FÁBIO LEANDRO LAZO SANCHES

ENGENHARIA DE SISTEMAS EM REDES EUSOCIAIS

São Paulo
2010

FÁBIO LEANDRO LAZO SANCHES

ENGENHARIA DE SISTEMAS EM REDES EUSOCIAIS

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Engenharia

Área de Concentração:
Sistemas Digitais

Orientador:
Prof. Dr. Edison Spina

São Paulo
2010

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de outubro de 2010.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Sanches, Fábio Leandro Lazo

Engenharia de sistemas em redes eusociais / F.L.L. Sanches. -- ed. rev. -- São Paulo, 2010. 83 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1. Especificação de sistemas e programas 2. Metodologia e técnicas de computação 3. Engenharia de sistemas de computação. 4. Especificação de sistemas e programas I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Edison Spina pela orientação, confiança e paciência na realização deste trabalho.

A minha amada família pela ajuda, carinho, confiança e apoio nas decisões que tenho feito até hoje.

A minha amada noiva Samara M. Miranda pelo carinho, paciência, apoio nas decisões e revisão deste trabalho.

A Grazielle M. Miranda, pela ajuda na revisão feita neste trabalho.

Ao Msc. Marcel J. Simonette pela ajuda com a sua experiência no assunto abordado neste trabalho.

Ao Lucas S. M. Lago pela sugestão que deu nome a este trabalho.

A Comissão Européia pelo projeto VertebrALCUE por ter suportado parcialmente este trabalho.

A Universidade do Estado do Amazonas por gerar as condições e propiciar o oferecimento do programa de Pós-graduação da Escola Politécnica da USP em Manaus.

A todos os colegas do KNOMA - Laboratório de Engenharia de Conhecimento do PCS que, direta ou indiretamente, colaboraram neste trabalho.

A todos os colegas do Minter de Manaus que, direta ou indiretamente, colaboraram neste trabalho.

A todos os professores do PCS que participaram do programa de Pós-graduação do Minter UEA/EPUSP.

A Capes pela criação e regulamentação do Minter UEA/EPUSP.

A Suframa (Superintendência da Zona Franca de Manaus) pelo patrocínio financeiro do Minter UEA/EPUSP.

RESUMO

Este trabalho apresenta a abordagem sistêmica, a complexidade e as propriedades emergentes de um sistema de atividades humanas utilizando métodos da Engenharia de Sistemas utilizando como referência para a prova de conceito a metáfora das redes eusociais da Biologia. A análise do sistema foi feita por meio de uma comparação entre as redes eusociais, e as redes de cooperação entre universidades, após esta comparação, que levantou características relevantes para uma comunidade de sucesso, foram aplicados os 7 estágios da metodologia *Soft System Methodology* para a proposta de um protótipo de uma Rede Temática, aqui analisada como um sistema sociotécnico, abordando a interação entre pessoas e a tecnologia. Nesta prova de conceito foram utilizadas as informações coletadas durante reuniões das partes interessadas. Estas informações foram utilizadas para a criação de um protótipo que foi comparado com a situação real e depois modificado e melhorado pelas partes interessadas.

Palavras-chave: Metodologia e técnicas de computação, Engenharia de sistemas de Computação, Especificação de sistemas e programas.

ABSTRACT

This work presents a systemic approach, the complexity and emergent properties of a human activities system using systems engineering methods using as reference for the proof of concept, the metaphor of networks eusocial Biology. The analysis system was made through a comparison between the eusocial networks and networks of cooperation between universities, after this comparison, which raised relevant features to a success community, were applied 7 stages of Soft System Methodology for a Thematic Network prototype proposed, here regarded as a sociotechnical system, addressing the interaction between people and technology. In this proof of concept we used the information gathered during meetings with stakeholders. This information was used to create a prototype that was compared with the actual situation and then modified and improved by stakeholders.

Keywords: Methodology and techniques of computer, Computing systems engineering, Specification of systems and programs

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Conexões entre os sub-sistemas (WASHINGTON; HACKER, 2000)	28
Figura 2 - Sistema sociotécnico	29
Figura 3 - Diferenças entre o pensamento <i>hard</i> e <i>soft</i> . (CHECKLAND, 1999).	32
Figura 4 - Estágios do SSM (CHECKLAND, 2000).	40
Figura 5 - Representação de dois fluxos do SSM (CHECKLAND, 1990).	44
Figura 6 - Figura enriquecida	68
Figura 7- Modelo conceitual de uma Rede Temática	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALCUE	América Latina, Caribe e União Européia
AULA	Associação de Universidades Latino-Americanas
CRE	Conferência dos Reitores da Europa
ECTS	European Credit Transfer System
GUNI	Global University for Innovation,
HSM	Hard System Methodology
HST	Hard System Thinking
RECLA	Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa
RIACES	Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior
RIDUP	Rede Ibero-americana de Universidades de Pesquisa
SMILE	Student Mobility in Latin America, Caribbean and Europe
SSM	Soft System Methodology
SST	Soft System Thinking
UDUAL	Unión de Universidades de América Latina y el Caribe
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICA	Network of Universities from the Capitals of Europe
UNU	United Nations University
VALUE	Vinculación y valorización mutua entre Universidades de América Latina y de la Unión Europea

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	MOTIVAÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS	12
2	ENGENHARIA DE SISTEMAS.....	14
2.1	O ENGENHEIRO DE SISTEMAS.....	16
2.2	SISTEMAS	18
2.2.1	Sistemas Complexos.....	21
2.2.2	Emergência	23
2.3	PENSAMENTO SISTÊMICO	24
2.3.1	A origem do pensamento sistêmico.....	25
2.3.2	Abordagem sistêmica	26
2.4	SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS.....	27
2.5	DIFERENÇAS ENTRE SOFT SYSTEMS THINKING E O HARD SYSTEMS THINKING	30
2.6	HARD SYSTEM THINKING (HST)	33
2.6.1	Modelos utilizados no Hard System Thinking	34
2.6.2	Críticas sobre o Hard System Thinking	34
2.6.3	Hard System Methodology (HSM)	35
2.7	SOFT SYSTEM THINKING (SST).....	37
2.7.1	Soft System Methodology (SSM).....	38
3	REDES EUSOCIAIS.....	46
3.1	REDES DE COOPERAÇÃO ENTRE UNIVERSIDADES	49
3.2	REDES TEMÁTICAS.....	51
3.3	PROCESSO DE BOLONHA.....	51
3.4	DECLARAÇÃO DO RIO DE JANEIRO	53
3.4.1	Rede Uduel.....	54
3.4.2	Rede Recla.....	54
3.4.3	Rede Value.....	55
3.4.4	Rede Magalhães	55
3.4.5	Rede Unica.....	56
3.4.6	Rede Grupo Santander.....	57
3.4.7	Rede Universia.....	57

3.4.8	Rede Utrecht.....	58
3.4.9	Rede Riaces	58
3.4.10	Rede Guni	59
3.5	ALCUE.....	59
3.5.1	Rede VertebrALCUE	60
4	DOMÍNIO DO PROBLEMA	63
4.1	PROVA DE CONCEITO	64
4.1.1	Primeiro Estágio - SSM	66
4.1.2	Segundo estágio - SSM.....	67
4.1.3	Terceiro estágio - SSM.....	68
4.1.4	Quarto estágio - SSM	70
4.1.5	Quinto estágio - SSM.....	71
4.1.6	Sexto estágio - SSM.....	71
4.1.7	Sétimo estágio - SSM	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	74
	APÊNDICE A.....	81

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a aplicação de conceitos de Engenharia de Sistemas em uma rede de cooperação. É utilizada uma metodologia que surgiu do pensamento sistêmico na abordagem de sistemas sociotécnicos, na qual se pode modelar e descrever um sistema que envolve pessoas. A metodologia e os conceitos serão utilizados para criação de uma proposta de organização de um sistema de atividades humanas.

