AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

PROPOSIÇÃO DE UM *FRAMEWORK* PARA INTERPRETAÇÃO DOS PROBLEMAS COMPLEXOS E PARA INICIATIVAS COM FOCO EM SUSTENTABILIDADE: APLICAÇÃO AO DESAFIO DE PRODUZIR ALIMENTOS E BIOCOMBUSTÍVEIS

Proposition of a *Framework* for interpretation of complex problems and initiatives with focus on sustainability: application to the challenge of producing food and biofuels

RESUMO

O mundo vive um duplo desafio: de produzir alimentos e energia. O agronegócio está no centro desse dilema social, envolvendo tanto aspectos sobre volumes de produção e produtividade, quanto sobre a forma de produzi-los. Além disso, existe a discussão sobre a necessidade de se estabelecer um *trade-off* entre a produção de alimentos e energia. Quanto à forma de produção, o aspecto central é sobre como são utilizados os recursos existentes, principalmente, quando ocorre a degradação dos mesmos. Essas discussões indicam a necessidade de interpretar e propor soluções para esse duplo desafio numa perspectiva complexa. Nesse sentido, o presente ensaio sugere um *framework* para a interpretação de problemas complexos e para iniciativas com foco em sustentabilidade, que foi aplicado ao contexto do desafio de produzir alimentos, energia e biocombustíveis. A base teórica contemplou duas abordagens. A primeira abordagem foi a dos "Princípios da Complexidade", que possibilitou apoiar uma sistemática para entender a realidade, distinguindo e reunindo as diversas realidades existentes, sem perder a noção global. A segunda abordagem foi a da Gestão Estratégica da Sustentabilidade, que possibilitou sistematizar etapas para o planejamento de ações mais sustentáveis para atuar nesse contexto. Por fim, foi possível inferir características desejáveis que outras abordagens poderiam contemplar, com vistas a indicar soluções mais adequadas a este contexto.

Marcelo Fernandes Pacheco Dias
Universidade Federal de Pelotas
mfpdias@hotmail.com

Eugenio Avila Pedrozo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
eapedrozo@ufrgs.br

Tania Nunes Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
tnsilva@ufrgs.br

Recebido em 02/08/2011. Aprovado em 05/04/2013.
Avaliado pelo sistema blind review
Avaliador científico: Daniel Carvalho de Rezende

ABSTRACT

The world faces a double challenge: to produce food and energy. The agribusiness is at the center of this societal dilemma, involving aspects from the volumes of production and productivity up to the way to produce them. Furthermore, there is a discussion about the need for establishing a trade-off between production of food and energy. A central aspect regarding the way of production is on how existing resources to be used and, especially, when its degradation occurs. These discussions indicate the need to interpret and propose solutions to this dual challenge in a complex perspective. Accordingly, this paper proposes a framework for the interpretation of complex problems and initiatives focused on sustainability that was applied to the challenge context of producing food, energy and biofuels. The theoretical background comprises two approaches. The first approach was the "Principles of Complexity", which enabled support a systematic approach to understanding the reality, distinguishing and combining the several existing realities without losing the global notion. The second approach was the Strategic Management of Sustainability, which enabled systematic steps for action planning more sustainable to operate in this context. Finally, it was possible to infer desirable characteristics that other approaches could include, in order to indicate the most appropriate solutions in this context.

Palavras-chave: Alimentos, crise de energia, sustentabilidade.

Keywords: Food, energy crisis, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O mundo tem sido desafiado com os problemas decorrentes da escassez de petróleo e do atendimento das populações com alimentos em quantidade e qualidade suficientes. Em muitos países, que são importantes produtores de petróleo, como a Indonésia, México, Noruega, Reino Unido e os Estados Unidos, a produção já

alcançou o limite máximo (ORGANIZACIÓN DEL NACIONES UNIDAS - ONU, 2007). Em relação à disponibilidade de alimentos, o que se constata é que os estoques mundiais de alimentos têm sido menores ano após ano, desde a safra de 1999, o que tem contribuído para o aumento dos preços (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT - UNCTAD, 2008).

Vários fatores estão contribuindo para o desequilíbrio entre a oferta e a demanda, o que mostra uma situação bastante complexa. Os fatores relacionados pela Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2005, 2011) e UNCTAD (2008) foram classificados segundo o impacto de oferta e demanda. Estão afetando a demanda: aumento do consumo de alimentos em países como China e Índia; aumento da produção de biocombustíveis; especulação nos mercados internacionais de futuros; aumento das metas de substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis. Estão afetando a oferta: algumas nações europeias que dão subsídios agrícolas; perdas de colheitas em grandes países produtores, como a Austrália em 2006 e 2007, por fatores climáticos como secas e inundações; limitações na produção agrícola de países em desenvolvimento devido à redução da disponibilidade de terra e baixa produtividade das sementes; falta de acesso à energia e água; falta de investimento em P&D agrícola; mudanças climáticas; limitado suporte em termos de orçamento governamental; baixo investimento em infraestrutura; custos com as propriedades intelectuais de sementes e plantas; substituição de produtos para alimentação local por produtos de alto valor agregado como flores, frutas exóticas etc. para os países desenvolvidos; redução dos incentivos financeiros para os países em desenvolvimento; ajuda com alimentos pelos países desenvolvidos, o que inibe a produção local nos países em desenvolvimento.

Esse contexto não é homogêneo para todos os países. Segundo a FAO (2005, 2011), os maiores prejudicados com a crise dos alimentos são os países de baixa renda e com *déficit* na balança comercial de alimentos, já que os aumentos de preços dos alimentos se traduzem em pesados aumentos nas contas de importação, com impactos negativos na balança de pagamentos. Também ocorrem significativas diferenças entre os diversos elos das cadeias produtivas relacionadas, principalmente devido ao comportamento de concentração do mercado a jusante e a montante da agricultura.

Além disso, os cenários futuros indicam necessidade de maior disponibilidade, tanto de combustíveis, quanto de alimentos (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2012). Nesse contexto, o agronegócio tem sido desafiado a contribuir progressivamente com biocombustíveis e alimentos em quantidade e qualidade adequadas.

A análise retrospectiva da oferta de alimentos e biocombustíveis evidenciam que o agronegócio tem conseguido aumentos de produção. Nos últimos 40 anos, a produção de alimentos dobrou. Parte desse incremento foi atribuída ao crescimento de 12% da área, mas os principais ganhos são oriundos da inovação tecnológica, como do uso de variedades de alto rendimento, fertilizantes químicos, mecanização, o uso de agrotóxicos e irrigação (FOLEY et al., 2005).

Por outro lado, a degradação de recursos socioambientais também tem sido associada predominantemente as mesmas tecnologias. Problemas como erosão do solo, contaminação da água (FOLEY et al., 2005), contaminação dos alimentos e das pessoas (SOUZA FILHO, 2001), mudanças climáticas (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, 2007) são exemplos de degradação socioambiental associada ao agronegócio.

