



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

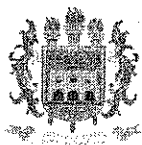
CURSO DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MÁRCIA ALESSANDRA BRITO DE AVIZ DOS SANTOS

**CIÊNCIAS NATURAIS E CIÊNCIAS SOCIAIS - CONCEITOS E
OPERADORES TRANSVERSAIS NA PERSPECTIVA SISTÊMICA: O CASO
DA INTERAÇÃO**

Belém-PA

2011



Embrapa

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
CURSO DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MÁRCIA ALESSANDRA BRITO DE AVIZ DOS SANTOS

**CIÊNCIAS NATURAIS E CIÊNCIAS SOCIAIS - CONCEITOS E
OPERADORES TRANSVERSAIS NA PERSPECTIVA SISTÊMICA: O CASO
DA INTERAÇÃO**

Tese apresentada a Universidade Federal Rural da
Amazônia e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– Embrapa Amazônia Oriental, como parte das exigências
do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de
concentração Agroecossistemas da Amazônia, para
obtenção do título de **Doutor**.

Orientador: Prof^º. Dr. Manoel Malheiros Tourinho

Belém-PA

2011

Santos, Márcia Alessandra Brito de Aviz dos

Ciências Naturais e Ciências Sociais: Conceitos e Operadores
Transversais na Perspectiva Sistêmica: O Caso da Interação./ Márcia
Alessandra Brito de Aviz dos Santos. - Belém, 2011.

100 f.:il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal
Rural da Amazônia, 2011.

1. Teoria de Sistemas 2. Ciências Sociais 3. Ciências Naturais
4. Conceitos e Operadores Transversais. I. Título.

CDD – 306.45



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
CURSO DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MÁRCIA ALESSANDRA BRITO DE AVIZ DOS SANTOS

CIÊNCIAS NATURAIS E CIÊNCIAS SOCIAIS: CONCEITOS E
OPERADORES TRANSVERSAIS NA PERSPECTIVA SISTÊMICA: O CASO
DA INTERAÇÃO

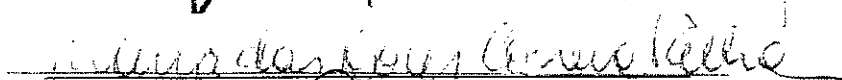
Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de **Doutor**.

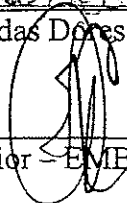
Aprovada em 29 de setembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA


Prof^o. Dr. Manoel Malheiros Tourinho-Orientador/Presidente-UFRA


Prof^o. Dr. José Felipe de Almeida - UFRA


Prof^a. Dr^a. Maria das Dores Correia Palha - UFRA


Prof^o. Dr. Sílvio Brienza Júnior - EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL


Prof^a. Dr^a. Edwana Mara Moreira Monteiro – UEPA

“As ciências naturais abrangerão as ciências humanas, as ciências humanas abrangerão as ciências naturais”

Marx, *Manuscrito econômico-filosófico*

Ofereço

A DEUS

Pois tudo o que tenho, tudo o que sou, é Dele e para Ele, toda a Honra, toda a Glória, o Louvor e Adoração.

Dedico

Aos meus filhos Isaías & Isabella

Pelo tempo roubado, pelo silêncio pedido, pela paciência colorida e pela compreensão dita em versos e prosa. Amo vocês.

Ao meu esposo Luciano

Pelo amor, cuidado, amizade e paciência ao longo desses anos. Obrigada AMOR!

Aos meus pais Virgílio & Deolinda

Pelo amor incondicional, pela estrutura familiar, pelo incentivo em minha jornada acadêmica e por sempre me apoiarem em tudo que me proponho fazer.

Aos meus avós Armindo e Iraneide e irmão Marcus

Pela sempre disponibilidade de apoio, ajuda infinita e por terem me proporcionado inesquecíveis momentos de convivência harmoniosa.

AGRADECIMENTOS

Após todas as estações finaliza-se a árdua e valorosa caminhada que foi a estrada do Doutorado.

Aos que conheceram o labor desta produção, compreendem o que representa para mim a palavra etapas e, principalmente, a palavra finalização, as quais se traduzem aqui em vitória.

Vitória esta conquistada com o apoio, dedicação, palavras de ânimo, força e compreensão de muitas pessoas que direta ou indiretamente estiveram em alguma ou em todas as estações comigo e sem as quais este trabalho não teria tanto valor e nem o mesmo significado.

Poderia simplesmente dizer-lhes um obrigada, mas precisava que soubessem que junto delas foi mais fácil não desistir no inverno e, assim, assegurar a promessa do colorido da primavera, se alegrar com a beleza do verão e sonhar com as expectativas de renovo do outono. Foram suas palavras, conselhos, gestos e mesmo seu silêncio que contribuíram para que hoje um sonho de toda uma vida se materializasse nesta Tese. A vocês que passaram por essa história meus mais verdadeiros agradecimentos.

Aos meus pequenos que souberam compreender na simples inocência da infância a minha ausência e a estrada que sua mãe escolheu seguir.

Aos meus pais por terem doado do seu tempo, abdicação de sonhos pessoais, pelo amor e ajuda incondicional em todos os momentos de minha vida.

Aos meus avós e irmão pela ajuda, incentivo e por estarem sempre torcendo pelo meu sucesso.

A Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA que oportunizou o ingresso no Programa de Pós-Graduação em nível de Doutorado em Ciências Agrárias.

Ao meu orientador Manoel Malheiros Tourinho que cumpriu fielmente sua promessa de estar em todas as estações comigo. Agradeço-lhe por ter confiado em mim, encorajando-me a seguir quando o caminho parecia “sumir”. Sem dúvida, cumpreste a sua vocação de pesquisador nato, além, é claro, de tornar-se meu amigo, oferecendo sempre palavras sábias para alegrar minha alma quando as lágrimas chegavam. Obrigada por sua dedicação, paciência e exigências. Obrigada por ensinar-me a ser um ser humano melhor através do seu exemplo de humildade e pela temática sistêmica da Tese, ajudando-me a entender todos os “problemas” possíveis e acreditar no impossível.

Obrigada por ter lançado a mim o maior de todos os desafios acadêmicos que já vivi. Esse trabalho marca o referencial em que minha vida em todos os sentidos seguirá, tendo a nauta de sua orientação um marco histórico que permeará para sempre a teia da minha vida. Obrigada AMIGO !

Ao corpo docente do Curso de Doutorado da UFRA que proporcionou valiosos conhecimentos para a minha formação como Doutora.

A querida professora Izildinha Miranda pela força e ajuda e por compreender a importância que é esse trabalho na vida acadêmica dos discentes e saber entender que as complementaridades também fazem parte desse processo. Meu muito obrigada!

Ao Conselho Geral da Pós Graduação por acreditar e oportunizar prazo para que esse trabalho fosse concretizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES por ter me concedido bolsa de estudo para auxiliar este trabalho.

A coordenadoria do curso de Doutorado na pessoa do Profº. Dr. Roberto César Lobo pela compreensão e por ter compreendido a estrada sinuosa que foi para mim o Doutorado.

A todos os componentes do Grupo Várzea que contribuíram para o meu aprendizado sobre a temática sistêmica que esta obra contempla e pela parceria em todas as etapas, em especial ao Luiz Melo, Sílvia Sardinha, Pierre Mattar e Silvio Santos.

Ao Professores Felipe Almeida e Otávio Chase do Laboratório de Ciberfísica da UFRA pela memorável ajuda com a equação, sumarização dos dados e em todos os momentos que precisei de uma luz.

Ao professor Fernando Jardim por disponibilizar dados de seu projeto para que mais uma contribuição fosse oferecida a ciência.

Aos meus colegas da turma de Doutorado/2007 da UFRA em especial aos amigos: Edwana Monteiro, José Romano, Livia Rangel, Luis Freitas, Nubia Santos, Sandra Silva, Sílvia Sardinha e Paulo Cerqueira.

A secretária Shirley Barros pelo apoio e ajuda nas questões burocráticas do curso.

Agradeço ao amigo, incentivador Professor Evaldo Lopes da Secretaria Municipal de Educação do município de Santa Izabel-PA pelas ricas conversas “sistêmicas” pelo apoio teórico, bibliográfico, o ombro amigo e as orações.

A minha amiga Alessandra Epifânio por sempre estar ao meu lado não importando a distância, mas sempre ajudando-me em todos os momentos que precisei. Obrigada Amiga!

Aos meus sogros Maria e Genival pela ajuda incondicional, pela guarida, pelo carinho e amor aos meus pequenos.

A todos os demais amigos e familiares, os meus sinceros votos de agradecimentos, palavras e desejos de vitória.

Um agradecimento mais que especial ao meu esposo Luciano Santos por suportar, compreender minha ausência, apoio e por cuidar de nossos filhos com tanto amor, carinho e zelo, quando eu não pude fazê-lo. Espero assim estar retribuindo uma pequena parte do apoio que me deram e da compreensão que tiveram.

Principalmente a **DEUS** pela sua infinita misericórdia por sustentar-me em todos os momentos, por ser minha força e alegria e por cada dia se fazer cumprir em minha vida a promessa que me deu em Isaías 54. Obrigada Senhor por todas **as pedras do caminho**: Eis aqui **o meu castelo**! Eis aqui a **última estação**.

“O temor do SENHOR é o princípio do conhecimento; os loucos desprezam a sabedoria e a instrução”

(Provérbios 1:7)

BIOGRAFIA

MÁRCIA ALESSANDRA BRITO DE AVIZ DOS SANTOS – filha de Virgílio Pereira de Aviz e Deolinda Brito de Aviz – nasceu em 03 de julho de 1979 em Belém, Pará. Estudou no colégio Adventista Grão Pará onde concluiu o ensino fundamental e no Grupo Educacional ideal concluindo o ensino médio. Em novembro de 2003 graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA onde foi bolsista do programa PIBIC/CNPq, entre 2000 e 2003, desenvolvendo trabalho de pesquisa na Embrapa Amazônia Oriental. Em janeiro de 2007 concluiu o curso de Mestrado em Ciência Animal, pela Universidade Federal do Pará em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental, onde foi bolsista CNPq. Em março de 2007 ingressou no curso de Doutorado em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, na área de concentração em Agroecossistemas da Amazônia sendo bolsista pela CAPES e posteriormente pelo CNPq. Foi bolsista DTI/CNPq pelo Museu Paraense Emílio Goeldi no Projeto de elaboração do Plano de Manejo da Flona de Caxiuanã, Pará. Participou do Programa do Governo Federal - PROJOVEM URBANO, Marituba, Pará, como Educadora de Qualificação Profissional em Agroextrativismo. Em maio de 2011 concluiu o curso de Especialização em Educação Social para Juventude, pela Universidade do Estado do Pará – UEPA. Em agosto de 2010 foi admitida como professora efetiva da disciplina de Técnicas Agrícolas no município de Santa Izabel, Pará.

SUMÁRIO

Pág.

RESUMO

ABSTRACT

1.	INTRODUÇÃO.....	18
2.	OBJETIVO GERAL.....	23
2.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	23
3.	JUSTIFICATIVA DO PROBLEMA.....	23
4.	REVISÃO DE LITERATURA.....	27
4.1.	MUDANÇA DE PARADIGMA.....	27
4.2.	TEORIA DE SISTEMAS NATURAIS.....	35
4.3.	TEORIA DE SISTEMAS SOCIAIS.....	38
4.4.	CONCEITOS E OPERADORES TRANSVERSAIS.....	41
4.4.1.	Interação.....	44
4.4.2.	Totalidade.....	44
4.4.3.	Competição.....	45
5.	COMPLEXIDADE DOS SISTEMAS.....	45
6.	OS SISTEMAS EM TERMOS MATEMÁTICOS ELEMENTARES - O PAPEL DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMULTÂNEAS NO USO DE CONCEITOS E OPERADORES TRANSVERSAIS: O CASO DA INTERAÇÃO.....	47
7.	O CONCEITO DE INTERAÇÃO NAS CIÊNCIAS SOCIAIS E NAS CIÊNCIAS NATURAIS.....	50
8.	METODOLOGIA.....	52
8.1.	O USO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMULTÂNEAS: APLICAÇÃO EMPÍRICA NAS CIÊNCIAS.....	52
8.2.	O MODELO PRESA - PREDADOR DE LOTKA-VOLTERRA.....	53
8.3.	VISÃO SISTÊMICA DO MODELO PRESA-PREDADOR.....	55
9.	O TERRITÓRIO DE TESTE: O MUNICÍPIO DE MOJÚ- PA.....	57
9.1.	HISTÓRICO.....	57
9.2.	CULTURA.....	60
9.3.	LOCALIZAÇÃO.....	61
9.4.	SOLOS.....	61
9.5.	VEGETAÇÃO.....	62
9.6.	GEOLOGIA E RELEVO.....	62

9.7.	HIDROGRAFIA.....	62
9.8.	CLIMA.....	63
10.	A RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA O EXEMPLO EM UMA COMUNIDADE EXTRATIVISTA DO MOJÚ.....	63
11.	RESULTADOS.....	66
11.1.	O USO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMULTÂNEAS PARA EXPLICAR AS INTERAÇÕES ENTRE FLORESTA E POPULAÇÃO.....	66
11.2	MODELO DE LOTKA-VOLTERRA PRESA PREDADOR NO CONTEXTO RECURSO-CONSUMIDOR OU RECURSO – POPULAÇÃO.....	67
11.2.1.	Década 1990 – 2000.....	70
11.2.2.	Década 2000 – 2010.....	71
11.2.3	Década 2010 – 2020.....	72
11.2.4	Análise Total: 1990 – 2010 a 2030.....	73
12.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	74
12.1	ANÁLISE DO MODELO RECURSO – CONSUMIDOR E SUA APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MOJÚ – PA.....	75
13.	CONCLUSÕES.....	76
14.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	ANEXO.....	86

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1. Populações iniciais e taxas de crescimento e decrescimento para Clareiras e Pessoas. Desmatamento, Mortalidade e Natalidade são variáveis do tipo intervenientes. Fontes: IBGE (1990, 2000 e 2010), Jardim et al., (2006).....	69
---	----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ilustra bem a dicotomia criada pela Ciência Moderna e a dúvida sobre qual mão desenha a outra, leva a um raciocínio circular, sem solução, pois a resposta está fora do desenho, ou seja, está em outro nível de realidade. Fonte: Escher, apud in Carneiro (2011).....	24
Figura 2. Modelo esquemático dos processos interativos entre a comunidade e os recursos naturais, segundo David Drew (1989), modificado por Tourinho (2008).....	43
Figura 3. Exemplos de complexos de “elementos” para demonstrar conceito de sistema em termos matemáticos elementares (BERTALANFFY, 1975).....	47
Figura 4. Exemplo de sistema de equações diferenciais simultâneas proposto por Bertalanffy (1975).....	49
Figura 5. Conjunto de Equações Diferenciais de Lotka-Volterra para o problema Presa-Predador.....	54
Figura 6. Modelo de oscilação simples: predador-presa, mostrando a presa (Q) sendo consumida pelo predador (H). (a) Modelo; (b) resultados da simulação; (c) a mesma simulação anterior em um gráfico com as duas populações.....	56
Figura 7. Limites do município de Mojú-PA. Fonte: Melo et al., 2004.....	58
Figura 8. Representação do conjunto de equações diferenciais do tipo presa predador no contexto recurso-consumidor ou recurso – população na análise da Interação.....	68
Figura 9. Conjunto de Equações Diferenciais Simultâneas utilizado na simulação do estudo.....	69
Figura 10. Diagrama da Interação Recurso/Consumidor a aplicação da dinâmica de interação entre as populações de humanos e árvores do município de Mojú-PA.....	75

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Simulação para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (1990 a 2000).....	70
Gráfico 2. Simulação para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (2000 e 2010).....	71
Gráfico 3. Simulação para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (2010 e 2020).....	72
Gráfico 4. Simulação para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (2010 e 2030).....	73

CIÊNCIAS NATURAIS E CIÊNCIAS SOCIAIS - CONCEITOS E OPERADORES TRANSVERSAIS NA PERSPECTIVA SISTÊMICA: O CASO DA INTERAÇÃO

RESUMO

Este estudo visa avaliar conhecimentos teóricos e metodológicos sobre “conceitos e operadores transversais” que podem ser usados como elos epistemológicos, entre as Ciências Naturais e as Ciências Sociais, bem como selecionar fenômenos presentes no mundo social e no mundo natural que permutam a aplicação teórica e metodológica de conceitos e operadores transversais, usando formulações analíticas comum a ambas. No caso do presente estudo será apresentado o caso da interação. O trabalho apresenta dados de regeneração de clareira provenientes do estudo de Jardim (2006), denominado “Avaliação da Dinâmica Florestal após Exploração Madeireira Seletiva” em área da Embrapa (Mojú-PA) que foram denominados no contexto metodológico através do uso da equação de Lotka-Volterra como presa, recurso, floresta, assim como os dados demográficos sobre o município de Mojú foram apropriados dos censos do IBGE de 1990, 2000 e 2010 e foram denominados como predador, consumidor, população, rodados no programa Matlab - 2008. A análise sobre a interação entre as populações de Árvores (Recurso) e Pessoas (Consumidor) do município de Mojú-PA entre as décadas 1990, 2000 e 2010 foram realizadas com base no conjunto de equações diferenciais simultâneas do tipo presa - predador. O emprego de conceitos e operadores transversais, subsidiados pela fundamentação teórico-metodológico através do uso das Equações Diferenciais Simultâneas como ferramentas matemáticas adequadas, no caso das interações simultâneas entre o biológico e o sociológico, permitiu chegar a resultados que possibilitem um entendimento de problemas com causa sistêmica. Há momentos interativos entre o recurso e a população extremamente fortes, conforme ilustra os gráficos de interação entre população x recurso, através do binômio oferta-demanda.

Palavras-chave: Teoria de Sistemas, Ciências Sociais, Ciências Naturais, Conceitos e Operadores Transversais.

NATURAL SCIENCES AND SOCIAL SCIENCES - CROSSING CONCEPTS AND OPERATORS IN THE SISTEMIC METHODOLOGY: THE CASE OF THE INTERACTION

ABSTRACT

The major concerns of this study is on the application of biological and sociological theories and methodologies regarding crossings concepts and operators that would be used as epistemological links between natural sciences and social sciences as the interaction that could be in the same time a biological and a sociological process, however, originally from different environments: one biological and other social environment. The data base for this theoretical and methodological analysis comes from two data sets: the biological data set is from a experimental forestry project conducted by Jardim (2006) named "Evaluation of the Forest Dynamic after Timber Exploitation", and social data set is from IBGE Population's Census of the year's 1990, 2000 and 2010. The number of plants by years according the DAP had been treated in the Equation Lotka-Volterra as "capture" "natural resource" or "forest"; on the other side, the populations has been treated as "predator" "consumer" or "population". In order to test the interaction between people and plants but interaction as a crossing concept and operator under the umbrella of the two major theories - the General Theory of Systems and the Social Systems Theory, a set of EDS was used through the MATLAB Program and for test the power of attraction (Interaction +) or rejection (Interaction -). The capital conclusions is that EDS could be a effective mathematical tool to be used as operator since the concept such as interaction would be employed as a biological process and a sociological process simultaneously. Good and stronger bodies of theories are welcome to give support for the analysis and interpretation. There are interactive moments between the resource and population extremely strong, as illustrated by the graphs of x feature interaction between population, through the supply-demand duo.

Keywords: Systems Theory, Social Sciences, Natural Sciences, Concepts and Operators Transversal.

1. INTRODUÇÃO

O homem desde a sua origem na Terra convive com a existência de fenômenos naturais e elementos celestes que ele procurava saber a origem, porque certos corpos brilham no céu, de onde vem a luz, que regime governava o dia e a noite, ou seja, decifrar o espetáculo da terra onde ele pisava e o entorno gasoso da terra, a vida que nela nascia e se estabelecia; enfim a vida e a morte, sempre estiveram entre as preocupações do homem, talvez como a mais importante e desafiadora de todas elas.

Entretanto, explicar aquela ambiência física, química e biológica, era explicar a própria origem humana. Assim a filosofia foi o recurso que os antigos tiveram na ajuda ao pensamento humano que elaborava e reelaborava indagações a cada tempo que uma descoberta se fazia. Assim, a filosofia como ramo do saber abarcou desde o início as explicações procuradas.

Tanto é, que a expressão *philosophia naturalis*¹ foi usada por Sêneca, filósofo romano, no ano 62 da era cristã, muito embora, isto não significasse que as especulações sobre a natureza, seus corpos e fenômenos, tenham começado naquele ano, pois há relatos de cinco séculos antes.

Contudo, para a era cristã, a Bíblia é o livro mais antigo, sendo exatamente em um de seus livros, o Livro do Gênesis que se depreende a origem da terra como um enquadramento “criacionista”, muitos séculos depois aprimorado pelos teólogos, mas também negado por outros filósofos como os atomistas que com Epicuro, filósofo grego nascido em 342 DC, rompem com o “criacionismo” e propõem pela primeira vez uma explicação evolucionista, longos séculos depois usada, demonstrada e aperfeiçoada (MARX, 1841; DARWIN, 1877).

¹ Termo introduzido pelos antigos gregos para indicar o estudo objetivo da natureza e do universo físico e que foi usado até o desenvolvimento da ciência moderna.

Tomando-se assim as evoluções explicativas dos pensamentos de Sêneca e Epicuro, apresentam-se então quatro momentos paradigmáticos na evolução das formas de explicar os fenômenos naturais: o **primeiro momento** tem origem no pensamento grego com a concepção de *physis*² trazendo à luz a idéia de ordem imanente, movimentos e processos da natureza; e opondo-se as origens míticas existentes e as explicações de escopo divino (GONÇALVES, 2006).

O **segundo momento** paradigmático, também na antiguidade grega, diz respeito à *teoria atomista* sobre a constituição das “coisas”, a matéria ganhava destaque. O **terceiro momento**, já na Idade Média, é o de uma *compreensão ambígua da natureza*, talvez surgida pelo obscurantismo inquisitório devido ao posicionamento da Igreja. Dialético ou retrocesso?

Finalmente o **quarto momento** paradigmático é o da consolidação de um pensamento mecanicista surgido no Século XVII, e que permanece até os nossos dias, contrapondo-se ao pensamento sistêmico. Onde, a visão do mundo e a explicação dos fenômenos naturais se dão segundo uma “teoria do relógio”, funcional, reducionista e linear colocam as “partes” do relógio como mais importante que o relógio como um “todo”. Estudando cada uma das “partes” de *per se* pela dissecação e fragmentação do problema que a parte apresenta; reduzindo, portanto, o **Todo** às **Partes**, se chega a explicar o Todo e ainda induzir o “*explicandum*” para o universo dos iguais. Essa lógica explicativa domina o método científico por anos (GALILEI, 1632; DESCARTES, 1637; NEWTON, 1687)

A condição para a evolução da ciência, é a quebra do paradigma³ dominante, no caso o paradigma mecanicista, cujo enquadramento do problema é feito de modo disciplinar, quando muito multidisciplinar, com as disciplinas mantendo o seu próprio método de abordagem, ou seja, a metrificação analítica é isolada e aborda um único aspecto do problema, considerando apenas as relações de causa-efeito identificadas pela lógica cartesiana indutiva (KHUN, 1962).

² Pode ser traduzida por natureza, mas seu significado é mais amplo. Refere-se também à realidade, não aquela pronta e acabada, mas a que se encontra em movimento e transformação, a que nasce e se desenvolve, o fundo eterno, perene, imortal e imperecível de onde tudo brota e para onde tudo retorna. Nesse sentido, a palavra significa gênese, origem, manifestação. Saber o que é *Physis*, assim, levanta a questão da origem de todas as coisas, a sua essência, que constituem a realidade, que se manifesta no Movimento.

³ São as realizações universalmente reconhecidas, que durante algum tempo fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes da ciência.

Por isso Kuhn (1962), não é otimista quanto a mudar um paradigma científico enquanto outro não surge com a mesma eficiência do anterior. É possível que o atual paradigma venha apresentar explicações incompletas ou simplesmente deixar de explicar certos efeitos na natureza. Quando isso acontece os “colégios” de científicos começam a rejeitar as teses e métodos propostos pelo paradigma e tratam de buscar novas explicações epistemológicas⁴. Uma nova dialética⁵ então, se estabelece.

Ao que tudo indica o final do Século XX e o início do Século XXI expôs a fragilidade do modelo mecanicista ao explicar através de suas teorias e métodos as questões ambientais globais e os decorrentes impactos na vida natural e humana do planeta. O diálogo agora estabelecido é em busca de novas teorias da natureza que permeiam conceitos como complexidade, ordem, desordem, caos, entropia, interconectividade, incerteza e indeterminismo.

Por outro lado, os rumos dados aos estudos da natureza pela ecologia profunda e pela sociologia multidimensional propõem que o novo paradigma deve considerar o fato de que o “homem está na natureza e a natureza está no homem” interação que Karl Marx já havia escrito nos *Manuscrito econômico e filosóficos de 1844* ao explicar que o homem vive da natureza e que a natureza é o seu corpo, exigindo que o homem mantenha um diálogo constante com a natureza (ALEXANDER, 1982; MORIN, 2001).

Essa interação abre os caminhos para os métodos transdisciplinares captarem aspectos fundamentais da existência do homem como ser natural e físico que troca energia e material com o seu ambiente natural. Marx chamou essas permutas de “**relações metabólicas**” devido às mesmas serem reguladas por leis naturais e normas societárias institucionalizadas.

