



APLICABILIDADE DA TEORIA DO CAOS A ORGANIZAÇÕES

APPLICABILITY OF CHAOS THEORY IN ORGANIZATIONS

APLICABILIDAD DE LA TEORÍA DEL CAOS EN LAS ORGANIZACIONES

Ernesto José Vieira

ernestogas@uol.com.br

UNA

Henrique Cordeiro Martins

henrique.martins@fumec.br

FUMEC

Carlos Alberto Gonçalves

calberto@fumec.br

FUMEC

APLICABILIDADE DA TEORIA DO CAOS A ORGANIZAÇÕES

Resumo

Objetivou-se compreender os fundamentos da Teoria do Caos na gestão das empresas, a existência de elementos típicos da Teoria do Caos, nos processos de planejamento, e variáveis controláveis que previnam o caos de ruptura. Além disso, foi também investigado se a visão, missão e objetivos corporativos consistem em atratores que evitam a instalação do caos de ruptura; e variáveis e faixas de controle utilizadas pelos dirigentes para evitar o caos de ruptura. A metodologia qualitativa empregou estudo exploratório, para identificar as variáveis e faixas de controle empregadas. Estudaram-se dez empresas, da Grande Belo Horizonte. Os resultados validaram as proposições teóricas iniciais, indicando a possibilidade da utilização dos conceitos da Teoria do Caos em mercados altamente competitivos.

Palavras-Chave: Teoria do Caos; Controle de Rupturas; Ponto de Bifurcação; Sistema Dinâmico; Caos de Ruptura.

Abstract

The objective of this paper was to understand the foundations of the Chaos Theory in the management of companies, the existence of typical elements of this theory in the planning processes, and what are the controllable variables which prevent the rupture chaos. The paper also investigated whether vision, mission and corporate objectives are attractors which prevent the installation of the rupture chaos and what are the variables and control ranges used by managers to avoid the rupture chaos. Qualitative method was employed by means of an exploratory study in order to identify variables and control ranges. Ten companies of the metropolitan area of Belo Horizonte were researched. Results support the initial theoretical propositions, demonstrating the possibility of using concepts of Chaos Theory in high competitive markets.

Keywords: Chaos Theory; Rupture Controls; Point of Bifurcation; Dynamic System; Rupture Chaos.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue entender los fundamentos de la teoría del caos en la gestión de empresas, la existencia de elementos típicos de esta teoría en los procesos de planificación, y cuáles son las variables controlables que impidan el caos de la rotura. El documento también investigó si la visión, misión y objetivos de la empresa son atratores que impiden la instalación del caos ruptura y cuáles son las variables y los rangos de control utilizadas por los gerentes para evitar el caos de rotura. Método cualitativo fue empleado por medio de un estudio exploratorio con el fin de identificar las variables y los rangos de control. Se investigaron diez empresas de la región metropolitana de Belo Horizonte. Los resultados apoyan las proposiciones teóricas iniciais, lo que indica la posibilidad de utilizar los conceptos de la Teoría del Caos en mercados altamente competitivos.

Palabras Clave: Teoría del Caos; Control de Rotura; Punto de Bifurcación; Sistema Dinámico; Caos de Rotura.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Morgan (2002), as teorias da administração incorporaram os conhecimentos da física newtoniana, originando modelos de organização, vistos como máquinas, adequados ao ambiente estável das primeiras décadas do século XX. Entre as décadas de 1930 e 1960, incorporaram-se os conhecimentos da Sociologia e da Biologia, originando os chamados modelos orgânicos, que consideram a influência do ambiente e a necessidade de flexibilidade interna da organização, para se adaptar e evoluir em ambientes mutáveis. A partir das décadas de 1960 e 1970, o crescimento dos mercados aumentou a competição entre as organizações, que têm enfrentado o desafio de tentar acompanhar a dinâmica de seus ambientes. Esta dificuldade se deve a dois fatores: primeiro, estão sempre procurando condições de funcionamento que as levem à estabilidade e à regularidade, acreditando que o êxito do negócio depende do equilíbrio por meio da adaptação às mudanças do ambiente; segundo, acredita-se também que as decisões e ações conduzam aos resultados previstos (EISENHARDT; SCHOONHOVEN, 1990).

Segundo Mariotto (2003), pressionadas pela competição intensificada, as organizações têm, cada vez mais, buscado flexibilidade, inovação, habilidades múltiplas, descentralização e novos usos para a tecnologia de informação e comunicação, assumindo, frequentemente, novos formatos. Uma complexidade crescente caracteriza os ambientes internos e externos, enfrentados pelas organizações. O que a ciência contemporânea vem demonstrando, por meio das teorias do caos e da complexidade, é que tanto o equilíbrio quanto a previsibilidade são exceção e não regra (MATOS; MATOS; ALMEIDA, 2007). A própria vida organizacional é um fenômeno complexo, instável e imprevisível, e, portanto, deve ser tratada sob uma perspectiva condizente com esta realidade (EISENHARDT; SCHOONHOVEN, 1990). Modelos utilizados amplamente em sistemas lineares, no passado, não são eficazes em sistemas complexos, imprevisíveis e irregulares.

A Teoria do Caos fornece uma explicação para estes sistemas não lineares, propiciando um melhor entendimento do equilíbrio entre ordem e desordem (GUO et al. 2009). Wilber (2007) sustenta que a Teoria do Caos está ligada à descoberta de padrões e leis razoavelmente simples, que governam uma série de fenômenos complexos. Para esse autor, a Teoria do Caos destrói o mito da previsibilidade e controlabilidade, sem apresentar soluções para o problema da previsão, mas mostrando os limites para sua tratabilidade. Assim, esta pesquisa irá procurar solução para os seguintes problemas: “Existem elementos típicos da Teoria da Complexidade em empresas que trabalham em ambiência dinâmica e não linear?”; “A visão, missão e objetivos consistem em atratores que evitam que a bifurcação ou ponto de ruptura se instale?”.

Para responder às perguntas anteriores, será necessário incluir, nos objetivos da pesquisa, a construção de uma estrutura teórica que sustente a incorporação, dos conceitos da teoria do caos, à teoria e à prática administrativa. Esta tarefa será descrita com detalhes ao longo deste trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Teoria do Caos

Giovannini e Kruglianskas (2004) sustentam que é perigoso analisar a gestão de organizações, partindo-se de abordagens compartimentalizadas, uma vez que todos os processos e participantes das organizações possuem algum tipo de interdependência. Levam-se em consideração as dinâmicas em operação no sistema global e que, portanto, um mundo sistêmico não pode ser entendido pelo exame exclusivo de acontecimentos ou indivíduos isolados (Wheatley, 2006).

Prigogine (1996), ao reconhecer o papel das flutuações e da instabilidade no mundo moderno, revela que as escolhas múltiplas se adaptam melhor às previsibilidades limitadas de curto prazo. Fazendo menção à Física tradicional, o autor relembra que, para essa ciência, desde que fossem dadas condições iniciais apropriadas, estaria garantida a previsibilidade do futuro. Assistiu-se, então, ao surgimento de uma ciência que não mais se limita a situações simplificadas, idealizadas, mas que nos põe diante da complexidade do mundo real.