A rede de cooperação abordada é a rede VertebrALCUE, que será a prova do conceito apresentada neste trabalho e tem como um de seus objetivos a criação de uma Rede Temática. Uma Rede Temática é composta por um grupo de pessoas e é um sistema que busca um objetivo, que é discutir sobre um tema proposto. Como a teoria geral de sistemas teve início e foi proposta por biólogos como Bertalanffy e é aplicável na Engenharia de Sistemas, este trabalho busca, na Biologia por uma metáfora de espécies que vivem em grupos e que seja aplicável na Engenharia de Sistemas.

Este trabalho foi dividido em cinco partes, a primeira inclui esta introdução, que faz parte da primeira parte junto com a motivação e objetivos que fizeram surgir este trabalho.

Na segunda parte são apresentados conceitos sobre Engenharia de Sistemas uma introdução sobre a teoria de sistemas, a complexidade e propriedades emergentes. No item sobre sistemas sociotécnicos é apresentada a forma de modelagem que considera o humano como parte do problema e que mostra a interação entre dois sistemas, o tecnológico e o humano. No item sobre pensamento sistêmico é apresentada a importância da visão holística levando em consideração a complexidade e as propriedades emergentes.

Na terceira parte é apresentada a teoria sobre redes eusociais, redes de cooperação e redes temáticas, e os dois processos que fortaleceram o surgimento de mais redes de cooperação, também são mostradas as redes temáticas existentes.

Na quarta parte é apresentado o problema que será abordado com a metodologia que é apresentada na segunda parte.

Na última parte são feitas as considerações finais e uma proposta para trabalhos futuros.

1.1 MOTIVAÇÃO

Com o aumento da tecnologia tornou-se possível enviar e receber informação com maior facilidade, as redes de cooperação entre universidades utilizam a tecnologia para compartilhar informações para poderem crescer em conjunto utilizando a experiência de cada uma. Isto forma um sistema onde há interação entre humanos e tecnologia onde as entradas e as saídas são geradas e consumidas por humanos. Este tipo de sistema é chamado de sistema sociotécnico.

Nos últimos anos surgiram muitas redes de cooperação e, nesse ambiente foi criado um projeto Europeu do programa Alpha III chamado VertebrALCUE, cujo objetivo principal é facilitar e organizar a formação de redes de cooperação entre universidades, estas redes são formadas de universidades e instituições de diversos países com pessoas de culturas e interesses diferentes.

Surgiu então a motivação de estudar as redes temáticas que o projeto VertebrALCUE criará, que podem ser vista como um sistema de atividades humanas que interage com um sistema tecnológico, formando assim um sistema sociotécnico e assim aplicar a metodologia proposta por Checkland para modelar este sistema de atividades humanas.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é aplicar conceitos de Engenharia de Sistemas para modelar redes temáticas de cooperação de pesquisa entre universidades, baseadas em tecnologias de comunicação, levando em consideração as pessoas que interagem entre si e com os sistemas envolvidos, utilizando uma metáfora.

Os objetivos secundários o trabalho são:

- Mostrar como analisar um sistema de atividades humanas, buscando entender qual é o problema ao invés de diretamente tentar solucioná-lo e mostrar a complexidade existente nestes sistemas.
- Descrever as propriedades emergentes que surgem quando são olhadas de uma maneira holística.
- Apresentar o atual estado da arte em redes de ensino superior.

2 ENGENHARIA DE SISTEMAS

A disciplina Engenharia de Sistema se torna necessária para o entendimento dos sistemas complexos e suas interações. No desenvolvimento de sistemas as decisões não podem ser baseadas inteiramente no conhecimento quantitativo, como elas são para as disciplinas tradicionais da Engenharia, mas muitas vezes é necessário utilizar a experiência em várias disciplinas, especialmente quando se trata de novas tecnologias (KOSSIAKOFF, SWEET, 2003).

Hitchins (2007) argumenta que a disciplina Engenharia de Sistemas começou a ser reconhecida durante a Segunda Guerra mundial, porém já era utilizada na época das construções das pirâmides, pois não havia uma diferenciação entre as disciplinas, só era necessário ter conhecimento e talento. Hitchins prossegue afirmando que os motivos que deram início ao reconhecimento da Engenharia de Sistemas como uma disciplina foram:

- **Primeiro:** Coisas que eram conectadas poderiam ser mais úteis vistas como um todo;
- **Segundo:** Sistemas feitos com muitas partes interconectadas podem ser feitos para funcionarem melhor, mais rápido e mais econômicos.
- **Terceiro:** Métodos dos Engenheiros para projetar e controlar sistemas tecnológicos não funcionava quando havia pessoas nos sistemas, ou se os sistemas fossem compostos por pessoas;
- **Quarto:** Sistemas estavam ficando grandes, mais complicados e mais complexos, com muitas partes, aumentando a conectividade. E havia muitas pessoas que não sabiam nem como projetar sistemas complicados e nem como seria seu comportamento na prática;
- **Quinto:** Juntando corretamente o sistema todo poderiam surgir propriedades emergentes, capacidades e comportamentos, que oferecem mais que a soma das partes em termos de capacidade, desempenho e eficácia.

Kossiakoff e Sweet (2003) definem que a função da Engenharia de Sistemas é guiar o desenvolvimento de sistemas complexos. De acordo com o INCOSE (1997) a Engenharia de Sistemas quando bem implementada pode disponibilizar um processo estruturado para integrar requisitos, tempo de projeto, decisões de

entregas e verificações. Faz com que a equipe do projeto trabalhe com um único conjunto de requisitos e processos. Reduz a reengenharia não planejada necessária para resolver omissões e integrações de dificuldades. Auxilia a equipe do projeto a antecipar-se e preparar-se para mudanças contínuas de uma maneira ordenada.

Segundo Martin (1997) a definição da Engenharia de Sistemas consiste em três elementos:

- **Gerenciamento:** planeja, organiza, controla e direciona o desenvolvimento técnico de um sistema ou seus produtos;
- **Requisitos e definições de arquitetura:** define os requisitos técnicos, define a estrutura para os componentes do sistema;
- **Integração e verificação:** integra os componentes do sistema em cada nível e verifica se os requisitos estão de acordo com estes componentes.

Boardman e Sauser (2006) afirmam que quando a conectividade entre as partes, elementos ou subsistemas são grandes, elas devem ser encapsuladas como se isto fosse um elemento do sistema, facilitando seu gerenciamento.

A Engenharia de Sistemas traz dois elementos vitais para o projeto que não estão presentes normalmente (INCOSE, 1997):

- **Um foco disciplinar no produto final**, analisando de uma visão sistêmica seu ambiente operacional;
- **Uma visão disciplinada** das expectativas dos interessados, independente das demandas diárias do projeto.

A Engenharia de Sistemas é o processo que controla o esforço do desenvolvimento técnico do sistema com o objetivo de alcançar um balanceamento em todos os elementos do sistema. Este é um processo que transforma as necessidades em parâmetros definidos do sistema e integra estes parâmetros com as várias disciplinas necessárias para desenvolver produtos e processos (MARTIN, 1997).