Numa análise global, um problema complexo emerge dessas constatações: tem-se, ao mesmo tempo, um contexto que indica a necessidade de aumento na produção de alimentos e de biocombustíveis, porém esse crescimento tende a degradar os recursos necessários para sustentar essa produção, tendo-se que ter o cuidado para não atingir limites irreversíveis de resiliência. Sobre esse paradoxo, Foley et al. (2005) consideram que a produção agrícola pode estar trocando incrementos em produção no curto prazo por perda de serviços ambientais que são importantes para a manutenção da agricultura no longo prazo. Problemas complexos são não formatados, dinâmicos, mal estruturados e públicos (BATIE, 2008). Batie (2008) e Turnpenny, Lorenzoni e Jones (2009) corroboram a classificação do contexto apresentado com exemplos como: pobreza, gestão dos recursos da água, produção de biocombustíveis, controle de qualidade do ar, recuperação ambiental, biodiversidade, problemas de segurança alimentar, etc.

Batie (2008) afirma que problemas complexos não se ajustam a abordagens teóricas lineares, que têm por característica ter dificuldades para tratar com perspectivas mais abstratas. Esse mesmo autor cita o exemplo da sustentabilidade para ilustrar essa afirmação. Abordagens teóricas que adotam uma perspectiva linear consideram

que a ciência pode controlar a natureza; o passado é um bom previsor do futuro; ou que há condições de equilíbrio para qual o sistema natural irá retornar. Para o tema sustentabilidade, as premissas são de que não há linearidade; a ciência não pode controlar os efeitos negativos cumulativos das tecnologias sobre a natureza e a sociedade; e há um limite de danos que pode causar efeitos irreversíveis (BATIE, 2008).

Duas teorias podem ser citadas como direcionadas à análise de problemas complexos: Complexidade e Sustentabilidade (BATIE, 2008).

A Teoria da Complexidade se caracteriza pelo processo de, ao mesmo tempo, distinguir e reunir, sem separar as diversas realidades (MORIN, 2000). É uma teoria que, cada vez mais, vem sendo utilizada para apoiar as atividades de educação, o *campus* da administração e análise de sistemas econômicos (AMBONI et al*.,* 2012; CARDOSO; SERRALVO, 2009; CLOSS; ARAMBURÚ; ANTUNES, 2009; KIMURA; PERERA; LIMA, 2010; MCKIE; £AWNICZAK, 2009; SERVA, DIAS; ALPERSTEDT, 2010).

Thiétart (2001 apud CRUZ; PEDROZO; ESTIVALETE, 2006) afirma que há cinco perspectivas que exploram os conceitos da Teoria da Complexidade: Sistemas Adaptativos Complexos; Teoria da Complexidade Coevolucionária; Teoria da Catástrofe; Teoria da Auto-organização; e Teoria do Caos. Esta pesquisa seguirá a perspectiva da Auto-organização predominante nas ideias desenvolvidas por Morin (2000, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e, 2008f), através dos Princípios da Complexidade, pois, assume-se que esses podem contribuir para uma adequada interpretação do problema do desafio de produzir alimentos, biocombustíveis associados aos problemas de sustentabilidade.

Mas não basta interpretar; é necessário pensar na trajetória futura numa perspectiva do desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável consiste num esforço maior para o desenvolvimento econômico e social que seja compatível com a proteção ambiental (CIEGIS; RAMANAUSKIENE; MARTINKUS, 2009). Nesse sentido, os *Frameworks* de Gestão da Sustentabilidade (BORON; MURRAY, 2004; ROBÈRT, 2000; ROBÈRT et al*.,* 2002; WAAGE et al*.,* 2005) podem contribuir para a construção de uma nova perspectiva.

Há dois *frameworks* que buscaram relacionar as Teorias da Complexidade e Sustentabilidade. O primeiro deles é a proposição de Cruz, Pedrozo e Estivalete (2006) que buscaram relacionar os Princípios da Complexidade de Edgar Morin e a Teoria da Aprendizagem, com vistas a compreender como poderia ser a evolução de um estágio menos sustentável para de um estágio mais sustentável numa organização. Entretanto, o *framework* não explica como dignosticar o problema da sustentabilidade, não define quais as etapas que precisariam ser desenvolvidadas na busca de mais sustentabilidade e que gerariam o novo aprendizado.

O segundo deles é a proposição de Maia e Pires (2011), que relacionam níveis de complexidade dos critérios de decisões nas organizações com as dimensões da complexidade. O *framework* deles relacionam níveis de complexidade dos critérios de decisões nas organizações com as dimensões da complexidade. Fica corroborada nesta pesquisa que as decisões envolvendo as dimensões sociais e ambientais possuem níveis de complexidade mediana ou complexas. Não se constatou uma discussão sobre como diagnosticar o problema como um todo e também quais as etapas e conteúdos deveriam ser contemplados para as várias decisões que precisam ser tomadas para problemas dessa natureza.

Considerando essas lacunas, o presente ensaio sugere um *framework* para a interpretação de problemas complexos e para iniciativas com foco em sustentabilidade e que foi aplicado ao desafio de produzir alimentos, energia e biocombustíveis. Tem a finalidade de contribuir com os *frameworks* já existentes ao acrescentar a etapa de diagnóstico, fundamentada nos Princípios da Complexidade e a proposta de uma sequência de etapas e conteúdos que deveriam ser considerados para um problema de natureza complexa e com iniciativas para Sustentabilidade.

2 TEORIA DA COMPLEXIDADE NA PERSPECTIVA DE EDGAR MORIN

A palavra complexidade começa a integrar os relatos de Edgar Morin no final dos anos 1960, apoiado pelas Teorias da Informação, da Cibernética, da Teoria dos Sistemas e do conceito de auto-organização (LIMA et al*.,* 2010). Esses autores explicam que a expressão desvincula-se do sentido comum, como: "[...] complicação, confusão, para aludir à ordem, desordem e organização, ao uno e os [sic] múltiplos influenciando umas às outras, de modo complementar e antagônico, por meio de interações e constelações" (LIMA et al*.,* 2010).

A ideia de complexidade surgiu da necessidade de transpor os paradigmas clássicos vigentes, alicerçados no conhecimento reducionista e determinista, onde os objetos estudados eram retirados do seu contexto sem considerar as inter-relações do seu ambiente e as influências causadas

e sofridas (MORIN, 2000). O pensamento da complexidade não visa excluir os preceitos tradicionais, não quer substituir a certeza pela incerteza, eliminar a separação pela inseparabilidade, mas fazer justamente uma caminhada entre esses extremos e mostrar a importância dessas interconexões (MORIN, 2000).

Oito são os princípios que guiam o pensamento complexo: princípio sistêmico ou organizacional, princípio hologramático, princípio do círculo retroativo, princípio do círculo recursivo, princípio da auto-eco-organização, princípio da dialógica, princípio da reintrodução do conhecimento em todo conhecimento (CRUZ; PEDROZO; ESTIVALETE, 2006; MORIN, 2000) e da autoética (CRUZ; PEDROZO; ESTIVALETE, 2006; MORIN, 2008f).