Segundo Freitas (2005), a visão de Newton gera nas pessoas um padrão de pensamento que tende à simplificação. Esta visão simplista do mundo está sendo substituída por outra, essencialmente complexa e paradoxal. Comparando o pensamento mecanicista com o pensamento sistêmico, a ciência cartesiana acreditava que, em qualquer sistema complexo, o comportamento do todo podia ser analisado por meio de suas partes. Mas a ciência sistêmica mostra que as partes só podem ser entendidas dentro do contexto total.

Guo *et al.* (2009) advogam que os modelos organizacionais que, no passado, foram utilizados amplamente, não são eficazes em sistemas complexos, imprevisíveis e irregulares. A Teoria do Caos apresenta um sistema com uma ordem em uma aparente aleatoriedade, tendo sido descoberta pelo trabalho de Lorenz, em dinâmica de fluidos, por meio do trabalho de previsão do tempo, em 1961.

A ciência contemporânea, segundo Matos, Matos e Almeida (2007), vem demonstrando que as teorias do caos e da complexidade são mais regra do que exceção. Esse entendimento vem permitir

uma melhor compreensão das dinâmicas organizacionais nos contextos de forte turbulência, bem como permitir que as organizações se tornem capazes, não apenas de conviver com a turbulência, mas de tirar partido dela, para evoluir a partir de sistemas complexos.

2.2 Entropia e sistemas dissipativos

Na teoria do caos, salienta-se a importância da entropia ou Segunda Lei da Termodinâmica: sistemas abertos, que se envolvem com seu ambiente, continuam a crescer e a se desenvolver, tendendo para a diversidade e para a complexidade. A Segunda Lei da Termodinâmica estabelece que os sistemas fechados aumentem a entropia, por não interagir com o ambiente, tendendo, espontânea e irreversivelmente, a um estado de desordem (FREITAS, 2005). No equilíbrio termodinâmico, a entropia tem seu valor máximo quando o sistema está isolado, nas situações próximas do equilíbrio. O estado estacionário corresponde, então, a um mínimo da produção de entropia.

A entropia representa a quantidade de desordem de um sistema, isto é, quanto mais organizado o sistema, menor é a sua entropia. A entropia cresce em sistemas fechados, que possuem, portanto, uma tendência para se desgastarem, dissipando uma energia que não pode mais ser recuperada (Freitas, 2005). O modo de compensar essa degradação de um sistema, proveniente da entropia, segundo Bauer (2008), é por meio das trocas de energia com o meio ambiente, ou seja, pelo comportamento como sistema aberto.

No equilíbrio, a produção de entropia é nula e, no regime linear, ela assume seu valor mínimo. Longe do equilíbrio, a matéria adquire novas propriedades, em que as flutuações e as instabilidades desempenham um papel essencial. Assim, a matéria torna-se mais ativa. Nas proximidades do equilíbrio, existe uma produção de entropia mínima, e quando esta produção aumenta, aumentam também as estruturas dissipativas (WILBER, 2007)

Um sistema dissipativo é a medida de sua ruína, é a rapidez com que a entropia é produzida. Esses distúrbios podem criar desequilíbrio, mas podem também levar ao crescimento, se o sistema tiver a capacidade de reagir e de se alterar. O desequilíbrio, que é uma condição necessária ao crescimento de um sistema, recebe o nome de estrutura dissipativa, uma vez que dissipa a sua forma para se recriar em novas formas (WHEATLEY, 2006). Tais sistemas dissipativos passam a apresentar maior complexidade, que se traduz em um maior volume de interações com seus ambientes e internamente. As estruturas dissipativas demonstram que a desordem pode ser uma fonte de nova ordem, e que o crescimento surge do desequilíbrio, e não do equilíbrio.

Nas organizações, rupturas e caos não precisam ser interpretados como sinais de destruição, mas como fonte da criatividade. Os cientistas descrevem a relação, entre a desordem e a ordem, como ordem a partir do caos, ou ordem por meio da flutuação (Bauer, 2008). As estruturas dissipativas, segundo Matos, Matos e Almeida (2007), exercem seu papel destrutivo, pois podem inviabilizar o funcionamento do sistema, mas, ao mesmo tempo, exercem um papel potencialmente positivo, pois permitem ao sistema aprender e reorganizar-se.

A organização é caracterizada, simultaneamente, por ordem, à medida que congrega repetição, regularidade e redundância, e é capaz de autorregulação, para a preservação de estabilidades. A dissipação é também capaz de produzir desordem, uma vez que gera perturbações, desvios, ruídos e instabilidades. Essa desordem pode ser de natureza estritamente objetiva (os eventos, desvios e ruídos efetivamente produzidos) ou subjetiva (incerteza quanto ao futuro).

2.3 Mudanças e ponto de bifurcação

Matos, Matos e Almeida (2007) advogam também que a concepção das organizações como sistemas sujeitos a perturbações, mas tendentes ao equilíbrio por adaptação a essas perturbações, enfatiza apenas um único tipo de mudança, a incremental, ou passo a passo. Entretanto, as mudanças incrementais não têm conseguido acompanhar as mudanças ambientais abruptas, exatamente como as que, cada vez mais, estão ocorrendo atualmente. Em mercados extremamente competitivos e complexos, em que atualmente as organizações operam, é importante criar um ambiente que impulse o compromisso de seu pessoal com a mudança.

Segundo Matos, Matos e Almeida (2007), nesses mercados competitivos e complexos, o equilíbrio constitui um caso particular e pouco frequente. Para a Teoria do Caos, a desordem, a instabilidade e o acaso constituem a norma e a regra. O sistema procura interagir com o ambiente externo sempre de acordo com uma lógica que prioriza a afirmação de sua identidade, ainda que, para isso, deva estar permanentemente atualizando-a.

A interação de um sistema com seu ambiente externo é reflexo de sua própria organização, é parte de seu padrão circular de interações. Assim, o sistema procura interagir com o ambiente externo sempre seguindo uma lógica que procure facilitar sua autoprodução, ou seja, a preservação de sua identidade (MATOS; MATOS; ALMEIDA, 2007). A dissipação de um sistema pode chegar a um limiar crítico e irreversível, chamado ponto de bifurcação.

Este ponto de bifurcação é definido, segundo Mcbride (2005), como uma mudança qualitativa no comportamento do sistema dinâmico. Podem ocorrer grandes flutuações nesse comportamento, quando um sistema chega a uma nova alternativa de estado. Tal mudança no estado é irreversível, podendo ser rápida. Após o ponto de bifurcação, o comportamento do sistema torna-se desnorteado, por algum tempo, mas tende a estabilizar-se em um novo equilíbrio, só que qualitativamente distinto do original. O novo sistema em equilíbrio apresenta novos modos de organização, estruturalmente mais complexos e evoluídos. A partir do ponto de bifurcação, é impossível prever o caminho evolutivo do sistema.