⁴ Ramo da Filosofia que trata dos problemas filosóficos relacionados com a crença e o conhecimento. A epistemologia estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento, motivo pelo qual também é tipicamente conhecida por filosofia do conhecimento. Relaciona-se com a metafísica, a lógica e o empirismo, uma vez que avalia a consistência lógica da teoria e a sua coesão factual.

⁵ É um método de diálogo cujo foco é a contraposição e contradição de idéias que leva a outras idéias e que tem sido um tema central na filosofia ocidental e oriental desde os tempos antigos. “Aos poucos, passou a ser a arte de, no diálogo, demonstrar uma tese por meio de uma argumentação capaz de definir e distinguir claramente os conceitos envolvidos na discussão.”

É a partir dessas interações, dessa rede de ligações onde tudo está conectado que na década de 60, as teorias gerais de sistemas reaparecem e se reforçam como propostas editadas de resgate dessas relações metabólicas.

Nas ciências sociais com a Teoria dos Sistemas Sociais de Charles Loomis (1960); e nas ciências naturais como a Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig von Bertalanffy (1973). Ambas teorias, também evoluídas a partir dos escritos de Buckley (1976).

Vários estudiosos como Pena-Vega (2003), Morin (1997) e Capra (1996), reconhecendo que a ciência clássica possui como método de explicação dos fatos, fenômenos da sociedade e natureza o isolamento do todo, é que as teorias sistêmicas procuram então suplantam a fragmentação e perceber os fatos, fenômenos, a partir de sua interconectividade holística (RAMOS DE CAMARGO, 2005).

Assim, mais que o conhecimento disciplinar que as ciências sociais e as ciências naturais possam oferecer o que se está à procura é exatamente de um método de investigação que integre as duas visões, em uma única metodologia científica e que possa explicar a interação entre homem e natureza.

Nessa direção contribui as reflexões oferecidas por Domingues (2005) “Em Busca do Método” e por Moraes (2005) “Meio Ambiente e Ciências Humanas” quando questionam a situação das pulverizações disciplinares e advogam como saída o resgate da centralidade e da importância da epistemologia no trabalho científico, gerando aproximação das disciplinas e campos do conhecimento, através de abordagens multi, inter e transdisciplinares, sempre de modo sistêmico quanto ao observador e o observado.

É a partir dessas reflexões que as denominadas ciências da complexidade começam a se constituir em meados do século XX, alcançando importantes repercussões teóricas e afetando diferentes visões de mundo nas décadas subsequentes. Contudo, estas não se consolidam em um momento histórico-social qualquer. Surgem no contexto de expansão da terceira fase do capitalismo, que rompe com o período da “Grande Indústria” e passa a se reproduzir com forte ênfase nos processos especulativos financeiros e na utilização das ciências, do conhecimento, da tecnologia e da informação como poderosas forças produtivas (LOUREIRO & VIÉGAS, 2007).

É dessa forma que o capital, saindo de sua fase de expropriação material mais direta, de equivalência forma-conteúdo, potencializa e diversifica processos de acumulação e dominação, ao vincular a necessidade de especialidade técnica decorrentes da divisão do trabalho (a famosa fragmentação do saber) dos conhecimentos hiperespecializados e o uso da informação em tempo real (ANTUNES, 2005; MESZAROS, 2006).

Portanto, o período que vivemos na ciência não é mais regido exclusivamente por um princípio mecânico-industrial de organização da produção do conhecimento, mas também por um princípio cibernético, flexível, com profundos efeitos na subjetividade humana (PRADO, 2005).

O momento posto é de uma Revolução Científica – com a cibernética, a epistemologia genética, os sistemas auto-regulados, os sistemas adaptativos, os sistemas autopoieticos, as ciências da organização, do caos determinista, dos atratores e dos fractais – que lança o desafio à academia e ao pensamento crítico, alternativo, exigindo o desenvolvimento de uma bagagem teórico-metodológica adequada ao grau de complexidade que a realidade atual comporta. “Um desafio como este não poderia ser enfrentado sem ousadia intelectual e política, haja vista as profundas implicações dessa revolução científica com os novos sistemas de dominação, de mediação e de repressão por parte das classes e dos complexos dominantes” (PORTO-GONÇALVES, 2006).

A então proposta Revolução Científica acelera o processo de fragmentação disciplinar, faz surgir novas “disciplinas” em praticamente todas as especialidades; a divisão intelectual permitiu que o conhecimento científico crescesse como nunca na história, mas a proliferação das disciplinas gerou problemas de incomunicação entre diferentes especialistas. “A separação disciplinar, em meio a suas virtudes, além de provocar problemas de incomunicação, chegou a afetar o conhecimento profundo da própria realidade que pretendia compreender e mudar”. Escondeu “causas”, calou “efeitos”, suplantou “fins” (CASANOVA, 2006).

A tendência central, não obstante o seu recurso histórico é definir a Revolução Científica como um colossal impacto na divisão e articulação do trabalho intelectual, das humanidades, das ciências, das técnicas e das artes. Ou seja, “obriga a redeterminar, neste início do século XXI, a criar uma nova cultura e novas formas de cultura especializadas com interseções e campos limitados, que rompem as fronteiras tradicionais do sistema educativo e da pesquisa científica e humanística” (CASANOVA, 2006).

2. OBJETIVO GERAL

Aportar conhecimentos teóricos e metodológicos sobre “conceitos e operadores transversais” que podem ser usados como elos epistemológicos, entre as Ciências Naturais e as Ciências Sociais.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

Selecionar fenômenos presentes no mundo social e no mundo natural que permutam a aplicação teórica e metodológica do conceito e operador transversal interação, usando formulações analíticas comuns a ambas.

3. JUSTIFICATIVA DO PROBLEMA

A proposta de se estudar áreas aparentemente díspares como as Ciências Naturais e as Ciências Sociais à luz da Teoria Geral de Sistemas foi impulsionada devido ao modelo paradigmático da Ciência Moderna pautada em dicotomias como ação e reação, causa e efeito, partícula e onda, matéria e energia serem insuficientes para explicar fenômenos de totalidade observados atualmente na Ciência Contemporânea.

A partir do século XX, a ciência moderna que, por vários séculos, estabeleceu um conhecimento dicotômico (**Figura 1**), linear e mecanicista sobre a realidade, começou a apresentar fraturas em seu escopo teórico. As certezas ruíram, os novos paradigmas se fortaleceram levando o modelo científico hegemônico a questionar-se sobre si mesmo.

Novas abordagens e ciências surgiram em torno de princípios como totalidade, unicidade, complexidade, interdependência, simultaneidade e integralidade, onde interpretar a realidade e interpretar o mundo passou a ser um exercício, um desafio, uma sucessão de descobertas que estão nos levando a compreender o universo como um todo interligado, a

natureza como um sistema vivo e o homem como um dos elos dessa corrente complexamente orgânica.

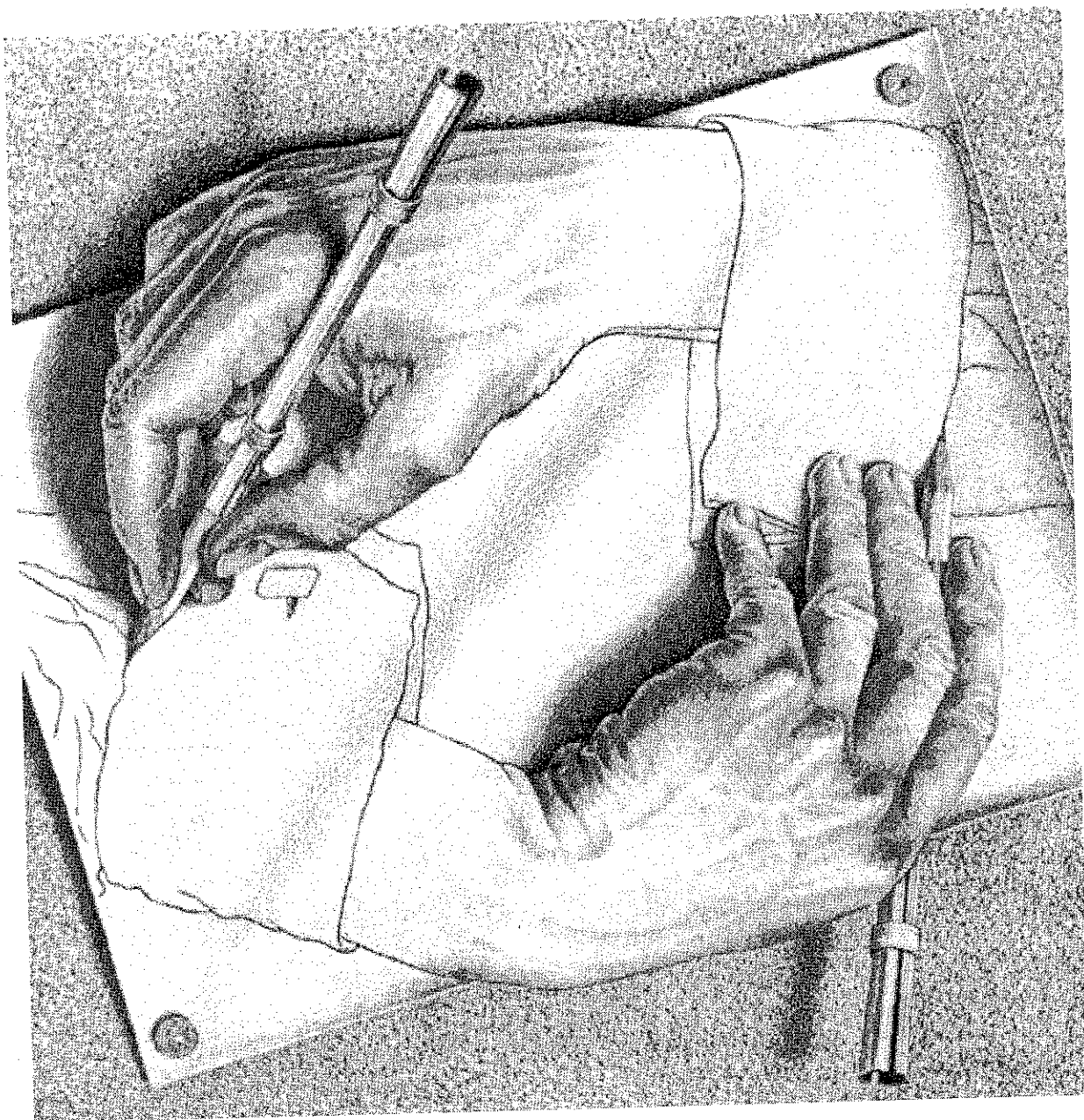


Figura 1. Ilustração da dicotomia criada pela Ciência Moderna e a dúvida sobre qual mão desenha a outra, leva a um raciocínio circular, sem solução, pois a resposta está fora do desenho, ou seja, está em outro nível de realidade. Fonte: Escher, apud in Carneiro (2011).

Vivemos tempos de total complexidade, presenciadas empiricamente na natureza pelas grandes catástrofes, refletindo diretamente nos sistemas sociais, nos sistemas naturais, econômicos, culturais, éticos e políticos. O repertório científico que busca explicar a realidade pela dualidade matéria e energia está esgotado. Desde então, tentar explicar todo esse

complexo de emaranhados põe à prova o polêmico tema da expansão do universo - este fenômeno não se explica nem pela matéria nem pela energia, trata-se de uma realidade bizarra para a ciência (CARNEIRO, 2011).

Se, somos matéria e energia e as “coisas” que estão ao nosso redor também apresentam a mesma composição e a ciência constata que os fenômenos que compõem toda essa ambiência não se respondem mais pela lei de causa-efeito, ação-reação, então qual seria a saída para tal explicação?

Assim, seguindo o raciocínio do questionamento exposto é que a justificativa para a realização deste trabalho está baseada no novo paradigma proposto pelo físico Ludwig Von Bertalanffy (1973) que considera o Todo e suas complementaridades a partir da religação dos saberes, considerando o aporte teórico-metodológico através do uso de operadores e conceitos transversais nas Ciências Naturais e nas Ciências Sociais.

Mediante o exposto, a emergência de um modelo científico que possa responder todas essas questões assusta até aqueles que lidam com fenômenos metafísicos diversos, pois a aceleração dos acontecimentos de expansão do universo pressupõe uma intervenção de fora. A existência de Teorias que sugerem os sistemas abertos, tais como: Teoria do Caos, Teoria da Complexidade e outras tantas relevantes que abordam uso de sistemas não-lineares e longe do equilíbrio propõem uma maneira de produzir ordem através da desordem. Isto causou grande impacto na ciência, representando uma quebra de paradigma, até então sobre a primazia da ciência moderna fundada no pensamento linear-cartesiano.

A observação de Carneiro (2011) é que estudos como os de Prigogine (1989), sistematizados na Teoria da Complexidade, estão levando os cientistas a repensarem todos os processos de degradação – sejam eles ambientais, morais, éticos, econômicos, culturais e políticos – como possíveis de serem reciclados para gerar novos padrões de organização.

O trabalho apresenta dados de regeneração de clareira provenientes do estudo de Jardim (2006), denominado “Avaliação da Dinâmica Florestal após Exploração Madeireira Seletiva” em área da Embrapa (Mojú-PA) o qual apresenta entre seus objetivos gerais, os seguintes: *1- Desenvolver pesquisas básicas para dar suporte ao manejo sustentável de florestas naturais para usos madeireiros e não madeireiros, continuando o monitoramento já iniciado na floresta manejada; 2- Ampliar o estudo do comportamento das espécies arbóreas de terra-firme em condições alteradas de luz, gerando subsídios a futuros planos de manejo sustentável;* que foram denominados no contexto metodológico através do uso da equação de Lotka-Volterra como presa, recurso, floresta, assim como os dados demográficos sobre o

Mojú foram apropriados dos censos do IBGE de 1990, 2000 e 2010 que foram denominados como predador, consumidor, população.

Os objetivos mencionados acima têm pertinência com as relações sistêmicas entre as Ciências Naturais e as Ciências Sociais na via, de operadores e conceitos transversais uma vez que a sustentabilidade não é um processo unilateral disciplinar e univariado. Trata-se de um conceito apropriado à exploração teórico-metodológico da interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e da complexidade.

A importância do trabalho pode ser avaliada pelas contribuições que realiza em dois níveis distintos: (I) como referência bibliográfica para futuros trabalhos que busquem correlacionar áreas aparentemente díspares; (II) como contribuição teórico-metodológico no uso de operadores e conceitos transversais à luz da Teoria Geral de Sistemas, contribuindo para a busca de um novo paradigma de compreensão da realidade.

O resgate histórico para a compreensão da realidade científica se faz necessário, pois é a partir da identificação dos principais marcos históricos que a retórica se torna mais inteligível.

De acordo com Khun (1962), os fatos históricos necessitam, para a clarificação deles, ser enquadrados em alguma moldura proporcionada pela teoria da história. “A trajetória da análise histórica, aliada a elementos da psicologia e da sociologia do conhecimento, permitem identificar um padrão histórico na prática científica”, e propõem uma definição do que seja paradigma:

“São as realizações universalmente reconhecidas, que durante algum tempo fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”

O trabalho não propõe estabelecer um novo paradigma, propõe sim à necessidade de apresentar um “novo” modelo metodológico na fronteira do conhecimento que possa reunir em um único sistema muitas variáveis não lineares (que reúne física, química, biologia, educação, economia, entre outras especialidades), ou seja, as variáveis podem interagir não linearmente.

Mais do que a contribuição teórico-metodológica que a tese propõe, busca também sensibilizar para o “Todo” onde se insere uma parcela dessa problemática que não permeia somente áreas dicotômicas como no caso as Ciências Naturais e as Ciências Sociais. Mas,

sistemicamente, também contribuir para o grande problema da humanidade em tentar vencer não só o poderio bélico, como também tentar vencer a guerra da saúde, da educação, da violência urbana, das grandes catástrofes ambientais e muitas outras que detonam dia a dia a humanidade, gerados fundamentalmente pelo homem, como sujeito biológico e social.

O estudo na vertente de sistemas complexos pode ser aplicado para acabar com essas guerras sociais, onde a própria guerra é um sistema complexo e que demanda uma série de sistemas interagindo.

É nesse rumo, com enfoque na Teoria Geral de Sistemas que o presente estudo apresenta sua contribuição para o que há de mais moderno para o século XXI, onde no Brasil este estudo voltado a sistemas complexos se aplica a todas as áreas do conhecimento, onde não se está formando gente e nem sendo dada a devida atenção. É necessária uma rede de pesquisa para se formar massa critica e se o Brasil não aproveitar essa chance para ingressar nessa área, ficará muito atrás em relação a outros países.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MUDANÇA DE PARADIGMA

Desde a existência do homem na terra algumas indagações acompanham a trajetória do *Homo sapiens*, dentre as quais questionam seu próprio aparecimento na terra. Nessa trajetória algumas Teorias embasam historicamente e demonstram como a Ciência evolui para a quebra de paradigmas.

Faz-se necessário aqui a busca histórica dessas Teorias para a compreensão do trabalho na sua totalidade e para explicitar a origem da vida, a saber, o criacionismo e o evolucionismo.

Sabe-se que a publicação de *A Origem das Espécies* causou grandes comoções e dividiu opiniões. Atualmente, as idéias do naturalista inglês Charles Darwin são majoritárias no campo científico. Todavia, não são unânimes. O criacionismo era aceito por cientistas até hoje considerados de renome tais como Isaac Newton, Johannes Kepler, Louis Pasteur, Boyle e outros (FERNANDES, 2008).

Portanto, difunde-se que o evolucionismo teria posto à prova esta concepção criacionista. A Teoria da Evolução teria conseguido explicar, de modo irrefutável, a origem da vida. Por muito tempo as idéias evolucionistas não foram vistas sob um olhar crítico, tendo-se convertido, segundo consideram alguns, em verdadeiros dogmas.

Durante um longo período de tempo, a Ciência e a Bíblia eram elementos distintos e impossíveis de se misturar como a água e o óleo. Mas foi possível perceber que a Ciência poderia ser utilizada para expressar e confirmar os feitos e maravilhas de Deus para com os homens e finalmente o conceito de crescer “em conhecimento” deixou de ter uma conotação unicamente relacionada à Bíblia propriamente dita, passando a se ligar a todo o tipo de conhecimento que fosse uma ferramenta para a melhoria da vida humana e da defesa da fé (ELLI, 2010).

Posteriormente com o avanço da ciência, outras teorias foram surgindo e aperfeiçoando o processo do conhecimento, agora descobre-se a terra e suas riquezas, o aperfeiçoamento do homem, a descoberta de novas técnicas e métodos de análise ganham força na explicação dos fenômenos.

Uma das grandes descobertas da modernidade foi o heliocentrismo. Hoje o homem moderno vangloria-se e usa esse tipo de conhecimento para reafirmar sua superioridade sobre o homem antigo. No entanto, o geocentrismo não é uma visão atrasada e arcaica do Universo, essa concepção está carregada de um simbolismo que é parte integrante da vida humana. O advento do reconhecimento da teoria heliocêntrica destruiu uma série de crenças antigas que hoje são consideradas apenas superstições sem sentido. O heliocentrismo é mais um passo em direção a perda de sentido da vida humana (PESSOA, 2009).

Com isso, o astrônomo grego Aristarco de Ramos (310 a.C. - 230 a.C.) já havia postulado uma teoria heliocêntrica que não foi levada em consideração. O geocentrismo não só é uma teoria que tem bases sólidas como traz muito mais sentido à vida humana. Se for considerado que um corpo está ou não em movimento deve-se determinar um referencial para este corpo. Se determinarmos como referencial a Terra tudo o mais no Universo passa a movimentar-se em função da Terra que é o referencial em questão.

A teoria heliocêntrica é tão válida quanto a geocêntrica, mas, deslocar o ponto-de-vista de onde realmente se vê o Universo para um astro que se vê mover pelo céu parece loucura.

Em nada diminuiria o conhecimento tendo como base o geocentrismo. O geocentrismo dava a base para diversas crenças e símbolos humanos, como a astrologia. Os

ciclos das estações, das constelações, o caminho do Sol no céu, as fases da Lua, a esfera celeste; todas essas coisas perderam sentido (FERNANDES, 2008).

O homem moderno não se importa com isso, tudo para ele é desprovido de sentido e cada vez mais ele esvazia sua vida de sentido. Esse é o legado do homem moderno, a total impossibilidade de lidar com algo Absoluto, estável. Para ele apenas a mutabilidade importa e é verdadeira. Tudo é relativo. As descobertas que vêm se seguindo desde a Modernidade têm fragmentado cada vez mais o homem. A relatividade, como é compreendida, ao invés de favorecer o conhecimento da mudança, traz consigo a impossibilidade de compreensão da permanência (PESSOA, 2009).

A retórica histórica mostra que os paradigmas científicos não permanecem para sempre. Há momentos na história da ciência em que eles são postos em questão e por fim substituídos por outro paradigma (FEIJÓ, 2003).

São períodos tumultuosos conhecidos como revoluções científicas, então, como se dá a transição do antigo paradigma para um novo? É um processo que vai se consolidando gradualmente na comunidade científica. A nova visão, de início, tende a atrair os mais jovens, até então profissionalmente menos comprometidos com o conhecimento tradicional. Há os mais recalcitrantes, que resistem até o fim e os mais radicais preferem abandonar a carreira de cientista a aderir a uma nova perspectiva (FEIJÓ, 2003).

Não há regras para a mudança de paradigmas. De fato, a transferência de um paradigma para outro pode ser pensada como um processo de conversão, como um par de óculos que se troca para ver um novo mundo. A conversão é induzida por motivos de ordem psicológica, mas há também argumentos pragmáticos para tanto: a nova visão promete dar conta de um número maior de problemas. O motivo psicológico leva em conta o poder subjetivo de persuasão do novo paradigma, a simplicidade, a clareza e harmonia do novo sistema teórico (PEREIRA, 1990).

O novo paradigma é aceito ainda enquanto promessa de sucesso. Ele apenas parece melhor do que os concorrentes, mas, no entanto, não pode ser assegurado. Uma vez assentado o paradigma e eliminados os paradigmas rivais, a ciência volta a trabalhar respaldada por uma unidade de visão.

É nessa visão sobre mudança de paradigma que talvez seja a forma mais fácil de compreender a importância da Teoria Geral dos Sistemas é mostrar de fato, o que ela alterou na ciência. Para isso, é necessário entender como as pessoas e em especial a ciência, pensavam antes da proposição desta teoria e a alteração que ela causou e abordar definições

que possam explicar o paradigma clássico e o “novo” paradigma, o então dito, “sistêmico” (KHUN, 1989).

O paradigma clássico aborda os parâmetros de atuação da ciência moderna e vem perdendo, gradualmente, a sua capacidade explicativa, pois não se considera o “Todo” no processo do *explicandum*. No entanto, não se trata aqui de invalidar o “velho” paradigma, mas sim de reconduzi-lo aos seus limites, pois o mesmo não consegue mais explicar os problemas que são de ordem geral, ou seja, sistêmico (DOMINGUES, 2005).

A crítica então, que deve ser feita não é ao paradigma em si, mas ao seu injustificado expansionismo, à pretensão de que possa alçar-se, do domínio no qual dá perfeitamente conta dos fenômenos, para o domínio do “universal”, tentando tudo explicar (CARVALHO, 1986).

Por outra visão, desde que reconduzido aos seus limites, ao que se propôs um paradigma conserva sempre sua validade. Portanto, a questão paradigmática deve ser considerada a partir dos princípios da recondução aos limites e da complementaridade entre os paradigmas, fazendo com que as duas leituras paradigmáticas não se excluam mutuamente (FEIJÓ, 1994).

A dialética paradigmática vai além de simples questões epistemológicas ou metodológicas, visto que envolve o questionamento dos quadros gnoseológicos (pensamento da realidade) e ontológicos (natureza da realidade) os quais se referem aos princípios fundamentais que regem os fenômenos e o pensamento. Portanto a problemática epistemológica baseia-se nas noções de pluralidade e complexidade dos sistemas físicos, biológicos e antropossociológicos, cuja compreensão requer um outro paradigma – o da complexidade - que por sua vez baseia-se numa outra dimensão – dimensão aberta – que se caracteriza por ser evolutiva, residual, complexa e dialógica (MORIN, 2001).

Portanto, é a partir daí, que a Teoria Geral de Sistemas contraria o método científico definido por René Descartes como sendo analítico, lógico e racional. Até a metade do século XX era assim que se fazia ciência. A grande revolução proposta pela Teoria Geral de Sistemas foi à oposição a forma analítica de se compreender o mundo, apesar de que esta não se opunha à ciência como lógica e racional, ou seja, preservava a visão de ciência como não sendo emocional (GONÇALVES, 2006).

A partir do Renascimento, a ciência para compreender um problema, o subdividia em problemas menores e estes em problemas ainda menores até reduzir o problema maior em algo simples o bastante para ser completamente entendido. Criava-se então um ambiente controlado para que as condições externas não afetassem o experimento. Repetia-se o

experimento até criar uma equação e aí sim, a partir dessa sucessiva fragmentação podia-se explicar o problema.