O princípio sistêmico explica como ocorre a ligação do conhecimento das partes ao conhecimento do todo (MORIN, 2000). Um sistema pode ser definido como uma unidade global organizada por inter-relações entre os elementos, ações ou indivíduos, constituindo um todo. Para melhor compreender o conceito de sistema é necessário acrescentar três definições importantes (inter-relações, organização e sistema) e analisá-las sob uma perspectiva dinâmica (MORIN, 2008e).

As inter-relações remetem aos tipos e formas de ligações entre os elementos, ações ou indivíduos que compõem o sistema. As inter-relações entre os elementos criam uma complementaridade das partes formando uma organização (o conceito de organização proposto aqui é diferente do conceito de organização utilizado no campo da Administração). As complementaridades podem ocorrer, por exemplo, por atividades complementares, comunicações informacionais, etc. Essa disposição assumida pelas partes, ou organização, resulta em qualidades próprias dessa organização. Analisando-se num determinado ponto do tempo, a organização pode ser entendida como o próprio sistema. Nesse caso, a organização também possui as mesmas qualidades do sistema, que representa o todo. Entretanto, os sistemas são dinâmicos e evoluem ao longo do tempo. No processo de evolução, ocorre que as partes podem se rearranjar, criando ou alterando inter-relações. Essa transformação cria um novo arranjo das partes, ou uma nova organização, que pode resultar em novas qualidades. Quando isso acontece, tem-se uma nova organização do sistema (MORIN, 2008e).

Logo, é possível discutir duas características de um sistema: emergências e heterogeneidade (MORIN, 2008e). Emergências são: "[...] qualidades ou propriedades de um sistema que apresentam um caráter de novidade com relação às qualidades ou propriedades de componentes considerados isolados ou dispostos diferentemente em um ou outro tipo de sistema" (MORIN, 2008e, p. 137). Morin (2008e, p. 139) explica que o conceito de emergência aparece estritamente ligado à ideia de: 1) "qualidade, propriedade"; 2) "produto, já que a emergência é produzida pela organização do sistema"; 3)"globalidade, já que é indissociável à unidade global"; 4) "novidade, já que a emergência é uma qualidade nova com relação às qualidades anteriores dos elementos".

Dois desdobramentos surgem dessa característica dos sistemas. O primeiro desdobramento é que numa tentativa de estudar um sistema através da decomposição de suas partes, faria o sistema desaparecer, pois o sistema só existe quando as inter-relações, e por consequência, suas qualidades estão presentes. Uma emergência pode desaparecer e uma nova emergência surgir quando o sistema assume uma nova organização (MORIN, 2008e). O segundo desdobramento é que as emergências representam mais do que a soma das qualidades das partes que compõem a organização, pois a emergência é uma nova qualidade diferente, maior ou menor do que a soma das partes (MORIN, 2000, 2008e).

Até aqui a descrição de um sistema transpareceu ser homogênea. Entretanto, um sistema é composto por tipos de elementos, que também podem variar em quantidade e apresentar suas próprias qualidades. As qualidades dos elementos individualmente são denominadas de microemergências. Elas estão ausentes ou são virtuais quando estão isoladas e são adquiridas e desenvolvidas quando estão no todo (MORIN, 2008e).

Além da característica anterior do sistema relacionado à heterogeneidade, que é devido às microemergências, há outro fenômeno causador de heterogeneidades dentro da organização são as imposições. Elas fazem com que as qualidades dos elementos dentro do sistema possam desaparecer. Essa característica do sistema é decorrente de restrições e coerções que ocorrem entre as partes da organização (MORIN, 2008e). Dada essa característica, nem sempre uma organização potencializa as qualidades dos seus componentes, sendo, por isso, possível concluir que o sistema também pode ser menor do que a soma das partes (MORIN, 2008e).

O princípio hologramático informa que, dentro de um sistema complexo, a parte representa o todo, mas também o todo representa a parte (MORIN, 2000). Esse princípio coloca em evidência duas características dos elementos. A primeira é que o sistema geral depende das

partes, assim como as partes necessitam do todo para se organizar. Essa característica também está implícita no princípio sistêmico, quando se refere que a decomposição do sistema em partes faria o sistema desaparecer. A segunda característica dos elementos é que as partes possuem estruturas semelhantes ao todo, refletindo o mesmo. Para explicar essas duas características, os autores trazem o exemplo da célula, que é parte dos organismos e isoladamente faria o organismo desaparecer, mas tem informações e o potencial de regenerar o organismo inteiro (MORIN, 2008c).

Outro princípio da complexidade é o do círculo retroativo. Esse princípio rompe o princípio da causalidade linear, pois presume que a causa age sobre o efeito e o efeito age sobre a causa (MORIN, 2000). O círculo de retroação pode ser negativo ou positivo. Quando positivo, age de modo a amplificar o fenômeno. Quando negativo, os *loops* de ação e reação agem no sentido de estabilizar o sistema, como, por exemplo, um termostato de uma caldeira, quanto mais frio, mais a caldeira funciona para aquecer o ambiente e assim, tornar a temperatura estável (MORIN, 2008b).

O princípio do círculo recursivo traz a noção de autoprodução e auto-organização. Trata-se de um círculo gerador no qual os produtos e os efeitos são eles próprios produtores e causadores daquilo que os produz (MORIN, 2000). O autor supracita o exemplo dos indivíduos como produtos de um sistema de reprodução proveniente de várias eras, porém, esse sistema só pode se reproduzir se as pessoas se tornarem ativas no sistema. Esse princípio coloca o indivíduo dentro de um contexto dinâmico do sistema, pois os indivíduos são o que são em função das experiências que tiveram. Isso faz com que os indivíduos tenham um conhecimento e interpretem a realidade, a partir de si mesmos e em função do conhecimento e história que viveram, reproduzam isso. Esse princípio alerta para a necessidade de entender a história de cada uma das partes, como evoluíram e como interpretam a realidade (MORIN, 2008c).

O princípio da auto-eco-re-organização parte da noção de auto-organização, que busca caracterizar como as partes do sistema se reorganizam, através disso, provocando mudanças contínuas no sistema (MORIN, 2000). Ao introduzir o "re", adiciona-se a noção de constante mudança e transformação (MORIN, 2008f). Ao introduzir o "eco", na noção de auto-organização, adiciona-se a ideia de dependência ao ambiente externo (MORIN, 2008a). Ao introduzir a ideia de "auto", adiciona-se a ideia de se organizar a si mesmo (MORIN, 2008a). Esse princípio reforça que um sistema é dinâmico, que muda de forma mais incremental ou radical, implícito no princípio sistêmico.

O princípio da dialógica pressupõe que dois princípios que devem se excluir um ao outro, podem não ser indissociáveis numa mesma realidade. Esse princípio implica aceitar a possibilidade de ocorrência simultânea de fenômenos antagônicos, complementares e concorrentes (MORIN, 2000, 2008c). Baseado no que já foi dito na introdução desse ensaio, partindo da premissa do princípio da dialógica, é possível pensar em países produzindo alimentos e biocombustíveis; é possível pensar que o processo de sustentabilidade implique em vários sistemas de produção. O que, aparentemente, é antagônico pode ser complementar, de tal forma que, pode-se não pensar em dissociar esses sistemas de produção.