Ckeik (2008) exemplifica um ponto de bifurcação com um sólido, que é aquecido quando suas moléculas vibram, com o acréscimo de energia pressionando contra suas ligações, e forçando a expansão. Quanto mais calor, mais expansão. Não obstante, a certa temperatura e pressão, a transformação em estado líquido torna-se súbita e descontínua. Durante essa fase de instabilidade, o sistema experimenta inúmeras variantes de futuros possíveis, antes de decidir-se por seu novo patamar, estável, de complexidade (MATOS; MATOS; ALMEIDA, 2007).

2.4 Estrutura fractal

Wheatley (2006) sustenta que um sistema vivo se modifica para preservar a si mesmo, afirmando que as companhias, organizadas em torno de uma forte identidade, constituem uma forma de autorreferência, criando maior estabilidade e autonomia. A presença de uma identidade clara torna a organização menos vulnerável ao ambiente, e ela desenvolve uma liberdade maior para decidir como reagir. As companhias podem ser sensíveis ao ambiente, mantendo uma ampla abertura às novas oportunidades e empreendimentos compatíveis com as suas habilidades específicas. A autorreferência é o fator que facilita a mudança bem ordenada, no interior de sistemas, em ambientes turbulentos. Não é obtida por meio da obediência a um conjunto exaustivo de padrões e regras, mas a partir de umas poucas regras simples, pelas quais todos são responsáveis, operando-se numa condição de liberdade individual. Quando existe uma identidade clara em uma organização, ela orienta seus funcionários, mesmo em circunstâncias caóticas, uma vez que as pessoas podem tomar decisões coerentes.

Wheatley (2006) postula também que as organizações têm natureza fractal em termos de comportamentos autossimilantes. Existem padrões semelhantes que as pessoas exibem, seja num encontro com operários ou numa reunião com executivos. A ordem sempre se apresenta na forma de padrões que se desenvolvem ao longo do tempo. Pode-se definir um padrão como qualquer comportamento que ocorra mais de uma vez. Para a visualização de como os processos caóticos

revelam a ordem inerente a um sistema, é preciso mudar o foco de visão das partes para o todo. Quando nos concentramos em momentos individuais, vemos somente o caos. Porém, se dermos um passo atrás e olharmos o que está tomando forma, vemos a ordem, por meio de padrões (WHEATLEY, 2006).

Segundo Giovannini e Kruglianskas (2004), existe uma relação de escala entre os níveis de estruturas fractais, isto é, na relação entre a dimensão do padrão de um nível superior sobre o imediatamente inferior. Esta relação é constante entre todos os níveis de uma estrutura. Uma organização pode ser representada por suas unidades de negócios que, por sua vez, possuem seus setores, que possuem seus departamentos, e assim por diante, até o indivíduo. A abordagem fractal, ou de autossemelhança, abarca toda a estrutura, em termos das ramificações que a produzem, ramificações que se comportam de maneira coerente, das grandes às pequenas escalas (CKEIK, 2008).

Segundo Anselmo (2005), a palavra fractal teve como origem a palavra latina *fractus* e o verbo *frangere*, cujo significado é “quebrar em frações”. Fractais são formas geométricas encontradas em diversos sistemas naturais, cuja característica é de que a forma das partes se relaciona com o todo. Segundo Bauer (2008), a fractalidade dá ao caos um sentido cíclico, algo como uma repetição para dentro de si mesmo. Este autor afirma que os fractais não apresentam dimensões exatas, nem simetrias perfeitas, e são, portanto, irregulares. Assim como o fractal, o atrator é outro elemento importante na teoria do caos.

2.5 Atrator

Por atrator, entende-se um conjunto invariante, para o qual órbitas próximas convergem depois de um tempo suficientemente longo, isto é, valores para os quais tendem os valores resultantes de um sistema dinâmico não linear, após certo número de ciclos (GIOVANNINI; KRUGLIANSKAS, 2004).

Atrator estranho, segundo Wheatley (2006), é a forma na qual os movimentos caóticos do sistema se auto-organizaram. Seu comportamento é exibido num espaço matemático abstrato, chamado espaço de fase. Seus movimentos respeitam uma fronteira oculta, que é revelada gradualmente. Anselmo (2005) postula que atrator é o conjunto sobre o qual se move um ponto, que representa o estado de um sistema dinâmico, determinista, quando aguardamos certo tempo. O conceito de atrator estranho cria a condição para se compreender melhor o equilíbrio dinâmico e suas implicações para a evolução dos sistemas dinâmicos, não lineares. Apesar das dificuldades de compreensão do que está por trás deste fenômeno, os atratores estranhos indicam, porém, uma condição de equilíbrio

procurada pelo sistema. A procura dessa condição é garantida pela recursividade dos mecanismos de *feedback* dos sistemas (GIOVANNINI; KRUGLIANSKAS, 2004).

Smith (2002) sustenta que um atrator pode ser definido como positivo ou negativo. É positivo quando está em um estado no qual o sistema se move em direção a ele; é negativo quando está em um estado em que o sistema se move de forma a evitá-lo.

Freitas (2005) advoga que o atrator estranho é uma posição preferida pelo sistema, em que este evolui na direção daquele, isto é, o comportamento do sistema fica confinado aos limites do atrator. A dinâmica, que atua no interior desses sistemas, os atrai para certos tipos mais prováveis de comportamentos. Os sistemas complexos funcionam por meio de *feedbacks* positivos e negativos. Quando são afastados do equilíbrio, eles, automaticamente, aplicam restrições internas (*feedbacks* negativos), para manter a instabilidade dentro de limites. Os processos de *feedbacks* positivos ampliam e disseminam distúrbios, instabilidades. No limite, eles podem tornar o sistema instável. Mas, nos sistemas complexos, apesar de aparentemente instáveis, seus comportamentos permanecem circunscritos a certos limites, devido a estes atratores estranhos.

Entender o comportamento de um sistema, segundo McBride (2005), envolve a reconstrução de seus atratores, não sendo esses estados estáveis, mas padrões temporários de comportamento, que podem mudar a qualquer momento. O comportamento de uma organização pode, potencialmente, assumir uma das muitas direções, como mudar para um novo atrator estranho, quando essa organização está no limiar do caos.

2.6 Limiar do caos, dependência sensitiva as condições iniciais e irreversibilidade

O limiar do caos é um ponto de não equilíbrio, no qual fatores críticos, relacionados à organização, estão prontos para forçar a mudança para um novo atrator estranho. Nesse ponto, o sistema pode mudar para um novo estado qualitativo, no qual se expressa um novo comportamento emergente, que pode ser descrito em termos de um novo atrator estranho, e essa mudança pode ser vista como uma fase de transição (McBRIDE, 2005). Essas instabilidades, que provocam mudanças, são reconhecidas como ruídos, que, segundo Giovanni e Kruglianskas (2004), são influências ou instabilidades que os sistemas dinâmicos não lineares podem absorver, apesar da Dependência Sensitiva às Condições Iniciais (DSCI).

Freitas (2005) sustenta que sensibilidade às condições iniciais é uma característica do comportamento dos sistemas complexos, adaptativos ou não. Ela é responsável por sua imprevisibilidade, pois o sistema pode ser sensível até mesmo a minúsculas variações no valor de

suas condições ou de seus parâmetros. Este conceito coloca em xeque o princípio de causa e efeito, ação e reação, pelo qual esses dois eventos seriam dependentes em magnitude. Em sistemas não lineares, pequenas causas podem gerar grandes efeitos. Um pequeno desvio nas condições iniciais tem efeitos consideráveis em longo tempo.