A variedade de elementos em um sistema complexo requer que diferentes disciplinas de Engenharia estejam presentes no projeto e no desenvolvimento. Para que o sistema funcione corretamente, cada elemento do sistema deve trabalhar corretamente com cada um ou com mais outros elementos. A implementação destas

funções inter-relacionadas é dependente de um conjunto complexo de interações físicas e funcionais entre elementos projetados separadamente. Assim, os vários elementos não podem ser projetados independentemente e então montados para produzir um sistema funcionando, ao contrário os Engenheiros de Sistemas precisam coordenar o projeto de cada elemento individualmente para assegurar que as interações e interfaces entre estes elementos são compatíveis e mutuamente suportadas (KOSSIAKOFF, SWEET, 2003).

A Engenharia de Sistemas é a arte e ciência de desenvolver um sistema funcional que satisfaça os requisitos dentro das limitações impostas. Ela integra e equilibra as contribuições de Engenheiros de estrutura, de mecânica, de elétrica, de software, de segurança e de potência, para produzir um todo coerente. A Engenharia de Sistemas é holística e integradora, está voltada a compensações e concessões e é mais generalista do que especialista (RYSCHKEWITSCH et al., 2009).

Chestnut (1965) apud Martin (1997) afirma que o método utilizado na Engenharia de Sistemas reconhece que cada sistema é um todo integrado composto de diversas estruturas resistentes. Este método ajuda a reconhecer ainda que qualquer sistema tenha um número de objetivos e que o balanceamento entre eles possa ser diferente de sistema para sistema. O método ajuda a aperfeiçoar as funções do sistema de acordo com os objetivos para alcançar a máxima compatibilidade entre suas partes.

Segundo Kossiakoff e Sweet (2003) a Engenharia de Sistemas faz com que seja possível analisar o sistema como um todo e sua total operação, permite que se faça uma análise de fora ou de dentro do sistema para que se possa visualizar suas interações com outros sistemas e com o ambiente.

2.1 O ENGENHEIRO DE SISTEMAS

O Engenheiro de Sistemas não cuida apenas dos detalhes dos requisitos e das interfaces entre os subsistemas. Ele cuida, em primeiro lugar, do desenvolvimento correto e, em seguida, da manutenção e aumento da integridade técnica, bem como

da complexidade de gestão, com processos para obter o desenvolvimento correto (RYSCHKEWITSCH et al., 2009).

A preocupação do Engenheiro de Sistemas não é apenas com o projeto do sistema, mas também com os fatores externos que podem prejudicar significativamente o seu projeto (KOSSIAKOFF, SWEET, 2003).

Estas são algumas das características necessárias em um Engenheiro de Sistemas (RYSCHKEWITSCH et al., 2009):

- **Curiosidade:** Os Engenheiros de Sistemas sempre tentam entender o que, por que e como de seus trabalhos. Eles estão sempre encontrando novas tecnologias, idéias e desafios. Assim, eles devem se sentir confortáveis com uma aprendizagem contínua
- **Habilidade de visualizar na perspectiva macro:** O Engenheiro de Sistemas deve sempre saber o que deve ser feito, o que é necessário e o que ainda falta ser feito;
- **Habilidade de fazer conexões entre sistemas:** O Engenheiro de Sistemas deve ter a habilidade de entender todas as conexões entre todos os elementos do sistema. Ele deve sempre mostrar para os membros da equipe como os seus trabalhos estão relacionados de uma maneira macro e como estes afetam o sistema. Ele deve antecipar o impacto de qualquer mudança adicionada ao sistema e deve descrever a natureza e a magnitude do impacto em todo o sistema;
- **Habilidade em se comunicar:** Engenheiro de Sistema é a ponte que ajuda a diminuir as distâncias entre os Engenheiros e os gerentes com termos consistentes, processos e procedimentos;
- **Membro e Líder da equipe:** Um Engenheiro de Sistemas deve ter um bom conhecimento e experiência técnica e precisa ter a habilidade de ser um líder de equipe ensinando e influenciando os outros membros da equipe;
- **Confortável a mudanças:** O Engenheiro de Sistemas entende que mudanças são inevitáveis, por isso antecipa os problemas e deve ser capaz de saber como a mudança afeta o sistema;
- **Confortável com incertezas:** Frequentemente o Engenheiro de Sistemas não sabe quando uma tarefa vai terminar ou precisa interpretar requisitos que

não estão completos, mesmo assim ele precisa ser capaz de trabalhar com a equipe para desenvolver um sistema que acomoda as incertezas;

- **Paranóia apropriada:** O Engenheiro de Sistemas espera pelo melhor, mas precisa pensar no pior, por isso, ele checa e re-checa os detalhes do sistema para garantir a integridade técnica;
- **Diversas Habilidades Técnicas:** Um Engenheiro de Sistemas conhece a teoria e a prática de várias disciplinas técnicas e pode interagir com um conhecedor do assunto, ele é capaz de aprender novas áreas técnicas que serão integradas ao sistema;
- **Autoconfiança e Decisão:** O Engenheiro de Sistemas tem bons conhecimentos, mas precisa se preocupar também com o que ele não sabe, ele deve usar seus conhecimentos para tomar decisões;
- **Aprecia o valor do processo:** O processo serve como uma ferramenta para o Engenheiro de Sistemas para que ele possa desenvolver um sistema.

2.2 SISTEMAS

Aristóteles apud Bertalanffy (1972) definiu que o problema do sistema é que o todo é mais que a soma de suas partes, e esta definição ainda continua válida.

Segundo Ackoff (1974) um sistema é um todo divisível se for visto estruturalmente, mas se for visto funcionalmente ele é um todo indivisível no sentido que algumas de suas propriedades essenciais são perdidas quando ele é dividido. As partes de um sistema podem ser sistemas e todos sistemas podem ser uma parte de um sistema maior.

Segundo Bertalanffy (1950), do ponto de vista físico a característica de um sistema fechado é que nenhum conteúdo entra ou sai dele e ele é aberto quando existe uma importação e exportação de material com o ambiente, portanto existe uma mudança nos componentes.

Bertalanffy (1972) enfatiza que a ordem ou a organização do todo ou do sistema ultrapassa a suas partes quando estas são consideradas isoladas. Isto é um fato que é sempre observado quando se analisa um organismo vivo, um grupo social ou até um átomo.

Um sistema é um conjunto de dois ou mais elementos inter-relacionados de qualquer tipo. Portanto, isto não é um elemento indivisível do conjunto e o conjunto de elementos que formam o sistema seguem três características (ACKOFF, 1974):

- As propriedades, ou comportamentos, de cada elemento do conjunto tem um efeito na propriedade ou comportamento do conjunto tomado como um todo. Por exemplo: todo o órgão no corpo animal afeta seu desempenho total.
- As propriedades e o comportamento de cada elemento, e a maneira que eles afetam o todo, dependem das propriedades e do comportamento de pelo menos um outro elemento no conjunto. Portanto, nenhuma parte tem um efeito independente no todo, e cada uma é afetada por pelo menos uma das partes. Por exemplo, o comportamento do coração e o efeito que ele tem no corpo depende do comportamento dos pulmões.
- Todos os possíveis subgrupos dos elementos no conjunto têm as primeiras duas propriedades, cada um tem um efeito não independente no todo. Portanto, o todo não pode ser decomposto em subconjuntos independentes.