O princípio da reintrodução do conhecimento em todo o conhecimento torna o sujeito presente à problemática central analisada, o que significa que todo o conhecimento é uma tradução dos indivíduos numa cultura e num tempo determinado (MORIN, 2000). Esse princípio destaca a falta de informação como alienadora de determinados processos. Porém, numa perspectiva mais positiva, destaca o papel da informação como potencializadora da transformação do sistema.

Por fim, o último princípio que o é da autoética. De acordo com Morin (2008d), a ética fundamental está nas crises. Ele afirma que, para a construção de uma sociedade mais plural, seria necessária a reformulação da humanidade. Isso poderia vir através da incorporação pelos indivíduos de uma concepção de autoética nos quais poderia incluir noções de autoanálise, autocrítica, honra, tolerância, responsabilidade, compreensão, cordialidade e amizade.

3 GESTÃO ESTRATÉGICA DA SUSTENTABILIDADE

Não há unanimidade sobre os *frameworks* para a gestão estratégica do desenvolvimento sustentável, já que esse conceito abriga uma série de concepções e visões de mundo. Hopwood, Mellor e O´brien (2005) fizeram uma classificação dessas várias concepções apoiado ao longo de dois eixos: no vertical encontra-se a dimensão socioeconômica e dos interesses de igualdade, que varia entre a desigualdade e a igualdade; no eixo horizontal encontra-se o interesse na dimensão ambiental, que varia entre virtualmente nenhum interesse, passando pelos centrados em tecnologias e chegando aos centrados na ecologia. Baseados nesses dois eixos são propostas três áreas que agrupam as várias concepções: a primeira área refere-se às concepções que objetivam manter o *status*

quo; a segunda área refere-se às concepções reformistas, e a terceira área busca agrupar as concepções que visam uma transformação.

Nas concepções classificadas como *status quo,* uma característica comum é a necessidade de reforma, mas sem uma completa ruptura com os arranjos existentes. Nas concepções classificadas como reformistas, a característica comum é que a economia deveria ser pensada considerando as pessoas, além do que, são muitos os problemas atuais, e por isso, são críticos das políticas correntes de negócios, de governos e tendências da sociedade, entretanto não consideram que um colapso ecológico ou do sistema social seja provável ou que mudanças fundamentais sejam necessárias. Nas concepções classificadas como de transformação, assume-se que é necessária uma transformação social e/ou humana nas relações com o ambiente para evitar o agravamento da crise e, até mesmo, um futuro colapso (HOPWOOD; MELLOR; O´BRIEN, 2005).

Como não há unanimidade das concepções sobre a gestão da sustentabilidade, alguns posicionamentos devem ser tomados com vista a reduzir essa amplitude e dar um direcionamento sobre o tema. Geralmente essa amplitude de posições surge quando se pergunta se uma determinada inovação, produto, organização ou sistema é sustentável ou não é sustentável.

Quando se tenta responder essa questão na prática, se constata uma série de *trade-offs*. Por exemplo, um determinado produto alterou sua matéria-prima o que possibilitou consumir menor quantidade, comparativamente a outra matéria-prima, entretanto, essa última tornava o produto mais durável. Pode-se perguntar: trata-se de uma inovação sustentável? A resposta não é óbvia.

Essa questão indica que a sustentabilidade exige o conhecimento do ecossistema global, um diagnóstico da interferência dos processos e produtos de um sistema organizacional, a definição do que é prioritário e a definição de objetivos. Ações aleatórias podem promover melhorias em aspectos pouco importantes ou prejudicar recursos mais importantes para a sustentabilidade da sociedade (ROBÈRT et al*.,* 2002).

Uma segunda observação sobre a questão de que uma inovação, organização ou sistema é sustentável ou não, remete ao processo de melhoria. Nesse sentido, não se entende um sistema como sustentável ou insustentável, mas como um processo dinâmico, de aproximação, que pode não ter fim, ou seja, uma vez iniciada a busca pela sustentabilidade, essa pode aprimorar-se ao longo do tempo tornando-se mais eficiente, mas nunca chegando a um estado ideal, como enfatizado por yer-Raniga e Treloar (2000), na sua abordagem processual de sustentabilidade.

Vários *frameworks* têm sido sugeridos para a gestão da sustentabilidade. Uma iniciativa, nesse sentido, foi realizada em outubro de 1998, onde vários institutos de pesquisa foram convidados para uma reunião de trabalho no Programa Ambiental das Nações Unidas, com o propósito de apresentar seus programas e aprender uns com os outros. Uma nova sugestão partiu do *framework* proposto pela Organização Não Governamental "*The Natural Step*" (ROBÈRT, 2000). Em síntese o *framework* resultante apresentou cinco níveis hierárquicos: princípios da ecosfera; princípios para a sustentabilidade; processos para o desenvolvimento sustentável; ações; medidas e ferramentas (MISSIMER et al., 2010; ROBÈRT, 2000).

Dois anos após, foram publicadas melhorias nessa proposta (ROBÈRT et al., 2002). Os dois primeiros princípios são orientadores para os demais. O primeiro nível, denominado de princípios da ecosfera representa o sistema global - sociedade e os ecossistemas implicam na compreensão dos princípios constitucionais do funcionamento da ecosfera como os ciclos bioquímicos, interdependência das espécies através das mudanças sociais e as leis da termodinâmica. Nessa etapa, o objetivo não é estudar a ecosfera, mas descobrir principalmente os diferentes mecanismos pelos quais ela pode ser destruída. O segundo nível refere-se aos princípios para se obter a sustentabilidade**,** implica na compreensão dos mecanismos básicos, pelos quais os sistemas de sustentação da vida natural podem ser destruídos. Segundo Robèrt et al. (2002), isso se dá principalmente pelo aumento da concentração de substâncias extraídas da terra, pelo aumento da concentração de substâncias produzidas pelas sociedades, e pela degradação física dos recursos naturais. Para minimizar esse impacto propõem dois objetivos: redução do uso e a substituição de materiais. A redução do uso e a substituição estão associadas não somente às estratégias com foco ambiental, mas também às estratégias com foco na saúde das pessoas, de mudança cultural nos negócios, de substituição do foco de comercialização de produtos para um foco na comercialização de serviços e de equidade (ROBÈRT et al*.,* 2002).

Outras estratégias podem contribuir para os objetivos propostos por Robèrt et al. (2002) como: prevenção de geração de resíduos tóxicos; neutralização do carbono; aumento da produtividade dos insumos; otimização das técnicas de produção e distribuição; otimização do tempo de uso do produto; reciclagem e

otimização pós-uso; circuitos fechados de materiais e resíduos; desmaterialização; substituição de processos; novos conceitos para os produtos; negócios com foco em serviços; reinvestimento no capital natural pela restauração, sustentação e expansão do *habitat* natural; investimento em recursos e competências para tecnologias mais limpas; desenvolvimento de produtos sustentáveis incluindo a população de baixa renda; responsabilidade social (LOVINS; LOVINS; HAWKEN, 2007; NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008; SRIVASTAVA, 2007; WAAGE et al., 2005).

