da DS, a atividade da gerência é vista como um processo de conversão da informação (FORRESTER, 1971). De acordo com a perspectiva sistêmica, da qual a DS é derivada, a maioria dos gestores busca

resolver os problemas organizacionais de maneira reativa e focada em eventos e soluções de curto prazo. Comumente eles se baseiam em conhecimento e experiências anteriores e analisam o problema dividindo-o em várias partes. No entanto, a forma mais profunda de resolução de problemas é a identificação das causas subjacentes aos padrões de comportamento do sistema, permitindo que estes padrões sejam modificados através da compreensão estrutural do sistema (SENGE, 1990). Esta abordagem deve considerar toda a estrutura sistêmica, as partes do sistema e seus inter-relacionamentos. Segundo Senge (1990), a prática de operar com base nos eventos imediatos e superficiais são formas limitadas no sentido de produzir resultados sustentáveis e, não raro, trazem conseqüências contrárias àquelas desejadas.

Pode-se dizer que a análise do comportamento das variáveis ao longo do tempo constitui-se na principal ferramenta da DS para auxiliar a tomada de decisão ou prover entendimento de uma situação (SOUZA *et al*, 2007). Por meio da Dinâmica de Sistemas, pode-se operar através de uma lógica diferente, indo além do clássico emprego da pesquisa operacional no qual os problemas são bem definidos e passando-se a analisar o comportamento dos sistemas complexos, incluindo todas as relações de causa e efeito relevantes, os atrasos e os enlaces de retro-alimentação.

Diferente dos sistemas lineares, em um sistema dinâmico as decisões são derivadas de informações sobre o sistema. Estas decisões são convertidas em ações que interferem no comportamento do sistema. Quando novas informações são geradas, é possível se avaliar qual o impacto da

decisão passada no sistema em questão. (FERNANDES, 2001).

Através desta metodologia, é possível exercitar o pensamento sistêmico e compreender a influência de partes em causas e efeitos muitas vezes distantes no tempo e no espaço (SOUZA *et al*, 2007).

Partindo do pressuposto de que a linguagem modela a percepção, uma nova linguagem traria novas formas de pensamento que facilitariam o entendimento dos sistemas complexos dinâmicos. Dessa forma, haveria um rompimento com o pensamento linear, que espelha nossa linguagem escrita e falada e pressupõe relações de causa-efeito que impedem a percepção de situações envolvendo complexidade dinâmica (ANDRADE, 1997). Assim, se utilizando de uma linguagem própria para modelar um sistema, é possível investigar o seu comportamento ao longo do tempo (SENGE, 1990); ou seja, testar os diferentes tipos de comportamento que o sistema real pode experimentar, tornando viável a identificação e avaliação de melhorias potenciais, através da adoção de um ou mais pontos de alavancagem (FERNANDES, 2001).

Em dinâmica de Sistemas, duas formas de modelagem são empregadas para caracterizar um sistema: a abordagem *soft* e *hard*; onde esta se caracteriza por utilizar diagramas de fluxo e estoque, fornecendo uma perspectiva mais quantitativa, enquanto aquela baseia-se nos diagramas de enlances causais utilizando-se de uma perspectiva mais qualitativa. Visto o objetivo deste estudo, a seguir explanar-se-á sobre a abordagem *soft* da DS.

### 3.1- Abordagem *Soft*: diagramas de enlances causais

Segundo Morgan (2007), uma das mais notáveis metodologias relacionadas à

Teoria Geral de Sistemas, encontra-se no trabalho de Magorah Maruyama. Este focaliza o papel do *feedback* positivo e negativo no delineamento da dinâmica dos sistemas. De certa forma, pode-se dizer que esta metodologia é similar, se não igual, à atual abordagem *soft* utilizada pela Dinâmica de Sistemas a qual, dentre outras aplicações, possibilita a visualização de qualquer sistema humano, através da identificação das suas características, das relações causa-efeito e das estruturas de *feedback*.

Tal tarefa utiliza a técnica conhecida por diagramas de Enlace Causal, os quais são diagramas de natureza qualitativa que possibilitam uma maior compreensão do comportamento do sistema devido à simplicidade com que seus elementos e a interação entre eles são representados de maneira estruturada (ANDRADE, 1997). Tais diagramas apresentam ordenadamente as variáveis do modelo e suas relações de causa e efeito, permitindo que se identifique como os elementos podem interagir e influenciar todo o sistema (BASTOS *apud* MEDEIROS JÚNIOR, 2004).