Checkland (1999) classifica os sistemas criados pelo homem como:

- Sistemas físicos: Estes existem por causa da necessidade do humano e para resolver seus problemas, o humano como um desenvolvedor é capaz de criar artefatos físicos para um propósito definido.
- Sistemas Abstratos: São um conjunto de pensamentos estruturados criados pelo homem permitindo que os fins sejam alcançados.
- Sistemas de atividades humanas: São um conjunto de atividades humanas relacionadas umas com as outras de forma que elas podem ser vistas como um todo com algum propósito. Para analisar um sistema de atividades humanas é necessário incluir as atividades humanas como parte do processo de modelagem.

De acordo com Boulding (1956) esta é a classificação e a hierarquia dos sistemas:

- Arcabouços: Sistemas com estruturas estáticas como a geografia e a anatomia do universo, os padrões de elétrons em torno de um núcleo, o

padrão de átomos em uma fórmula molecular, o arranjo dos átomos em um cristal, a anatomia de um gene, o mapeamento da terra;

- Engrenagens: Sistemas dinâmicos com um movimento pré-determinado como o sistema solar ou máquinas simples como a alavanca e a polia, até mesmo algumas máquinas complexas, como motores a vapor e dínamos;
- Termostatos: A parte essencial deste sistema é o fato da transmissão e interpretação da informação. São mecanismos de controle ou sistemas cibernéticos;
- Células: São sistemas abertos ou estruturas de automanutenção. Este é o nível em que a vida começa a diferenciar-se das coisas sem vida;
- Plantas: Uma das características marcantes destes sistemas que são estudados pelos botânicos é a divisão do trabalho com partes diferenciadas e interdependentes como raízes, folhas, sementes;
- Animais: Caracterizado por uma maior mobilidade, comportamento teleológico e autoconhecimento, com o desenvolvimento de receptores especializados de informações como olhos e ouvidos, o que leva a um aumento no consumo de informação;
- Princípios humanos: Os princípios humanos são considerados como sistemas. As características são próximas as dos animais, mas o homem possui sistemas de autoconsciência, que é algo diferente da mera consciência;
- Organizações sociais: Pode ser definido como um conjunto de papéis executados pelas pessoas dentro das organizações interligadas a meios de comunicação;
- Transcendentais: São conclusivos e absolutos, inevitáveis e impossíveis de se conhecer, também exibem estrutura sistemática e relacionamento.

Segundo Ackoff (1974), o ser humano passou por várias épocas, como a era da pedra, a era do bronze até chegar na era das máquinas e depois na era dos sistemas:

- Era das Máquinas: foi uma era marcada pelo pensamento analítico e baseada na doutrina do Reduccionismo. Problemas a serem resolvidos eram primeiro diminuídos de tamanho, isto é, reduzido pela análise em um conjunto de

simples problemas. Os problemas simples eram então resolvidos e suas soluções eram agrupadas à solução do todo;

- Era dos Sistemas: Embora essa era não tenha um início preciso, pode-se dizer que seu início foi nos anos 40. A nova era é um remodelamento da velha era. A doutrina do reducionismo e mecanismos e o modo analítico de pensamento são princípios suplementados e parcialmente substituídos pela doutrina do expansionismo e um novo modo de pensamento sistêmico de visualizar o todo.

2.2.1 Sistemas Complexos

A cultura geral busca a contextualização da informação como um todo, mas a cultura técnica por ter um caráter especializado separa o conhecimento em partes o que torna mais difícil sua contextualização. O determinismo foi usado até a metade do século XX como conceito principal aplicando a lógica das máquinas nos problemas humanos e sociais, boa parte da ciência daquela época baseava-se na redução dividindo o conhecimento em partes como já foi visto. O pensamento reducionista divide os problemas e isto dificulta a reflexão e a compreensão eliminando as possibilidades de correções e a visão em longo prazo (MORIN, 2003)

A complexidade é formada por componentes diferentes associados, onde existem fatores do nosso mundo como interações, acontecimentos, ações e acasos. O conjunto disto forma a incerteza, a ambigüidade e a desordem. Para formar um conhecimento sobre isso tudo é necessário ordenar, selecionando os elementos da ordem e da certeza. Esta tarefa da formação do conhecimento dividindo por partes pode prejudicar a identificação do complexo e pode ocultar as propriedades emergentes do todo, pois cada parte contribui para o conjunto (MORIN, 2005).

A maneira do ser humano pensar é baseada em crenças que foram criadas com o passar do tempo de acordo com observações e experiências, o problema é que existe uma longa distância entre o que o humano pensa e o que é realmente o problema. O que se busca é uma maneira de resumir as observações em um conjunto pequeno de regras fáceis de entender ou modelos que servirão como um

guia do que se espera e o que fazer em um mundo onde é cada vez maior a complexidade e dificuldade do entendimento (CASTI, 1994).

Na ciência se busca criar modelos com a experiência que o humano tem do mundo real para poder prever seu comportamento, mas algumas surpresas podem surgir e o modelo pode falhar de várias maneiras mostrando comportamentos complicados e tornando difícil de fazer previsões. Os modelos podem se tornar instáveis e uma pequena mudança em uma das suas partes pode se tornar uma grande mudança nas previsões por causa das suas conexões entre suas várias partes que são difíceis de entender (CASTI, 1994).

Segundo Casti (2010) o termo complexo é genericamente usado para descrever algo que é composto de muitos componentes interagindo onde comportamento e estrutura são difíceis de entender. Casti (2010) identifica algumas características de sistemas complexos:

- **Instabilidade:** Sistemas complexos tendem a ter vários modos de comportamento e mudam com frequência entre esses modos por causa do resultado de pequenas mudanças em algum fator do sistema.
- **Irreducibilidade:** Os sistemas complexos são um todo unificado, não se pode apenas analisar suas partes isoladamente. O comportamento do sistema é determinado pela interação entre suas partes.
- **Adaptabilidade:** Os sistemas complexos são formados por muitos agentes inteligentes, eles tomam decisões e ações e ainda são capazes de alterá-las com base na informação parcial sobre o sistema inteiro.
- **Emergência:** Sistemas complexos produzem padrões de comportamentos e propriedades que são inesperados e que não podem ser previstos quando se analisa as suas partes isoladamente. Estas são as propriedades emergentes que são as características mais notáveis dos sistemas complexos.

Existe uma relação entre emergência e complexidade e as interações dinâmicas entre as partes de um sistema como um todo. A chave para alcançar uma emergência desejada é identificar o padrão essencial dos processos que são acoplados no projeto do sistema e que podem resultar em emergência, e para assegurar qualquer outra atividade de criação subsequente que se junte ao padrão não seja confusa e distorcida (HITCHINS, 2007).

Boardman e Sauser (2006) ressaltam que o mais simples sistema pode produzir um comportamento complexo que é totalmente irregular de uma alta variação.

2.2.2 Emergência

Checkland (1981) afirma que para resolver problemas reais complexos, a idéia de sistemas emergiu como uma estrutura conceitual robusta para facilitar a pesquisa e melhor compreendê-los e resolvê-los. Esse novo conceito ganhou relevância e se fundamentou em dois pares de idéias centrados na análise da relação entre as partes e do produto desta interação: emergência e hierarquia; e comunicação e controle.