O terceiro nível, referente aos processos para o desenvolvimento sustentável, foca nos processos para alcançar a sustentabilidade. Os processos previstos são processos para investimentos estratégicos, processos de ação social e os processos de ação política. O quarto nível se refere às ações ou atividades que estão alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável, como a mudança de fontes de energia não renováveis para aquelas renováveis. O quinto nível são as medidas e ferramentas para monitorar o processo de transição pretendido e que devem estar alinhadas com os princípios do desenvolvimento sustentável. São exemplos de medidas para monitorar o processo de transição: Pegada Ecológica; *Life cycle assesment* – LCA; e de ferramentas como: ISO 14001 e EMAS.

Um segundo *framework* proposto foi apresentado por Kay et al. (1999). Esse método tem como base o sistema *Self Organizing Holarchic Open (SOHO).* O método consiste no desenvolvimento de uma narrativa do ecossistema que está sendo analisado e associado com a construção da visão e das preferências humanas, onde cria cenários para esse ecossistema. As narrativas do SOHO objetivam prover os tomadores de decisão com as várias possibilidades (estados) de como o futuro do ecossistema pode se desdobrar; oferecendo um entendimento das condições sobre os quais esses estados podem ocorrer; dando um entendimento dos *trade-offs* sobre os diferentes estados; fornecendo soluções adequadas para assegurar a capacidade de se adaptar a essas diferentes situações; informando o nível de confiança dos estados ou o grau de incerteza de cada um deles (KAY et al., 1999).

Contribuem para a formulação das narrativas, os seguintes conteúdos: definição do sistema e a descrição e avaliação da integridade do ecossistema. Na construção da visão e das preferências humanas, os seguintes conteúdos podem ser utilizados: identificação dos *stakeholders* e outros participantes (atores); descrição do atual sistema de governança e o relacionamento institucional, assim como, a evolução desse sistema; identificação dos temas mais importantes e análises por ator; definição da integridade e sustentabilidade em termos de uma visão de futuro; mapeamento dos interesses humanos e as preferências sobre a descrição do ecossistema (KAY et al., 1999).

Um terceiro *framework* é apresentado por Boron e Murray (2004), que criticaram o *framework* que vem sendo desenvolvido por Robèrt et al. (2002), alegando ser uma bússola, que teria apenas a função de estabelecer uma direção, e não uma proposta para a definição de um objetivo-alvo. Essa crítica se deve à ausência de mecanismos de mapeamento dos processos que levam a insustentabilidade e à ausência de objetivos para esses processos. Propondo, assim, contribuições que visam aprimorar esse *framework*.

A primeira contribuição diz respeito ao conceito de processo insustentável. Um processo é insustentável quando debilita a disponibilidade de recursos ambientais e sociais. Os autores propõem criar um diagrama dos processos para que se tenha uma visualização objetiva de quais processos estão contribuindo para a insustentabilidade (BORON; MURRAY, 2004). Esse diagrama é importante, pois sumariza os processos insustentáveis e cria uma cadeia que relaciona as causas e os efeitos desses processos. Pode funcionar como um mapa para a definição de objetivos e, por consequência, definir ações a serem implementadas com vistas a aumentar o grau de sustentabilidade.

Uma segunda contribuição é a definição de objetivos gerenciais. Um processo pode tornar-se crescentemente sustentável, tão logo seu diagrama de processos insustentáveis é progressivamente reduzido e a lacuna da sustentabilidade é fechada.

Analisando-se essas contribuições de cada proposta constata-se que os dois primeiros níveis do *framework* de Robèrt et al. (2002) funcionam como macro-orientadores para um processo com vista à sustentabilidade. A proposta de Kay et al. (1999) complementa com os conteúdos a serem observados para o processo de construção de cenários e inclui a participação de agentes interessados e *stakeholders*.

Com as contribuições de Boron e Murray (2004) é possível visualizar os processos insustentáveis e traçar objetivos para a redução dos problemas identificados, que podem ser modificados pelo surgimento de novas prioridades, pelo surgimento de novas alterações socioambientais ou de informações desconhecidas. Os níveis de processos para o desenvolvimento sustentável e ações propostos por Robèrt et al. (2002) podem funcionar

como sugestões para alcançar os objetivos propostos. O nível proposto de medidas e ferramentas também proposto por Robèrt et al. (2002) pode funcionar como medida de controle dos objetivos estabelecidos.

Essas etapas, oriundas das propostas de orientação para a sustentabilidade, constituem-se numa direção capaz de direcionar um processo de planejamento, com vista ao aprimoramento da sustentabilidade de um sistema. Uma vez discutidos os Princípios da Complexidade e os *Frameworks* de Gestão da Sustentabilidade, a próxima discussão se refere à proposição do *framework* para problemas complexos e iniciativas em sustentabilidade aplicadas ao desafio de produzir alimentos e biocombustíveis.

4 PROPOSIÇÃO E APLICAÇÃO DE UM *Framework* PARA INTERPRETAÇÃO DE PROBLEMAS COMPLEXOS E PARA INICIATIVAS COM FOCO EM SUSTENTABILIDADE

O Quadro 1 representa o *framework* proposto sobre como interpretar problemas complexos com iniciativas sustentáveis, como é o caso do desafio de produzir alimentos, energia e biocombustíveis.

4.1 Definindo o Nível Focal do Sistema[1]

• **Escolhendo o nível do sistema:** o primeiro passo do *framework* pede uma definição sobre qual nível do sistema que se pretende fazer a interpretação. Independentemente do nível escolhido, sempre haverá uma contribuição para os níveis mais elevados do sistema, premissa essa apoiada no princípio hologramático (MORIN, 2008c) e da existência de uma hierarquia de sistemas (MUNASINGHE, 2002).

No *framework* foram sugeridos os níveis global, nacional e municipal. Pelas mesmas razões, pode-se ter outro foco de análise, como por exemplo, uma rede interempresarial. Em todos esses níveis haverá necessidade de interagir e contribuir com os níveis superiores, assim como o nível escolhido representará o todo. No caso da aplicação sobre o desafio de produzir alimentos e biocombustíveis, a discussão se faz nível global.

Definir adequadamente o nível de análise é uma etapa importante. Por exemplo, ao se analisar o desafio de produzir alimentos no nível global, pode-se qualificar a agricultura brasileira como pouco sustentável, dado aos problemas socioambientais produzidos pela agricultura brasileira. Entretanto, reduzindo o nível de análise do sistema para o Brasil, pode-se identificar uma diversidade de sistemas de produção mais ou menos sustentáveis, variando desde sistemas convencionais até sistemas agroecológicos.

4.2 Estado Atual do Sistema[2]

Uma vez escolhido o nível do sistema, a próxima etapa consiste em descrever o estado atual do sistema. Três partes são propostas para a realização dessa descrição: entendendo o todo, entendendo as partes e retornando ao todo.

4.2.1 Entendendo o Todo[3]

A segunda definição do *framework* implica em explicitar a emergência global.