Porém, a Teoria dos Sistemas propõe que a evolução da ciência passe pela compreensão da situação como um todo, o que implica compreender cada equação ou inequação do sistema, de modo que na resolução do sistema como um todo, todas as etapas sejam conhecidas e consideradas nesse contexto de totalidade (MORIN, 2001).

Entretanto, a forma analítica, fragmentada de pensar, permitiu um grande avanço na física e na química, porém, dificultava o avanço nas ciências sociais, como no caso da psicologia e da administração.

A psicologia, focada no behaviorismo, estudava as reações para cada situação, focando no problema estímulo-resposta. Já na administração de empresas o foco estava em aumentar a eficiência em cada uma das atividades isoladamente, enfatizando o estudo dos movimentos sem mencionar a relação entre todas as atividades da empresa (ROSNAY, 2001).

Já a Teoria dos Sistemas criou uma ciência dimensional, sistêmica e interdisciplinar, buscando conclusões semelhantes as observadas em diversas áreas da ciência, e buscando aplicar algumas soluções de uma área da ciência em outra, como a física já fazia utilizando-se da matemática.

Em suma, a ciência sistêmica explicava fenômenos observáveis reduzindo-os à interação de unidades elementares investigáveis independentemente uma das outras e passou a lidar com sistemas. Uma das figuras mais proeminentes e de destaque da Teoria Geral de Sistemas, Ludwig Von Bertalanffy (1973), salienta esta alteração.

Trata-se então, de uma transformação nas categorias básicas de pensamento na qual as complexidades da moderna tecnologia são apenas uma – e possivelmente não a mais importante manifestação, porém de uma maneira ou de outra, somos forçados a tratar com complexos, com “totalidades” ou “sistemas” em todos os campos do conhecimento. Isto implica em uma fundamental reorientação do pensamento científico (BERTALANFFY, 1973).

Na contribuição da Tese de Feyerabend (1977), é dito que: “Os avanços científicos ocorrem quando as regras metodológicas são postas de lado. A única regra metodológica válida é a de que se deve procurar quebrar as regras. Vale tudo em ciência”.

A ciência avança por meio de rupturas radicais. Quando um novo paradigma é aceito, é porque se entrou em um novo mundo, portanto nenhuma comparação entre paradigmas é possível, o que caracteriza a incomensurabilidade dos paradigmas (FELJÓ, 1994).

A quebra de paradigma é condição *sine qua non* para que a ciência possa evoluir. Para Thomaz Kuhn, em sua seminal obra *A estrutura das revoluções científicas* (1962) essa quebra surge em virtude da época em que o desenvolvimento científico ocorre, ou seja, a história e o paradigma caminham juntos, como irmãos siameses.

Desse modo, se pode discernir sobre paradigma como uma concepção teórica dominante vigente em certa época, dentro de uma dada comunidade científica, conforme comentários interpretativos dos escritos de Thomas Kuhn que fazem André Morin, Gilles Gadoua e Gérard Potvin, na obra de suas autorias *Saber, Ciência e Ação* (2007).

Por outro lado, uma mudança de paradigma, implica numa revisão e numa mudança das referências epistemológicas, pois a mudança paradigmática rebate diretamente na concretização da epistemologia definida como *“reflexão geral em torno da natureza, etapas e limites do conhecimento humano, especialmente das relações que se estabelecem entre o sujeito indagativo e o objeto inerte, as duas polaridades tradicionais do processo cognitivo”*.

A definição retirada do Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa foi incorporada e comentada por Morin, Gadoua e Potvin, sobre as relações teóricas e metodológicas entre Epistemologia e Paradigma.

Para esta tese, a qual se propõe aportar para a evolução paradigmática, entretanto, sem ter a pretensão de ser *unívoca*, exatamente por se tratar de temas surgidos nos tempos recentes do final do Século XX e começo do atual século, ainda em fase do conhecimento exploratório; ainda no *State of Art* teórico-metodológico, por assim dizer.

Até a época presente viu-se que três momentos paradigmáticos foram passados e o quarto momento é vivido nos tempos presente, com a contestação do paradigma dominante desta (última) fase considerado como mecanicista, linear e simétrico, e que ao dominar por quase quatro séculos, criou todo um arcabouço de avaliação positivista que vai desde as relações sociais mais simples, até aquelas que definem e comandam as relações familiares nucleares, alcançando os parâmetros de desempenho escolar fundamental, médio e superior e que chegam finalmente aos métodos de avaliar quantitativamente o sucesso/insucesso econômico local, regional, nacional e mundial.

Portanto trata-se de um paradigma e de uma consequência epistemológica que hoje determina a história da cultura, da arte, da biologia, da economia, da física e até da religião.

As disciplinas são postas como “chaves” do sucesso, embora a maioria das vezes pela própria natureza do conteúdo hermenêutico que encerram, elas não conseguem ultrapassar a causa que responda além do apelo do conteúdo axiomático das mesmas, ou seja, da disciplina e da causa.

Mas um fato é reconhecido pelas comunidades científico-acadêmica mundo a fora: os inúmeros avanços que o paradigma e a epistemologia positivista-linear têm obtido, notórios nos campos da saúde, da produção agropecuária, dos transportes, da eletricidade e da comunicação eletrônica.

Por isso a questão da saída do atual para outro (o novo), paradigma é colocado por Khun (1962) como uma questão pessimista, pois o novo não surge enquanto não mostrar a eficiência do anterior.

Acontece, entretanto que os tempos atuais estão tomados por reações adversas ao equacionamento de causas centrais que embora eficientes nos seus resultados os efeitos colaterais da causa resolvida são às vezes tão impactantes e perversos à vida quanto a manutenção do agente causador do problema no ambiente, daí, por exemplo, a fragilidade do modelo mecanicista na explicação das questões ambientais globais e seus impactos nos sistemas naturais e nos sistemas sociais; sistemas naturais florestais, por exemplo, perturbados, eliminam animais da mata, hospedeiros naturais de vetores epidemiológicos, que se transferem para humanos usando estes como fase do seu ciclo vital.

Na economia capitalista, que tem no modelo mecanicista uma de suas lógicas de justificação, é o mercado (e não o homem como ser social) que impulsionado pelo valor da mercadoria e determinado pela competitividade e pelo lucro quem dá as garantias ao desenvolvimento econômico capitalista, muito embora a alienação dos trabalhadores (pois eles não são donos e nem controlam o processo produtivo) e o desemprego decorrente do uso intensivo de capital sejam efeitos colaterais ainda pouco ou nada considerados no modelo.

Daí a análise marxista tratar o mercado como *fetice*, algo sobrenatural, mágico, capaz de remover todos os males da terra, mas também capaz de separar o homem da natureza, separação que Karl Marx já havia apontado (e denunciado) nos seus *Manuscritos econômicos e filosóficos de 1841* por (Ele) entender que o “homem está na natureza e a natureza está no homem” interação que segundo interpretações de Marx, abre caminhos para métodos sistêmicos, transdisciplinares, capazes de captarem aspectos fundamentais dessa interação, chamadas por ele, de relações (interações) metabólicas.

É bom que se diga que os apelos à metodologia sistêmica é anterior ao escritos filosóficos de Marx. Os filósofos socráticos, sofistas e os platônicos possuíam uma explicação para os fenômenos naturais que iam além da comprovação empírica ou da simples explicação univariável.

Platão era contrário à consistência ontológica do empirismo e daí prantear o exercício da dialética como forma de se alcançar a ciência possível porque tem uma função

crítica, interrogativa, de confrontação e de problematização ao lidar com a pesquisa e a discussão. Não haveria uma só ciência para explicar certo fato, fenômeno ou acontecimento.

A contribuição que este trabalho oferece vai exatamente nessa direção, ou seja, trazer ao tablado acadêmico um problema de escopo sistêmico, que embora tratado a luz de duas teorias que tendo as suas nautas rascunhadas nos primeiros momentos paradigmáticos da história da ciência, recuperados mais de 1000 anos depois, mais precisamente na segunda metade do Século XX, ainda assim levou quase meio centenário para que o mundo acadêmico questionado e pressionado pelas crises ambientais, econômicas e sociais em todos os quadrantes do planeta, inclusive entre nós e principalmente entre nós da Amazônia, passasse considerar tal confronto na sua agenda de ensino, de pesquisa e de extensão.

Ao se juntar duas magnas teorias que tiveram o seu debate iniciado formalmente nos Anos 1960 com as contribuições do biólogo alemão Ludwig Von Bertalanffy e do sociólogo americano Charles Loomis que ao escreverem seus tratados *Teoria Geral dos Sistemas e Teoria dos Sistemas Sociais* respectivamente, colocaram à disposição dos estudiosos *elementos, processos e padrões* que vamos encontrar em ambos os mundos biológicos e sociológicos, exatamente porque são “mundos dos vivos”.

Comensalismo, simbiose, competição, associação, conflito, assimilação, interação, totalidade são processos sociais tanto quanto biológicos, e só se pode entendê-los nos seus *padrões* de ordenamento e organização se forem entendidos como *elementos* geradores de *processos* que se apresentam em todos os reinos da terra: o mineral, o vegetal, o animal e o humano.

Tais possibilidades só podem ser empiricamente viabilizadas se tais manifestações forem apropriadas por epistemologias sistêmicas; a epistemologia com o “exame crítico dos principais métodos que governam as ciências e a escolha de um quadro de referência para o estudo da realidade” e o (paradigma) sistêmico (como porvir) que aumenta a capacidade do pesquisador de “enxergar as relações entre o homem e o mundo que o circunda” (MORIN, GADOUA e POTVIN, 2007).

Entretanto epistemologia e paradigma precisam de uma argamassa para juntá-los em bloco indivisível, fundidos em uma só peça essencial as caminhadas investigativas. Isto nos chega através de busca de *conceitos e operadores transversais* conforme Rosnay (2001). Os conceitos nascem dos paradigmas, enquanto os operadores são variáveis encontradas no mundo real.

4.2 TEORIA DE SISTEMAS NATURAIS

A trajetória histórica reporta que não é de hoje que as inter-relações entre população, recursos naturais e desenvolvimento têm sido objeto de preocupação social e de estudos científicos (HOGAN, 2002).

Desde há muito, as exigências cada vez mais complexas da sociedade moderna vêm acelerando o uso dos recursos naturais, resultando em danos ambientais que colocam em risco a sobrevivência da humanidade no planeta. A história mostra que o homem sempre utilizou os recursos naturais para o desenvolvimento da tecnologia e da economia e, com isso, garantir uma vida com mais qualidade (SOUZA, 2011).

Entretanto, é fácil constatar que essa equação (exploração dos recursos naturais = desenvolvimento econômico e tecnológico = qualidade de vida) não vem se relevando verdadeira. Isso porque os recursos oriundos da natureza estão sendo aproveitados de forma predatória, causando graves danos ao meio ambiente e refletindo negativamente na própria condição de vida e de saúde do homem (MORAES, 2004).

Vale lembrar que os sistemas naturais são sistemas que permitem observar a evolução e a diferenciação à medida que considera a complexidade e a diversidade dos fenômenos sócio-culturais, ambientais, econômicos e o próprio processo de apropriação e o uso dos recursos naturais, disponibilizados no espaço-tempo que constituíram civilizações pré-históricas e a sociedade moderna.

A saber, estes conjuntos de elementos da formação sócio-cultural e as dinâmicas de reprodução econômica e social requerem um caráter interdisciplinar para se aproximar das múltiplas realidades e formular problemas que identifiquem a importância dos sujeitos na formação deste amplo e complexo sistema natural e social.

De acordo com as considerações de Khun (1982), nas Ciências Naturais há um grau de consenso e unidade maior que nas Ciências Sociais; e que a uniformidade do pensamento nessas ciências não é de hoje, conforme lhe revelaram seus próprios estudos históricos.

Desta forma, a inserção da visão de ciclos de acumulação sistêmica como elemento analítico auxilia na fundamentação sobre o grau de articulação interna e externa do sistema natural no âmbito da organização econômica e social estabelecida por segmentos e sujeitos que mobilizam as forças de coesão e unidade do sistema (ARRIGHI, 1996).

Isto permite compreender o significado das inter-relações do sistema natural com os sistemas sociais e como são construídas as fases de transição entre sistemas naturais. Há uma preocupação em evidenciar como essas relações se concretizam em termos de contribuições, interações, ações, além de outras questões que possam ser consideradas no âmbito de uma análise de sistema aberto.

No sistema sociocultural como sistema aberto a condição de equilíbrio não é supostamente alcançada, pois as constantes reações emergentes ou complementaridades repercutem no processo de elaboração.

Assim, outra característica de sistema aberto é evitar o aumento de entropia mantendo-se em estado estacionário para poder desenvolver mesmo no sentido de estados de ordem-desordem e organização crescentes (ARRIGHI, 1996).

É assim que a exemplo dos últimos dez anos o manejo local comunitário dos recursos naturais – água, solo, floresta e fauna - tem se tornado um tema recorrente, muito embora a relação entre a comunidade e os recursos naturais se faça levando em consideração apenas alguns dos aspectos implicados nessa relação. A literatura conseqüente tem apontado o manejo comunitário, ora um sucesso, ora um fracasso (TOURINHO, 2008).

De um modo geral se pode afirmar que a prática comunitária de manejo sustentável de um recurso natural, ao nível que se vem praticando, carece de aporte sistêmico tanto de natureza teórica, quanto de natureza metodológica. Tanto da ecologia complexa (MORIN, 2001) quanto da sociologia multidimensional (ALEXANDER, 1998).

Dai se pode afirmar que o sucesso quando ocorre é acidental, e o fracasso evidencia o desconhecimento dos praticantes, sobre o aporte que a ecologia e a sociologia podem proporcionar (TOURINHO, 2008).

A Teoria Geral dos Sistemas conduz a “noção-mestra” da natureza como total biótipo (base geográfica/território) + biocenose (interações entre seres vivos e vida vegetal). Essas interações são alteradas pela ação humana presente em ambas as identidades do ecossistema, ou seja: “o homem esta na natureza e a natureza esta no homem” (PENA-VEGA, 2003).

A sociologia ensina que relações devem ser abordadas através de um sistema de referência onde paradigmas lógicos fundamentam conceitos e estes as definições, facilitando assim o enquadramento dos fatos ou fenômenos, quanto a suas propriedades sociológicas (FERRARI, 1983).

O despertar ecológico nos remete à Religação dos Saberes para colocar o desafio do encontro de uma epistemologia que traga de volta o “paradigma perdido” das relações

profundas e sistêmicas entre as ciências da natureza e as ciências sociais (MORIN, 2001; PENA-VEGA, 2003).

Não obstante o meio ambiente (meio de atuação da interação do homem) tem sido com frequência caracterizado como o conjunto de recursos naturais que se dispõe, de cuja preservação depende a continuidade de todas as espécies, inclusive humana. Muito embora o conceito de dependência esteja hoje razoavelmente claro, porém é pouco lembrado que essa dependência decorre, de fato, de uma interdependência entre as espécies vivas, e entre estas e as condições sociológicas de cada habitat em constante transformação (LIEBER, 2003).

Nesse sentido a “preservação” de qualquer espécie, a rigor, depende inevitavelmente de ações determinadas, decorrentes da ação antrópica, uma vez que a “preservação” em si não é um fenômeno natural, como sugere Darwin (1877). Isto porque, o homem não se obriga à sobrevivência do mais apto, pelo contrário, a condição de “cultura” distingue-se pela atenção particular em prol dos menos dotados ou despossuídos. É isto, em última análise, que justifica o dispêndio de recursos e esforços para preservação ambiental, bem ao contrário do propagado no discurso utilitarista vigente (LIEBER & ROMANO-LIEBER, 2001).

Acontece que, todavia, por força do objetivismo, ou por decorrência de um pragmatismo voltado aos fins a ação antrópica não alcança a sua plenitude. Prova disto é o fato de se conviver com uma concepção dual de “ambiente”, como se a preservação dos “seres vivos” do lado de fora e do lado de dentro do sistema pudesse ser diferente (LIEBER & ROMANO, 1997).

Ou ainda, que um ser vivo em particular (o homem) pudesse estar excluído desse objeto de preservação. “Ambiente” ou “meio ambiente” não pode ser entendido como algo limitado aos aspectos sólidos, líquidos e gasosos deste, mas sim como a totalidade do mundo físico que rodeia o homem, inclusive os outros homens e suas inter-relações, tais como o processo produtivo (LIEBER, 2003).

Portanto, a intervenção do homem no meio ambiente enquanto processo sempre foi uma diligência histórica. Sustentada por razões de sobrevivência e, mais tarde, pela materialização das idéias e das concepções de mundo, os recursos naturais e as demais espécies sempre foram concebidos para fins de exploração, pouco ou raramente de preservação (THOMAS, 1989).

Por isso, transcender o modelo cartesiano de concepção mecanicista da vida corresponderá a uma importante revolução nas Ciências Naturais – tanto conceitualmente

quanto em sua organização – tal revolução estará fadada a ter um forte impacto no desenvolvimento futuro da biologia (CAPRA,1997).

4.3 TEORIA DE SISTEMAS SOCIAIS

A teoria dos sistemas sociais tem como objeto de estudo os sistemas *autopoiético*⁶ sociais. Além da sociedade, organizações e interações fazem parte dos sistemas sociais e assim têm capacidade autopoiéticas, além de outras características comuns e são comparáveis entre si.

Contudo, o principal fator em comum entre os sistemas sociais é o fato de que a sua operação básica é a comunicação. Assim, a comunicação é o fator de operação genuinamente social. Ela é autopoiética porque pode "ser criada somente no contexto recursivo das outras comunicações, dentro de uma rede, cuja reprodução precisa da colaboração de cada comunicação isolada".

Portanto os Sistemas sociais se formam autocataliticamente⁷ para reduzir a complexidade do mundo - o "mundo" que representa a unidade entre sistema e meio, e que contém todos os sistemas e todos os meios (BUCKLEY, 1976).

Por isso a função principal dos sistemas sociais é a de reduzir a complexidade do mundo de tal maneira que ela possa ser entendida pelas pessoas ou sistemas psíquicos – na linguagem da teoria dos sistemas é assim definida como um conjunto de elementos que devido a restrições iminentes à capacidade de enlace, torna impossível combinar cada elemento ao mesmo tempo com cada elemento. Ou seja, em outras palavras, complexidade é o conjunto dos possíveis estados e acontecimentos de um sistema (FERRARI, 1983).

Assim, a complexidade do Todo é sempre maior do que a complexidade de um sistema, que por outro lado, precisa de um grau de complexidade que lhe permita a redução da complexidade no seu meio. Para sistemas sociais a redução da complexidade do mundo se traduz no problema de como enfrentar a dupla contingência⁸.

⁶Capacidade de auto-produção.

⁷Auto-produção das partes para manutenção e funcionamento do sistema (auto-regeneração).

⁸ É uma noção utilizada em filosofia, epistemologia, física, biologia, sociologia, informática ou ciência da informação. A definição varia significativamente segundo a área de conhecimento. Trata-se de uma visão interdisciplinar acerca dos sistemas complexos adaptativos, do comportamento emergente de muitos sistemas, da complexidade das redes, da teoria do caos, do comportamento dos sistemas distanciados do equilíbrio termodinâmico e das suas faculdades de auto-organização.

Contudo, o conceito de sistema social se distingue do conceito ontológico do sistema, o qual se resumia na “interdependência das partes num conjunto de uma totalidade” e considera os sistemas sociais como “uma conexão de sentidos e ações sociais, que se referem umas as outras e se deixam delimitar de um meio de ações não pertinentes” (KOENING, 1988).

Com isto, o “sentido” passa a ser uma categoria central na formação e diferenciação dos sistemas sociais. Sentido este, entendido como a forma de ordenamento das vivências humanas permitindo a compreensão e redução da complexidade.

Pode-se assim distinguir três tipos de sistemas sociais:

Os sistemas de interação (1) que ocorrem pelo contato entre pessoas, são sistemas eventuais, quando o contato se encerra, dissolve-se também o padrão de interação. Os sistemas organizacionais (2) são definidos por regras de pertencimento, através de condição de membro, sócio. A participação e a exclusão em tal sistema são definidas por regras precisas. E, por fim, os sistemas sociais (3) que são considerados um tipo de sistema especial (BUCKLEY, 1976).

Dentre todos os tipos de sistemas sociais, a sociedade é o sistema social mais abrangente de todas as ações comunicativas apreensíveis. A complexidade neste tipo de sistema segue um dos pontos essenciais. Somente com mais complexidade é possível reduzir complexidade. Assim, é preciso uma teoria da sociedade complexa, mas concebida como um instrumento de redução de complexidade (LOOMIS, 1960).

E só uma teoria que possa abranger todos esses conceitos complexos pode tentar explicar tantos fenômenos simultâneos que permeiam tanto as Ciências Naturais quanto as Ciências Sociais, é nesse emaranhado teórico que se propõe a Teoria Geral de Sistemas.

A teoria proposta considera os sistemas como autopoieticos, autoreferentes e operacionalmente fechados, é um traço característico de todo sistema vivo e que significa a capacidade do sistema de elaborar a partir dele mesmo, sua estrutura e os elementos de que se compõe (BERTALANFFY, 1973).

Não só sistemas biológicos são autopoieticos, mas também psíquicos e sociais são autopoieticos. São sistemas que produzem e reproduzem seus próprios elementos, dos quais são constituídos.

Os Sistemas que se auto-reproduzem são autoreferentes, ou seja, produzem constantemente sua própria constituição, portanto o sistema é composto de comunicações e não de pessoas. Apenas comunicação produz comunicação. Na comunicação o sentido é o pré-requisito básico e é a comunicação que produz **interação**.

Nos sistemas sociais, por exemplo, só é considerado o fator de interação quando a comunicação se faz presente, seja ela pessoa-pessoa ou pessoa-instituição, órgão, departamento, etc. A mesma relação (interação) pode ser observada nas Ciências Naturais, isso não quer dizer que o homem tenha que se comunicar pelo meio da expressão oral com a natureza, mas essa comunicação pode ser observada nas relações de extração de recurso, como por exemplo, o madeireiro, pesqueiro, extrativista, etc.

Em suma é o sentido que diferencia a seleção das possibilidades, logo, tem função de seleção e ordenamento.

Logo, é através da teoria dos sistemas sociais que se pode realizar a análise complexa do Todo, sobrepondo-se as formas clássicas dentro da sociologia, pois enfoca na complexidade e adapta-se à multicentralidade, sem impor um ponto de apoio para a observação do mundo, seja a socialização, as trocas energéticas ou as lutas entre capital e trabalho (LOOMIS, 1960).

Os conceitos de sistemas que mais influenciaram na teoria social foram os de Parsons (1968) que constituiu um importante mecanismo das modernas sociedades compostas pelas organizações formais – “estruturas planejadas” para a mobilização do poder visando a consecução de objetivos coletivos.

Portanto, todo sistema apresenta necessidades básicas, pois cada organização deve apresentar estruturas que permitam a constante adaptação ao ambiente e condições de mobilizar insumos para o contínuo funcionamento.

Tal entendimento pode ser utilizado para as Ciências Naturais, pois da mesma forma como se altera a natureza pelo homem o homem também é modificado pelo meio ambiente e ambos precisam continuamente estar trocando insumos em forma de matéria e energia para o equilíbrio dos sistemas e manutenção da vida.

A teoria dos sistemas sociais foi embasada em alguns conceitos da microbiologia, física e cibernética e seus pressupostos se distanciaram com o tempo das teorias funcionalistas. A relação dos conceitos das ciências naturais para com as ciências sociais não é de hoje, embora o caminho percorrido até agora ficasse restrito as partes dessa evolução dialética entre o antropocentrismo⁹ e o ecocentrismo¹⁰ (LUHMANN, 1995).

⁹ Filosofia que considera o homem como centro do universo.

¹⁰ Filosofia que considera a natureza o centro do universo.

Na abordagem sistêmica a visão de mundo pode ser organizada a partir da relação das partes ao seu todo e pode ser utilizada pelos sistemas biológicos, sistemas psíquicos e sistemas sociais, onde acontecem reações simultâneas e efêmeras a cada instante em que operam nas comunicações do sistema. Por isso, a estrutura social é uma disposição ordenada de partes ou elementos que compõem um conjunto permanente de relações que ligam pessoas e diferenciam ao mesmo tempo indivíduos e classes pelo seu papel social (PARSONS, 1968).

Com isso, o enfoque sistêmico ganha sentido à medida que se pensa o sistema social como um conjunto de trocas regulado pela interação entre um meio e seu ambiente. Tão logo, o sistema social está ligado às questões de poder e em específico as relações de classe que envolvem produção (HABERMAS, 1999).

4.4 CONCEITOS E OPERADORES TRANSVERSAIS

O uso de conceitos e operadores transversais, tais como: cooperação, acomodação, assimilação, conflito, interação, competição e totalidade, são elementos que estão presentes na natureza e na sociedade, portanto nas ciências naturais e nas ciências sociais, porém no caso teste formulado neste trabalho só será demonstrado o caso da interação.

Para a compreensão desses conceitos e operadores, os saberes das ciências e suas contribuições devem ser abordados para estabelecer elos entre as ciências naturais e as ciências sociais tomando por base a relação entre a abordagem analítica dos saberes e a abordagem sistêmica.

Usualmente as pesquisas existentes abordam os resultados pelo método analítico, mas o avanço da ciência nos últimos anos permitiu a análise das relações por uma abordagem sistêmica que permite organizar os conhecimentos de forma mais abrangente, constituindo não mais um fator isolado mais uma rede de inter-relações que influenciam indiretamente no resultado final, isto é, compreender não mais somente pela análise, mas também pela síntese (SOUZA, 1998).