Anselmo (2005) considera a irreversibilidade dos fenômenos caóticos como uma questão relevante, pois, na medida em que não se pode reproduzir a totalidade das condições do universo, não se pode garantir a reversibilidade às condições iniciais. Uma das características comuns aos sistemas dinâmicos não lineares é a existência de níveis críticos em uma ou mais de suas variáveis, acima dos quais um pequeno aumento nessas variáveis torna o sistema instável. Essa propriedade dos sistemas dinâmicos não lineares delimita o ponto entre a estabilidade e a instabilidade, tendo reflexos sobre a aplicação nas organizações. Estes sistemas dinâmicos não lineares podem se auto-organizar.

2.7 Auto-organização

O estudo da auto-organização de sistemas complexos se desenvolveu a partir das pesquisas de Prigogine (1996), Prêmio Nobel de Química, sobre as chamadas estruturas dissipativas. Essas estruturas são sistemas complexos que se auto-organizam, trocando energia com o ambiente, ou seja, diminuem sua entropia com o passar do tempo. Tal descoberta é o contrário da Segunda Lei da Termodinâmica, que postula que, em sistemas fechados, a entropia tende a crescer com o passar do tempo, levando o sistema a uma desordem crescente. Apesar da troca de energia com o ambiente, a estrutura e a dinâmica dos sistemas complexos lhes conferem uma maior capacidade de resistir às influências do meio externo. Tal capacidade decorre de seu processo de aprendizado, que lhe permite se auto-organizar a partir de mudanças no ambiente externo, facilitando sua evolução.

Segundo Anselmo (2005), a auto-organização, ou organização espontânea, é um tipo especial de propriedade emergente de sistemas adaptativos complexos, em que o sistema se organiza sem a intervenção de um controle central. Quando as interações entre um grande número de agentes envolvem sequências de *feedbacks* positivos, algumas regras de comportamento se reforçam, eliminando outras. Este autor postula que sistemas complexos desenvolvem uma ordem global, que emerge das interações locais, sem que qualquer esforço externo seja necessário. Essa ordem emergente não acontece por meio do processo de seleção natural, no qual uma configuração mais adaptada ao ambiente sobrevive, em detrimento da menos adaptada, mas por meio de um mecanismo espontâneo de auto-organização das partes do sistema, que encontra uma nova configuração estável.

A auto-organização, segundo Bauer (2008), é um processo circular e recorrente, por natureza, que realimenta a si próprio. A *autopoiesis*, capacidade de auto-organização, faz com que sistema e ambientes forjem-se mutuamente. *Autopoiesis* é um termo grego que significa autoprodução ou autoformação. A auto-organização eficaz tem como pontos de apoio uma clara noção de identidade, e, o outro, a liberdade. Nas organizações, se as pessoas forem livres para tomar suas próprias decisões, guiadas por uma clara identidade organizacional, que lhes sirva de referência, o sistema, como um todo, desenvolve uma coerência. A organização é menos controladora, porém, mais ordenada (WHEATLEY, 2006).

O potencial para que uma empresa se torne auto-organizante, segundo Bauer (2008), reside em suas redes informais de interação entre as pessoas. Novas tecnologias também vêm abrindo novos horizontes nesse sentido, por meio da eletrônica, que automatiza as interações entre as pessoas, como o correio eletrônico, a videoconferência, a agenda eletrônica.

Em se tratando da complexidade, segundo Giovannini e Kruglianskas (2004), os componentes do sistema tendem a se auto-organizar quando oferecidas informações sobre o todo e possibilidade de comunicação e interação intensas. Essas informações, comunicação e interação são as formas que assumem os mecanismos de *feedback*.

2.8 Feedback e mudanças

Os mecanismos de *feedback*, ou ciclos de retro informação, segundo Wheatley (2006), assinalam os desvios em relação à meta estabelecida. Os gerentes realizam uma função semelhante quando avaliam o desempenho, de acordo com critérios-padrão, ou comparam o progresso com determinado plano. A informação é usada para ajudar o sistema a alcançar resultados predeterminados. O sistema é retroalimentado com algum tipo de informação sobre o resultado de suas ações e, com base nessa informação, o sistema ajusta suas ações posteriores. O *feedback* pode provocar reações que reforçam as ações do sistema ou as amortecem (GIOVANNINI; KRUGLIANSKAS, 2004).

Estes ciclos retroativos, segundo Freitas (2005), rompem o princípio da causalidade linear, uma vez que, durante as interações mútuas entre causa e efeito, a causa age sobre o efeito e o efeito sobre a causa. Essa recursividade tem dois aspectos: um regulador, denominado *feedback* negativo, que impede que os desvios destruam os sistemas; e outro amplificador, chamado de *feedback* positivo, que os faz evoluir. Esta recursividade, segundo Giovannini e Kruglianskas (2004), é a reaplicação, no sistema, das mesmas regras, ciclo após ciclo. O mecanismo de *feedback*, baseado na mútua

causalidade dos sistemas não lineares, amplifica o efeito de pequenas alterações. Segundo estes autores, uma vez que o principal elemento dos sistemas organizacionais são as pessoas, que são os agentes do sistema, os circuitos de *feedback* estão acoplados, criando, portanto, um sistema tipicamente não linear, sendo que, nesses circuitos de feedback, quem toma as decisões são os agentes do sistema, isto é, as pessoas. É, na situação intermediária, entre desordem e ordem, no limiar do caos, que uma organização pode, simultaneamente, produzir a estabilidade necessária à condução eficiente de suas atividades de rotina e a instabilidade necessária à emergência da mudança. A imprevisibilidade dos sistemas caóticos significa inovação contínua nas empresas, geração de novos produtos e serviços.

O comportamento não linear, característico dos sistemas complexos, é aquele cuja resposta a um determinado estímulo não é, necessariamente, proporcional à intensidade desse estímulo. O efeito *feedback* quebra a linearidade de tal forma que a causa age sobre o efeito, e o efeito age sobre a causa, tornando-se causador ao retroagir sobre a causa. Nos sistemas complexos, não é possível construir o sistema, como um todo, por meio da soma de suas partes. Estes sistemas possuem estrutura não linear, em virtude de os seus componentes, e o ambiente onde se inserem, estarem interligados por processos de *feedbacks* recursivos, fazendo com que, ao longo do seu funcionamento, pequenas perturbações sejam ampliadas, quebrando o vínculo entre entrada e a saída subsequente (FREITAS, 2005).

Bauer (2008) advoga que os circuitos de *feedback* negativo predominam se a grande maioria das pessoas, ou agentes, aceitarem as regras, normas e procedimentos vigentes, realizando suas escolhas não de forma arbitrária, mas sempre em conformidade com regras. Nesse caso, o sistema, como um todo, se comporta de forma previsível, e será atraído para algum estado de equilíbrio. Ao contrário, se o comportamento da grande maioria dos agentes não guardar vínculo com essas regras, predominarão os circuitos autoamplificáveis de *feedback* positivo, e o sistema caminhará para a desordem, num estado de não equilíbrio.