• **Definindo a emergência[4]**: considerando o contexto em análise, identificou-se que a organização do atual sistema global de produção de alimentos e biocombustíveis têm produzido as seguintes qualidades

QUADRO 1 – *Framework* para interpretação de problemas complexos e para iniciativas com foco em sustentabilidade

Nível focal do sistema[1]	Estado atual do sistema[2]	Planejando as mudanças[12]
Globo	**Entendendo o todo[3]** •Emergência[4] **Entendendo as partes[5]** •Elementos e microemergências[6] •Inter-relações de complementaridade[7] •Inter-relações de imposições[8] •Círculos recursivos[9] **Retornando ao todo[10]** •Construção de um mapa do sistema[11]	**Introduzindo novos conhecimentos[13]** •Princípios do sistema global[14] •Princípios para a sustentabilidade[15] **Em direção ao futuro desejável[16]** •Cenários para o sistema [17] •Mapeamento dos processos insustentáveis[18] •Objetivos e metas[19] •Processos de atuação[20] •Linhas de ação[21] •Ações[22] •Controle[23]
País		
Estado		
Município		
Outro sistema		

Fonte: elaborado pelos autores.

novas: aumento de produção e produtividade associada à redução dos estoques e aumentos dos preços e que traz consigo a degradação ambiental.

4.2.2 Entendendo as Partes[5]

Essa etapa objetiva caracterizar o estado atual do sistema, através da identificação dos elementos e suas qualidades, inter-relações de complementaridades e de imposição, círculos retroativo e recursivo, microemergências, componentes dos sistemas que fazem a sustentação da emergência.

• **Os elementos e suas microemergências[6]**: os elementos são os principais atores do nível definido do sistema. Numa análise global do desafio de produzir alimentos, energia e biocombustíveis, os elementos seriam os países.

As microemergências dos países podem ser qualificadas pela combinação das seguintes categorias: 1) potencial para aumentar a produção de alimentos; 2) potencial para aumentar a produção de biocombustíveis; 3) sistemas de produção menos impactantes na dimensão socioambiental.

Um exemplo de qualidade de um país pode ser a capacidade do Brasil para aumentar a produção de alimentos (1), e biocombustíveis (2), porém esses sistemas de produção produzem impactos significativos na dimensão socioambiental (3).

• **As inter-relações de complementaridades[7]**: referem-se às ligações que ocorrem entre os elementos que contribuem para que o todo seja maior que as partes. Essas ligações podem se dar por compartilhamento de atividades complementares, troca de informação etc. (MORIN, 2000, 2008e).

• **As inter-relações de imposição[8]**: exemplificando o contexto do desafio de produzir alimentos e biocombustíveis é possível constatar: 1) imposições para mais produção de biocombustíveis; 2)imposições para menor produção de alimentos; 3) imposições para maior produção de alimentos.

Citam-se como imposições para maior produção de biocombustíveis (1): as metas de substituição para os biocombustíveis nos Estados Unidos, Brasil, Países Europeus etc. (FAO, 2005; UNCTAD, 2008).

Citam-se como imposições para menor produção de alimentos (2): os programas estruturais de ajuste econômico (que tem enfraquecido o papel das instituições de suporte, como os serviços de extensão), redução dos incentivos financeiros para os países em desenvolvimento, ajuda com alimentos (pois muitas vezes essas ajudas contribuem para a redução dos preços do mercado local e desestimula a produção local), baixa competição (dada às estruturas de mercados oligopolísticas e oligopsônicas), fusões e alianças estratégicas nas cadeias agroalimentares (algumas nações europeias dão subsídios agrícolas) (FAO, 2005; UNCTAD, 2008).

Citam-se como imposições para maior produção de alimentos (3): o aumento da demanda em países como China e Índia.

• **Os círculos recursivos[9]**: no caso dos desafios é preciso questionar a estrutura cognitiva associada às decisões sobre: a urbanização das terras agrícolas; a falta de disponibilidade de energia e água no meio rural; a falta de investimento em P&D agrícola (FAO, 2005; UNCTAD, 2008); os sistemas de produção que têm tornado mais de 40% das lavouras mundiais com algum processo de erosão, que usam intensivamente a irrigação e, por isso, muitos rios, principalmente em regiões semiáridas, têm reduzido os seus fluxos e a qualidade da água (FOLEY et al., 2005); os que usam intensivamente agrotóxicos e, por isso, constata-se muitos casos de envenenamento e/ou intoxicação de trabalhadores, contaminação de alimentos como em frutas, hortaliças, batatas, trigo, leite e carne bovina, peixes, camarões e ostras (SOUZA FILHO, 2001); os que contribuem para as mudanças climáticas (UNEP, 2007).

4.2.3 Retornando ao Todo[10]

Uma vez definida a emergência, e a partir daí identificado os elementos e suas qualidades, as inter-relações de complementaridade, inter-relações de imposição, os círculos recursivos e as microemergências, o próximo passo consiste em plotar cada uma dessas características no sistema e fazer as ligações. Objetiva construir um **mapa do sistema[11]** (Figura 1) com o objetivo de vislumbrar as ações para a mudança do sistema, discutido nas etapas seguintes do *framework*.

4.3 PLANEJANDO AS MUDANÇAS DO SISTEMA[12]

Com a mudança das partes pode surgir uma nova organização, que pode ter uma nova emergência, mais sustentável ou não. O princípio da **auto-eco-re-organização** corrobora essa afirmação através da noção de auto-organização, que explica como as partes do sistema se reorganizam e, através disso, provocam mudanças contínuas no sistema (MORIN, 2000). Esse princípio reforça que um sistema pode ser dinâmico, desde que atuando nos fatores que provocam essas mudanças. Nesse *framework*, a proposta de mudança começa pela introdução de novos conhecimentos para tornar o sistema mais sustentável.

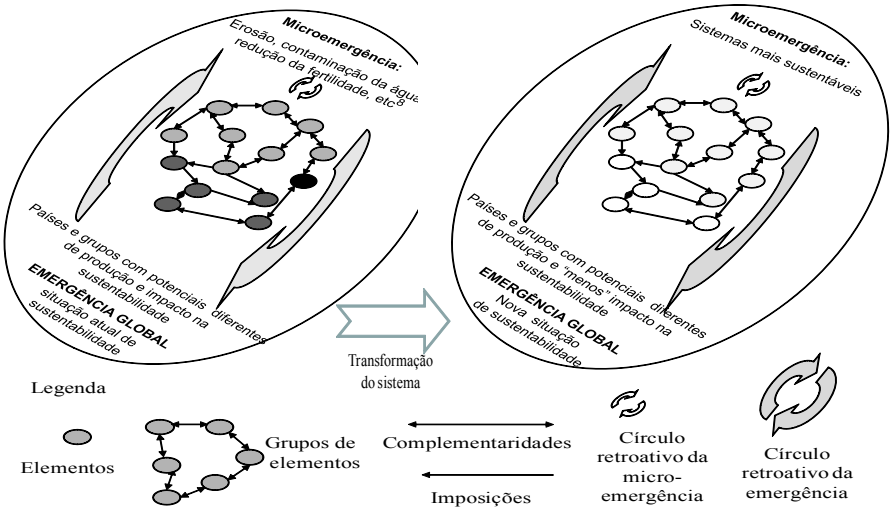

FIGURA 1 – Representação do sistema e seus constituintes
Fonte: elaborado pelos autores