A abordagem analítica conduziu até pouco tempo, a percepção dos fatos pela fragmentação, pelo compartimento isolado das partes, pela especialização dos saberes rumo a um esmigalhamento dos saberes, seguindo um caminho linear, pautado na relação de causa e efeito.

Contudo, a abordagem analítica e a abordagem sistêmica são complementares. A primeira focaliza sobre os elementos, as partes isoladas, considera a natureza das interações, a outra se importa pelas interações entre eles e o reflexo em seus efeitos. A riqueza de detalhes, o controle local através de experimentos, é elementar para a analítica, já a percepção global é de natureza sistêmica. A primeira é independente da duração, enquanto que a segunda integra, considerando a complementaridade, as redes interconectadas (CASANOVA, 2006).

É intrínseca da abordagem analítica a validação dos fatos por provas experimentais apoiados por uma teoria, por protocolos de pesquisa como se fosse uma receita de bolo, já a abordagem sistêmica caracteriza-se pela comparação do funcionamento do modelo com a realidade que a permeia.

O reducionismo pautado na fragmentação dos saberes restringe-se a certo número de disciplinas aleatórias, é uma abordagem de natureza mecanicista, muita das vezes alienada e controlada. Porém, a abordagem sistêmica baseia-se em relações de interação, redes de conhecimento entre os fenômenos, considera a evolução e suas relações no tempo, considera o todo pelo todo (MORIN, 2001).

A complementaridade existe entre as duas, a abordagem analítica permite visualizar as relações de causa e efeito isoladas do processo total de acontecimentos, a sistêmica permite a religação dos saberes sobre um referencial de acontecimentos, a desfragmentação do conhecimento, a relação com o meio ambiente, favorecendo um exercício da análise e da lógica.

Tanto as Ciências Naturais quanto as Ciências Sociais apresentam características comuns aos sistemas complexos o que possibilita o uso de conceitos e operadores transversais. Como sistemas complexos eles são abertos sobre seu meio ambiente, isto é, são atravessados por fluxos de processos materiais, de informações e de energias em interação com o ecossistema ao qual estão inseridos. Esses processos comuns geram possibilidades de emprego em ambos sistemas de conceitos transversais (CASANOVA, 2006).

As características desses sistemas são as variedades dos elementos que os constituem e que estão em interação permanente. Os níveis de organização e a presença de redes de comunicação são igualmente uma constante.

Com o passar do tempo foi ficando cada vez mais evidente que para a religação dos saberes ser de fato um exercício de avanço da ciência, a percepção que antes se dava das partes para o todo seguindo uma lógica de relação de causa e efeito, matéria-organismo, processo-significado da percepção linear, deve ser complementada com uma visão mais ampla do conhecimento, mais global em nível de sistemas integrados e principalmente, promover a cultura da complexidade que rege as relações vivas.

Portanto, ao tratar a questão sobre o emprego de “conceitos e operadores transversais” e como fazer para estabelecer elos entre diferentes conhecimentos, a abordagem sistêmica permite organizar os conhecimentos de maneira diferente e compreender não mais pela análise, mas também pela síntese (ROSNAY in MORIN, 2001).

No estudo em pauta, três conceitos inicialmente podem ser tratados como “operadores transversais”, são eles: a Interação, a Competição e a Totalidade todos eles presentes (e identificáveis) na sociedade e na natureza, podem receber apoio teórico e metodológico de ambas teorias de sistema, ao expor a aplicação e as analogias do “modelo orgânico” como um dos modelos (**Figura 2**) de sistemas sociais (BUCKLEY, 1976).

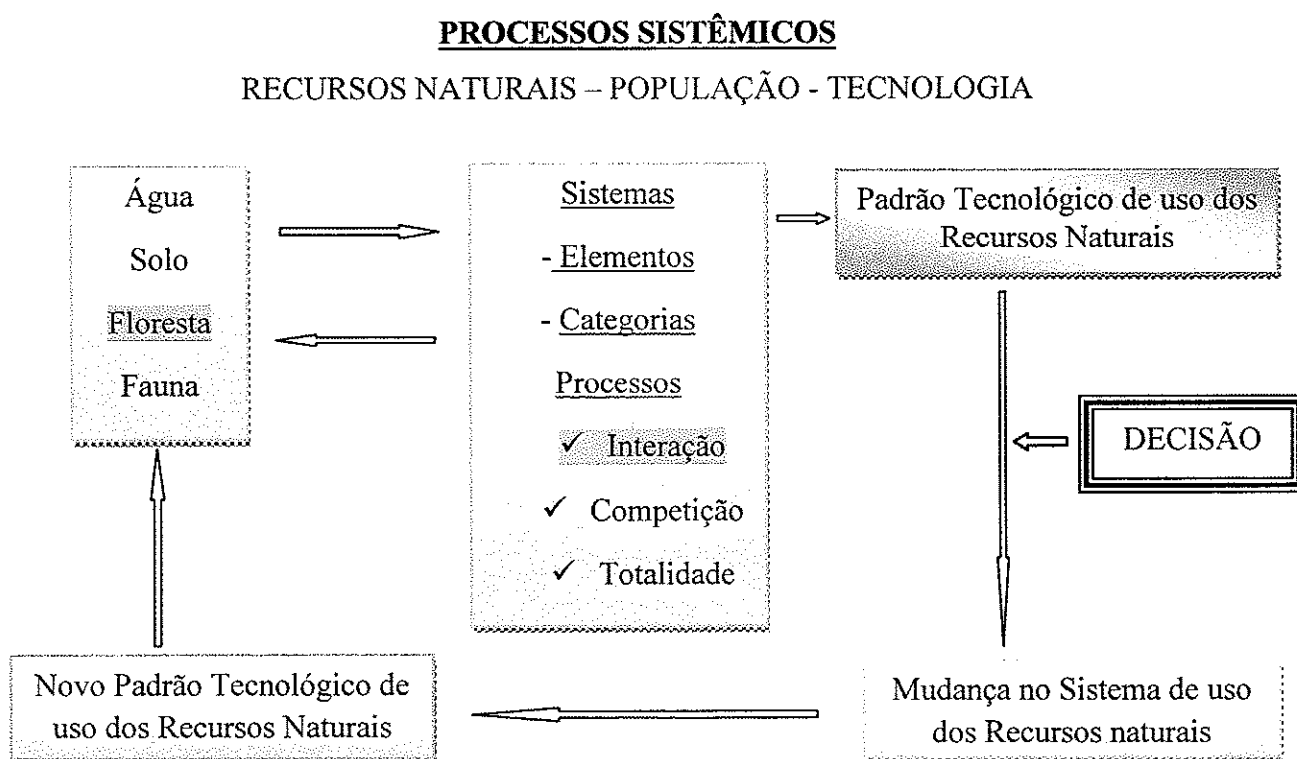


Figura 2. Modelo esquemático dos processos interativos entre a comunidade e os recursos naturais, segundo David Drew (1989), modificado por Tourinho (2008).

Figura 2. Modelo esquemático dos processos interativos entre a comunidade e os recursos naturais, segundo David Drew (1989), modificado por Tourinho (2008).

O paradigma, modelo ou esquema conceitual apresentado na **Figura 2** permite visualizar de modo didático os processos interativos entre comunidade e o uso dos recursos naturais onde se pode derivar conceitos, pressuposições, procedimentos, propostas e problemas surgidos das relações estabelecidas entre população e recurso natural (TOURINHO, 2008).

O uso de paradigmas para se analisar as relações complexas, possibilita que se tratem as informações qualitativas com a precisão da análise quantitativa por meio das codificações dos conceitos e definições (MERTON, 1957).

4.4.1 Interação

Todo e qualquer sistema é definido como um complexo de elementos em interação. A interação significa que os “elementos” ou eventos P estão em relações R , de modo que o comportamento de um elemento de P em R é diferente de seu comportamento em outra relação R' . A sociologia classifica o fenômeno da interação como “the core datum of sociology” descrevendo (também) como qualquer evento que influencia a manifestação do outro (evento, sujeito, etc). Interação é, portanto, um conceito permeável e transversal a essas duas áreas do conhecimento (BERTALANFFY, 1975).

4.4.2 Totalidade

Um sistema seja ele natural ou social comporta-se como um *todo*, no qual as variações de qualquer elemento dependem de todos os outros. Qualquer variação em uma quantidade Q_1 é função das quantidades de todos os elementos, Q_1 a Q_n . Por outro lado, a variação de um certo Q_1 determina a variação de todos os outros elementos e do sistema total,

ou seja, a totalidade expressa o equilíbrio do sistema. Nas ciências sociais os fenômenos sociais totais são retomados como unidades indivisíveis e imutáveis em que estão presentes todos os níveis da realidade social (BERTALANFFY, 1975).

4.4.3 Competição

Também permeia as ciências sociais e as ciências naturais. Trata-se da “luta” (embora não seja conflito) pelo mesmo espaço, objetivo e metas. Significa que certa característica Q_1 pode se expressar como função de potencia de outra característica Q_2 . Há equações que analisam a competição entre espécies ou mesmo a competição dentro de um organismo, competição de duas espécies pelos mesmos recursos (mais fatal do que a relação predador-presa, isto é, a parcial aniquilação de uma espécie pela outra). Pode-se conceituar a competição em essência, como a luta pela permanência em determinado ambiente (BERTALANFFY, 1975).

5. COMPLEXIDADE DOS SISTEMAS

Em todo o universo não existe nada em separado, fragmentado, compartimentado. Tudo está conectado, interligado. Com isso dissipa-se todas as noções de partes separadas, pertencemos a uma só teia ou um único complexo tecido de eventos no qual várias relações não lineares se combinam, tanto se alternando quanto se contrapondo.

Como nas relações de troca há uma incessante interconectividade entre todos os elementos da totalidade, não há nada que não se complemente em todo o universo. Isso dá a essência do processo quântico, das relações metabólicas existente entre as ciências (TOURINHO, 2008).

Cada evento recebe influência direta de todo o universo em que se torna impossível descrever com exatidão quais as relações totais que estão envolvidas em um único processo. A ciência clássica possui como um método de explicação dos fenômenos naturais a observação a partir do seu isolamento do todo o que possibilita a riqueza de detalhes da análise.

Na abordagem sistêmica uma das mais importantes propriedades é a troca contínua de matéria e energia na busca incessante de um equilíbrio que em certas circunstâncias pode surgir sendo conhecido como equilíbrio dinâmico.

Tão logo, quanto mais cresce um sistema, quanto maior a rede de comunicação, maior é o caminho de sua interação. Muitas organizações (elementos, processos e fenômenos) crescem além de seu limite crítico, promovendo instabilidade no sistema, revelando assim padrões não estáveis, desequilibrados (BERTALANFFY, 1968).

Quanto mais um sistema vivo é autônomo, mais é dependente do ecossistema, essa autonomia supõe a complexidade, a qual por sua vez, supõe uma grande riqueza de relações de toda espécie com o meio ambiente.

A complexidade sistêmica tem por propriedade apresentar alternativas interpretativas para a lei da entropia máxima, que prevê uma inexorável e gradativa passagem de um estado de ordem para uma situação de desordem no sistema.

A primeira e fundamental complexidade do sistema consiste na conjugação da unidade e da diversidade, propondo que “um sistema é uma unidade global, não elementar, visto que é constituído por partes diversas e inter-relacionadas” (MORIN, 2001b).

Os sistemas complexos não só devem adaptar-se ao seu entorno, mas, à sua própria complexidade, pois devem fazer frente a improbabilidades e deficiências internas. Os sistemas complexos se vêem, portanto, obrigados à auto-referência no duplo sentido: de uma própria adaptação à uma própria complexidade.

Para se propor o pensamento sistêmico no entendimento das relações homem - natureza é necessário possibilitar uma visão global da integração de quatro perspectivas: forma, matéria, processo e significado. O que consiste reconsiderar as relações que se apresentam, ao focalizar as formas de comunicação e de interação que se estabelecem (CAPRA, 1997).

Na atual conjuntura os problemas que emergem são globais, transversais, multifatoriais e multidimensionais. Uma das formas para chegar a uma compreensão mais pertinente desses problemas só acontecerá no momento em que todos os homens na busca de soluções caminharem rumo à ampliação dessa visão ou pelo menos se permitirem conhecer a “nova” proposta (GONÇALVES, 2006).

Essa tentativa não se detém em somente justapor os conhecimentos, mas organizá-los em idéias gerais, aportes metodológicos que sejam elos epistemológicos rumo a religação dos saberes. São idéias refletidas ou visualizadas através de uma leitura de experiências de mundo que reuna os saberes, as partes ao todo e, evidentemente, o todo às partes.

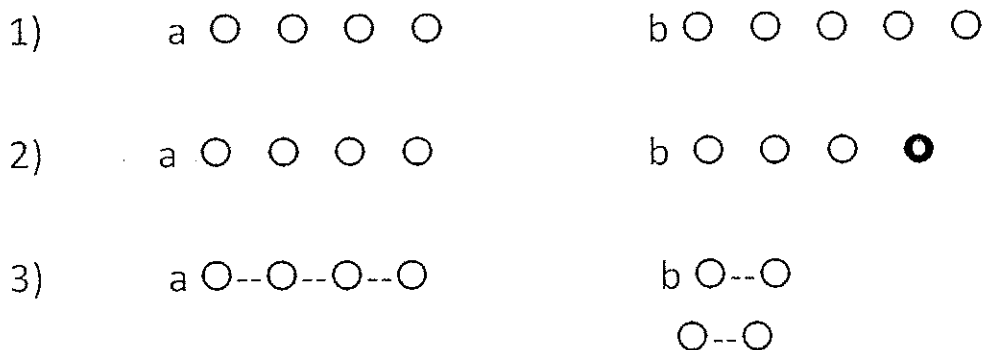
O olhar sistêmico institui e enfatiza que todos os aspectos dos diferentes saberes devem ter um mesmo valor, possibilitando a criação de um equilíbrio dinâmico entre as partes articuladas. Estaria assim atingindo a homeostase do sistema mantendo o equilíbrio do todo e atendendo as necessidades das partes (TOURINHO, 2011).

Portanto, deve-se ampliar o olhar na direção do pensamento complexo, que não somente contextualiza os fenômenos ocorrentes, mas (re) considera as relações, inter-relações, implicações mútuas em suas multidimensões, respeitando as diversidades e a unidade ao mesmo tempo.

6. OS SISTEMAS EM TERMOS MATEMÁTICOS ELEMENTARES - O PAPEL DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMULTÂNEAS NO USO DE CONCEITOS E OPERADORES TRANSVERSAIS: O CASO DA INTERAÇÃO*

Ao tratar de complexos de “elementos” (Figura 3) para exemplificar conceito de sistema em termos matemáticos elementares, três possíveis distinções podem ser feitas:

- 1- *De acordo com o seu número;*
- 2- *De acordo com sua espécie;*
- 3- *De acordo com as relações dos elementos.*



- Casos 1 e 2: o complexo pode ser entendido como a soma dos elementos considerados isoladamente;
- Caso 3: não somente os elementos devem ser conhecidos, mas também as relações entre eles;
- Características do primeiro tipo: podem ser chamadas de *somativas*;
- Características do segundo tipo: podem ser chamadas *constitutivas*.

Figura 3. Exemplos de complexos de “elementos” para demonstrar conceito de sistema em termos matemáticos elementares. Fonte: Bertalanffy, (1975).

*No caso da Tese os elementos que compõem a interação são provenientes dos dados de população (IBGE, 1990, 2000 e 2010) e Regeneração Florestal (JARDIM, 2006). Explicações “ipselitere” do capítulo do livro de Bertalanffy, (1975), p. 82-86.

Pode-se dizer que as características somativas de um elemento são aquelas que se mostram idênticas dentro e fora do complexo. Podem ser obtidas por meio da soma das características e do comportamento dos elementos conhecidos isoladamente.

As características constitutivas são aquelas que dependem das relações específicas no interior do complexo. Para compreender estas características devemos, por conseguinte conhecer não somente as partes, mas também as relações. Para compreender o significado da expressão “o todo é mais que a soma das partes” consiste em dizer que as características constitutivas não são explicáveis a partir das características das partes isoladas.

Portanto, as características do complexo, comparada às dos elementos, parecem “novas” ou “emergentes”. Porém, se for conhecido o total das partes contidas em um sistema e as relações entre elas, o comportamento do sistema pode ser derivado do comportamento das partes. Pode-se dizer enquanto se pode conceber uma soma como sendo composta gradualmente, um sistema, enquanto total de partes com suas inter-relações, tem de ser concebido como constituído instantaneamente.

Fisicamente, estes enunciados são triviais; mas podem tornar-se problemáticos e conduzir a concepções confusas em biologia, psicologia e sociologia somente por causa de uma interpretação errônea da concepção mecanicista, uma vez que existe a tendência para a resolução dos fenômenos em elementos independentes e cadeias causais, enquanto as inter-relações eram deixadas de lado.

Em um desenvolvimento rigoroso a teoria geral dos sistemas seria de natureza axiomática, isto é, as proposições que exprimem propriedades e princípios dos sistemas deveriam ser deduzidas da noção de “sistema” e de um adequado conjunto de axiomas.

Um sistema pode ser definido como um complexo de elementos em interação. A interação demonstra que os elementos p estão em relações R , de modo que o comportamento de um elemento p em R é diferente de seu comportamento em outra relação R' . Se os comportamentos em R e R' não são diferentes, não há interação, e os elementos se comportam independentemente com respeito às relações R e R' (BERTALANFFY, 1975).

Matematicamente, um sistema (**Figura 4**) pode ser definido de várias maneiras, como no caso do presente estudo o sistema de equações diferenciais simultâneas. Designando uma certa medida dos elementos p_i ($i = 1, 2, \dots, n$), por Q_i , estas, para um número finito de elementos e no caso mais simples, serão da forma:

$$dQ_1/dt = f_1 (Q_1, Q_2, \dots Q_n)$$

$$dQ_2/dt = f_2 (Q_1, Q_2, \dots Q_n)$$

$$dQ_n/dt = f_n (Q_1, Q_2, \dots Q_n)$$

Figura 4. Exemplo de sistema de equações diferenciais simultâneas proposto por Bertalanffy (1975).

A alteração de qualquer medida Q_i é portanto função de todas as Q , de Q_1 a Q_n . Inversamente, a alteração de qualquer Q_i acarreta a alteração de todas as outras medidas e do sistema enquanto totalidade.

Os sistemas de equações desta espécie são encontrados em muitos campos e representam um princípio geral da cinética e é a expressão geral da lei de ação das massas, o mesmo sistema foi usado para relacionar problemas demográficos (SKRABAL, 1949; LOTKA, 1956).

O mesmo acontece com as equações usadas para a cinética dos processos celulares e a teoria da competição no interior de um organismo (SPIEGELMAN, 1945).

Esta definição de sistema não é de modo algum geral. Faz abstração de condições espaciais e temporais, que seriam expressas por equações diferenciais parciais. Abstrai também da possível dependência dos acontecimentos da história anterior do sistema. A consideração deste aspecto transformaria o sistema em equações integro-diferenciais. A introdução destas equações teria um significado definido, o sistema considerado seria não somente uma totalidade espacial, mas também temporal.

Apesar destas restrições, a equação pode ser usada para examinar várias propriedades gerais dos sistemas. Embora nada seja dito sobre a natureza das medidas Q_i ou das funções f_i , isto é, sobre as relações ou interações no interior do sistema, é possível deduzir alguns princípios gerais.

7. O CONCEITO DE INTERAÇÃO NAS CIÊNCIAS SOCIAIS E NAS CIÊNCIAS NATURAIS

O homem é um ser natural, isto é, ele é um ser que faz parte da natureza; não se pode conceber o conjunto da natureza sem nela inserir a espécie humana. Do mesmo modo que se constitui em ser natural, o homem diferencia-se da natureza e para sobreviver ele precisa com ela relacionar-se já que dela provêm às condições que lhe permitem perpetua-se enquanto espécie; não se pode, portanto, conceber o homem sem a natureza e nem a natureza sem o homem (MARX, 1984).

Na busca das condições para sua sobrevivência, o ser humano – assim como outros animais – atua sobre a natureza já que, através dessa interação, satisfaz suas necessidades; no entanto, a relação homem-natureza diferencia-se da interação animal-natureza no que diz respeito à forma de atuação.

A atividade dos animais, em relação à natureza, é biologicamente determinada; a sobrevivência da espécie se dá através de sua adaptação ao meio. O animal limita-se à imediatez das situações, atuando de forma a permitir a sobrevivência de si próprio e a de sua prole; isto se repete, com mínimas alterações, em cada nova geração (ANDERY et al., 1992).

Por mais sofisticadas que possam ser as atividades animais – por exemplo, a casa feita pelo joão-de-barro ou a organização de um formigueiro – elas ocorrem com pequenas modificações na espécie, já que a transmissão da “experiência” é feita quase exclusivamente pelo código genético.

O mesmo se pode dizer em relação às modificações que provocam na natureza, por mais elaboradas que possam parecer. Assim, se a atuação do animal sobre a natureza permite a sobrevivência da espécie, isso se dá em função de características biológicas, o que

estabelece os limites da possibilidade de modificações que a atuação do animal provoca seja na natureza, seja em si próprio (ANDERY, et al., 1992).

O homem também atua sobre a natureza em função de suas necessidades e o faz para sobreviver enquanto espécie. No entanto, diferentemente de outros animais, o homem não se limita à imediatez das situações com que se depara; ultrapassa limites, já que produz universalmente (para além de sua sobrevivência pessoal e de sua prole), não se restringindo às necessidades que revelam no aqui e agora.

A ação humana não é apenas biologicamente determinada, mas se dá principalmente pela incorporação das experiências e conhecimentos produzidos e transmitidos de geração a geração; a transmissão dessas experiências e conhecimentos – através da educação e da cultura – permite que, no homem, a nova geração não volte ao ponto de partida da que a precedeu (ROSNAY, 2001).

A atuação do homem diferencia-se da do animal porque, ao alterar a natureza, através de sua ação, torna-a humanizada; em outras palavras, a natureza adquire a marca da atividade humana. Ao mesmo tempo, o homem vai se construindo, vai se diferenciando cada vez mais das outras espécies animais (ANDERY, et al., 1992).

A interação homem-natureza é um processo permanente de mútua transformação: esse é o processo de produção da existência humana. É o processo de produção da existência humana, porque o ser humano vai se modificando, alterando aquilo que é necessário à sua sobrevivência. Velhas necessidades adquirem características diferentes; até mesmo as necessidades consideradas básicas – por exemplo, a alimentação – refletem a mudança ocorrida no homem; os hábitos e necessidades alimentares são hoje muito diferentes do que foram em outros momentos (MARX, 1984).

A alteração, no entanto, não se limita à transformação de velhas necessidades: o homem cria novas necessidades que passam a ser tão fundamentais quanto as chamadas necessidades básicas à sua sobrevivência.

É o processo de produção da existência humana porque o homem não só cria artefatos, instrumentos, como também desenvolve idéias (conhecimentos, valores, crenças) e mecanismos para sua elaboração (desenvolvimento do raciocínio, planejamento...). A criação de instrumentos, a formulação de idéias e formas específicas de elaborá-los – características identificadas como eminentemente humanas – são fruto da interação homem-natureza (ARRIGHI, 1996).

Por mais sofisticadas que possam parecer, as idéias são produtos que exprimem as relações que o homem estabelece com a natureza na qual se insere.

É o processo da produção da existência humana porque cada nova interação reflete uma natureza modificada – pois nela incorporam-se criações antes inexistentes; reflete, também, um homem já modificado – pois suas necessidades, condições e caminhos para satisfazê-las são outros que foram sendo construídos pelo próprio homem.

É nesse processo que o homem adquire consciência de que está transformando a natureza para adaptá-la a suas necessidades, características que vai diferenciá-lo: a ação humana, ao contrário da de outros animais, é intencional e planejada; em outras palavras, o homem sabe que sabe (ANDERY, et al., 1992).

O processo de produção da existência humana é um processo social; o ser humano não vive isoladamente, ao contrário, depende de outros para sobreviver. Há interdependência dos seres humanos em todas as formas da atividade humana; quaisquer que sejam suas necessidades – da produção de bens à elaboração de conhecimentos, costumes, valores, etc. – são criadas, atendidas e transformadas a partir da organização e do estabelecimento de relações entre os homens.

8. METODOLOGIA

8.1. O USO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMULTÂNEAS: APLICAÇÃO EMPÍRICA NAS CIÊNCIAS

Para o uso e aplicação metodológica foi utilizado o modelo de equação de Lotka-Volterra para Presa-Predador ou (Recurso-Consumidor)* que no caso do estudo a presa foi representada pelos dados de regeneração de clareira/Mojú-PA (JARDIM, 2006) e o predador pelos dados de população de Mojú/PA (IBGE, 1990, 2000 e 2010)** utilizando-se as décadas de 1990, 2000 e 2010, rodados no programa Matlab - 2008. Este estudo se apresenta em sua utilidade quer em áreas diferentes de controlar a extinção de duas espécies e/ou preservar o equilíbrio.

Com os fundamentos teóricos e metodológicos da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1973) e da Teoria dos Sistemas Sociais (LOOMIS, 1960) partiu-se para a escolha das ferramentas matemáticas que pudessem juntar as duas teorias no campo “experimental” empírico.