A semelhança entre a abordagem *soft* e o método de Maruyama fica mais clara quando ao falar sobre este, Morgan (2007) explana sobre os processos de *feedback* positivos e negativos, os quais são caracterizados da mesma forma por ambos os métodos. Segundo o autor, os processos de *feedback* negativo são importantes para explicar a estabilidade dos sistemas, retratando comportamentos nos quais uma mudança em uma variável inicia uma mudança na direção oposta. Por outro lado, os processos caracterizados por *feedback* positivo são importantes em termos da explicação da mudança do sistema, identificando comportamentos



nos quais mais leva a mais e menos a menos.

Estes mecanismos de *feedback*, juntos, “podem explicar as razões pelas quais sistemas ganham ou preservam

determinada forma e como esta forma pode ser elaborada e modificada com o tempo” (MORGAN, 2007, p.254). Abaixo, segue um exemplo de diagrama de enlace causal:

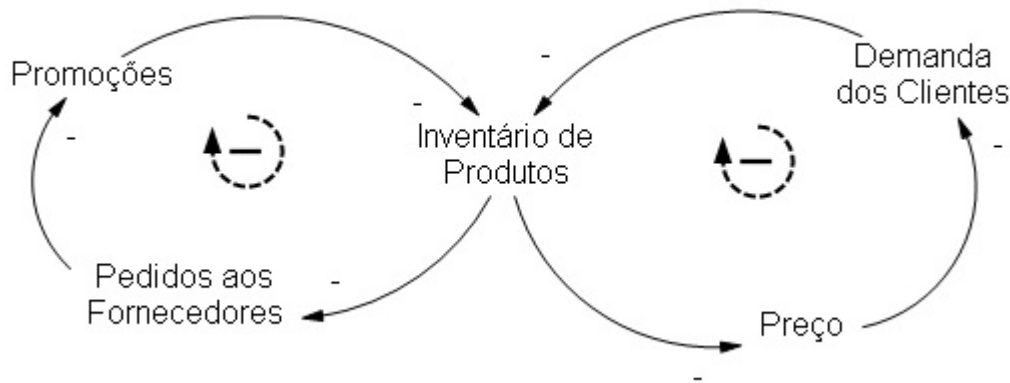


Figura 1: Abordagem Qualitativa – Diagrama de Enlace Causal. Fonte: Kauffman (1981 *apud* MEDEIROS JÚNIOR *et al*, 2006, p.4)

Neste diagrama de enlace causal, percebe-se a predominância de feedbacks negativos (identificados pelo sinal “-”). Embora um diagrama desta forma não tenha um ponto de início (podendo-se começar a “lê-lo” a partir de qualquer de suas variáveis), se começarmos a partir da variável “inventários de produtos”, no sentido anti-horário, podemos ler o diagrama da seguinte forma: se ocorrer um aumento do “inventário de produtos”, isto irá reduzir os “pedidos aos fornecedores”, o que levará a um aumento de “promoções”, as quais, por sua vez, levarão a uma diminuição no “inventário de produtos”. Assim percebe-se que um aumento do inventário de produtos levaria a uma diminuição do mesmo em um certo período de tempo, ou vice-versa. Este comportamento poderia permanecer desta forma eternamente, entretanto o diagrama identifica outras variáveis que

interagem com o “inventário de produtos”, gerando um segundo ciclo que pode ser lido da seguinte maneira: uma diminuição no “inventário de produtos” levará a um aumento do “preço”, que por sua vez influenciará a “demanda dos clientes”, reduzindo-a, e conseqüentemente, aumentará o “inventário de produtos”. Através de um modelo como este, o gestor pode identificar quais variáveis influenciam o inventário de produtos e de que forma, podendo, assim, ter uma compreensão melhor das relações entre as variáveis identificadas e utilizando estas informações tanto como auxílio a gestão do inventário de produtos como para a realização de promoções ou de alterações nos preços dos produtos.

De acordo com Sterman (2000), os diagramas de enlace causal cumprem um importante papel na modelagem dos sistemas por servir como um esboço das hipóteses causais e possibilitar que os

pressupostos estruturais dos sistemas sejam explicitamente comunicados. Um exemplo do poder deste tipo de raciocínio encontra-se no relatório de Limites do Crescimento, publicado em 1972 pelo Clube de Roma sobre a “situação lamentável na qual se encontra a humanidade” (MEADOWS *et al*, 1972). Este grupo considerou de modo pioneiro a economia mundial como um sistema de círculos. Segundo Morgan (2007, p. 253):

O relatório Limites do Crescimento focalizou tendências sobre a população mundial, poluição, produção de alimentos e esgotamento de recursos, mostrando que tais fatores são determinados por círculos de feedback positivo. As análises demonstram como sistemas de feedback positivo que não possuíam círculos estabilizadores poderiam resultar em mudança exponencial impossível de ser sustentada a longo-prazo.

A importância deste tipo de análise para a compreensão dos acontecimentos e processos que determinam as organizações e os seus contextos é clara, podendo ser utilizada para compreender a dinâmica de muitas diferentes categorias de problemas organizacionais.