4.3.1 Introduzindo Novos Conhecimentos[13]

O princípio da reintrodução do conhecimento em todo o conhecimento corrobora essa etapa do *framework,* pois ressalta a falta de informação como alienadora a determinados processos; porém, numa perspectiva mais positiva, destaca o papel da informação como potencializador da transformação do sistema. São propostas duas etapas para a mudança do conhecimento para uma abordagem mais sustentável:

• **princípios do sistema global**[14]: objetiva criar um conhecimento comum a todos os elementos do sistema sobre os princípios gerais de funcionamento da ecosfera, como, por exemplo, a interdependência das espécies, ciclos climáticos, leis da termodinâmica, etc. Nessa etapa, o objetivo não é estudar a ecosfera, mas entender como ela pode ser destruída. Essa etapa funciona como preparação para o entendimento da etapa seguinte (ROBERT et al., 2002);

• **princípios para a sustentabilidade**[15]: implica na compreensão dos mecanismos básicos pelos quais os sistemas de sustentação da vida natural podem ser destruídos, o que direciona principalmente para a observação do aumento da concentração de substâncias extraídas da terra, aumento da concentração de substâncias produzidas pelas sociedades, e a degradação física dos recursos naturais (ROBERT et al., 2002).

Essas duas etapas iniciais objetivam criar um conhecimento comum a todos os elementos do sistema sobre sustentabilidade, e para uma reflexão individual da situação de cada elemento do sistema.

4.3.2 Em Direção ao Futuro Desejável[16]

Uma vez concluída a etapa anterior, a etapa seguinte do *framework* contempla o planejamento de ações para as mudanças necessárias.

• **Construindo cenários**[17]: essa etapa objetiva prover os tomadores de decisão com as várias possibilidades (estados) de como o futuro do sistema pode se desdobrar, através da prospecção da evolução das emergências; oferecer um entendimento das condições sobre as quais esses estados podem ocorrer pelo entendimento da evolução das inter-relações de complementaridade e imposições e dos círculos recursivos; dar um entendimento dos *trade-offs* sobre os diferentes estados; fornecer soluções adequadas para assegurar a capacidade de se adaptar a essas diferentes situações através da introdução de novas informações; informar o nível de confiança dos estados ou o grau de incerteza de cada uma deles. Essa etapa deve ser concluída com a definição, termos de uma visão de futuro, da integridade e da sustentabilidade do sistema com o mapeamento dos interesses e das preferências dos elementos que compõem o sistema. Nessa fase adiciona-se o princípio da autoética, no sentido da reflexão dos indivíduos para a construção de uma sociedade mais plural, autoanálise, autocrítica, honra, tolerância, responsabilidade, compreensão, cordialidade e amizade.

• **Mapeando os processos insustentáveis**[18]: com a conclusão da etapa de cenários, os participantes já estarão com conhecimentos mais profundos sobre a situação da

sustentabilidade do sistema. Por isso, a etapa seguinte, denominada de mapeamento dos processos insustentáveis é mais pragmática. Implica na construção de um diagrama dos processos para que se tenha uma visualização objetiva de quais processos estão contribuindo para a insustentabilidade do sistema (BORON; MURRAY, 2004). Os processos devem ser mapeados em processos relacionados a inter-relações de imposição e dos círculos recursivos.

• **Definindo objetivos e metas**[19]: a etapa seguinte da estratégia de planejamento é a definição de objetivos e metas para o sistema. Um processo pode tornar-se crescentemente sustentável, tão logo seu diagrama de processos insustentáveis é progressivamente reduzido e a lacuna da sustentabilidade é fechada. Os objetivos definidos nessa estratégia funcionam como devem ser o foco das ações (BORON; MURRAY, 2004).

• **Processos de atuação**[20]: refere-se aos processos para alcançar a sustentabilidade. Os processos previstos são processos para investimentos estratégicos, processos de ação social e os processos de ação política. Os processos de ação social e estratégicos estão relacionados principalmente aos círculos recursivos, pois nesse caso há necessidade de mudança dos elementos e investimentos para que essas mudanças possam ocorrer. Os processos de ação política devem ser um instrumento priorizado para os relacionamentos de complementaridade e imposição, pois a sustentabilidade implica na negociação entre os elementos do sistema.

• **Linhas de atuação**[21]: referem-se a estratégias com vistas a reduzir ou minimizar os processos insustentáveis, relacionados aos círculos recursivos e as imposições.

• **Pensando nas ações**[22]: as ações focam nos processos para alcançar a sustentabilidade. Partindo da premissa do princípio da dialógica, é possível pensar em países produzindo alimentos e biocombustíveis; considerando que o processo de sustentabilidade implique em vários sistemas de produção. O que aparentemente é antagônico pode ser complementar, de tal forma que é possível não pensar em dissociar esses sistemas de produção (ROBERT et al., 2002).

• **Controlando as ações**[23]: implica em adotar medidas para monitorar a transição e que devem estar alinhadas com os objetivos. São exemplos de medidas: a Pegada Ecológica, *Life cycle assesment* – LCA (ROBERT et al., 2002).

Por fim, deve-se entender o *framework* como um processo dinâmico de aproximação, que pode não ter fim, ou seja, uma vez iniciada a busca pela sustentabilidade, esta pode aprimorar-se ao longo do tempo, tornando-se mais eficiente, mas nunca chegando a um estado ideal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpretação do desafio de produzir alimentos e biocombustíveis deve ser vista de modo complexo. A interpretação baseada em oferta e demanda não consegue contemplar análises que possibilitem entender como esse duplo desafio impacta diferentemente nas nações e nos atores ligados à cadeia de produção de alimentos e biocombustíveis.

Como essa questão remete à discussão de sustentabilidade, o problema pode ter múltiplas soluções, pois implica em negociar com diferentes atores, que têm uma série de concepções diferentes sobre como deveria ser encaminhada a sustentabilidade. Além disso, há necessidade do conhecimento do ecossistema sob o ponto de vista das diferentes disciplinas científicas para a construção de uma visão do todo, de *trade-offs* nas decisões e tratar as soluções como um processo de melhoria contínua.

Dessa forma, o presente ensaio propôs um *framework* para a interpretação de problemas complexos e para iniciativas com foco em sustentabilidade, que foi aplicado ao contexto do desafio de produzir alimentos, energia e biocombustíveis. O *framework* foi baseado nos Princípios da Complexidade e nos *Frameworks* de Gestão Estratégica da Sustentabilidade e foi dividido em três fases: definição do nível de análise focal do sistema, determinação do atual estado do sistema e o planejamento das mudanças. Com os passos propostos foi, então, possível entender essa realidade, distinguindo e reunindo as diversas realidades existentes, sem perder a noção global e também propor etapas para o planejamento de ações mais sustentáveis para esse contexto.