A resposta de muitos problemas está em entender como se comporta o sistema, que tipo de *feedback* existe, de que forma esse *feedback* atua e o tipo e duração dos ciclos de retroalimentação. Essa resposta não reside na busca de mais informações para se encontrar uma relação de causa-efeito, que permita fazer previsões e controlar os sistemas (GIOVANNINI; KRUGLIANSKAS, 2004).

A recursividade dos sistemas dinâmicos não lineares provoca a relação desproporcional entre causa e efeito e é intrínseca, independentemente de fatores externos. O mecanismo de *feedback*, baseado na mútua causalidade dos sistemas não lineares, amplifica o efeito de pequenas alterações

(GIOVANNINI; KRUGLIANSKAS, 2004).

Esses autores sustentam que agentes submetidos a pequenas alterações, algumas provenientes do próprio ambiente que estão criando, levam à situação de mútua causalidade, envolvendo agentes sobre o sistema e o sistema sobre os agentes, provocando fenômenos característicos que estão no foco central da complexidade.

A cibernética mostra como, por meio dos mecanismos de *feedback*, ou retroalimentação, sistemas mecânicos, orgânicos e sociais conseguem ter um comportamento autocontrolado e direcionado a algum tipo de objetivo. Em determinados sistemas dinâmicos, a incerteza e o caos são gerados internamente, pelo próprio sistema, devido à sua não linearidade, e não exclusivamente por fatores externos. A complexidade e o caos podem surgir de regras relativamente simples, aplicadas continuamente de forma recursiva.

Bauer (2008) sustenta que o sistema complexo ou não linear tem se tornado mais frequente no contexto organizacional. Esse autor advoga que estamos acostumados com a mudança incremental, sendo que esses modelos não têm conseguido acompanhar mudanças que adquirem caráter de descontinuidade. Nos fenômenos caóticos, não existe, na dinâmica organizacional, uma proporcionalidade causa-efeito, duradoura no tempo. Como expresso no conceito de horizonte temporal, as pessoas e os grupos, em uma organização, podem escolher, planejar e controlar suas próprias ações, mas não podem escolher, planejar ou controlar os desdobramentos futuros dessas ações. As mudanças lineares, implicando em causa-efeito, não estão atendendo à dinâmica da ambiência contemporânea.

2.9 Aplicabilidade da teoria do caos as organizações

Necessitamos pensar, não mais em termos de uma linearidade causa-efeito, mas em termos de uma circularidade recursiva, em que uma dada causa gera efeitos que atuam de forma causal sobre outros efeitos que, simultaneamente, atuam todos sobre a causa original em questão. Os agentes geradores de causas, como as partes constitutivas de uma empresa, são as pessoas, não só dotadas de livre-arbítrio, como também sujeitas à coerção de outrem, e cujo comportamento é, portanto, imprevisível. As pessoas reagem de forma desproporcional aos estímulos recebidos, devido ao fato de elas não tratarem os estímulos em si, mas as percepções subjetivas que obtêm desses estímulos. Assim sendo, as interações humanas constituem circuitos de *feedback* não linear (BAUER, 2008).

Muitos ex-defensores do planejamento propõem, hoje, o termo pensamento estratégico,

acentuando que as organizações exigem novas habilidades, como agilidade e inteligência para responder à barragem incessante de mudanças frequentes e não planejadas, não se tratando, porém, de sugerir que as organizações existam num estado totalmente reativo. Em vez da capacidade de analisar e prever, precisamos saber aprender melhor, e com mais rapidez (WHEATLEY, 2006).

Os arranjos humanos nas organizações, segundo Bauer (2008), são sistemas interativos e recursivos que podem exibir mudanças descontínuas ao longo do tempo, tal qual os sistemas caóticos. Uma empresa é uma instância dinâmica que evolui no tempo por meio de interações complexas entre governo, trabalhadores, consumidores, instituições financeiras e outras empresas. Nos sistemas lineares, o todo é igual à soma das partes, ao contrário dos sistemas não lineares. Devido ao seu caráter evolutivo, fruto da sinergia entre as pessoas, que gera um todo maior do que a soma das partes, os sistemas humanos são tidos como não lineares.

Ao contrário do que ocorre em sistema não linear, o relacionamento entre um fator ambiental e comportamento do sistema, em sistemas lineares, é previsível e facilmente modelável. Quando a presença do fator ambiental cresce, o comportamento do sistema muda linearmente em resposta. O comportamento em sistema caótico é imprevisível, com períodos de inatividade, mudanças bruscas, padrões de comportamento que podem desaparecer, e novos padrões que podem surgir. O sistema caótico não indica falta de ordem, mas dinamismo e frequente instabilidade. Tais comportamentos aperiódicos são complexos e permanentemente sensíveis a pequenas perturbações. A Teoria do Caos se refere a um estudo qualitativo de comportamento aperiódico e instável em sistemas determinísticos dinâmicos e não lineares. É uma parte da teoria da complexidade, relativa a sistemas dinâmicos não lineares, que não seguem padrões previsíveis e repetitivos (McBRIDE, 2005).

Segundo Giovannini e Kruglianskas (2004), a incerteza é inerente aos sistemas dinâmicos não lineares e ela não é eliminada, nem necessariamente diminuída, com um maior controle sobre os parâmetros do sistema. Em se tratando de um sistema dinâmico não linear, que possui características similares às das organizações, como um todo, uma característica importante a ser considerada é a da adaptabilidade, isto é, a capacidade de aprender com a experiência e alterar seu comportamento com base nela, e outra característica é a de ser um sistema aberto, mais especificamente, uma estrutura dissipativa, isto é, que absorve e posteriormente dissipa recursos do ambiente.

Segundo Wilber (2007), a Teoria do Caos destrói o mito da previsibilidade e controlabilidade. Bauer (2008) advoga que, se conseguirmos precisar o comportamento do sistema, em um instante, será

possível prever com exatidão seu comportamento para os instantes próximos, porque os efeitos de *feedback* entre eventos muito próximos são desprezíveis. Já para períodos mais longos, os efeitos acumulativos dos vários tipos de *feedback*, que compõem a dinâmica global do sistema, tornam-se bastante significativos, o que depõe a favor da adoção de modelos de planejamento em tempo real, ou planejamento por fluxo, no lugar dos modelos tradicionais de planejamento por ciclos. Um planejamento por fluxo seria orientado à adaptabilidade; o planejamento por ciclos, a objetivos preestabelecidos.

Em longo prazo, imprevisibilidade de sistemas caóticos não significa inexistência de qualquer padrão. Da mesma forma, segundo Freitas (2005), não podemos confundir a existência de padrões e leis com possibilidade de previsão. O padrão de uma organização é uma configuração de relações características de um sistema em particular. A Teoria do Caos é o estudo destes padrões e leis, razoavelmente simples, que governam o comportamento dos sistemas complexos, denominados dinâmicos, significando que evoluem no tempo, sendo não lineares, pois a resposta não é proporcional ao estímulo aplicado.