Essa ferramenta veio da aplicação das Equações Diferenciais Simultâneas, usando-se o conceito de Interação porque está presente na vida tanto da biologia quanto na da sociedade.

* No contexto da Tese o modelo é apresentado como Recurso – Consumidor ou Recurso - População.

** Baseado nos Censos Demográficos das décadas de 1990, 200 e 2010.

A interação do campo biológico foi resolvida com dados provenientes de um experimento florestal sobre a regeneração de capoeiras conduzida no Município de Mojú (JARDIM, 2006).

No entendimento do trabalho a recuperação de qualquer recurso natural renovável como a floresta que foi nosso objeto de estudo, vai depender da interação positiva com o seu meio ambiente, tanto o natural, quanto o humano também.

Entende-se que a pressão populacional pode comprometer a regeneração; quanto mais aumenta a população em certo ambiente natural, mas os recursos podem ficar comprometidos na sua conservação ou preservação.

No caso da regeneração de uma floresta natural, as capoeiras em seus diferentes estágios de recuperação podem ser vitimadas por interações perversas que passam a demandar produtos como lenha, carvão ou mesmo derrubas para colocação de roçados.

8.2. O MODELO PRESA-PREDADOR DE LOTKA-VOLTERRA

O modelo de presa-predador de Lotka-Volterra (**Figura 5**) é um modelo de importância histórica na modelagem matemática de sistemas ecológicos; é um modelo para representar a sobrevivência de populações que por sua característica são presas de outras populações que as usam como alimento.

O modelo surgiu em meados da década de 1920 quando Umberto D'Ancona, biólogo marinho italiano, desenvolveu uma análise estatística com dados sobre peixes vendidos nos mercados de Trieste, Fiume e Veneza entre 1910 e 1923 (KOT, 2001).

A pesca havia sido suspensa em parte do Mar Adriático durante a Primeira Guerra Mundial, de 1914 a 1918, e Umberto D'Ancona mostrou que houve aumento da frequência relativa de certas espécies e redução da frequência relativa de outras espécies.

Os dados mostravam que a frequência de predadores, como tubarões, aumentara durante os anos de guerra e posteriormente diminuíra com o aumento da pesca. A abundância relativa das presas, por outro lado, seguiu um padrão inverso. Umberto D'Ancona estava noivo de Luisa Volterra, uma ecologista, filha de Vito Volterra, um famoso matemático.

D'Ancona propôs, então, a questão a Vito Volterra, que escreveu um par simples de equações diferenciais para descrever o sistema e Modela a situação em que há duas espécies que convivem e uma delas é predadora da outra. Um sistema deve ser criado para as condições iniciais para indicar qual é o ponto de partida e quantos indivíduos de cada espécie estão no instante inicial. O modelo de Lotka-Volterra estabelece que o número de indivíduos de cada espécie evolui com o tempo de acordo com o sistema diferencial. O sistema presa-predador é uma consequência da lei de equilíbrio, que pode ser resumida pelo conjunto de equações:

$$\begin{aligned}\frac{\partial x}{\partial t} &= Ax - Bxy \\ \frac{\partial y}{\partial t} &= -Cy + Dxy\end{aligned}$$

Figura 5. Conjunto de Equações Diferenciais de Lotka-Volterra para o problema Presa-Predador.

Onde:

x é a população de presas e $\frac{\partial x}{\partial t}$ a variação da quantidade populacional na interação;

y é a população de predadores e $\frac{\partial y}{\partial t}$ a variação da quantidade populacional na interação;

A é a taxa de crescimento (ou natalidade) da população presa;

B é a taxa de decrescimento (ou mortalidade) da população presa;

C é a taxa de crescimento (ou natalidade) da população predador;

D é a taxa de decrescimento (ou mortalidade) da população predador.

OBSERVAÇÕES

1. Se não há população de predadores ($y=0$), então a população de presas aumenta com o tempo de forma proporcional ao número de presas. O crescimento é exponencial (Lei de crescimento Malthusiana) e A é o seu ritmo de crescimento (reprodução).
2. Se não há população de presas ($x=0$), então a população de predadores diminui exponencialmente e de forma proporcional (ritmo C) ao número de predadores presentes. Supõe-se que é essencial a existência de presas suficientes para poder crescer, ao menos manter a população atual de predadores.
3. Em presença de predadores ($y>0$) a população de presas diminui como consequência dos possíveis encontros entre presa-predador, e este efeito se supõe proporcional ao produto de ambas as populações ($-Bxy$), enquanto as populações de predadores aumentam, como resultado desses encontros de uma forma semelhante (Dxy).

8.3. VISÃO SISTÊMICA DO MODELO PRESA-PREDADOR

Tais sistemas desenvolvem repetidas oscilações, isto é, em qualquer momento as quantidades estão sempre aumentando ou diminuindo. Logo a relação estabelecida entre os elementos constitui-se em um sistema oscilatório.

Como exemplo, visualiza-se as oscilações em populações do ártico. Quando a vegetação é abundante, pequenos mamíferos herbívoros (lêmures) aumentam em número e a consomem até que o alimento torne-se escasso. Depois, a população destes mamíferos diminui até que ocorra um novo crescimento da vegetação e o ciclo recomeça novamente.

Assim, os produtores e consumidores aumentam e diminuem, acompanhando o desenvolvimento um do outro. Oscilações similares se observam em relações carnívoros-herbívoros, e relações entre hospedeiro-parasita; por exemplo, as oscilações semanais de fitoplâncton e zooplâncton no mar.

Em economia, as oscilações marcam as relações entre comerciantes que criam depósitos de bens (oferta) e consumidores que compram estes depósitos (demanda). Já em ecologia a relação entre a população e um dado recurso natural, com a terra por exemplo.

Um exemplo simples de um sistema de oscilações, é o modelo presa-predador (**Figura 6**) os matemáticos e ecologistas pioneiros, que descobriram as propriedades deste modelo, sugeriram que este tipo de relacionamento poderia explicar as oscilações observadas entre conjuntos de animais, tais como a lebre de neve e seu predador, o lince. As oscilações

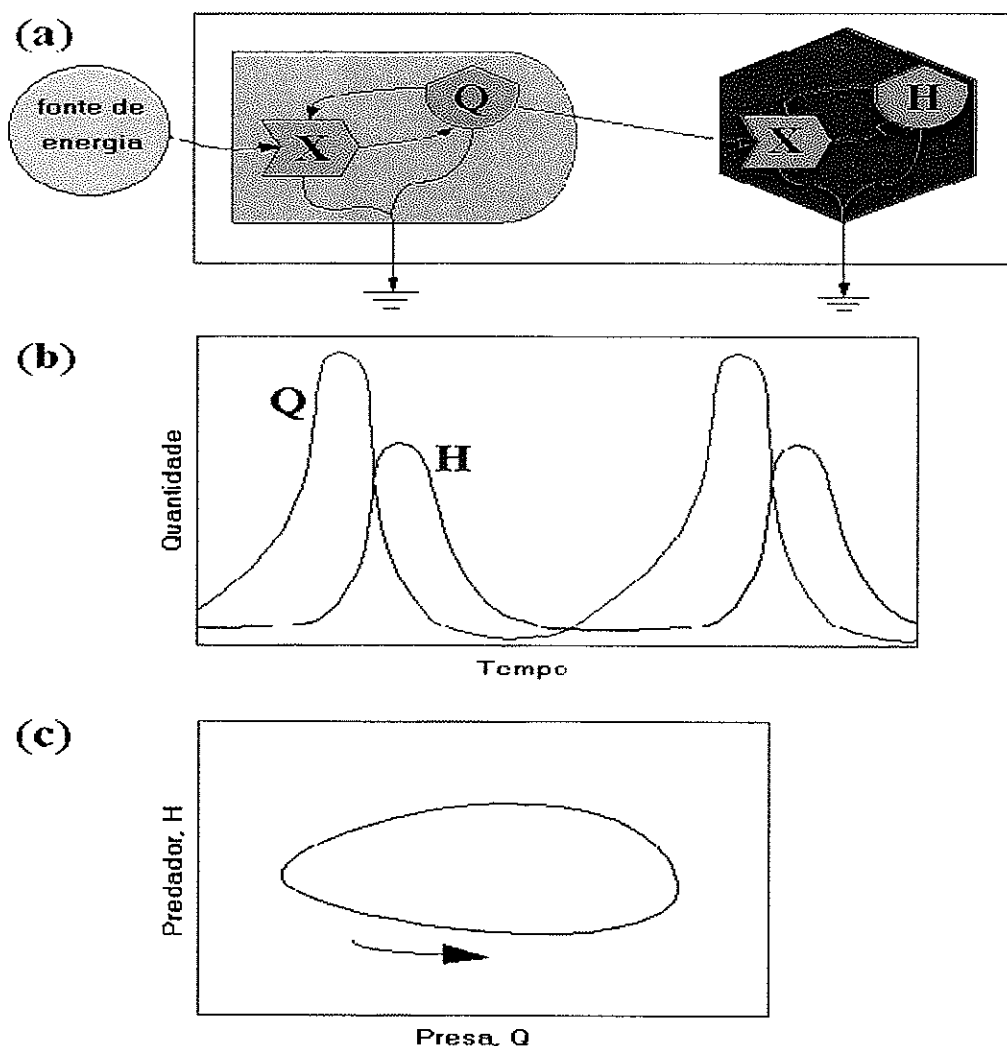


Figura 6. Modelo de oscilação simples: predador-presa, mostrando a presa (Q) sendo consumida pelo predador (H). (a) Modelo; (b) resultados da simulação; (c) a mesma simulação anterior em um gráfico com as duas populações.

Para muitos sistemas de oscilação este modelo (**Figura 6a**) não é realista porque não inclui a reciclagem. Também, o tempo entre oscilações depende da quantidade inicial de Q e H. Em sistemas presa-predador da vida real, o tempo entre oscilações depende mais das relações entre predadores e presas, e menos das quantidades iniciais. Em lugar de gerar gráficos das duas populações versus tempo, como na (**Figura 6b**), pode-se fazer um gráfico com a quantidade de uma população sobre o eixo horizontal e a quantidade da outra população sobre o eixo vertical. Como resultado do processo de oscilação, se obtém um gráfico circular de acordo com a (**Figura 6**). Este modo de gerar o gráfico da população mostra que a oscilação está se repetindo.

9. O TERRITÓRIO DE TESTE: O MUNICÍPIO DE MOJÚ-PA

9.1 HISTÓRICO

O município de Mojú originou-se de um povoado fundado nas terras de Antônio Dornelles de Sousa, localizadas dentro da área patrimonial da freguesia de Igarapé-Miri. Segundo Palma Muniz e Theodoro Braga, esse povoado era conhecido com o nome de Sítio de Antônio Dornelles. Após ter sido doado à Irmandade do Divino Espírito Santo, recebeu a invocação do santo da irmandade. Em julho de 1754, por ocasião da visita feita ao lugar pelo Bispo do Pará, Frei Miguel de Bulhões, o povoado foi elevado à categoria de Freguesia (SEPOF, 2011).

Entretanto, somente em 1839, mediante a Lei nº 14, de 19 de setembro, é que a condição de freguesia do Divino Espírito Santo foi reconhecida, ficando desmembrada da freguesia de Igarapé-Miri. A demora por parte dos poderes públicos em reconhecê-la como tal, deveu-se ao fato de que o povoado apresentou uma fase de decadência e declínio bastante significativos, desde a sua elevação eclesiástica até o período de sua independência.

Em 1856, com a promulgação da Lei nº 279, de 28 de agosto, a freguesia do Divino Espírito Santo foi elevada à categoria de Vila, com o nome de vila de Mojú, e pelo mesmo ato legal, convertido em Município.

O patrimônio territorial¹¹ da vila de Mojú ficou estabelecido pela anexação das áreas de influência e atuação das freguesias do Divino Espírito Santo - cuja jurisdição alcançava os rios Acará e Mojú -, de São José do rio Acará e de Nossa Senhora da Soledade do Cairari (SEPOF, 2011).

¹¹ O Território estabelece as características físicas e ambientais determinantes dos processos de relações sociais entre a comunidade, homem e natureza. Determina ainda o tipo de relações entre a comunidade e o ambiente externo, definindo o espaço de uso dos recursos naturais (JÚNIOR, et al., 2011).

acordo com os dispositivos da Lei. No ato da instalação, tomou posse como Presidente da Câmara Municipal o senhor Pedro de Mello Freire Barata (SEPOF, 2011).

A população das três freguesias, com as quais o Município passou a ser constituído (Divino Espírito Santo, São José do rio Acará e Nossa Senhora da Soledade do Cairari), participava da formação da Câmara Municipal elegendo vereadores, num sentido de proporcionalidade. Esse foi o fato gerador de todas as futuras lutas políticas do Município, no que dizia respeito ao pleito para a renovação de vereadores. Em 1887, o acirramento das disputas políticas alcançou o seu ápice, motivando a promulgação da Lei nº 1.307, de 28 de novembro, mediante a qual o município de Mojú foi extinto. Essa medida drástica também atingiu Ourém e Irituia

Dois anos mais tarde, em 5 de outubro de 1889, a Lei nº 1.390 fez com que o município de Mojú recobrasse sua autonomia. Os acontecimentos de natureza político-administrativa são freqüentes na história do Município. Segundo os relatos de seus historiadores, em 1889, apesar de Mojú ter recuperado a sua autonomia, esse ato não foi acompanhado da instalação de sua Câmara Municipal.

Com a queda da Monarquia e a instalação do regime Republicano, o Governo Provisório do Pará extinguiu a Câmara Municipal de Mojú, em 15 de fevereiro de 1890, substituindo-a, na mesma data, pelo Conselho de Intendência Municipal, tendo sido nomeado para o cargo de presidente e Intendente de Mojú, o senhor Raymundo Heliodoro Martins, através da promulgação dos Decretos nº 38 e nº 39, respectivamente (SEPOF, 2011).

No início do século XX, em 1904, Mojú passou a constituir o Primeiro Distrito Judiciário da Comarca de Igarapé-Miri, mediante o Decreto nº 1.296, de 9 de abril. Posteriormente, pela Lei nº 1.136, de 27 de outubro de 1910, foi incorporado ao Distrito Judiciário da Capital.

Em 1930, pelo disposto no Decreto Estadual nº 6, de 4 de novembro, Mojú foi novamente extinto e as suas terras foram anexadas ao município de Belém. Em 1933, pelo Decreto Estadual nº 931, de 22 de março, Mojú foi considerado como uma subprefeitura de Belém. Posteriormente, em 1935, a Lei Estadual de nº 8, de 31 de outubro, o considerou como Município do Estado do Pará, ficando, dessa forma, mais uma vez restaurado.

Em 1936 e 1937, segundo a divisão territorial do Estado para estes anos, o município de Mojú aparece integrado por três distritos: Mojú, Cairari e baixo Mojú. No entanto, em 1938, pelo disposto no Decreto-Lei Estadual de nº 2.972, de 31 de março, o Município aparece formado, unicamente, pelos distritos de Mojú e Cairari. Neste mesmo ano, com a promulgação do Decreto-Lei Estadual nº 3.131, de 31 de outubro, o município de Mojú

adquiriu o território da área de Caeté, pertencente ao então distrito de Barcarena (no Município de Baião). Em 1943, pelo Decreto-Lei Estadual nº 4.505, de 30 de dezembro, o distrito Mojú anexou do distrito de Cairari, o território da zona do baixo Mojú (SEPOF, 2011).

Em 1955, o município de Mojú vivenciou a tentativa de desmembramento de seu território, para que pudesse ser constituído o município de São Manoel de Jambuaçu, entretanto, essa tentativa não vingou, uma vez que a Lei nº 1.127, de 11 de março de 1955, mediante a qual se pretendia concretizar o desmembramento, foi declarada inconstitucional pelo Supremo Tribunal Federal. Em 1991, o município de Mojú teve parte do seu território desmembrado para constituir os municípios de Goianésia do Pará e Breu Branco, através das Leis nº 5.686 e nº 5.703, respectivamente. Atualmente, Mojú conta com dois distritos: Mojú (sede) e Cairari.

Em relação ao nome desse Município, as crônicas estabelecem que o mesmo deriva de uma palavra pertencente à língua Tupi e que, na sua tradução para o idioma português, significa “rio das cobras”.

9.2. CULTURA

O município de Mojú apresenta, como principal manifestação religiosa, as festividades marianas, que ocorrem no mês de maio. Também merece destaque a festa em homenagem ao padroeiro, o Divino Espírito Santo, realizada no segundo domingo de Pentecostes e que, por ser uma festa móvel, pode coincidir com o mês de maio ou junho; em qualquer um dos casos, as celebrações obedecem à tradição: iniciam com o Círio Fluvial, que sai da foz do rio Jambuaçu em direção à sede do Município, onde os festejos têm continuidade com arraial, leilão e ladainha na igreja (SEPOF, 2011).

Da mesma forma, outras manifestações religiosas do Município merecem destaque, como a procissão de Corpus Christi no mês de junho e a Festa de Nossa Senhora de Nazaré, em dezembro, cujo círio é uma tradição de 101 anos.

Entre as manifestações da cultura popular local, Mojú possui, apenas, um grupo folclórico organizado de boi-bumbá, chamado Boi Tira-Fama, que se exhibe nas casas onde é convidado, durante as comemorações festivas do Município e, com maior frequência, no mês

de junho. Há, também, grupos de quadrilhas organizados por grupos de mães e as dos alunos e alunas da Escola Estadual “Lauro Sodré”.

Por ocasião das festas natalinas, vez por outra, o Clube de Mães organiza uma pastorinha. O artesanato do Município não é variado e as peças confeccionadas pelos artesãos locais não apresentam aspectos ou intenções decorativas. As mais importantes são peneiras, tipitis, paneiros e vassouras produzidas da tala. Os equipamentos culturais de Moju são representados por uma Biblioteca e uma Casa da Cultura. (SEPOF, 2011).

9.3. LOCALIZAÇÃO

O município de Mojú pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense e à Microrregião Tomé-Açu. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 01° 53' 10" de latitude Sul e 48° 46' 00" de longitude a Oeste Greenwich, com limites ao Norte - Municípios de Abaetetuba e Barcarena a Leste - Municípios de Acará e Tailândia, ao Sul - Município de Breu Branco e a Oeste - Municípios de Baião, Mocajuba e Igarapé-Miri (SEPOF, 2011).

9.4. SOLOS

Os solos do Município são representados pela classe dos Latossolos, tais como: Latossolo Amarelo, textura argilosa, e solos Concrecionários Lateríticos; Latossolo Amarelo, textura argilosa, e Latossolo Amarelo, textura média, além de Areias Quartzosas e solos Aluviais (SEPOF, 2011).

9.5. VEGETAÇÃO

A vegetação do Município é representada pela Vegetação Densa de Planície Aluvial, nas áreas de várzea; pela Vegetação Secundária Latifoliada de terra firme e pela Floresta Densa dos baixos platôs e terraços (SEPOF, 2011).

9.6. GEOLOGIA E RELEVO

A estrutura geológica dominante é representada por terrenos da Formação Barreiras, do período Terciário, e, em menor escala, por sedimentos do Quaternário Subatual e Recente. Decorrente dessa estrutura, o relevo apresenta compartimentos muito singelos, tais como: baixos platôs (tabuleiros), terraços fluviais e várzeas. Os tabuleiros, como em toda a região a que pertencem, apresentam-se aplainados e recobertos por depósitos inconsolidados. A sede municipal assenta-se sobre terraços e várzeas do rio Mojú. Morfoestruturalmente, insere-se no Planalto Rebaixado do Baixo Amazonas (SEPOF, 2011).

9.7. HIDROGRAFIA

O município de Mojú é servido pelo rio Mojú, que nasce no município de Rondon do Pará, com o qual o Município faz limite a Sudeste. O rio Mojú toma a direção Sul-Norte-Nordeste, retoma a posição Norte-Leste, Norte e Nordeste, desaguando no rio Guairá, já no município de Barcarena. Possui inúmeros afluentes em ambas as margens, sendo mais expressivos os que recebe pela margem esquerda, como os rios Cairari (o mais importante, porque faz limite com o município de Mocajuba), Mamorama e Pirateua e os igarapés Pitinga, Mojuzinho, Mamorama Grande, Cauaçu, Camaandeuá, Tabocal, Pregó, Pacuriteua, Jutaitéua e Jupuúba. Pela margem direita, os afluentes mais importantes são o rio Ubá e os igarapés Grotão do Sabino, Itapeua, Água Clara, Fugido I, Jacaré Grande, Pitauá, Chico da Costa, Deserto, Sacutuba, Caruperê, Arauaí, Maratininga, Jupuúba, Puace e Jambuaçu (SEPOF, 2011).

9.8. CLIMA

O Município apresenta o clima do tipo mesotérmico e úmido. A temperatura média anual é elevada, girando em torno de 25° C. O período mais quente, com médias mensais em torno de 25,5° C, coincide com os meses de primavera no Hemisfério Sul, e as temperaturas mínimas diárias de 20° C ocorrem nos meses de inverno no referido Hemisfério (junho e agosto). Seu regime pluviométrico fica, geralmente, próximo dos 2.250 mm.

As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano. O período de janeiro a junho é o mais chuvoso, apresentando uma concentração de cerca de 80%, implicando grandes excedentes hídricos e, conseqüentemente, grandes escoamentos superficiais e cheias dos rios. A umidade relativa do ar gira em torno de 85% (SEPOF, 2011).

10. A RELAÇÃO HOMEM-NATUREZA O EXEMPLO EM UMA COMUNIDADE EXTRATIVISTA DO MOJÚ

Para visualizar empiricamente e compreender a dinâmica da relação homem-natureza em uma comunidade¹² no Mojú e o acesso aos recursos naturais é necessário entender a relação homem-natureza, exemplificando o extrativismo, visto que esta atividade constitui-se em uma das principais formas de relação das famílias com a floresta:

Iniciando pela reflexão de Barros (2004), para quem ao longo do tempo os seres humanos têm desenvolvido diferentes relações com a natureza, o autor baseia-se em estudos de Kluckhohn (1953) e apresenta três orientações distintas e contrastantes, que segundo ele, constituíram-se no desenrolar da história.

¹² Grupo de pessoas que ocupam um território definido com o qual se indentificam, e em que há um determinado grau de solidariedade.

A primeira orientação teve sua origem nas sociedades medievais, nas quais a natureza era considerada como “uma coisa muito perigosa”, à qual o ser humano encontrava-se subjugado. A natureza era vista como uma entidade do mal, “algo onipotente” e a humanidade incapaz de entender seus fenômenos. Nesta perspectiva, o mundo natural seria inexplicável e seu manejo algo impossível de se realizar.

Na segunda abordagem o ser humano é visto como sendo o dominador da natureza, isto é, sua posição é superior em relação ao mundo natural. As raízes desta encontram-se nas sociedades ocidentais, durante o período da revolução científica e industrial.

Segundo Barros (2004) a própria Bíblia corrobora com esta idéia, como pode ser visto nos escritos de Gênesis, em que Deus deu ao ser humano o poder de domínio sobre a natureza: “Que ele reine sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, sobre os animais domésticos e sobre toda a terra, e sobre todos os répteis que arrastam sobre a terra...”. Desse ponto de vista, o homem e a natureza seriam entidades distintas, em que ela existiria para servi-lo.

Na terceira orientação o ser humano é visto como sendo parte intrínseca da natureza. Nesse caso, não existe a separação entre os seres humanos e o ambiente natural, isto é, “somos na verdade parte de um complexo único e interconectado com o cosmos”.

Algumas populações humanas, como os índios, pescadores, ribeirinhos, entre outros, mantêm uma relação com a natureza de “forma harmônica”. Segundo o autor, esse fato ocorre justamente porque essas populações “conhecem os valores dos recursos naturais disponíveis, elas olham para a natureza como sendo parte dela e não como seus donos” (BARROS, 2004).

Estas considerações são bastante pertinentes, sendo, no entanto, necessário ponderá-las para evitar o que Diegues (2001) denominou de “o mito do bom selvagem”, em que o discurso a respeito de tais populações e sobre sua relação com a natureza tem sido feito de maneira muito romântica e pouco crítica.

Adams (2000) discute a necessidade de haver uma nova abordagem interdisciplinar para as análises a respeito dessas populações, as quais em sua opinião têm sido vinculadas a imagem do “bom selvagem”.

Advertindo esta vinculação, Simonian (2000) ressalta que na relação entre as populações indígenas e não indígenas e os recursos naturais “nem tudo tem sido harmonia”, principalmente quando as “pressões demográficas tendem a aumentar”.

No livro “A ideologia Alemã”, (MARX e ENGELS, 1986, apud WITKOSKI, 2007) discutem que o homem está no cerne da natureza. Para esses autores, o que fundamenta a relação homem e natureza e a dos homens entre si é o trabalho, mediado pela própria

natureza. Partindo disto, Witkoski (2007) avalia que a relação do homem com a natureza “só se efetiva, torna-se real, na medida em que o homem, pela sua ação, intervém nela” (WITKOSKI, 2007).

É, portanto, no ato de trabalhar que o “homem se apodera da natureza, fazendo dela algo que lhe pertence, algo que lhe é inerente”. Através desse trabalho “o homem realiza a apropriação do que lhe é útil, criando assim um mundo objetivado” (WITKOSKI, 2007).