O contexto indicou a necessidade de soluções. Entretanto, dada à característica desse contexto, as abordagens teóricas de apoio a essas soluções devem contemplar emergências globais no sistema selecionado, interdependências dos elementos, efeitos complementares e combinatórios, descrição da sequência da organização dos elementos, aparecimento de diferentes grupos, com suas respectivas trajetórias e microemergências dentro do sistema, assim como períodos de estabilidade e períodos de transformação. Por fim, tratando-se de uma proposição teórica, há necessidade de avaliação empírica num sistema interessado na discussão do desafio de produzir alimentos e da sustentabilidade.

6 REFERÊNCIAS

AMBONI, N. et al. Interdisciplinarity and complexity in the undergraduate management course. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 302-328, 2012.

BATIE, S. S. Wicked problems and applied economics. **American Journal of Agricultural Economics**, Cropredy, v. 90, n. 5, p. 1176-1191, 2008.

BORON, S.; MURRAY, K. Bridging the unsustainability gap: a framework for sustainable development. **Sustainable Development**, Massachusetts, v. 12, n. 2, p. 65-73, 2004.

CARDOSO, O. O.; SERRALVO, F. A. Pluralismo metodológico e transdisciplinaridade na complexidade: uma reflexão para a administração. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 1, p. 49-66, 2009.

CIEGIS, R.; RAMANAUSKIENE, J.; MARTINKUS, B. The concept of sustainable development and its use for sustainability scenarios. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**, Lithuania, v. 2, n. 62, p. 28-37, 2009.

CLOSS, L. Q.; ARAMBURÚ, J.; ANTUNES, E. Produção científica sobre o ensino em administração: uma avaliação envolvendo o enfoque do paradigma da complexidade. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, Pernambuco, v. 7, n. 2, p. 149-168, 2009.

CRUZ, L. B.; PEDROZO, E. A.; ESTIVALETE, V. D. F. B. Towards sustainable development strategies: a complex view following the contribution of Edgar Morin. **Management Decision**, York, v. 44, n. 7, p. 871-891, 2006.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. **Science**, New York, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Assessment of the world food security situation**. Rome, 2005. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 5 set. 2012.

_____. **The state of food insecurity in the world**. Rome, 2011.

HOPWOOD, B.; MELLOR, M.; O´BRIEN, G. Sustainable development: mapping differents approaches. **Sustainable Development**, Massachusetts, v. 13, n. 1, p. 38-52, Feb. 2005.

KAY, J. J. et al. An ecosystem approach for sustainability: addressing the challenge of complexity. **Futures**, Cedar Falls, v. 31, p. 71-742, 1999.

KIMURA, H.; PERERA, L. C. J.; LIMA, F. G. Teoria da complexidade e paisagens de adaptação: aplicações em estratégia. **RAUSP**, São Paulo, v. 45, n. 3, p. 238-254, 2010.

LIMA, L. V. S. et al. Inovação, complexidade e aprendizagem: um ensaio sobre religar saberes. **Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 110-120, 2010.

LOVINS, A.; LOVINS, L. H.; HAWKEN, P. A road map for natural capitalism. **Harvard Business Review**, Boston, v. 85, n. 7/8, p. 172-183, 2007.

MAIA, A. G.; PIRES, P. S. Uma compreensão da sustentabilidade por meio dos níveis de complexidade das decisões organizacionais. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 177-206, 2011.

MCKIE, D.; £AWNICZAK, R. Economics and public relations in a time of downturn: dismal science, unseen history, and the need for dialogue. **Public Relations Review**, New York, v. 35, n. 4, p. 335-339, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0363811109001337>. Acesso em: 10 jan. 2013.

MISSIMER, M. et al. Exploring the possibility of a systematic and generic approach to social sustainability. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 18, n. 10/11, p. 1107-1112, 2010.

MORIN, E. A autonomia fundamental ("autos"). In: _____. **O método 2:** a vida da vida. Porto Alegre: Sulina, 2008a. p. 123-340.

_____. A emergência da causalidade complexa. In: _____. **O método 1:** a natureza da natureza. Porto Alegre: Sulina, 2008b. p. 313-352.

_____. A máquina hipercomplexa. In: _____. **O método 3:** o conhecimento do conhecimento. Porto Alegre: Sulina, 2008c. p. 96-128.

_____. **O método 6:** ética. Porto Alegre: Sulina, 2008d. 224 p.

_____. A organização: do objeto ao sistema. In: _____. **O método 1:** a natureza da natureza. Porto Alegre: Sulina, 2008e. p. 122-194.

_____. O pensamento complexo, um pensamento que pensa. In: MORIN, E.; LE MOIGNE, J. L. (Ed.). **A inteligência da complexidade**. São Paulo: Peirópolis, 2000. p. 196-213.

_____. RE: do prefixo ao paradigma. In: _____. **O método 2:** a vida da vida. Porto Alegre: Sulina, 2008f. p. 373-390.

MUNASINGHE, M. The sustainomics trans-disciplinary meta-framework for making development more sustainable: applications to energy issues. **Sustainable Development**, Massachusetts, v. 5, n. 1/2, p. 126-185, 2002.

NASCIMENTO, L. F.; LEMOS, Â. D. da C.; MELLO, M. C. A. de. **Gestão socioambiental estratégica**. Porto Alegre: Bookmann, 2008.

ORGANIZACIÓN DEL NACIONES UNIDAS. **Bioenergia sostenible:** um marco para la toma de decisiones. New York, 2007. Disponível em: <http://www.rlc.fao.org>. Acesso em: 7 set. 2012.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Agricultural outlook 2008-2017**. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/54/15/40715381.pdf>. Acesso em: 7 set. 2012.

ROBÈRT, K. Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a general framework for sustainable development, and to each other? **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 243-254, June 2000.

ROBÈRT, K. et al. Strategic sustainable development: selection, design and synergies of applied tools. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 197-214, June 2002.

SERVA, M.; DIAS, T.; ALPERSTEDT, G. D. Paradigma da complexidade e teoria das organizações: uma reflexão epistemógica. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 11, 2010.

SOUZA FILHO, H. M. Desenvolvimento agrícola sustentável. In: BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. p. 585-627.

SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Review**, London, v. 9, n. 1, p. 53-80, Mar. 2007.

TURNPENNY, J.; LORENZONI, I.; JONES, M. Noisy and definitely not normal: responding to wicked issues in the environment, energy and health. **Environmental Science & Policy**, New York, v. 12, n. 3, p. 347-358, 2009.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Addressing the global food crisis:** key trade, investment and commodity policies in ensuring sustainable food security and alleviating poverty. Geneva, 2008. Disponível em: <http://www.unctad.org/en/docs/osg20081_en.pdf>. Acesso em: 5 set. 2012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Climate change 2007: synthesis report. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007, Geneve. **Synthesis Report...** Paris: IPCC, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm>. Acesso em: 5 jun. 2011.

WAAGE, S. A. et al. Fitting together the building blocks for sustainability: a revised model for integrating ecological, social, and financial factors into business decision-making. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 13, n. 12, p. 1145-1163, Oct. 2005.

YER-RANIGA, U.; TRELOAR, G. A context for participation in sustainable development. **Environmental Management**, New York, v. 26, n. 4, p. 349-361, 2000. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/4cn6ndt2hkjdmrm4/>. Acesso em: 12 set. 2012.