Segundo Morgan (2007), quando se analisam situações como círculos e não como linhas, invariavelmente se chega a configurações mais ricas do sistema considerado. Ainda segundo o autor, “existem muitos níveis nos quais um sistema pode ser analisado, e a escolha da perspectiva dependerá muito da natureza do problema com o qual se está lidando” (MORGAN, 2007, p.259).

Conforme demonstrado pela literatura, um sistema engloba conjuntos dentro de conjuntos e frequentemente descobre-se que um problema com o qual se iniciou rapidamente se torna parte de um

problema mais importante que requer um enfoque mais amplo.

#### 4. Conclusão

Com base no exposto, observa-se que mesmo tendo sua origem na cibernética, a Dinâmica de Sistemas demonstra-se compatível com a Teoria Geral de Sistemas, principalmente devido àquela ter sido, em sua criação e desenvolvimento, baseada nesta. Percebe-se também a utilização da linguagem *soft* da Dinâmica de Sistemas para fins organizacionais é possível, possibilitando uma visão mais ampla do funcionamento das mesmas uma vez que permite que os gestores passem a entender melhor os relacionamentos e *feedbacks* que influenciam a estrutura e os processos da organização sob um ponto de vista mais profundo. Assim, quanto à utilização destes diagramas no ambiente organizacional, contata-se que eles podem contribuir para que os gestores saiam de uma perspectiva linear para uma perspectiva sistêmica, passando, assim a compreender melhor os sistemas e sub-sistemas nos quais atuam, e, por conseguinte, a tomarem decisões mais efetivas e eficazes dentro de sua conjuntura.

#### Referências

- ANDRADE, Aurélio, L. **Pensamento sistêmico**: um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional. **REAd – Revista Eletrônica de Administração**, ed. 5, v. 3, n. 1, p.1-30, 1997.
- BERNAL, Cesar Augusto. **Metodología de la Investigación para administracion y economia**. Colômbia: Pearson Educación, 2000.
- DAFT, Richard L. **Organizações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- FERNANDES, Amarildo da Cruz. **Dinâmica de sistemas e business dynamics**: tratando a complexidade em ambiente de negócios. IN: XXI ENEGEP – Encontro Nacional de

Engenharia da Produção, 2001, Salvador/BA. **Anais...** Salvador: ABEPRO, 2001.

FORRESTER, Jay W. Counterintuitive Behavior of Social Systems. **Technology Review**, v.73, n. 3, p. 52-68, 1971.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 1990.

MARTINELLI, Dante Pinheiro. **Negociação empresarial – enfoque sistêmico e visão estratégica**. São Paulo: Manole, 2002. 262 p.

MEADOWS, D. L., MEADOWS, D. H., RANDERS, J. & BEHRENS, W.W. **Limites do crescimento- um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.

MEDEIROS JÚNIOR, Josué Vitor. **Aplicação do modelo scorecard dinâmico no processo de formulação da estratégia em empresa de pequeno porte**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

MEDEIROS JUNIOR, Josué. V.; SOUZA, Renata L.R. de; OLIVEIRA, F.P.S.; AÑEZ, M. E. M. Simulação da dinâmica do “jogo da cerveja” através do software de modelagem e simulação empresarial SIMADM. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 2006, Bauru/SP. **Anais...** Bauru: FEB *et al*, 2006.

MORGAN, Gareth. Revelando a lógica da mudança. In: - . **Imagens da organização**. São Paulo: Atlas, 2007. p.239-78.

MOTTA, Fernando C. Prestes; VASCONCELOS, Isabella F. Gouveia de. **Teoria geral da administração**. 3.Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

REINALDE, Cynthia Fernandes *et al*. Dinâmica de sistemas: uma abordagem computacional para visualizar problemas complexos. In: 1º Congresso Brasileiro de Sistemas, 2005, Ribeirão Preto/SP. **Anais...** Ribeirão Preto: FEA-RP/, 2005.

SENGE, Peter M. **A quinta disciplina – arte, teoria e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 1990.

SOUSA, George W. L.. **System dynamics**. Industrial and Systems Engineering Department - Virginia Tech (USA). Disponível em [http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos\\_port/pag\\_conhec/System%20Dynamics.html#instrucao](http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/System%20Dynamics.html#instrucao). Acesso em 22.mar.2011.

SOUZA, Renata L.R. de *et al*. Dinâmica de sistemas no ambiente financeiro: modelagem e simulação do caso “previdência privada”. In: XIII SEMINARIO DE PESQUISA DO CCSA, 2007, Natal/RN. **Anais...** Natal: Universidade, Políticas Públicas e Solidariedade, 2007.

STERMAN, J. **Business dynamics: systems thinking and modelling for a complex world**. Boston, MA: Irwin McGraw-Hill, 2000.