O estudo da Teoria do Caos procura também identificar padrões em comportamento, mantendo o foco nas mudanças qualitativas. O caos está ligado à descoberta de padrões e leis razoavelmente simples, que governam uma série de fenômenos complexos (WILBER, 2007). Segundo Freitas (2005), os sistemas caóticos são determinísticos, tal que, uma vez dada a condição inicial, existe somente um único ponto ou objetivo que pode ser matematicamente atingido. Pequenas mudanças nas condições iniciais podem gerar muitos pontos finais diferentes. Em muitos sistemas, a complexidade é aumentada, uma vez que existe constante intervenção envolvendo novas condições e mudanças ambientais.

Caos e complexidade, segundo Giovannini e Kruglianskas (2004), não estão relacionados ao fato de haver muitas alterações ou variáveis no ambiente de negócios, e de ser impossível conhecer e controlar todas elas. Esta visão pressupõe que, se houvesse recursos suficientes para conhecer e controlar essas variáveis, seria possível prever o comportamento e dirigir com precisão os sistemas organizacionais. É uma típica visão determinístico-mecanicista, adequada a sistemas complicados, que são diferentes de sistemas complexos. Um sistema dinâmico não linear, segundo Thietart e Forgues (1995), é um sistema em que as relações entre as variáveis dependentes do tempo mudam, de forma não linear. A instabilidade pertencente a sistemas dinâmicos e não lineares pode levar à mudança e, esta, à evolução.

A evolução, segundo Matos, Matos e Almeida (2007), não se faz linearmente, mas com rupturas, quando há uma acumulação de energia, se estabilizando em uma nova ordem ou em torno de outro atrator. A evolução é composta por rupturas e crises, sendo, ao mesmo tempo, caótica e ordenada. Portanto, a ordem coexiste com a desordem, ambas se equilibrando e conferindo uma dinâmica. A Teoria do Caos determinístico busca entender a ordem que surge espontaneamente por trás da desordem.

Essas flutuações que levam ao caos são um processo necessário para a criação de uma nova ordem. Essa nova ordem nos transmite, muitas vezes, o sentido de que os fatos estão fora de controle, mas esse sentido não passa de dificuldades que temos em compreender uma realidade mais profunda da vida organizacional. Em se tratando da Teoria do Caos, devemos pensar mais sobre estruturas, fluidas e orgânicas, que sobre as mecânicas. Devemos reconhecer as organizações como sistemas inteiros, creditando-lhes algum tipo de capacidade de auto-organização. O sistema caótico não indica falta de ordem, mas dinamismo e frequente instabilidade, renovação, percebendo que as pessoas têm a capacidade de se organizar sozinhas (Wheatley, 2006).

A impossibilidade de previsão em longo prazo se dá em virtude da dependência e sensibilidade às condições iniciais. Mesmo flutuações microscópicas, ou pequenas variações, em um sistema dinâmico e complexo, podem levar a grandes mudanças, podendo chegar a mudanças súbitas ou rupturas (Hung & Tu, 2009).

Essas mudanças súbitas ou rupturas, segundo Matos, Matos e Almeida (2007), são provenientes de uma instabilidade maior no sistema, provenientes de pequenas perturbações aleatórias, amplificadas pelo efeito de *feedback*, que leva o sistema até um limite denominado ponto de bifurcação. Após o ponto de bifurcação, o comportamento do sistema torna-se desnorteado por algum tempo, mas tende a estabilizar-se em um novo equilíbrio, mas qualitativamente distinto do original. O novo sistema em equilíbrio apresenta novos modos de organização, estruturalmente mais complexo e evoluído.

Wheatley e Rogers (2000) sustentam que as organizações podem se valer da redundância, da imprecisão, de densas teias de relacionamentos e de uma incansável cadeia de tentativas e erros para descobrir quais opções funcionam. A simultaneidade reduz os efeitos de qualquer erro, desde que os elementos não estejam ligados sequencialmente. As colônias de bactérias localizam seu alimento enviando batedores aleatórios, cada um com um número grande de bactérias.

Bertalanffy (2008) considera outra forma de organização, com os conceitos de propósito ou objetivo, e de globalismo ou totalidade. Quanto ao propósito ou objetivo proporcional, funciona como um atrator em empresas caóticas. Todo sistema tem um ou alguns propósitos específicos dentro de sistemas maiores. As partes ou elementos do sistema, bem como os relacionamentos entre essas partes, definem uma estrutura que visa sempre a um propósito ou finalidade a alcançar. Quanto ao globalismo, todo sistema deve ser estudado em sua totalidade, pois o todo é diferente do somatório das partes. Devido à interdependência entre estas partes, um estímulo em qualquer parte do sistema afetará todas as outras. O efeito total desse estímulo provocará uma reação global do sistema. Assim, podemos dizer que os sistemas possuem propriedades que suas partes não possuem isoladamente.

Giovannini e Kruglianskas (2004) advogam que somente mudando de atrator, operando constantemente no espaço de transição de fase, é que os sistemas conseguiriam sobreviver e, ao mesmo tempo, garantir a geração de alternativas para evoluir, se tiverem autonomia para tal. As características dos sistemas dinâmicos não lineares são especialmente críticas após certo número de ciclos. À medida que nos afastamos do início do sistema, maior é a incerteza. A cada ciclo, pequenas diferenças iniciais têm uma influência cada vez maior no resultado. Quando o sistema se aproxima dos seus limites, a relação entre as variáveis se altera sensivelmente, amplificando a incerteza e gerando o comportamento caótico.

2.10 Caos deliberado ou emergente

Matos, Matos e Almeida (2007) sustentam que o caos pode ser deliberado ou emergente. Quando emergente, é inesperado e pode requerer uma ação não prevista na forma de improvisação. O modelo do caos emergente suscita habilidades para a resolução de problemas, conforme eles vão surgindo. O modelo do caos deliberado promove a criação deliberada desde cedo, no princípio, ao levantar questões que podem surgir mais tarde, ao se concentrar na procura e na identificação de problemas em potencial, antes que ocorram, para que possam ser eliminados, mitigados ou resolvidos, com a preparação prévia adequada.

À medida que o sistema evolui em direção a estados de maior complexidade e ordem, segundo Wheatley (2006), o sistema também altera o ambiente. Nenhum dos dois deixa de ser atingido pelas mudanças que ocorrem no outro. Os cientistas denominam este fato como coevolução. As organizações e os seus ambientes evoluem simultaneamente rumo a uma maior adequação mútua. Nessa visão da evolução, o sistema muda, o ambiente muda, e mesmo as regras da evolução se alteram.

Segundo Anselmo (2005), os sistemas adaptativos complexos assumem estados críticos de equilíbrio dinâmico, no limite do caos, que lhes permitem ajustar-se às mudanças do ambiente. O estado tradicional de equilíbrio, no qual um desvio é corrigido e o sistema retorna ao seu estado original, não é adequado para a sobrevivência de sistemas que operam em ambientes dinâmicos. No estado de equilíbrio dinâmico, os agentes individuais buscam se ajustar às mudanças no ambiente.