Dito de outra maneira, “o trabalho comparece como um ato de mediação entre os homens e a natureza e o resultado disso é a transformação da natureza e a transformação do homem, simultaneamente”. Assim, ao conferir outro significado à natureza, o homem cria o que o autor denomina de “segunda natureza”, isto é, nada mais é do que sua própria cultura (WITKOSKI, 2007).

Por isso, não podemos compreender a história da natureza sem a história do homem, pois a natureza e a história são dois aspectos distintos e complementares da existência humana e, por isso, não devem ser compreendidos separadamente.

Sendo assim, qualquer análise acerca das relações dos seres humanos com a natureza remete-se, pois, ao entendimento de suas próprias histórias. Parece pertinente resgatar as reflexões feitas por Sodré (2006) a respeito da relação homem-natureza.

Esta relação deve ser entendida como a consequência de uma história construída ao longo das gerações, o que compreende também, as relações sociais estabelecidas, isto é, construída tanto pelo ambiente físico e humano como também pelo político, social e cultural.

Partindo disso, poder-se-ia então evitar os riscos de valorizar as especificidades ou singularidades comportamentais que nem sempre existem em dada população, negando a idéia de que “os comportamentos são naturalizados ou naturalizáveis” (NEVES, 2005a).

Definido por Benjamim (2003) como sendo “a coleta dos produtos da floresta”, o extrativismo vem sendo realizado desde os primórdios da humanidade e tem garantido, ao longo dos tempos, a sobrevivência das populações que residem em áreas de florestas.

É o caso das famílias que vivem nas florestas da região Amazônica, para quem as atividades extrativistas têm sido, há muito tempo, atividade principal e/ou complementar (ALLEGRETTI, 1996; BENJAMIN, 2003, e SIMONIAN, 2000), razão pela qual estes autores se opõem às análises de Homma (1993) a respeito do que o extrativismo “está fadado a desaparecer”, e ressaltam que as análises sobre isso não podem ser realizadas exclusivamente em termos econômicos, já que elas também desempenham uma função social e ambiental.

A visão de que o extrativismo é uma forma arcaica de exploração de recursos naturais, cuja extinção pode ser prevista com segurança tem sido criticada por vários autores. Benjamin (2003), Lescure, Pinton e Emperaire (2002) afirmam, ao contrário, que esta atividade pode ser mantida no âmbito de qualquer modelo de desenvolvimento de uma dada sociedade.

Com relação ao extrativismo animal, o uso de animais silvestres, destinados a diversos fins como a alimentação, atividades culturais, comércio de animais vivos, e possivelmente uma múltipla combinação destes fatores, tem se constituído além de uma importante fonte de proteína animal (TRINCA; FERRARI, 2006), também, para algumas populações que deles dependem, representa *status* sociais, permeados de símbolos e simbologias.

Além do uso dos animais silvestres, a floresta constitui-se fonte imprescindível para que as populações locais desenvolvam seus cultivos agrícolas, pois é através da biomassa existente na floresta que eles realizam sua agricultura, que é itinerante, conhecida também como corte e queima (HURTIENE, 2005).

Esse sistema de uso da floresta baseia-se na utilização dos nutrientes acumulados na vegetação disponível, os quais são “liberados” durante a queima dessa vegetação, aumentando assim a fertilidade do solo a ser cultivado (LEAL, 2002; FELIPIM; RESENDE; RIBEIRO, 2000).

11. RESULTADOS

11.1. O USO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMULTÂNEAS PARA EXPLICAR AS INTERAÇÕES ENTRE FLORESTA E POPULAÇÃO

Intuitivamente diferencial significa a mudança de alguma coisa com o tempo. Esta coisa tem um estado ou valor padrão que é denominado de valor inicial. Quando esta coisa passa a interagir em função de algo ela tende a variar, ou seja, a mudar com o tempo.

Este valor inicial não deve ser esquecido, pois serve como uma referência, a exemplo, à condição inicial de um carro parado é a sua posição, quando ele passa a mudar de

posição (movimento) então ele passa a ter velocidade (1º derivada da posição), ao tentar ultrapassar um outro veículo, o carro varia a sua velocidade (2º derivada da posição).

A palavra diferencial no contexto matemático significa a variação do valor inicial de uma variável com relação a outra, que na maioria dos casos é o tempo (e.g. Taxa crescimento de bactérias com o (pelo) tempo).

No contexto físico, além desta variação, o diferencial significa o comportamento de um sistema ou objeto com relação a um referencial, que comumente é o tempo (Velocidade de um Veículo com o (ou pelo) tempo).

No contexto da Engenharia, além de ser a variação e comportamento de um sistema ou objeto com relação ao tempo, o diferencial significa a dinâmica entre sistemas e como classificar o comportamento de um determinado sistema se ele é do tipo não linear “Um foguete espacial não tem o mesmo peso ao fim da missão, pois do solo terrestre (condição inicial) até o espaço (condição final) a sua carga sofreu uma mudança (ou variação) pelo fato de durante este processo vários módulos desacoplarem do módulo principal que vai ao espaço ou linear, a carga de um carro não varia quando este se desloca de uma origem a um destino, a carga (peso) do veículo continua a mesma”.

No contexto Ambiental ou Ecológico, além da variação do valor inicial, comportamento e dinâmica de um sistema ou objeto com relação ao tempo, o diferencial significa a oscilação de populações e/ou suas interações nos mais diversos contextos de interação (predação ou concorrência), entre os principais: Presa x Predador, Recurso x Consumidor, Vegetação x Pastador, População x Recurso – Natural.

11.2. MODELO DE LOTKA-VOLTERRA PRESA - PREDADOR NO CONTEXTO RECURSO-CONSUMIDOR OU RECURSO - POPULAÇÃO

A análise sobre a interação entre as populações de Árvores regeneradas (Recurso) e Pessoas (Consumidor) do município de Mojú-PA entre as décadas 1990, 2000 e 2010. Com base no conjunto de equações diferenciais simultâneas do tipo presa – predador é apresentada na **Figura 8**.

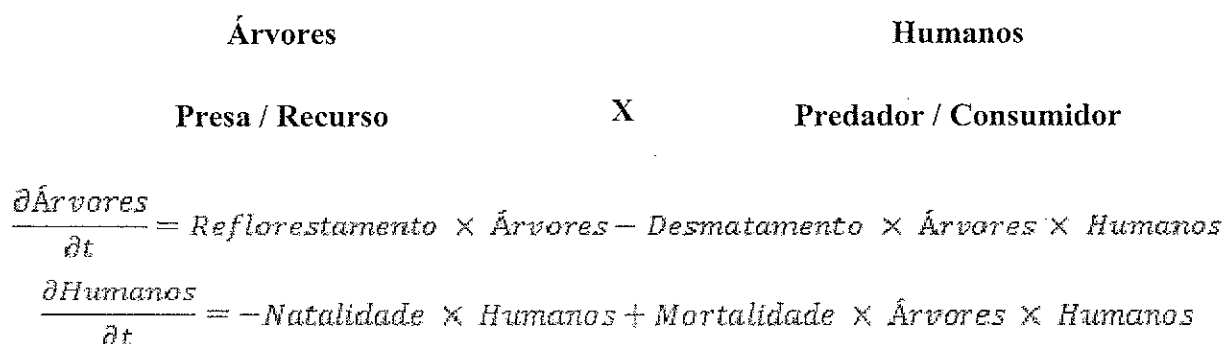


Figura 8. Representação do conjunto de equações diferenciais do tipo presa predador no contexto recurso-consumidor ou recurso – população na análise da Interação. Fonte: Chase (2011).

Com o aumento da população de Humanos, a população de Árvores diminui como consequência dos possíveis encontros (interações) entre recurso-consumidor, e este efeito se supõe proporcional ao produto de ambas as populações (-Desmatamento x Árvores x Humanos), enquanto a população de predadores aumenta como resultado desses encontros (interações) de uma forma semelhante (+Mortalidade x Árvores x Humanos).

Nesta aplicação o modelo é usado para estimar o comportamento de uma regeneração florestal, e se esta consegue se manter mesmo sob pressão da população de humanos. Fatores do ambiente como outras fontes de recurso ou aumento do consumidor por migração não estão incluídos neste modelo, embora se saiba que no caso da Amazônia, quando há aumento da população em um certo território, o fato se dá mais por efeito da migração, tendo em vista que os estoques naturais são ainda afetados por elementos de natalidade e mortalidade. Isto faz com que o resultado não tenha valores de acordo com a realidade, porém como se trata de uma simulação do emprego de equações diferenciais simultâneas é possível fazer uma análise de comportamento da interação entre as populações (sistemas).

Análises deste tipo têm a condição de *ceteris paribus* (comumente usado em economia), em razão da complexidade da análise onde existe um número indeterminado de variáveis de influência remota que podem, eventualmente, desconectar a observação do resultado. Portanto, existe a necessidade de reduzir o número de variáveis dentro de todo o conjunto daquelas que são suscetíveis de exercer influência permanente ou esporádica sobre o fenômeno, para que este possa ser explicado.

Uma predição (estimar ou prever) ou constatação acerca da influência ou conexão esporádica ou permanente entre dois fenômenos (interação de populações) é considerada *coeteris paribus* quando outras variáveis exógenas (externas) que poderiam cancelar o

Uma predição (estimar ou prever) ou constatação acerca da influência ou conexão esporádica ou permanente entre dois fenômenos (interação de populações) é considerada *coeteris paribus* quando outras variáveis exógenas (externas) que poderiam cancelar o relacionamento entre o antecedente e o conseqüente são tidas como tendo influência remota para explicação do comportamento do fenômeno em análise e cuja variação é desconsiderada, sendo assim compreendidas como constantes.

Com base nisto, as variáveis de reflorestamento e natalidade da população foram retiradas por conterem condição de *ceteris e coeteris paribus*. O conjunto de equações diferenciais (**Figura 9**) usado na simulação é:

$$\frac{\partial \text{Árvores}}{\partial t} = (1 - \text{Desmatamento} \times \text{Humanos}) \times \text{Árvores}$$

$$\frac{\partial \text{Humanos}}{\partial t} = (-1 + \text{Mortalidade} \times \text{Árvores}) \times \text{Humanos}$$

Figura 9. Conjunto de Equações Diferenciais Simultâneas utilizado na simulação do estudo. Fonte: Chase (2011).

Se a população de recurso (presa) aumenta, então não há consumidor (predador), mas se a população de consumidor está diminuindo (morrendo), então não há recurso. Os valores das variáveis para cada década são vistos na **Tabela 1**.

Tabela 1. Populações iniciais e taxas de crescimento e decréscimo para Clareiras e Pessoas. Desmatamento, Mortalidade e Natalidade são variáveis do tipo intervenientes. **Fontes:** IBGE (1990, 2000 e 2010), Jardim et al., (2006).

Decada	1990	2000	2010	Total
Ano-base	90-99	00-99	09+	
Predador (Pessoas)	44.424	52.941	68.070	165.495
Presa (Clareira)	8.701	10.241	6.205	25.147
Desmatamento	3.003	215	115	3.333
(Dec. Presa)	(34,513%)	(2,099%)	(1,853%)	(13,254)
Mortalidade	112	124	109	345
(Dec. Predador)	(0,252%)	(0,234%)	(0,160%)	(0,208%)
Natalidade	3.182	2.241	1.520	7.123
(Cre. Predador)	(7,162%)	(4,570%)	(2,232%)	(4,304%)

Os dados foram processados mediante simulação pelo sistema computacional matemático *MATLAB*. Os procedimentos foram os seguintes:

1. Iniciar a simulação com as condições iniciais da década: Populações de árvores e humanos, número absoluto de mortes e desmatamento.
2. O programa calcula as taxas de morte e desmatamento e o nível de interação entre as populações por pressão recurso/consumidor.
3. A simulação do somatório das décadas é feito para análise global da interação.

11.2.1 Década 1990 – 2000

Para a década de 1990, os dados de estimativa de interação entre as populações nesta década foram informados ao programa conforme os valores da Tabela 1. A interação entre as populações de árvores e humanos para a década de 1990 é apresentado no **Gráfico 1**.

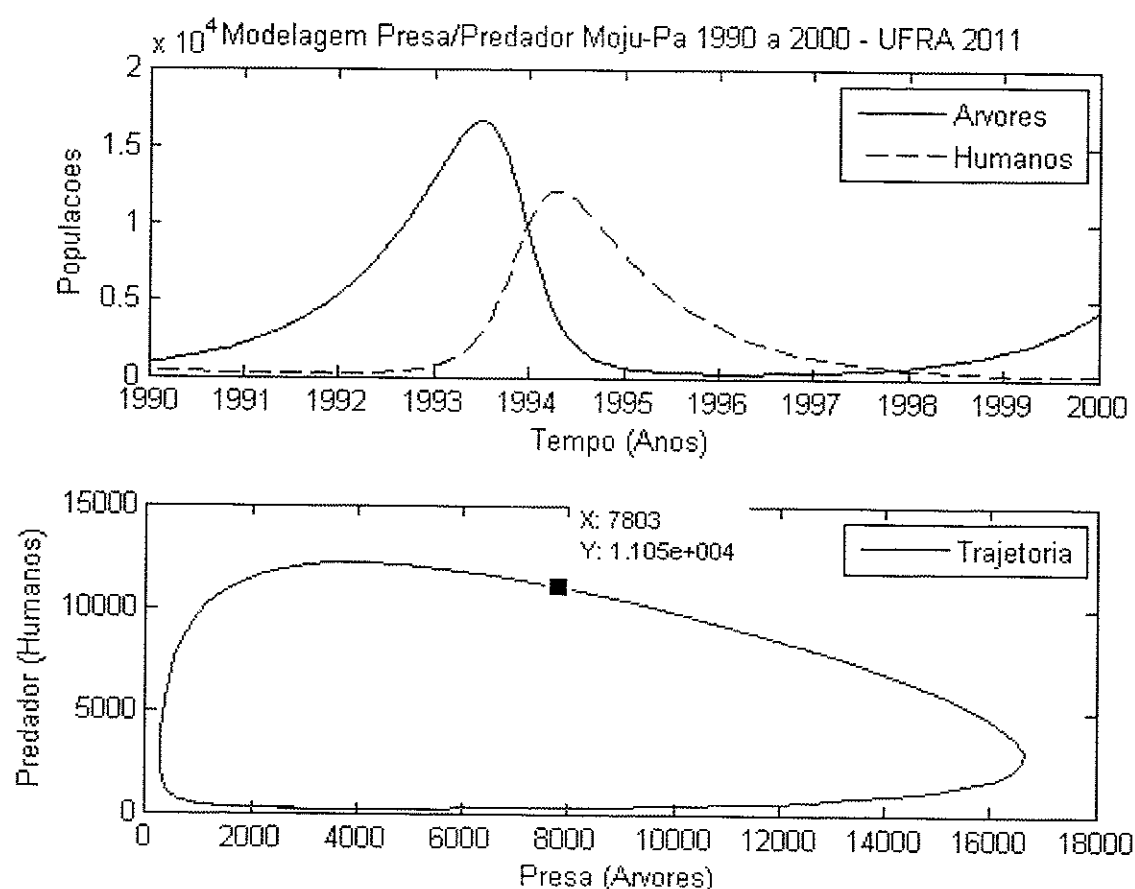


Gráfico 1. Simulação matemática para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (1990 a 2000).

O ponto de equilíbrio observado (Gráfico 1) foi o ano de 1994, cujas populações chegaram ao absoluto de 10.370. A demanda por recurso foi maior entre os anos de 1993 a 1996 (maior pressão). Entre os anos de 1994 e 1995 a trajetória obteve um equilíbrio, aonde a população de recurso chegou a 7.803 e a de consumidores a 11.050.

11.2.2 Década 2000 – 2010

Para a década de 2000 os dados para estimativa de interação entre as populações foram informados ao programa conforme os valores da Tabela 1. A interação entre as populações de árvores e humanos para a década de 2000 é apresentado no **Gráfico 2**.

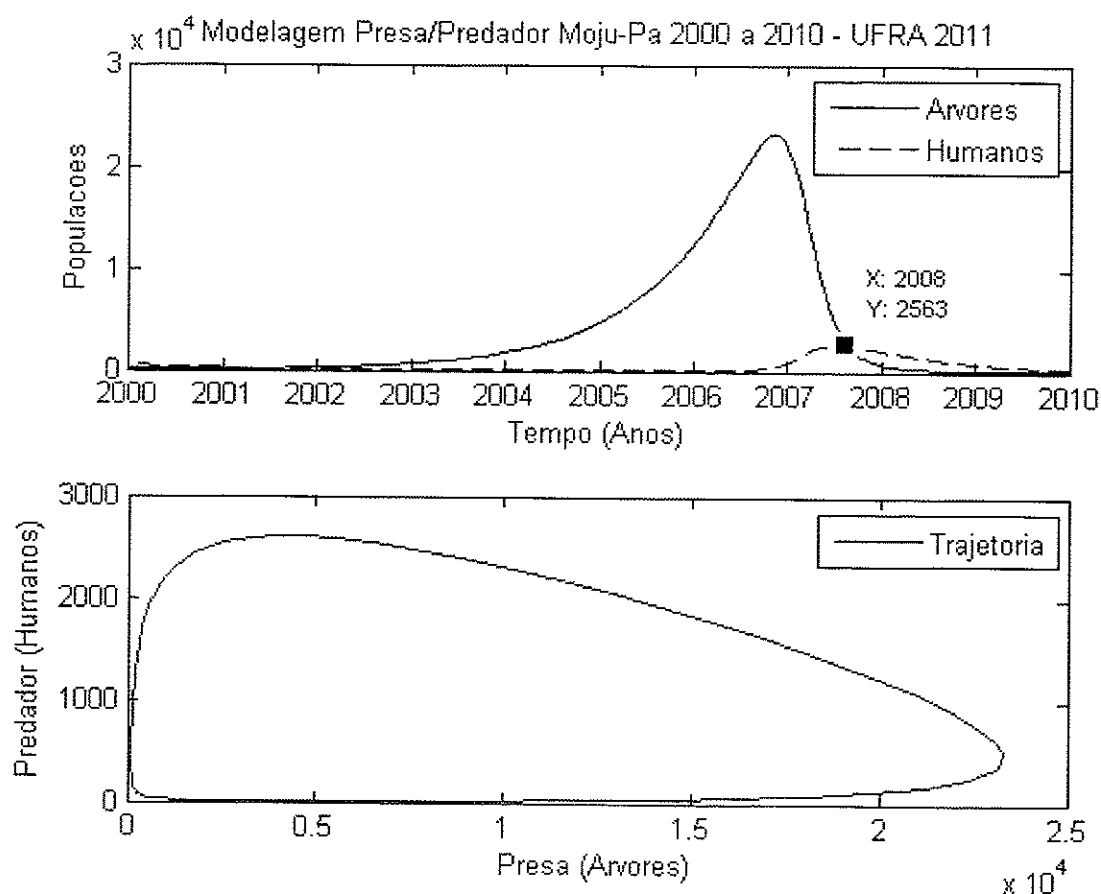


Gráfico 2. Simulação matemática para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (2000 e 2010).

O ponto de equilíbrio (Gráfico 2) foi entre 2007 e 2008, cujas populações chegaram ao absoluto de 2.563. A demanda por recurso foi maior entre os anos de 2007 a 2009 (maior pressão). Entre os anos de 2005 e 2007 a trajetória obteve um equilíbrio, aonde a população de recurso chegou a 11.000 e a de consumidor a 2.180.

11.2.3 Década 2010 – 2020

Para a década de 2010 os dados para estimativa de interação entre as populações nesta década foram informados ao programa conforme os valores da Tabela 1. A interação entre as populações de árvores e humanos para a década de 2010 é apresentado no **Gráfico 3**.

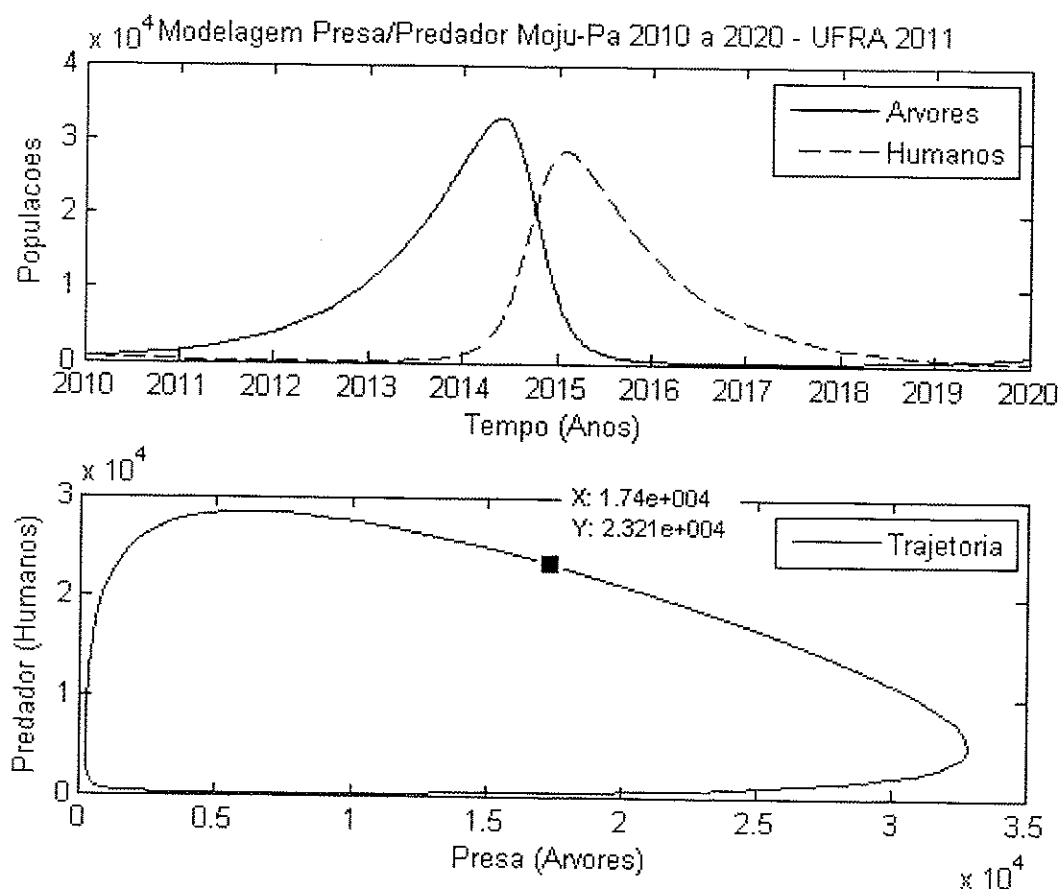


Gráfico 3. Simulação matemática para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (2010 e 2020).

O ponto de equilíbrio (Gráfico 3) pode ser alcançado entre 2014 e 2015, cujas populações podem chegar ao absoluto de 21.114. A demanda por recurso pode ser maior entre os anos de 2015 e 2017 (maior pressão). No ano de 2015 a trajetória pode obter um equilíbrio, onde a população de recurso será de 23.210 e a de consumidor 17.400.

11.2.4 Análise Total: 1990 – 2010 a 2030

Para a análise total, o somatório das populações, e o número absoluto de mortes e desmatamento foram feitos para a estimativa global de interação entre as populações. Os dados foram informados ao programa conforme os valores da Tabela 1. A interação entre as populações de árvores e humanos entre as décadas de 1990-2010 com projeção de estimação para o ano de 2030 são apresentados no **Gráfico 4**.

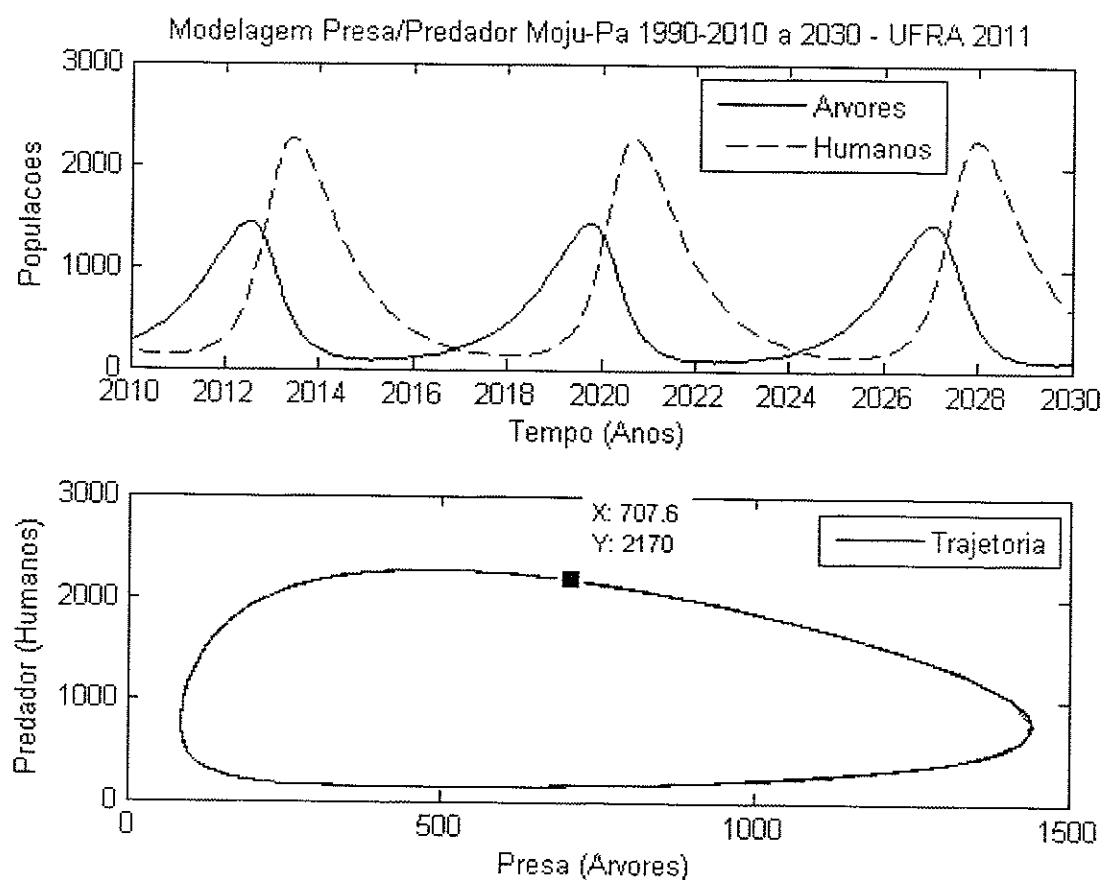


Gráfico 4. Simulação matemática para estimativa de interação recurso/consumidor entre as populações de árvores e humanos (2010 e 2030).