A emergência acontece quando elementos individuais são interconectados e levam ao surgimento de uma nova propriedade do todo que não pode ser observada ao se examinarem as partes individualmente (BOARDMAN, SAUSER, 2006). Pode-se imaginar como um comportamento inesperado que resulta da interação entre os componentes de uma aplicação e o ambiente (JOHNSON, 2006). Comportamentos emergentes indesejáveis são testados fora dos sistemas sempre que possível (BOARDMAN, SAUSER, 2006).

Propriedades emergentes surgem apenas com a união das partes que formam o todo de um sistema (BOARDMAN, SAUSER, 2006). Elas podem ser benéficas, por exemplo, se os usuários adaptarem produtos para suportar tarefas que os desenvolvedores não pretendiam (JOHNSON, 2006).

É feita uma visão por camadas, na qual o mundo é dividido em diferentes extratos onde pode ser visto um aumento dos níveis organizacionais da complexidade. Essas propriedades emergentes podem ser influenciadas pelo comportamento dos níveis menores nessa abordagem em camadas. Na Engenharia de Sistemas podem-se identificar comportamentos que não são entendidos quando a observação é feita individualmente, eles apenas podem ser considerados nas ações coletivas nos níveis mais altos do sistema (JOHNSON, 2006).

Segundo Hitchins (2007) um sistema pode ser representado não apenas pelas duas estruturas, funções e formas, mas sim por suas propriedades emergentes, capacidades e comportamentos que são aquelas que emergem enquanto o sistema

é completo e interage dinamicamente com outros sistemas. Se o sistema em questão é dinamicamente estável, então suas propriedades emergentes, capacidades e comportamentos também serão e estas podem ser usadas para descrever o sistema sem a necessidade de mencionar suas estruturas, formas e funções internas.

2.3 PENSAMENTO SISTÊMICO

O pensamento sistêmico pode ser descrito como uma disciplina transdisciplinar e bem estabelecido na comunidade acadêmica e profissional.

Como a sociedade tornou-se cada vez mais conectada e as interações entre as pessoas tem aumentado, formas tradicionais de operação não têm sido suficientes. Através de razões não claras, os projetos ultrapassaram os orçamentos, os sistemas de comunicações entre pessoas quebraram, e se tornou óbvio que os fatores humanos tiveram um grande papel nesses problemas (CHECKLAND, 2009).

Vickers (1978) afirma que o mundo é formado de sistemas e sub-sistemas, com interações muito complexas. Algumas são organizadas hierarquicamente como células e organismos de um corpo ou hierarquia do governo. Alguns são lateralmente e funcionalmente envolvidos como parceiros de negócios, alguns em uma mistura de competição e cooperação.

Permite-se aprender e gerenciar situações complexas e incerteza nas quais não existem repostas simples. Essa é a maneira de aprender seu comportamento e ações efetivamente analisando o todo conectado ao invés de analisar as partes separadas (THE OPEN UNIVERSITY, 2009).

Resolver problemas desta forma envolve buscar um padrão para aumentar a compreensão e a capacidade de resposta para o problema. As saídas do sistema dependem fortemente de como ele é definido porque o pensamento sistêmico leva o Engenheiro de Sistemas a examinar a relação entre as várias partes de um sistema (MONTANO et al., 2001). Entender as coisas sistematicamente significa, literalmente, colocá-las em um contexto, para estabelecer a natureza de suas relações (THE OPEN UNIVERSITY, 2009)

Através da visualização de inter-relações e padrões obtêm-se estruturas que organizam a base de conjunturas complexas. Deste modo deve-se, primeiramente, pensar em sistemas para, em seguida, pensar a partir de sistemas a fim de focalizar o pensamento humano (SENGE, 2006; BOARDMAN, SAUSER, 2008).

Segundo Checkland (1999), pensamento sistêmico é uma epistemologia que, quando aplicada às atividades humanas é baseada em quatro idéias básicas que dão características ao sistema: emergência, hierarquia, comunicação e controle.

De acordo com Richimond (1994) pensamento sistêmico é a arte e a ciência de fazer inferências confiáveis sobre comportamento, desenvolvendo um crescente e profundo conhecimento da estrutura fundamental.

Ackoff (1999) afirma que a síntese é a chave para o pensamento sistêmico assim como a análise foi a chave para a era das máquinas. A diferença entre o pensamento da era dos sistemas e o da era das máquinas deriva não do fato que um sintetiza e outro analisa, mas do fato que pensamento sistêmico combina os dois de uma nova maneira.

2.3.1 A origem do pensamento sistêmico

A idéia de sistemas emergiu com uma generalização das idéias sobre organismos que foram desenvolvidos dentro da biologia na primeira metade do século vinte. Mais tarde, a biologia emergiu como uma nova ciência que desenvolveu um modelo conceitual sobre coisas vivas, o que levou a várias controversas sobre a natureza da vida. Houve muitos debates sobre a questão do vitalismo: para muitos, o que dava vida às coisas era, intuitivamente e, claramente, algum componente possuído, misterioso e não material ou um espírito que caracterizava a vida. Dentro da biologia existia, na metade do século dezenove, uma vertente do pensamento holístico que argumentava que o grau de organização foi a característica crucial dos organismos vivos, ao invés da presença de algum espírito metafísico (CURRIE, 1999).

Aos biólogos que seguiam a escola do pensamento deu-se a denominação de biólogos dos organismos, a escola baseava-se em trabalhos como o de princípios biológicos de Woodger, focalizado no organismo como a unidade de análise da biologia. O austríaco Ludwing von Bertalanffy, foi um dos biólogos dos organismos e

fundou o movimento sistêmico no final da década de 1940. Essas idéias sobre organismos poderiam ser, então, estendidas para totalidades complexas de qualquer tipo, os “sistemas” (JACKSON, 2003).

Ludwing von Bertalanffy se tornou o mais conhecido dos biólogos que argumentavam que organismos deveriam ser estudados como totalidades complexas. Em 1950 Bertalanffy publicou um artigo no qual foi feita a distinção entre sistemas fechados e abertos. Um sistema fechado não faz trocas com o seu ambiente. Um sistema aberto, como um organismo, tem que interagir com seu ambiente, e se adaptar às suas mudanças, para manter sua existência. Sistemas abertos capturam as entradas de seus ambientes, transformam-nas e então retornam como algum tipo de produto de volta ao ambiente (JACKSON, 2003).

De fato, o pensamento sistêmico surgiu como uma meta-disciplina e como uma meta-linguagem que pode ser usada para se referir a problemas em diferentes campos. Um exemplo do estado do pensamento sistêmico é mostrado pela cibernética, que ocorreu ao mesmo tempo em que Bertalanffy estava desenvolvendo a teoria de sistemas. Hoje em dia a cibernética é apenas um sub-conjunto de uma grande área coberta pelo pensamento sistêmico (CURRIE, 1999).

2.3.2 Abordagem sistêmica

A abordagem sistêmica pode ser definida como um processo lógico e disciplinado da resolução de problemas. A abordagem sistêmica força uma revisão das relações de vários subsistemas, é um processo dinâmico que integra todas as atividades em um sistema total significativo. Junta as partes do sistema em um todo unificado. Busca uma solução possível ou uma estratégia para resolver problemas (KERZNER, 2009).

A abordagem sistêmica foi desenvolvida por volta da metade do século vinte, e provou imediatamente seu sucesso. Essencialmente, a abordagem considerou um sistema de interesse como sendo aberto, dinâmico, existente em um ambiente, que interaja e se adapte com outros sistemas daquele ambiente e tome parte de um sistema mais amplo. Os sistemas podem ser de qualquer tipo, mas geralmente são caracterizados por serem funcionais, todos executam funções e apresentam comportamento (HITCHINS, 2009).