Porém, tais ajustes individuais se inter-relacionam, originando um processo de coevolução. O estado de equilíbrio dinâmico decorre dos processos de *feedbacks* positivos entre os agentes do sistema. Em face de tais *feedbacks*, pequenas alterações no comportamento desses agentes, ou grupos locais de agentes, podem originar pequenos, médios ou grandes impactos no sistema como um todo. Os sistemas adaptativos complexos se movem na direção do limite do caos, pois essa situação lhes confere vantagens em relação aos sistemas que não a possuem, conseguindo adaptar-se melhor às mudanças do ambiente e evoluir.

Segundo Giovannini e Kruglianskas (2004), os sistemas organizacionais que sobrevivem e evoluem são mais compreendidos se se considerar que podem ser vistos como estruturas fractais, com autossemelhança entre suas partes, relacionadas segundo leis de escala; e que operam em estabilidade dinâmica em torno de atratores estranhos, que podem mudar de posição em função da capacidade adaptativa.

3 Metodologia

O presente trabalho pode ser classificado como qualitativo, uma vez que tem natureza descritiva, obtida através de levantamento bibliográfico sobre o tema, com a leitura e o fichamento do material conseguido.

A pesquisa foi realizada por meio de um estudo exploratório. Foram entrevistadas membros de dez empresas. Essas entrevistas ocorreram em segmentos industriais, logísticos e de transporte, selecionados em função de suas atividades serem turbulentas, estarem em crescimento, e operarem em mercados altamente competitivos. As respectivas razões sociais dessas empresas foram substituídas por siglas, para manter o sigilo. Essas empresas foram entrevistadas por meio de seus dirigentes, que foram selecionados como depoentes pela indicação de funcionários da própria empresa. Esses funcionários indicaram os respectivos dirigentes como os executivos mais adequados para responder às perguntas previamente apresentadas.

Todos os depoentes responderam às mesmas quatro perguntas, que, no caso da empresa PE, se desmembraram em duas perguntas adicionais. As quatro perguntas utilizadas estão abaixo relacionadas, seguidas das conclusões após as respostas das dez empresas entrevistadas. As respostas foram comentadas e relacionadas à fundamentação teórica da teoria da complexidade.

1- AC: beneficiamento e comercialização de produtos siderúrgicos, 56 funcionários.

2- DI: fábrica de tintas, 50 funcionários.

3- AR: estudos e planejamento logísticos em transportes industriais. Empresa em fase de crescimento, 100 funcionários. Bases em Contagem, São Paulo, Belém e Macapá.

4- VN: transporte de passageiros urbano e metropolitano, fretamentos, especiais, transporte escolar, 800 funcionários.

5- KB: usinagem e caldeiraria de peças para siderurgia e mineração, 250 funcionários.

7- EG: projetos e fabricação de máquinas hidráulicas, 50 funcionários.

8- TI: comercialização e industrialização de tubos de aço, 48 funcionários

9- EL: projeto e fabricação de equipamentos eletromecânicos para controle e automação industrial e produtos para condução de energia elétrica. Empresa em fase de crescimento, com 75 funcionários.

10- PE: fabricação de perfiz e estruturas, 250 funcionários.

4 ANÁLISES DE DADOS

Neste item, são apresentados e analisados os resultados da pesquisa. A apresentação dos resultados é feita separadamente para cada conjunto de pergunta e resposta. Comparou-se respostas dos depoentes com o referencial teórico, verificando, assim, o ajustamento ou não dos resultados obtidos frente às proposições teóricas deste estudo.

Apresentação e análise de cada pergunta elaboradas, seguidas dos depoimentos mais relevantes bem como respectivas análises:

Pergunta 1: “Como os dirigentes entendem o turbulência ou a palavra caos na empresa?”.

Pode-se entender que essas empresas de projetos, contratadas pelo cliente e apresentadas como causadora de toda uma turbulência, que também fazem parte de uma falta de controle. O depoente explica que a turbulência e já está incorporada no cotidiano da empresa, uma vez que atualmente tudo é urgente e, sendo assim, é preciso aprender a conviver com essa situação (sic).

Também se entende, por falta de controle, a ignorância de que medida tomar para resolver um problema (sic).

Conclusão: Nesta primeira abordagem, de dez perguntas com oito respostas, seis foram direcionadas para a falta de controle: uma como momento de turbulência e, outra, com fatos acontecendo simultaneamente. Portanto, houve uma maior incidência sobre o entendimento de caos como falta de controle. Notam-se indícios de que os dirigentes sentem que a falta de controle pode levar ao caos irreversível ou ponto de bifurcação.

Pergunta 2: “Quais os indicadores e seus limites para manter a empresa dentro do equilíbrio dinâmico?”.

Evidencia-se que existem indicadores que previnem o ponto de bifurcação ou a irreversibilidade, respondendo ao pressuposto de existência de elementos típicos da Teoria da Complexidade nas empresas dinâmicas e não lineares, e variáveis controláveis que podem prevenir o ponto de bifurcação ou ruptura.

Reforçando o parecer sobre os pontos de equilíbrio, um diretor presidente afirmou que seu principal indicador é a rentabilidade, acrescentando que a empresa necessita ficar atenta a sua rentabilidade, para continuar os ajustes necessários. Enfatizou a importância da flexibilidade com os números, assim como achar os pontos de equilíbrio entre o custo e a receita, para não deixar que o caos se instale (Sic).

Comentário: Das dez empresas, todas possuem indicadores, mesmo que simplórios, como vendas, entrada de pedidos, e custos operacionais; três possuem indicadores mais sofisticados, e uma das delas está tentando desenvolver indicadores para analisar tendências.

Pode-se entender que esta abordagem de análise de tendência é reconhecida como previsibilidade, o que não é possível em empresas complexas e não lineares, em função da Dependência Sensitiva às Condições Iniciais (DSCI), responsável pela imprevisibilidade no comportamento dos sistemas complexos (FREITAS, 2005; ANSELMO, 2005).

Conclusão: Nessa abordagem, a maior incidência é de que os executivos utilizam ou pretendem utilizar indicadores para controlar o que entendem por caos na empresa.

Pergunta 3: “Como manter a empresa em equilíbrio dinâmico, crescendo, tendo rentabilidade superior à média, gerando valor, sem entrar em um caos irreversível?”.

Evidencia-se claramente a utilização de indicadores para manter a empresa em equilíbrio dinâmico, evitando o ponto de ruptura, ou bifurcação. Entende-se que essas empresas mantêm o equilíbrio dinâmico por meio dos resultados de indicadores e respectivos ajustes.

Um empresário advoga que existe um fator importante, que é a falta de motivação ou a falta de sonho, seja do empresário, seja das pessoas que compõem a administração da empresa, ou seja, da própria pessoa física. Se você deixa de sonhar, a possibilidade de você ter insucesso e fazer com que aquela parte econômica da empresa da sua vida deixe de existir é muito grande (sic).

PE 2-a “O senhor já teve a ideia de dividir estes sonhos, visões e objetivos na empresa?”.

“Sim, na realidade você não pode ter sonhos distantes porque você vive num mundo moderno e muito dinâmico. Às vezes, posso pensar que, fazendo doce, vou ficar economicamente muito bem. Mas, quando encontro com uma mídia dizendo que doce engorda, isso torna, assim, o negócio inviável. Portanto, temos que ter flexibilidade para colocar outro sonho em ação (sic)”.