O ponto de equilíbrio (Gráfico 4) pode ser alcançado em 2012, 2020 e em 2027, cujas populações podem chegar ao absoluto de 1.300, 1.277 e 1.312 respectivamente. A demanda por recurso pode ser maior entre os anos de 2012 e 2019 a 2023 e entre 2027 e 2030 (maior pressão). No ano de 2019 a trajetória pode obter um equilíbrio, onde a população de recurso será de aproximadamente 708 e a de consumidor 2.170.

12. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Na década de 2000-2010, houve menor pressão do consumidor sobre o recurso no segundo quinquênio da década (2005), desta forma houve recuperação do recurso e aumento de sua população. Isto é uma resposta a década de 1990-2000, cuja pressão foi a maior do consumidor sobre o recurso ainda no primeiro quinquênio. Com base nisto pode-se dizer que o tempo em que a população de árvores tende a se recuperar é de aproximadamente 10 anos.
2. Na década de 2010-2020, estima-se que a pressão e o ponto de equilíbrio entre as populações seja entre os anos de 2014 e 2015. É notável que haja um equilíbrio (período fundamental) de oscilação quando se compara o gráfico 2010-2020 aos gráficos de evolução dos anos de 1990-2000 e 2000-2010. Com base nisto pode-se dizer que pode existir um equilíbrio oscilatório entre as populações a cada 25 anos aproximadamente. Mas a possibilidade disto acontecer só é possível se a pressão entre as populações se mantiver no mesmo padrão, pois podem surgir novas condições de *ceteris* ou *coeteris paribus*.
3. Na análise global, com base no somatório da pressão (desmatamento e mortalidade) e das populações iniciais das décadas de 1990, 2000 e 2010 é possível notar a média completa de oscilação durante 40 anos entre passado (1990 até 2010), presente (2011) e futuro (2012 até 2030), inclusive o equilíbrio de oscilação. A população do consumidor (humanos) será sempre maior (na ausência de condições *ceteris* ou *coeteris paribus*) que a população do recurso (árvores), mas provavelmente por condições de *coeteris paribus* (a floresta não é o único recurso, pois comida e outros recursos alimentícios são oriundos de importações e outras fontes fora a floresta), a floresta consegue se manter a um índice ou razão de recuperação florestal que pode ser identificado em um futuro próximo a partir de mais coletas de dados do município de Mojú-PA a cada ano até 2015.

12.1. ANÁLISE DO MODELO RECURSO – CONSUMIDOR E SUA APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MOJÚ – PA

No início deste trabalho, uma pesquisa sobre o uso de outros modelos para o caso da dinâmica entre as populações de humanos e árvores foi feita com foco no modelo de equações diferenciais do tipo presa-predador.

Pesquisadores da área de modelagem matemática de sistemas e ecologia numérica foram consultados e citaram que nunca usaram tal modelo para a dinâmica de interação entre a população de árvores e humanos por não haver um nível trófico direto entre humanos e árvores.

Sugeriu-se que o modelo de equações presa-predador neste caso fosse chamado de recurso-consumidor. Isto já foi um passo positivo para continuar com os ensaios de simulação numérica computacional a partir das equações de Lotka-Volterra, com base nisto se pensou em adicionar um contexto ao nome do modelo recurso-consumidor (GHERARDI, 2011). Os seres humanos podem até não comer madeira, mas consomem todos os recursos que as árvores podem prover. A (Figura 10) evidencia esta relação.

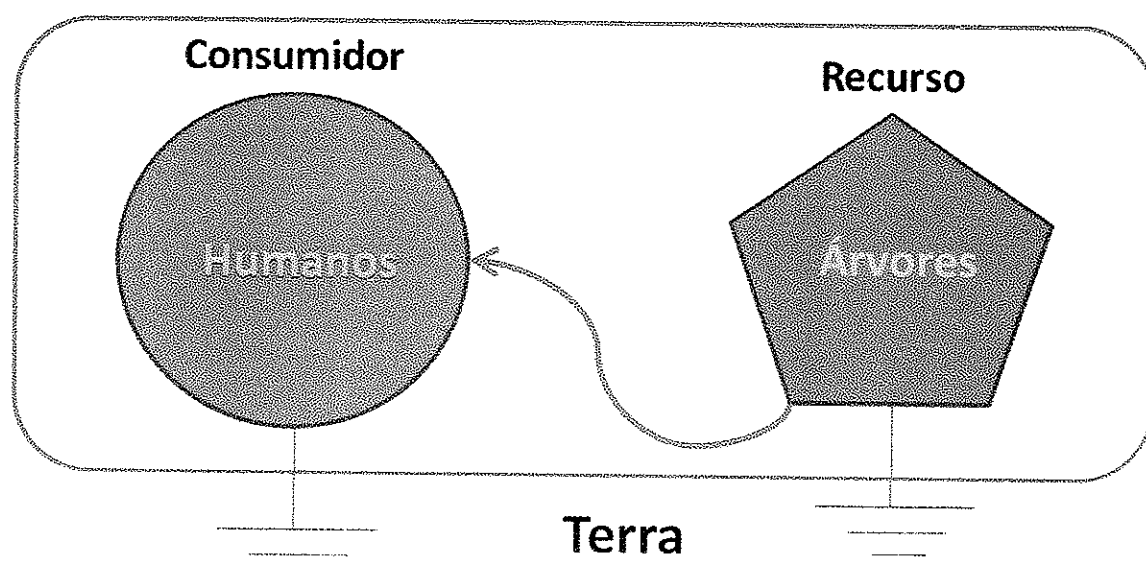


Figura 10. Diagrama da Interação Recurso/Consumidor a aplicação da dinâmica de interação entre as populações de humanos e árvores do município de Mojú-PA.

Outros modelos de estimação da dinâmica de interação entre árvores e humanos foram analisados, entre os principais: Diâmetro Altura do Peito-DAP com matrizes de transição da dinâmica florestal, porém o uso deste modelo requer maior riqueza de informações da floresta como fotos por satélite e medições *in-situ* de vários parâmetros florestais (CÂMARA et al., 2006).

Não se desconfiou do modelo presa-predador, pois com poucas informações acerca da dinâmica de interação entre populações é possível estimar seus comportamentos e padrões.

A adição de um contexto na forma de identificação e tratamento das variáveis intervenientes, taxas de mortalidade, desmatamento e análise global por *ceteris e coeteris paribus* tornou possível a análise confiável, mesmo com pouca quantidade de informações, pois quanto menos informação maior a incerteza do processo em análise (TOURINHO, 2011).

Por causa disto e pelo fato do modelo ser oscilatório é notável que na evolução dos gráficos por várias vezes a população e as árvores chegam a zero no tamanho de suas populações, o que não é real para nós, mas sim para o modelo que na realidade deve ser visto e analisado de maneira qualitativa (CHASE et al., 2011).

13. CONCLUSÕES

O resultado demonstrado quando as Equações Diferenciais Simultâneas foram aplicadas interagindo dados populacionais do Município do Moju com dados indicadores da regeneração de capoeiras, originadas da derruba de áreas florestais, evidenciou momentos interativos entre o recurso e a população extremamente fortes, conforme ilustra os gráficos de interação entre população x recurso, através do binômio oferta-demanda.

A guisa final deste trabalho afirma que:

- 1) Com o emprego de conceitos e operadores transversais, eivados de fundamentos teóricos e metodológicos e o apoio de ferramentas matemáticas adequadas, como no caso das interações simultâneas entre o biológico e o sociológico, foram as Equações Diferenciais Simultâneas, no que foi possível chegar a resultados que possibilitem um entendimento de problemas com causa sistêmica.

Assim quando se deseja oferecer explicações as implicações globais ou totais de um determinado fato ou fenômeno onde a simples análise das partes é insuficiente na elucidação do todo, recursos proveniente do paradigma sistêmico podem ser usados.

2) As Equações Diferenciais Simultâneas tornam-se mais úteis na elucidação do *explicandum* se forem agregados aos modelos matemáticos mais *elementos* geradores de *processos* e determinadores de *padrões* (comportamentos, hábitos, ações) que as teorias sistêmicas com abordagens transdisciplinares e/ou interdisciplinares demandam à visão sistêmica com exigências metodológicas de causalidade circular ou interação de causa dos fatores causais.

3) Série histórica de dados – no tempo e no espaço – são mais adequados. A territorialidade é condição determinante na teoria dos sistemas sociais e por outro lado as interações recurso/população ou predador/presa ou recurso/consumidor, são relações que podem sofrer alterações em razão do tempo.

Finalmente, em face de necessidade de uma contribuição maior do sistema acadêmico às relações sistêmicas natureza/sociedade, sobretudo na Amazônia, a tese conclui também pela importância de **redes temáticas sistêmicas** formadas de competências profissionais das várias áreas do conhecimento e aportando conhecimento e práxis para o desenvolvimento de procedimentos que integrem em uma só metodologia os aportes das ciências naturais, das ciências sociais, bem como das ciências exatas.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. As populações caiçaras e o mito do bom selvagem: a necessidade de uma nova abordagem interdisciplinar. **Rev. Antropologia**. v. 43, n. 1. 2000. p. 145-182.

ALEXANDER, J.C. **Neofuncionalismo and after**, New York. Columbia University Press, 1998.

_____. **Theoretical Logic in Sociology**, 1982. 214p.

ALLEGRETTI, M. H. Políticas para o uso dos recursos naturais renováveis. In: SACHS Ignacy; CLÜSENER-GODT Miguel (org.). **Extrativismo na Amazônia Brasileira: perspectivas sobre o desenvolvimento regional**. Montevideu: UNESCO, Paris. 1996. p. 14-32.

ANDERY, M. A. MICHELETTI, N. SÉRIO, T. M. P. RUBANO, D. R. MOROZ, M. PEREIRA, M. E. GIOIA, S. C. GIANFALDONI, M. SAVIOLI, M. R. ZANOTTO, M. L. **Para Compreender a Ciência: Uma Perspectiva Histórica**. Rio de Janeiro. 1992. 11-14p.

ANTUNES, R. **Os sentidos do trabalho**. 7ª edição. São Paulo: Boitempo, 2005.

ARRIGHI, G. **O Longo Século XX**. São Paulo: Contraponto, UNESP, 1996. 393p.

BARROS, F. B. Crise Ambiental e Cidadania Planetária. **Textos do NEAF**, n. 006, p. 1-9. Belém-Pará, 2004.

BENJAMIN, A. M. da S. **Agroextrativismo: sustentabilidade e estratégias na reserva extrativista do Rio Cajari, Sul do Amapá**. 2003. 135 f. **Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável)** - Universidade Federal do Pará, 2003.

BERTALANFFY, L. von. O significado da teoria geral dos sistemas. In: **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1973. 311p.

BUCKLEY, W. A Sociologia e a Moderna Teoria dos Sistemas. São Paulo. Cultrix, 1976. 308p.

CÂMARA, G. VALERIANO, D. M. SOARES, J. V. “**Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**”. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, BRASIL, 2006.

CAPRA, F. A Teia da Vida. São Paulo. Cultrix. 1996.

_____. O Ponto de Mutação. São Paulo. Cultrix, 1997. 447p.

CARNEIRO, M. **Física e Metafísica**. Diário do Nordeste. Fortaleza-Ceará. 2011.

CARVALHO, J. C. de P. Estrutura, organização e educação: O imaginário sócio-organizacional e as práticas educativas. In: FISCHMANN, R. (Org.). **Escola Brasileira: temas e estudos**. São Paulo: Atlas, 1987.

CASANOVA, P. G. **As Novas Ciências e as humanidades: da academia à política**. Editora Boitempo, São Paulo. 2006. 335p.

CHASE, O. ALMEIDA, J. F. SAMPAIO, M. SOUZA, J. R. B. “Arquitetura de Sensor Inteligente Baseado em Ciberfísica – Uma Abordagem Ambiental”, **Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente – SBAI**, UFSJ-MG, BRASIL, 2011.

DARWIN, C. *On the Origin of Specieis by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 1877.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**. 1637. 123p.

DIEGUES, A. C. As Representações do Mundo Natural, o Espaço Público, o Espaço dos “Comunitários” e o Saber Tradicional. In: DIEGUES, Antonio Carlos. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec, 2001. 161 p.

DOMINGUES, I. Em Busca do Método, in: **Conhecimento e Transdisciplinaridade II: Aspectos Metodológicos**. Belo Horizonte: IEAT/Editora UFMG, 2005. 409p.

ELLI, S. Criacionismo x Evolucionismo, 2010. Pesquisado em: <http://www.recantodasletras.com.br/trabalhosacademicos/2148637>. 03.09.2011.

EMPERAIRE, L. A. Agrobiodiversidade, o exemplo das mandiocas na Amazônia, **Ciência Hoje**, 32 (187): 2002. 28-33p.

FEIJÓ, R. L. C. **Metodologia e Filosofia da Ciência. Aplicação na Teoria Social e Estudo de Caso.** São Paulo. Editora Atlas. 2003. p 67-69.

_____. A racionalidade das teorias econômicas: uma investigação à luz das idéias de Popper, Khun e Laudan. **Dissertação (Mestrado)** – FEA, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

FELIPIM, A. P.; RESENDE, R. U.; RIBEIRO, R. J. Agricultura de pousio e controle ambiental. In: DIEGUES, A. C.; VIANA, V. M. (Orgs.). **Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da mata atlântica.** São Paulo: NUPAUB/ LASTROP - USP, 2000, p. 111-119. MARCOVITCH, Jaques. Contribuição ao Estudo da Eficácia Organizacional. **Tese de doutorado** FEA/USP, 1972.

FERNANDES, S. B. Criacionismo x Evolucionismo: Análise de Discurso sobre a Origem da Vida nas Revistas Veja, Superinteressante e Galileu. **VII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Norte.** Boa Vista – RR. 2008.

FERRARI, A. T. **Fundamentos de Sociologia.** São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1983.

FEYERABEND, P. K. **Contra o Método.** Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

GALILEI, G. **Diálogo Sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo.** 1632.

GHERARDI, D. **Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, BRASIL.** 2011.

GONÇALVES, M. C. F. **Filosofia da Natureza.** 2006. 81p.

HABERMAS, J. “A cerca do Uso Pragmático, Ético e Moral da Razão Prática”. In: **Comentários à Ética do Discurso.** Instituto Piaget, Lisboa, 1999.

HOGAN, D. J. **Crescimento Populacional e Desenvolvimento Sustentável.** São Paulo 2002.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo Vegetal na Amazônia: Limites e Oportunidades.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 2002. p. 1-75.

HURTIENNE, T. P. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. **Novos cadernos NAEA**, v. 8, n. 1. Belém, 2005. p. 19-71.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico.** 2010.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2000.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 1990.

JARDIM, F.C.S. Avaliação da Dinâmica Florestal após Extração Madeireira Seletiva. **Projeto**, 2006. 18p.

JÚNIOR, L. C. M. M. VACA, L. E. A. TOURINHO, M. M. População e Meio-ambiente: Um estudo das relações entre migração, sistemas sociais e uso dos recursos naturais na Amazônia. **49º Congresso da SOBER**. Belo Horizonte – MG. 2011.

KHUN, T. **Estrutura das Revoluções Científicas**. 1962. 129p.

_____. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 1989.

KLUCKHOHN, C. Universal categories of culture. In *Anthropology today: an encyclopedic inventory*, edited by A. L. Kroeber,. University of Chicago Press, Chicago. 1953. 523p.

KOENING, S. **Elementos da Sociologia**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1988.

KOT, M. **Elements of Mathematical Ecology**. Cambridge, Cambridge University Press, 2001. 447p.

LEAL, E. C. **Potencial de regeneração da capoeira após preparo de área com queima e sem queima na região Bragantina**. 2002. 121 p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável)-Universidade Federal do Pará, Belém. 2002.

LESCURE, J-P; PINTON, F.; EMPERAIRE, L. Povos e produtos da floresta na Amazônia central: o enfoque multidisciplinar do extrativismo. In: VIEIRA, P. F.; WEBER J. (Orgs.). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 2002, p. 433-468.

LIEBER, R. R. Desenvolvimento, meio ambiente, e os serviços de manutenção. **XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Minas Gerais – Ouro Preto, Brasil. 2003.

LIEBER, R. R. ROMANO-LIEBER, N. S. Causalidade e fatores de risco: Transcendência e imanência na educação ambiental. *Educação: Teoria e prática (UNESP-RC)*, 9 (16): supl.cd-rom:tr17.pdf. 2001.

LIEBER, R. R. ROMANO-LIEBER, N. S. "Saúde, produção e o enfoque de risco." In: Encontro Nacional de Estudos do Trabalho, 5o., Associação Brasileira de Estudos do Trabalho - ABET, Rio de Janeiro, 10-12.9.97. **Anais. Rio de Janeiro, ABET/IPEA**, p.15-27 (cd-rom). 1997.

LOOMIS, C. **Social System**. D. Van Nostrand Co. New Jersey, 1960.

LOTKA, A. J. **Elements of Physical Biology**. 1956. 460p.

LOUREIRO, C. F. B. VIÉGAS, A. COMPLEXIDADE E DIALÉTICA: POR UMA BUSCA DE NOVOS ELEMENTOS NA TRADIÇÃO CRÍTICA DIANTE DOS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Ambiente e Educação**, vol.12, 2007.27p.

LUHMANN, N. **Social systems**. Stanford: Stanford University Press, 1995.

MARX, K. Diferença da Filosofia da Natureza em Demócrito e Epicuro. **Tese de Doutorado**. 1841.

_____. **Manuscritos: Economia y Filosofía**, Madri, Alianza Editorial, 1984, 111p.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia Alemã**. 5. ed. São Paulo: Hucitec, 1986.

MELO, A. T. M. de, et al. **Plano de Desenvolvimento do Projeto de Assentamento Olho D'Água II**, Belém: INCRA, 2004.107 p.

MERTON, R. **Social Theory and Social Structure**. Illinois. Glencoe, 1957.

MESZAROS, I. **A teoria da alienação em Marx**. São Paulo: Boitempo, 2006.

MORAES, A. C. R. **Meio Ambiente e Ciências Humanas**. 2005. 162p.

MORAES, M. E. B. **A (In) Eficiência do Direito Penal Moderno para a Tutela do Meio Ambiente (Lei nº 9.605/98)**. Rio de Janeiro. Editora Lumen Juris, 2004 p. 8.

MORIN, E. **O Método: A Natureza da Natureza**. Mira-Sintra/Europa-América Ltda. 1997. 361p.

_____. **Jornadas Temáticas. A Religação dos Saberes. O Desafio do Século XXI**. Rio de Janeiro. 2001. 588p.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez; Unesco, 2001b.

MORIN, A. GADOUA, G. POTVIN, G. *Saber, Ciência e Ação*. 2007.

NEVES, D. P. A. Reforma Agrária Esforçada. In: FERRANTE, Vera Lúcia Silveira Botta; ALY, Osvaldo Junior (org). **Assentamentos Rurais: Impasses e Dilemas** (uma trajetória de 20 anos). São Paulo: INCRA, 2005, p. 71-115.

NEWTON, S. I. **Philosophiae Naturalis Principia Mathematica**. 1687. 316p.

ODUM, H. T. **Ecological Economics Program**. University of Florida, Gainesville 32611, USA. 1987. 329p.

PARSONS, T. E. F. **Teoria Sociológica e Sociedade Moderna**, 1968.

PENA-VEGA, A. **O Despertar Ecológico: Edgar Morin e a ecologia complexa**. Rio de Janeiro, Garamond, 2003.

PEREIRA, J. C. **Uma Leitura Didática de Thomas S. Khun**. Veritas, v.35, nº 139, 1990.

PESSOA, V. Diário Filosófico. O homem pós-moderno em um diálogo com o saber dos antigos. 2009. Pesquisado em: <http://diariodefilosofia.blogspot.com/2009/03/geocentrismo-x-heliocentrismo.html>, em 03.09.2011.

PINTON, F. Manioc et Biodiversité: exploration des voies d'un nouveau partenariat, Natures, Sciences et Sociétés, 10 (2) 18-30. Emperaire, L., 2002, O manejo da agrobiodiversidade - o exemplo da mandioca na Amazônia. In Bensunsan, N., **Seria melhor mandar ladrilhar. Biodiversidade como, para que, por quê**, Brasília, Instituto Socioambiental, UnB : 2002. 189-202p.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A Globalização da Natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira. 2006.

PRADO, E. F. S. **Uma nova fase do capitalismo ou um novo modo de produção capitalista?** *Outubro*, São Paulo, n. 13, segundo semestre de 2005.

PRIGOGINE, Y. *The Philosophy of Instability*. Futures, (1989) 21, 396-400.

RAMOS DE CAMARGO, L. H. **A Ruptura do Meio Ambiente: Conhecendo as Mudanças Ambientais do Planeta Através de uma Nova Percepção da Ciência: A Geografia da Complexidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005. 240p.

ROSNAY, J. Conceitos e operadores transversais. In: MORIN, E. (org.). *A Religação dos Saberes: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 588p.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS-SEPOF. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ-IDESP. *Estatística Municipal Moju*, 2011.

SIMONIAN, L. T. L. Políticas Públicas, Desenvolvimento Sustentável e Recursos Naturais em Áreas de Reserva na Amazônia Brasileira. In: COELHO, Maria Célia Nunes; SIMONIAN, Lígia Terezinha Lopes; FENZL, Norbert (Org.). *Estado e Políticas Públicas na Amazônia: gestão de recursos naturais*. Belém: Cejup: UFPa – NAEA, 2000, p. 09-53.

SODRÉ, M. L. da S. **Famílias tradicionais ribeirinhas e meio ambiente: o casodo Agroextrativista São Francisco**. Encontro de Estudos da Rede Rural, 1., 2006, Niterói - RJ. Anais do Encontro da Rede, 1, 2006.

SOUZA, M. de. O novo paradigma das Ciências Naturais e sua contribuição para os estudos sobre desenvolvimento. *Novos Cadernos do NAEA*, vol.1, n.1, 1998.

SOUZA, P. R. P. de. *A Servidão Ambiental Florestal como Instrumento de Proteção Continental do Meio Ambiente*. Pesquisado em <www.oab.org.br/comissões/coda/files/artigoservidaoambiental.pdf> Acesso em 05.09.2011.

SKRABAL, A. *Von den Simultanreaktionen, Beriche der deutschen chemischen Gesellschaft* 1949. 77p.

SPIEGELMAN, S. *Physiological Competition as a Regulatory Mechanism in Morphogenesis*. 1945. 121p.

THOMAS, K. *O homem e o natural*. Cia. das Letras, São Paulo. 1989.

TOURINHO, M. M. *Anotações em Reunião no Laboratório de Sistemas Ciberfísicos da UFRA, BRASIL*. 2011.

_____. Manejo Comunitário: Complexidade além dos recursos (A Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1968) e a Teoria dos Sistemas Sociais (PARSONS, 1951) como ferramentas para trabalhar o manejo comunitário dos recursos naturais). *Seminário Água e Meio Ambiente na Amazônia – Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi*, 2008.

TRINCA, C. T. FERRARI, S. F. Caça em assentamento rural na Amazônia Mato-grossense. In: JACOBI, Pedro; FERREIRA, Lúcia da Costa. (Orgs.). **Diálogos em Ambiente e Sociedade no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2006, v. 1, p. 155-167.

WITKOSKI, A. C. **Terras, florestas e águas de trabalho**: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas - EDUA, 2007. v. 01. p.128-136; p.160-185 e p. 250-344.