Do ponto de vista da engenharia, em qualquer disciplina a abordagem sistêmica tem quatro características que são (SILVERN, 1973):

- **Análise:** é realizada nas informações existentes para identificar os problemas, elementos e inter-relações;
- **Síntese:** é realizada para combinar elementos sem relações;
- **Modelo:** é criado para que se possam prever as saídas com eficácia sem a necessidade de uma implementação no sistema;
- **Simulação:** é realizada para revelar soluções alternativas.

Os problemas são analisados em sistemas tomados como um todo, não com suas partes tomadas separadamente. Usando a abordagem o Engenheiro de Sistemas está preocupado com o desempenho do sistema total, pois existem algumas propriedades de sistemas que somente podem ser tratadas adequadamente de um ponto de vista holístico. Essas propriedades derivam das relações entre as partes do sistema e também de como as partes interagem e se encaixam. Em um sistema mal organizado mesmo que cada parte execute ações buscando seus objetivos, o sistema total pode não executar as ações buscando seu objetivo (ACKOFF, 1971).

2.4 SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS

O termo sistema sociotécnicos foi criado por Eric Trist e Fred Emery, que trabalharam juntos como consultores no instituto Tavistock em London na Inglaterra. Eles apresentaram pela primeira vez conceitos que descrevem a interação e as características entre dois sistemas os tecnológicos e os sociais (TRIST, 1993).

Vickers (1978) argumenta que sistemas de atividades humanas são quase todos extremamente instáveis e o que causa o efeito de instabilidade é um elemento no todo, o ser humano. Embora o ser humano tenha um enorme poder de realizar mudanças, tem um poder limitado de mudar de uma maneira previsível. O que se sabe é que em um sistema, nenhum elemento pode mudar linearmente ou indefinidamente sem se limitar, ou se reverter, ou reduzir o sistema todo para o colapso.

Segundo Ackoff (2005) as pessoas são vistas pelos pesquisadores de sistemas apenas como máquinas geradoras de estatísticas, ou como entidades que respondem a estímulos de uma maneira mecânica.

Sistemas sociotécnicos incluem pessoas, software e hardware e também o conhecimento necessário para entender como o sistema deve ser usado para atingir um objetivo maior. Isto significa que foram definidos processos operacionais, incluindo pessoas como parte inerente do sistema, regidos por regras e políticas de uma organização. Os sistemas sociotécnicos podem também ser afetados por uma restrição externa como leis ou políticas regulatórias (SOMMERVILLE, 2004).

Segundo Beekun (1985) a teoria de sistemas sociotécnicos é uma abordagem sistêmica aberta que busca otimizar a relação entre os sistemas sociais e técnicos de uma organização, considerando o ambiente da organização.

Washington e Hacker (2000) afirmam que a teoria de sistemas sociotécnicos visa compreender as relações com cada uma das variáveis organizacionais para um melhor desempenho do sistema.

A Figura 1 apresenta a conexão entre os principais sistemas sociotécnicos de acordo com esse ponto de vista traduzida de Washington e Hacker (2000).

Figura 1 - Conexões entre os sub-sistemas (WASHINGTON; HACKER, 2000)

Os autores Washington e Hacker (2000) mostram um ponto de vista administrativo assim como Beekun (1985), na figura o planejamento estratégico está relacionado com as demandas e as competências essenciais da organização, as

relações externas é a maneira como as pessoas se relacionam com pessoas externas a organização, o gerenciamento de sistemas é usado para estudar, manter e melhorar o sistema de produção de uma organização. Sommerville (2004) apresenta uma visão de Engenharia de Computação juntando os dois pontos de vista e aproveitando as idéias das duas áreas. Neste trabalho preferiu-se visualizar os sistemas sociais e tecnológicos envolvidos por um ambiente fazendo com que estes sistemas tenham interação e troquem informações com o ambiente, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Sistema sociotécnico

O comportamento do sistema depende do operador humano e as pessoas nem sempre reagem da mesma maneira. Além disso, o uso do sistema pode criar novas relações entre os componentes do sistema e assim alterar o comportamento emergente (SOMMERVILLE, 2004).

De acordo com Sommerville (2004) os sistemas sociotécnicos tem as seguintes características essenciais:

- Propriedades emergentes: surgem apenas quando as partes de um sistema são colocadas juntas, elas dependem dos componentes do sistema e da relação entre eles.
- Não-determinístico: não se pode garantir que quando apresentada uma determinada entrada diversas vezes ao sistema ele sempre produzirá a mesma saída.

Um sistema sociotécnico pode ser modelado como muitas entidades humanas e tecnológicas interagindo umas com as outras para alcançar seus próprios objetivos e os coletivos. Estes sistemas são normalmente de larga escala e seus

comportamentos podem ser complexos e difíceis de serem modelados devido às propriedades emergentes (LEE; PRITCHETT, 2008).

2.5 DIFERENÇAS ENTRE SOFT SYSTEMS THINKING E O HARD SYSTEMS THINKING

Checkland (1999) afirma que o pensamento sistêmico *hard* é mais apropriado para problemas técnicos bem definidos e que pensamento sistêmico *soft* é mais apropriado para situações confusas e mal definidas, normalmente envolvendo princípios humanos e considerações culturais. Isto não é falso, mas não define a diferença entre o pensamento *hard* e *soft*. A definição decorre de como a palavra sistema é usada.

Existe uma diferença fundamental entre ambos os enfoques. No pensamento sistêmico *hard* a palavra sistema é usada como um rótulo para algo existente no mundo real. No pensamento sistêmico *soft* a palavra sistema não é aplicada ao mundo real, ela se aplica ao processo de pensar ou tratar sobre o mundo, ou seja, o processo de pesquisa se torna um sistema (CHECKLAND, 2000).

O Quadro 1 traduzido de Jackson (2001) e Sparrius (2008) mostra uma comparação feita entre as duas metodologias.

HSM	SSM
Assume-se que o mundo real é sistemático.	Não se assume que o mundo real é sistemático.
A análise da situação problemática é conduzida em termos do sistema.	A análise da situação problemática é concebida para ser criativa e pode não ser conduzida em termos do sistema.
Modelos visam capturar a lógica da uma situação e são construídos nos possibilitando ganhar conhecimento do mundo real.	Modelos são construídos representando alguns possíveis sistemas de atividades humanas.
Modelos são usados para aprender como melhorar o mundo real e para o propósito de desenvolvimento.	Modelos são usados para interrogar a percepção do mundo real e para estruturar debate sobre mudanças que são possíveis e desejáveis.
Análises quantitativas são úteis desde que os sistemas obedeçam as leis matemáticas.	Análises quantitativas são improváveis de serem úteis exceto para clarear implicações da visão do mundo.
O processo de intervenção é sistemático e é destinado a descobrir o melhor jeito para alcançar o objetivo.	O processo de intervenção é sistemático, e nunca termina, e é destinado a atenuar a situação problemática.
A intervenção é conduzida com base no conhecimento dos especialistas.	A intervenção é melhor conduzida com base na participação dos interessados.
Soluções são testadas primariamente em termos da sua eficiência e eficácia.	Mudanças que podem atenuar sentimentos de mal-estar são avaliados principalmente em termos de sua efetividade, elegância e ética.
Existe um simples tomador de decisões.	Existem vários interessados.
As partes interessadas são participantes passivos e tem o consenso total.	As partes interessadas são participantes ativos com um consenso alcançado através de um extenso processo de negociação.
Otimiza-se um único objetivo. Múltiplos objetivos podem ser negociados fora de uma escala comum.	Os objetivos dos interessados são conflitantes e incomensuráveis. Não existe o ótimo. Busca-se uma solução que satisfaça a maioria dos interessados.