Esta resposta motivou a pergunta 3-b.

PE 2-b “O senhor acredita que esse sonho possa ser compartilhado, unindo pessoas para uma mesma direção ou objetivo, dentro de uma mesma situação caótica?”.

“Sim, você tem que mostrar para as pessoas que todos estão nu mesmo barco e, se não remarmos na mesma direção, não chegaremos a lugar nenhum (sic)”.

Comentário: As abordagens 3-a e 3-b evidenciam a possibilidade de utilizar missão, valores, culturas como atratores estranhos nas organizações (BAUER, 2008; DRAFT; LENGEL, 2001; MORGAN, 2000)

Conclusão: Procurando entender como as empresas mantêm o crescimento, com rentabilidade, evitando o caos, nota-se que, das dez empresas, seis utilizam indicadores, do mais simples, como investimento e caixa, a um conjunto mais complexo.

Pergunta 4: “Os funcionários são incentivados a trabalhar com mais sinergia, cooperativamente, para a manutenção do equilíbrio dinâmico, evitando o caos irreversível?”.

Os três dirigentes que responderam à pergunta reconheceram que o trabalho em equipe e a sinergia entre os funcionários ajudam a manutenção do equilíbrio dinâmico em empresas complexas não lineares. A produtividade de pessoas trabalhando em grupo, com sinergia, é potencialmente maior que a soma de seus esforços, se tomados individualmente (BAUER, 2008).

Análise: Pode-se entender o exemplo, acima citado, como auto-organização ou autopoiese, característica de uma empresa complexa não linear (PRIGOGINE, 1996; WHEATLEY, 2006).

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados finais atendem à problematização de verificar se existem características da Teoria da Caos em organizações que trabalham em ambiência dinâmica e não linear, bem como variáveis controláveis que podem prevenir o ponto de bifurcação.

A pesquisa evidenciou que a maioria dos dirigentes das empresas pertencentes à amostra selecionada entende o caos como falta de controle.

Durante a pesquisa, predominou a utilização de indicadores, em situações caóticas variando somente o grau de sofisticação de cada indicador apresentado. Notou-se forte indício de que existem valores limítrofes e faixas de controle, porém esses limites não foram citados.

Um depoente afirmou que a empresa tem que ter um sonho, sendo esse sonho fator importante para o sucesso, e que sonhos distantes não devem ser criados, porque estamos em um mundo muito dinâmico. A divisão de objetivos, sonhos ou perspectivas de futuro foi enfatizada por este executivo, que afirmou ser importante que todos “remem na mesma direção”. Evidencia-se assim a possibilidade de utilizar missão, valores, culturas como atrator estranho nas organizações (BAUER, 2008; DRAFT; LENGEL, 2001; MORGAN, 2000).

Os dez depoentes admitiram a importância e mantêm funções polivalentes, com visão geral da empresa, não descartando também a presença de especialistas para funções específicas. A importância da polivalência funcional ou redundância, nas funções em empresas complexas, é salientada por Morgan (2000), Agostinho (2003) e Nonaka e Takeuchi (1997).

O representante de uma empresa afirma que não administra o dia a dia. O de outro afirmou que investe muito tempo em planejamento, uma vez que acredita que esse processo ajuda a ganhar tempo, fatos não citados no referencial teórico deste trabalho.

A abordagem de que não temos como prevenir o dia de amanhã se enquadra na Teoria do Caos, uma vez que a imprevisibilidade é devida à dependência sensitiva às condições iniciais (DSCI) (FREITAS, 2005; ANSELMO, 2005).

REFERÊNCIAS

ANSELMO, E. **Modelo de gestão não linear: a Teoria do Caos e Complexidade aplicada à gestão de empresas de alto crescimento em ambientes dinâmicos e imprevisíveis**. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2005.

BAUER, R. **Gestão da mudança: caos e complexidade nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2008

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria geral dos sistemas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

CKEIK, J. **Chaos making a new Science**. 18th ed. New York: Penguin Group, 2008.

FRANKL, V. E. **Um sentido para a vida**. 4. ed. São Paulo: Santuário, 1989.

FREITAS, W. B. de. **As teorias do caos e da complexidade na gestão estratégica**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, SP, 2005.

GIOVANNINI, F.; KRUGLIANSKAS, I. **Organização eficaz: como prosperar em um mundo complexo e caótico, usando um modelo de racional de gestão**. São Paulo: Nobel, 2004

GUO, X.; VOGEL, D.; ZHOU, Z. (Phil); ZHANG, X.; CHEN, H. Chaos Theory as a Lens for Interpreting Blogging. **Journal of Management Information Systems**, 26(1), 101-127, 2009. Disponível em: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=110&sid=6c496f1f-1a1b-4418-be6b-c410a72d6efc%40sessionmgr113>>. Acesso em: 03 maio 2014.

HUNG, S. C.; Tu, M. F. Is Chaos Theory Useful In Describing Technological Change? **Academy of Management Proceedings**, Chicago, p. 1-6, 2009. Disponível em: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=112&sid=b6ba71ee-3c90-49df-8ad8-010b922a366f%40sessionmgr114>>. Acesso em: 03 maio 2014.

MATOS, J. G. R.; MATOS, R. M. B.; ALMEIDA, J. R. **Análise do ambiente corporativo: do caos organizado ao planejamento estratégico das organizações**. Rio de Janeiro: E-papers, 2007.

McBRIDE, N. Chaos theory as a model for interpreting information systems in organizations. **Information Systems Journal**, 15(3), July, 233-254, 2005. Disponível em: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=104&sid=f4bd2419-25e9-4d83-8985-e8e3dd586669%40sessionmgr111>>. Acesso em: 03 maio 2014.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

SMITH, A. Three scenarios for applying chaos: theory in consumer research. **Journal of Marketing Management**, 18(5-6), July, 517-531, 2002. Disponível em: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=110&sid=3ee93435-9db0-4c6e-a082-52c46ab0616d%40sessionmgr11>>. Acesso em: 03 maio 2014.

THIETART, R. A.; FORGUES, B. Chaos Theory and Organization. **Organization Science**, 6(1), 19-31, 1995. Recuperado de: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&hid=107&sid=fbd8f0e2-bd8b-43ee-a709-21d5eeb0e072%40sessionmgr110>>. Acesso em: 03 maio 2014.

WHEATLEY, M. J. **Liderança e a nova ciência: descobrindo a ordem num mundo caótico.** 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

_____ ; ROGERS, M. L. **Um caminho mais simples.** 9. ed. São Paulo: Cultrix, 2000.

WILBER, K. **Uma teoria de tudo.** 3. ed. São Paulo: Cultrix, 2007.

Ernesto José Vieira

Engenheiro mecânico; mestre pela Universidade FUMEC. Professor do Centro Universitário UNA.

Henrique Cordeiro Diniz

Doutor em Administração pela UFMG. Professor da Universidade FUMEC.

Carlos Alberto Gonçalves

Doutor em Administração pela USP. Professor da Universidade FUMEC.