ANEXO

GLOSSÁRIO SISTÊMICO

A

- **ATOMISTA:** *Refere-se ao atomismo ou que é seguidor dessa doutrina (Escola Atomista; Filósofo Atomista); Partidário do Atomismo.*

- **AÇÃO:** *O que resulta do fato de agir; Tudo aquilo que se faz; Manifestação de uma força Agente.*

- **ABSTRAÇÃO:** *Ação de abstrair; Separação mental de uma das partes de um todo; Estado da pessoa absorta em profunda meditação, Contemplação, Êxtase, Enlevo; Distração; Hipótese.*

- **ABORDAGEM:** *Ato ou efeito de abordar; Primeiro contato com um assunto; iniciação.*

- **ABORDAGEM MECANICISTA:** *Abordagem na qual todos os fenômenos que se manifestam nos seres vivos são mecanicamente determinados e, em última análise, essencialmente de natureza físico-química. Concebe o movimento como determinado por lei causal rigorosa, e por negar todo tipo de finalismo ou de qualidade oculta para a determinação dos fenômenos naturais.*

- **ABORDAGEM SISTÊMICA:** *Sistemática; metódico, ordenado; feito com intenção determinada; Tratamento com enfoque lógico de um sistema, onde a síntese é um pré-requisito. Desta forma, a abordagem sistêmica, segue um caminho inverso da abordagem analítica; Propõe o pensamento em rede; O pensamento sistêmico é a resposta à falha do mecanicismo em tentar explicar fenômenos biológicos e sociais; A complexidade é a base do enfoque sistêmico; Complexidade indica grande número de problemas e variáveis que as organizações e os administradores devem enfrentar; A ferramenta para enfrentar a complexidade é o enfoque sistêmico; O ponto de partida do enfoque sistêmico é a ideia de sistema.*

- **ANÁLISE:** *Do Grego análisis, dissolução; Decomposição de um todo em partes; Exame de cada parte de um todo; Processo filosófico por meio do qual se sobe dos efeitos às causas, do particular ao geral, do simples ao composto.*

- **ANÁLISE DE SISTEMAS:** *Voltado para o desenvolvimento e planejamento de modelos de sistemas, inclusive matemáticos, adotado amplamente para a compreensão do 'todo' das organizações complexas (empresas, governo etc.) bem como das relações existentes entre os seus componentes (subsistemas). A metodologia analítica é das mais utilizadas no afã de se identificar as necessidades dos sistemas complexos (o que é necessário para que se obtenha) traduzidos em termos de entradas sistêmicas (informações, materiais etc.), hierarquizá-las e até mesmo procurar identificar todas para não se renegar a segundo plano ou mesmo suprimir necessidades eventualmente não explicitadas a priori.*
- **AUTOPOIÉTICO:** *É o sistema que se autodelimita, autodetermina, auto-regula, automantém; Não é o meio ou qualquer outra forma de "energia" ou "operação" alheia ao conjunto interativo de seus elementos que os constituem, regem ou formam, mas ele mesmo.*
- **APORTE:** *Subsídio, contribuição, chega.*

C

- **CAUSALIDADE:** *Causalidade é a relação entre um evento (a causa) e um segundo evento (o efeito), sendo que o segundo evento é uma consequência do primeiro. Num sentido mais amplo, a causalidade ou determinação de um fenômeno é a maneira específica na qual os eventos se relacionam e surgem. Apreender a causalidade de um fenômeno é apreender sua inteligibilidade. Embora causa e efeito sejam em geral referidos a eventos, também podem ser referidos a objetos, processos, situações, propriedades, variáveis, fatos ou estados de coisas. A caracterização de uma relação causal, distinguindo-a da simples correlação, ainda é assunto controverso.*
- **CONSTRUÇÃO MENTAL:** *Responsável pela disposição, estruturação e compreensão do intelecto obtido através da percepção.*
- **CRIACIONISMO:** *É a crença religiosa de que a humanidade, a vida, a Terra e o universo são a criação de um agente sobrenatural. No entanto, o termo é mais comumente usado para se referir à rejeição, por motivação religiosa, de certos processos biológicos, particularmente a evolução.*

- **CIENTÍFICO:** *Relativo à ciência; Interesse Científico; Em que se mostra ciência, que a revela, que não é ideológico, nem se baseia no senso comum; Pensamento; Pesquisa Científica.*
- **CARTESIANO:** *Relativo à doutrina de Descartes; Espírito Cartesiano; Espírito Metódico e Racional. Partidário da doutrina de Descartes.*
- **COMPLEXIDADE:** *É uma noção utilizada em filosofia, epistemologia, biologia, sociologia, informática ou em ciência da informação. A definição varia significativamente segundo a área de conhecimento. Frequentemente é também chamada teoria da complexidade, desafio da complexidade ou pensamento da complexidade. Trata-se de uma visão interdisciplinar acerca dos sistemas complexos adaptativos, do comportamento emergente de muitos sistemas, da complexidade das redes, da teoria do caos, do comportamento dos sistemas distanciados do equilíbrio termodinâmico e das suas faculdades de auto-organização. Esse movimento científico tem tido uma série de consequências não só tecnológicas, mas também filosóficas. O uso do termo complexidade é, portanto ainda instável e na literatura de divulgação. Frequentemente ocorrem usos espúrios, muito distantes do contexto científico, particularmente em abstrações ao conceito (crucial) de não-linearidade.*
- **CAOS:** *Confusão geral dos elementos da matéria, antes da presumível criação do Universo. Desordem.*
- **CETERIS/COETERIS PARIBUS:** *É uma expressão do latim que pode ser traduzida por "todo o mais é constante" ou "mantidas inalteradas todas as outras coisas". A condição ceteris paribus é usada na economia para fazer uma análise de mercado da influência de um factor sobre outro, sem que as demais variáveis sofram alterações.*
- **CONECTADO:** *Ligado; Interligado; Estar em rede.*
- **CIÊNCIAS SOCIAIS:** *É um ramo da ciência que estuda os aspectos sociais do mundo humano, ou seja, a vida social de indivíduos e grupos humanos. Isso inclui Antropologia, Estudos da comunicação, Economia, Administração, Arqueologia, Contabilidade, Geografia humana, História, Linguística, Ciência política, Estatística, Psicologia social, Direito e Sociologia.*

- **CIÊNCIAS NATURAIS:** *Ramo das ciências que estuda o universo, que é entendido como regulado por regras ou leis de origem natural, ou seja, os aspectos físicos e não humanos; Além do uso tradicional, a frase ciências naturais é às vezes usada mais especificamente se referindo ao seu uso no dia-a-dia, relacionado a história natural. Neste sentido, "ciências naturais" podem se referir a biologia e talvez às ciências da Terra, em oposição às ciências físicas como astronomia, física e química.*
- **CIBERNÉTICA:** *Referente ao estudo ou concepção de conjuntos complexos e autorregulados que integram elementos biológicos, mecânicos, eletrônicos e de processamento de dados.*

D

- **DESORDEM:** *Falta de ordem; confusão, desarranjo, desalinho.*
- **DIALÉTICA:** *É um método de diálogo cujo foco é a contraposição e contradição de idéias que leva a outras idéias e que tem sido um tema central na filosofia ocidental e oriental desde os tempos antigos. A tradução literal de dialética significa "caminho entre as idéias".*
- **DOCTRINA:** *Conjunto de princípios básicos, fundamentais, de um sistema religioso, político ou filosófico; opinião de autores; norma, regra, preceito.*

E

- **ECOSSISTEMA:** *Comunidade de organismos constituída por produtores, compositores e decompositores, funcionalmente relacionados entre si e com o meio ambiente, e considerados como uma entidade única.*
- **EMPIRISMO:** *É um movimento que acredita nas experiências como únicas (ou principais) formadoras das ideias, discordando, portanto, da noção de ideias inatas. O empirismo é descrito-caracterizado pelo conhecimento científico, a sabedoria é adquirida por percepções; pela origem das idéias por onde se percebe as coisas, independente de seus*

objetivos e significados; pela relação de causa-efeito por onde fixamos na mente o que é percebido atribuindo à percepção causas e efeitos; pela autonomia do sujeito que afirma a variação da consciência de acordo com cada momento; pela concepção da razão que não vê diferença entre o espírito e extensão, como propõe o **Racionalismo** e ainda pela matemática como linguagem que afirma a inexistência de hipóteses. Na ciência, o **empirismo** é normalmente utilizado quando falamos no método científico tradicional (que é originário do empirismo filosófico), o qual defende que as teorias científicas devem ser baseadas na observação do mundo, em vez da intuição ou da fé, como lhe foi passado.

- **ENTROPIA:** É uma grandeza termodinâmica que aparece geralmente associada ao que se denomina, não em senso comum, de "grau de desordem" de um sistema termodinâmico. Em acordo com a segunda lei da termodinâmica, trabalho pode ser completamente convertido em calor, e por tal em energia térmica, mas energia térmica não pode ser completamente convertida em trabalho. Com a entropia procura-se mensurar a parcela de energia que não pode mais ser transformada em trabalho em transformações termodinâmicas.
- **EPISTEMOLOGIA:** É um ramo da filosofia que trata dos problemas filosóficos relacionados com a crença e o conhecimento. É o estudo científico da ciência (conhecimento), sua natureza e suas limitações. A epistemologia estuda a origem, a estrutura, os métodos e a validade do conhecimento, motivo pelo qual também é conhecida como teoria do conhecimento. Relaciona-se com a metafísica, a lógica e a filosofia da ciência, pois, em uma de suas vertentes, avalia a consistência lógica de teorias e suas credenciais científicas.
- **ESPECIALISTA:** Que ou quem se dedica exclusivamente ao estudo ou à prática de uma ciência, uma arte, uma profissão.
- **EXPLICANDUM:** Dedução Lógica; Dedução Conclusiva.

F

- **FENÔMENO:** *Do Latim phaenomenon < Grego phainómenon, coisa que aparece. Tudo o que é percebido pelos sentidos ou pela consciência; Toda a modificação operada nos corpos por agentes físicos ou químicos.*
- **FILOGENIA:** *Do Grego phýllon, folha + gen, r. de gígnomai, gerar. Sucessão genética das espécies orgânicas.*
- **FILOSOFIA:** *É o estudo de problemas fundamentais relacionados à existência, ao conhecimento, à verdade, aos valores morais e estéticos, à mente e à linguagem.*
- **FILOSOFIA DE SISTEMAS:** *Voltada para a ética, a história, a ontologia e (por ontologia entende-se a concepção que estuda as características fundamentais do ser, da coisa ou de uma ciência, sem as quais não existiria este objeto. Em outras palavras, trata-se da definição do ser/coisa) a epistemologia (epistemologia é o estudo dos limites do conhecimento e dos mistérios que o tornem válido) e finalmente da metodologia de sistemas, engenharia de sistemas voltados para a concepção de sistemas artificiais, como robôs, e o processamento eletrônico de dados etc.*

G

- **GESTALT:** *Forma abreviada de gestaltismo; sinônimo de forma, contorno, constituição. Percepção absorvida como uma totalidade pelo indivíduo, mais do que como uma justaposição de partes. Característica de um objeto, de uma figura, dada por sua estrutura perceptível, principalmente o contorno. Formulada entre fins do século passado e início do nosso século, a Psicologia dos Padrões de Totalidade ou de Totalidades Significativas (Gestalten, em alemão) surgiu como um protesto contra a tentativa de se compreender a experiência psíquico-emocional através de uma análise atomística-mecanicista tal como era proposto por Wundt - análise esta na qual os elementos de uma experiência são reduzidos aos seus componentes mais simples, sendo que cada um destes componentes são peças estudadas isoladamente dos outros, ou seja, a experiência é*

entendida como a soma das propriedades das partes que a constituiriam, assim como um relógio é constituído de peças isoladas. A principal característica da abordagem mecanicista é, pois, a de que a totalidade pode ser entendida a partir das características de suas partes constitutivas. Porém, para os psicólogos da Gestalt, a totalidade possui características muito particulares que vão muito além da mera soma de suas partes constitutivas. Como exemplo, poderíamos tomar uma fotografia de jornal é que constituída por inúmeros pontinhos negros espalhados numa área da folha de jornal. Nenhum desses pontinhos, isoladamente, pode nos dizer coisa alguma sobre a fotografia. Apenas quando tomamos a totalidade da figura, é que percebemos a sua significação. A própria palavra Gestalt significa uma disposição ou configuração de partes que, juntas, constituem um novo sistema, um todo significativo. Sendo assim, o princípio fundamental da abordagem gestáltica é a de que as partes nunca podem proporcionar uma real compreensão do todo, que emerge desta configuração de interações e interdependências de partes constituintes. O todo se fragmenta em meras partes e/ou deixa de ter um significado quando é analisado ou dissecado, ou seja, deixa de ser um todo. Esta escola teve como principais expoentes Max Wertheimer, Wolfgang Kohler e Kurt Koffka.

- **GESTÃO:** Que se refere à adoção do pensamento sistêmico na condução, coordenação e elaboração das estratégias de permanência dos sistemas sociotécnicos complexos (tais como as empresas, governos, instituições etc.) e a pesquisa empírica, a experimentação e comprovação sobre sistemas que abrange a descoberta ou estabelecimento de leis, a adequação e estudos de simulação com sistemas.

- **GEOCENTRISMO:** É o modelo cosmológico mais antigo. Na Antiguidade era raro quem discordasse dessa visão. Entre os filósofos que defendiam esta teoria, o mais conhecido era Aristóteles. Foi o matemático e astrônomo grego Claudius Ptolomeu (78-161 d.C.) quem, na sua obra "Almagesto", deu a forma final a esta teoria, que se baseia na hipótese de que a Terra estaria parada no centro do Universo com os corpos celestes, inclusive o Sol, girando ao seu redor. Essa visão predominou no pensamento humano até o resgate, feito pelo astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), da teoria heliocêntrica, criada pelo astrônomo grego Aristarco de Samos (310-230 a.C.).

H

- **HOMEOSTASIA:** *(do grego homeos, semelhante, e status, situação) É o equilíbrio dinâmico obtido através da auto-regulação ou do autocontrole. É a estabilidade do meio interno buscando a tendência ao equilíbrio e a manutenção deste.*
- **HIERARQUIA:** *Graduação de autoridade, correspondente às várias categorias de funcionários numa empresa; série contínua de graus ou escalões, em ordem crescente ou decrescente; escala.*
- **HOLISMO:** *Alia a análise (decomposição) do atomismo e a visão da recomposição (síntese); Entende o todo maior que a soma das suas partes a partir das propriedades emergentes; Pressuposto ontológico: O TODO justifica as PARTES e as PARTES são fundamentais para o TODO. O TODO dá sentido para as PARTES que o compõe a assim chamada organização. Requer Racionalidade não admitindo posturas dogmáticas.*

I

- **INTERAÇÃO:** *É uma ação de um objeto físico sobre outro - os objetos físicos podem ser considerados desde partículas pontuais até campos quânticos. Além da interação puramente física, o termo designa a ação conjunta humano-humano, humano-máquina/objeto ou objeto-objeto. Em termos simples, ocorre interação quando a ação de uma pessoa (ou coisa) desencadeia uma reação (um evento) em outro (humano ou máquina/objeto). Esta interação pode ter diversos níveis, desde a simples bidirecionalidade até a interatividade.*
- **INTERDISCIPLINAR:** *Comum a duas ou mais disciplinas ou ramos de conhecimento.*

M

- **MECANICISMO:** *É uma teoria filosófica determinista segundo a qual todos os fenômenos se explicam pela causalidade mecânica ou em analogia à causalidade mecânica (causalidade linear ou, instrumentalmente, como meio para uma causa final).*
- **METABÓLICA:** *Que constitui mudança de natureza; Relativo a mudança de natureza dos corpos.*
- **MULTIDISCIPLINAR:** *É um conjunto de disciplinas a serem trabalhadas simultaneamente, sem fazer aparecer as relações que possam existir entre elas, destinando-se a um sistema de um só nível e de objetivos únicos, sem nenhuma cooperação. A multidisciplinaridade corresponde à estrutura tradicional de currículo nas escolas, o qual encontra-se fragmentado em várias disciplinas. De acordo com o conceito de multidisciplinaridade, recorre-se a informações de várias matérias para estudar um determinado elemento, sem a preocupação de interligar as disciplinas entre si. Assim, cada matéria contribui com informações próprias do seu campo de conhecimento, sem considerar que existe uma integração entre elas.*

O

- **ORGANIZAÇÃO:** *Ação ou efeito do organizar, de pôr a funcionar; Estado do que se acha organizado; Modo pelo qual as partes que compõem um ser vivo estão dispostas para cumprir certas funções; Preparação.*
- **ORDEM:** *Disposição regular e metódica; Regularidade; Método; Apropriada combinação de meios; Disciplina.*
- **ONTOLOGIA:** *Do Grego ón, óntos, ser + lógos, tratado. Ciência que estuda os seres em geral; Teoria ou ciência do ser; Metafísica.*

- **ONTOGENIA = ONTOGÊNESE:** *Do Grego ón, óntos, ser + génesis, geração. Série de transformações sofridas por um ser desde a fecundação até ao completo desenvolvimento.*
- **OBSCURANTISMO:** *Estado de espírito refratário à razão e ao progresso; Doutrina daqueles que não desejam que a instrução penetre na massa do povo; Doutrina contrária ao progresso intelectual e material; Estado completo de ignorância.*

P

- **PERCEPÇÃO:** *Ato ou efeito de perceber; combinação dos sentidos no reconhecimento de um objeto; Recepção de um estímulo; Faculdade de conhecer independentemente dos sentidos; Sensação; Intuição; Ato ou operação da inteligência; Representação intelectual.*

R

- **REDUCTIONISMO:** *Nome dado a teorias correlatas que afirmam, grosso modo, que objetos, fenómenos, teorias e significados complexos pode ser sempre reduzidos, ou seja, expresso em unidades diferentes, a fim de explicá-los, a suas partes constituintes mais simples. Reduccionismo ontológico - é a idéia de que tudo que existe é feito de um pequeno número de substâncias básicas que se comportam de forma regular. Comparar com monismo. Reduccionismo metodológico - é a idéia de que as explicações, como as científicas, devem ser continuamente reduzidas às entidades mais simples possíveis. Reduccionismo teórico- é a idéia de que explicações ou teorias antigas não são geralmente substituídas por novas, e sim as novas teorias são refinamentos ou reduções mais detalhadas das antigas. Reduccionismo científico- tem sido usado para descrever todas as idéias acima no que se refere à ciência, mas é mais frequentemente usado para descrever a idéia de que todos os fenómenos podem ser reduzidos a explicações científicas.*

- **RECIPROCIDADE:** *É a característica que diz se um sistema é natural ou humano: É que nos sistemas humanos a consciência das funções e comportamentos está determinada pelo que o todo acha e precisa que se faça. Assim como nos sistemas naturais.*

S

- **SISTEMA:** *Do Latim systema < Grego sýstema, reunião, grupo. Conjunto de elementos montado de tal modo que esses elementos atuem juntos para cumprir metas e objetivos. Conjunto de princípios reunidos de modo a que formem um corpo de doutrina; Combinação de partes coordenadas entre si e que concorrem para um resultado ou para formarem um conjunto; Um conjunto de entidades, relacionadas entre si através de processos, procurando atingir os mesmos objetivos.*
- **SISTEMA NATURAL:** *São os sistemas que compõem a natureza, constituídos pelos reinos: animal, vegetal e mineral.*
- **SISTEMA SOCIAL:** *Compreende todos os sistemas que compõem a sociedade, entre eles: econômico, cultural, político e religioso.*
- **SISTÊMICO:** *É uma forma de abordagem da realidade que surgiu no século XX, em contraposição ao pensamento "reducionista-mecanicista" herdado dos filósofos da Revolução Científica do século XVII, como Descartes, Bacon e Newton. É visto como componente do paradigma emergente, que tem como representantes cientistas, pesquisadores, filósofos e intelectuais de vários campos. Por definição, aliás, o pensamento sistêmico inclui a interdisciplinaridade.*
- **SINERGIA:** *Do Grego, (syn, com e ergos, trabalho), trabalho conjunto; Quando duas ou mais causas produzem, atuando conjuntamente, um efeito maior do que a soma dos efeitos que produziriam atuando individualmente; O todo é maior que a soma das partes, o Sinergismo, significa o efeito multiplicador da combinação de recursos utilizados. Conjugadamente produzem um efeito maior do que simplesmente a sua soma; O sistema maior apresenta características próprias que não existem em cada uma de suas partes integrantes.*

- **SÍNTESE:** *Do Latim syntese < Grego synthesis, composição. Processo filosófico que procede do simples para o composto, dos elementos para o todo, das causas para as consequências; Conciliação da tese com a antítese; Demonstração matemática das proposições pela simples dedução das que estão já provadas; Resenha literária ou científica; Resumo; Quadro que expõe o conjunto de uma ciência.*

- **SIMULAÇÃO:** *Consiste em empregar formalizações em computadores, tais como expressões matemáticas ou especificações mais ou menos formalizadas, com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real. Desta forma, para ser realizada uma simulação, é necessário construir um modelo computacional que corresponda à situação real que se deseja simular.*

- **SOCIETÁRIA:** *Que ou quem faz parte de uma sociedade científica ou literária.*

T

- **TEORIA:** *Do Latim theoria < Grego theoría, ação de olhar, especulação. Conhecimento especulativo, puramente racional; Conjunto de princípios fundamentais de uma arte ou ciência; Doutrina ou sistema acerca desses princípios; Opiniões sistematizadas; Hipótese; Suposição; Especulação; Sistema; Tese; Conjectura.*

- **TEORIA DO CAOS:** *Para a física e a matemática, é a teoria que explica o funcionamento de sistemas complexos e dinâmicos. Em sistemas dinâmicos complexos, determinados resultados podem ser "instáveis" no que diz respeito à evolução temporal como função de seus parâmetros e variáveis. Isso significa que certos resultados determinados são causados pela ação e a interação de elementos de forma praticamente aleatória.*

- **TEORIA DA EVOLUÇÃO E DA SELEÇÃO NATURAL:** *O princípio da evolução postula que as espécies que habitaram e habitam o nosso planeta não foram criadas independentemente, mas descendem umas das outras, ou seja, estão ligadas por laços evolutivos. Esta transformação, denominada evolução das espécies, foi apresentada e explicada satisfatoriamente por Charles Darwin, no seu tratado *A origem das espécies*, em 1859. A base da evolução biológica é a existência da variedade, ou seja, as diferenças*

individuais entre os organismos de uma mesma espécie. Na grande maioria das vezes, os indivíduos produzem uma grande quantidade de descendentes, dos quais apenas uma parte sobrevive até a fase adulta. Assim, por exemplo, a cada ano, o salmão põe milhares de ovos, uma ave produz vários filhotes. No entanto, as populações das espécies em um ecossistema em equilíbrio não crescem indiscriminadamente. Isto significa que os indivíduos são selecionados na natureza, de acordo com suas características. Frequentemente menos de 10 % da prole sobrevive. Os indivíduos que apresentarem características vantajosas para a sua sobrevivência, como por exemplo, maior capacidade de conseguir alimento, maior eficiência reprodutiva, maior agilidade na fuga de predadores, têm maior chance de sobreviver até a idade reprodutiva, na qual irá passar estas características individuais vantajosas à prole. Isto ocorre porque todas as características estão impressas nos genes do indivíduo. Este é o princípio da seleção natural de Darwin. Darwin mostrou que a seleção natural tende a modificar as características dos indivíduos ao longo das gerações, podendo gerar o aparecimento de novas espécies. A partir desta teoria pode-se estudar sob o aspecto evolutivo todo o parentesco entre os seres vivos da Terra, o que culminou em uma árvore genealógica da vida. Nela, os organismos unicelulares semelhantes às bactérias foram os primeiros seres vivos, surgidos a 3 bilhões de anos nos mares primitivos. Toda a informação genética dos seres vivos está registrada no DNA, a proteína que constitui os genes e cromossomos. Durante o processo de reprodução, a replicação destes genes sofre alterações denominadas mutações genéticas. Quando as mutações começaram a ocorrer nos primeiros seres vivos do planeta, iniciou-se o processo de evolução, através do aparecimento das citadas variações individuais na mesma espécie. A evolução é então impulsionada pelo fenômeno da seleção natural, através das centenas de milênios do tempo geológico. A história da evolução da vida está documentada através do registro dos fósseis encontrados pelos arqueólogos e evolucionistas. A pressão gerada pelo ambiente sobre os seres vivos representa uma das principais causas da evolução. Ambientes naturais geralmente apresentam fatores negativos e limitantes, além de realidades difíceis como a predação e a competição. Ambientes hostis e instáveis impulsionam o processo evolutivo, uma vez que selecionam fortemente apenas a sobrevivência dos mais aptos. Como consequência da pressão ambiental e da existência das mutações genéticas, a vida evoluiu e se especializou, criando toda esta gama de diferentes biomas e ecossistemas que constituem a biosfera. Só o grupo dos animais conta atualmente com mais de 1 milhão de espécies descritas. No topo da linha evolutiva, encontram-se os animais mais complexos e elaborados, os vertebrados, representando apenas 5 % do total.

- **TRANSDISCIPLINARIDADE:** *É uma abordagem científica que visa a unidade do conhecimento. Desta forma, procura estimular uma nova compreensão da realidade articulando compreensão elementos que passam entre, além e através das disciplinas, numa busca de da complexidade. Além disso, do ponto de vista humano a transdisciplinaridade é uma atitude empática de abertura ao outro e seu conhecimento.*

V

- **VARIÁVEL ALEATÓRIA:** *Uma variável aleatória pode ser entendida como uma variável quantitativa, cujo resultado (valor) depende de fatores aleatórios. Matematicamente, variável aleatória é uma função que associa elementos do espaço amostral a valores numéricos.*
- **VALOR:** *O que uma coisa vale; Importância; Qualidade inerente a um bem ou serviço que traduz o seu grau de utilidade; Aquilo que confere normas à conduta; Caráter do que corresponde às normas ideais para o seu tipo e, por isso, é desejado e desejável; Tudo o que é verdadeiro, belo e bom e que é condicionado por um tipo de juízo moral pessoal que, normalmente, se adapta ao da sociedade e época; O próprio juízo.*