Quadro 1 - Comparação entre HSM e SSM (JACKSON,2001 e SPARRIUS,2008).

A questão mais importante é determinar qual é o problema. Algumas questões não são resolvidas por um único tomador de decisões, mas sim por um grupo de tomadores de decisão. Em contraste, a abordagem *hard* tem sido caracterizada como matematicamente sofisticada, mas contextualmente simples (SPARRIUS, 2008).

A Figura 3 é uma tentativa de esclarecer a diferença entre a maneira de pensar em sistemas *hard* e a *soft* no ponto de vista do observador traduzida de Checkland, (1999).

Figura 3 - Diferenças entre o pensamento *hard* e *soft*. (CHECKLAND, 1999).

A abordagem *soft* pode ser utilizada na proposta que é mostrada nesta dissertação por ser uma metodologia que leva em consideração as pessoas e suas atividades no sistema, por isso foi a abordagem escolhida para levantar informações da situação problemática e para gerar o modelo do sistema. O método de modelagem proposto pela abordagem *soft* facilita a visão dos interessados no projeto.

2.6 HARD SYSTEM THINKING¹ (HST)

O HST é um nome genérico dado por Checkland para as várias abordagens sistêmicas para resolver problemas do mundo real, problemas desenvolvidos durante ou imediatamente após a segunda Guerra Mundial. As abordagens associadas com esse rótulo são: Pesquisa Operacional, Análise Sistêmica e Engenharia de Sistemas (JACKSON, 2003).

Segundo Jackson (2003) no HST cientistas produzem muitos trabalhos práticos, não laboratoriais. Além disso, é usual e também custoso ou simplesmente antiético realizar experimentos usando grandes sistemas sociotécnicos. Os sistemas são retirados, portanto, dos métodos de experimentos usuais, usados para testar hipóteses sobre condições controladas de laboratório. Modelos, em HST, são desenvolvidos para capturar as características essenciais do mundo real. Algumas vezes essas características serão regularidades no comportamento, que a observação detalhada e a medida revela tipos particulares dos sistemas sociotécnicos. Um modelo do sistema pode ser construído para explorar o comportamento do mundo real sem alterá-lo ou danificá-lo. Em particular, podem ser testadas diferentes maneiras de melhorar o comportamento do sistema, de acordo com o ponto de vista dos interessados.

O HST pressupõe que os problemas do mundo real podem ser abordados com as seguintes suposições (JACKSON, 2003):

- Existe um estado desejado do sistema S_1 , o qual é conhecido;
- Existe um estado atual do sistema S_0 ;
- Existem caminhos alternativos de S_0 para S_1 ;
- É papel dos usuários do sistema encontrar o caminho mais eficiente de S_0 para S_1 ;

¹ Hard System Thinking, o autor preferiu manter o termo em inglês ao invés de utilizar a tradução: Pensamento Sistêmico Duro, dada a semântica que o termo hard possui em inglês.

2.6.1 Modelos utilizados no Hard System Thinking

Modelos são simplificações das interpretações de aspectos da realidade relevantes ao propósito do sistema. Modelos mostram as variáveis mais importantes e as interações que dão origem ao comportamento do sistema. A literatura sobre o HST identifica os seguintes tipos de modelos (JACKSON, 2003):

- **Ícônicos:** possuem escala simples, normalmente reduzida, de representações que vão ser modeladas;
- **Análogos:** são os modelos diferentes na aparência com a realidade, embora busquem copiar o comportamento do que representam;
- **Analíticos:** são modelos matemáticos usados para representar a relação lógica que rege o comportamento do sistema a ser investigado;
- **Simulações:** são modelos que mapeiam os itens essenciais de um sistema complexo. Elas se tornaram possíveis graças ao avanço computacional;
- **Jogos:** são modelos nos quais os atores humanos desempenham papéis dos significantes tomadores de decisões;
- **Julgamentos:** são modelos de eventos particulares que na opinião do resto do grupo, usualmente tem a probabilidade de aparecer;
- **Conceituais:** são modelos, como o nome sugere, qualitativos usados para tornar explícito o modelo mental particular mantido pelas partes interessadas na decisão.

No próximo item são apresentadas críticas aos conceitos já apresentados.

2.6.2 Críticas sobre o Hard System Thinking

O HST tem contribuído cientificamente ao gerenciamento de problemas. Os profissionais de HST fazem pesquisa buscando o interesse dos clientes, dos tomadores de decisão e dos donos dos problemas. A metodologia *hard* somente pode ser utilizada em circunstâncias onde a visão do mundo converge para uma necessidade de maximizar um determinado desempenho de algo relativamente simples e facilmente separável em subsistemas (JACKSON, 1991).

A perspectiva determinística do HST leva em conta o sistema e depois o humano, e não se importa com a capacidade de percepção e habilidade de intervir no destino que o humano tem (JACKSON, 1991)

A natureza do HST pode ser resumida como uma busca para tornar possível uma realização eficiente das metas e dos objetivos definidos, fazendo que a busca por metas seja um modelo adequado do comportamento humano, assume-se que o mundo contém sistemas que podem ser desenvolvidos, por isso podem-se construir os modelos desses sistemas (CHECKLAND, 1985).

2.6.3 Hard System Methodology² (HSM)

O HSM tem alcançado um grande sucesso em sistemas feitos pelos homens porque os problemas nesses sistemas podem ser formados como um “conhecimento comum”, portanto as questões podem ser formuladas, os objetivos podem ser definidos e as alternativas podem ser otimizadas. Desta maneira, a partir da definição de um problema pode-se executar um trabalho efetivo seguindo os passos lógicos da metodologia *hard* (YANG, 1995).

Por causa das diferenças existentes no entendimento das habilidades e especialmente nos interesses, um conhecimento comum é difícil de ser formado em um sistema de atividades humanas. Na metodologia *hard* as otimizações são os pontos chave do processo, mas se forem aplicadas a um sistema de atividades humanas, esse processo pode se tornar puramente formal e as metas podem não ser alcançadas (YANG, 1995).

Nos anos 70, Checkland desenvolveu a metodologia *soft* para resolver problemas que envolvem atividades humanas. Os passos da metodologia *soft* são diferentes dos da *hard*, pois contém dois estágios a mais: o de percepção e o de expressão; usa ainda o processo de aprendizagem ao invés de otimização (YANG, 1995). Essa metodologia será mostrada no próximo item. Os passos da metodologia *hard* fogem do escopo deste trabalho e serão apresentados sem muitos detalhes. Os principais métodos são:

² Hard System Methodology, o autor preferiu manter o termo em inglês ao invés de utilizar a tradução: Metodologia Sistêmica Dura, dada a semântica que o termo *hard* possui em inglês.

- **Pesquisa Operacional:** É um método científico para abordar novos problemas e encontrar soluções definitivas e que utiliza técnicas conhecidas como ferramenta para resolver um problema específico. A pesquisa operacional foi desenvolvida como uma atividade reconhecida em resposta às necessidades da Segunda Guerra Mundial, onde algumas vezes foi reconhecida como análises de operações ou avaliação. Embora suas técnicas e métodos de abordagem tenham sido usados recentemente esporadicamente na indústria, governo e atividades militares, às vezes com nomes diferentes, suas aplicações sistemáticas tem sido predominantes na área militar. O termo método científico implica em mais que uma aplicação esporádica e uso ocasional de certa metodologia. Isto implica em atividades reconhecidas e organizadas propícias a aplicação em uma variedade de problemas (MORSE, 2007).
- **Análise Sistêmica:** é uma abordagem para problemas complexos de escolhas sobre incertezas, foi desenvolvida fora dos tempos de guerra e suas principais aplicações foram militares, envolvendo trabalhos em sistemas de armamentos e mísseis estratégicos. O objetivo da abordagem é de ajudar os tomadores de decisão a resolver problemas que surgem em sistemas sociotécnicos complexos. Isto dá o suporte a ferramentas da ciência moderna e tecnológica, procurando por regularidades no comportamento do sistema e buscando e fornecendo evidências sobre custos, benefícios e outras conseqüências das várias respostas possíveis para o problema. Ao mesmo tempo a abordagem faz com que não se deixe de lado questões de objetivos sociais e valores, preocupações de julgamentos e gostos, e a necessidade do conhecimento para ser empregado junto com as técnicas científicas (JACKSON, 2000).
- **Engenharia de Sistemas:** Beishon e Peters (1972) apud Jackson (2000) definem Engenharia de Sistemas como a ciência de desenvolvimento de sistemas complexos na sua totalidade para garantir que os componentes dos subsistemas que formam o sistema sejam desenvolvidos, encaixados, checados e operem da maneira mais eficiente. Esta ciência, que já foi descrita neste trabalho, foi desenvolvida fora das disciplinas de Engenharia e permite a abordagem de sistemas feitos da interação de vários componentes (JACKSON, 2000).

- **Sistemas Dinâmicos:** Forrester no *Massachusetts Institute of Technology* percebeu que as técnicas de modelagem da Pesquisa Operacional só eram capazes de tratar um número pequeno de variáveis no sistema e somente quando a relação entre essas variáveis era linear. Como uma reação às falhas percebidas na Pesquisa Operacional, Forrester estudou a dinâmica dos sistemas e propôs o método de Sistemas Dinâmicos (JACKSON, 2000). Sistemas Dinâmicos servem para a análise do sistema como um laço de realimentação que demonstra uma estrutura específica e ordenada. Esta estrutura faz surgir o comportamento dinâmico do sistema. Em sistemas complexos, os problemas surgem porque o número de variáveis e suas inter-relações interagem através do laço de realimentação (JACKSON, 2000). É uma metodologia usada para entender como os sistemas mudam no domínio do tempo. Os sistemas complexos são um caso particular de sistemas dinâmicos, porque é estudado o comportamento global e qualitativo do sistema. No caso de sistemas complexos é considerado o comportamento não linear dos sistemas e a representação das mudanças qualitativas do sistema (AZIZ-ALAOUI, BERTELLE, 2009).

2.7 SOFT SYSTEM THINKING³ (SST)

O SST é uma forma de pensar que trata modelos do sistema como um modelo que é gerado a partir das visões que os participantes da situação problemática têm sobre o mundo e não a partir de modelos do mundo. Isso leva ao aprendizado substituindo a otimização ou satisfação (CHECKLAND, 1985).

No SST é usada uma linguagem de questões e acomodações ao invés de soluções, diferente do HST, onde a linguagem utilizada é de problemas e soluções que eliminem o problema. (CHECKLAND, 1985).

³ Soft System Thinking, o autor preferiu manter o termo em inglês ao invés de utilizar a tradução: Pensamento Sistêmico Flexível, dada a semântica que o termo soft possui em inglês.

O SST representa uma mudança de paradigma da otimização para o aprendizado, do reducionismo para o holismo, como uma alternativa ao fracasso da primeira tentativa de aplicar a metodologia *hard* a situações administrativas em que Checkland trabalhava (RÉVOLO, 2008).

Checkland (1985) afirma que uma das vantagens do SST é que tanto as pessoas que fazem parte do problema como os profissionais que trabalham nele mantêm contato com o conteúdo humano da situação problemática, mas uma das desvantagens é que não há garantias de uma resposta final aceitando-se que o questionamento nunca termine.

2.7.1 Soft System Methodology⁴ (SSM)

O SSM foi desenvolvido porque a metodologia de Engenharia de Sistemas, baseada na definição dos objetivos ou metas, simplesmente não funcionava quando aplicada a problemas confusos e mal estruturados do mundo real. A inabilidade de definir objetivos ou de decidir quais são os mais importantes, normalmente faz parte do problema (CHECKLAND, 1985).

O SSM é uma metodologia que estabelece princípios para o uso de métodos, nos quais se permitem intervenções em situações problemáticas mal estruturadas onde a manutenção do relacionamento é o objetivo buscado mais importante e responder questões sobre “qual é o requisito?” é tão significativa como determinar “como fazer” (JACKSON, 2000).

É possível identificar três avanços intelectuais como cruciais para o surgimento do SSM (JACKSON, 2000):

- O primeiro foi o surgimento da noção de sistema de atividades humanas para explorar assuntos humanos. As pessoas que pensavam em sistemas antes procuravam modelar sistemas físicos (projetados e também sociais) mas eles não tratavam, propositalmente, as atividades humanas como sistemas. Um sistema de atividades humanas é um modelo de sistemas das atividades que as pessoas precisam executar para perseguir uma finalidade específica;

⁴ Soft System Methodology, o autor preferiu manter o termo em inglês ao invés de utilizar a tradução: Metodologia Sistêmica Flexível, dada a semântica que o termo soft possui em inglês.

- O segundo foi que se percebeu que os modelos empregados no SSM não poderiam ser tentativas de modelar o mundo real, ao contrário, precisavam ser dispositivos epistemológicos usados para encontrar informações sobre o mundo real. Isso porque, como é o caso normal em situações de gestão, existe uma discordância sobre as metas ou sobre a natureza do sistema a ser projetado. Pode-se construir qualquer número de modelos de sistemas humanos que tenham importância para os envolvidos e são de qualquer maneira relevantes para intervenção;
- O terceiro é aquele em que, enquanto os modelos produzidos no HST são protótipos para o projeto, os modelos de atividades humanas são contribuições para um debate sobre possíveis mudanças. Definem explicitamente que atividades são necessárias para alcançar um propósito significativo de um ponto de vista particular. As bases desse modelo são as reuniões feitas pelos participantes da situação problemática, intermediados por um facilitador, se necessário.

A metodologia SSM foi dividida em dois modos após o acúmulo de experiência de seus praticantes. Checkland (1999) afirmou que o SSM modo dois é orientado a problemas ao contrário do modo um que é orientado a metodologia. O modo um é muito bom para aprendizado, e pode ser usado junto com o modo dois, porém Checkland (1999) aconselha a esquecer o modo um quando usado o modo dois. O processo no modo dois não é possível de ser descrito em uma série de estágios. Os próximos itens descrevem detalhadamente os dois modos.

O SSM consiste em um processo de sete estágios, que devem ser usados de maneira interativa. Um ciclo de interações entre as idéias e experiências é explorado nesse método. Os sete estágios são mostrados na Figura 4 traduzida de Checkland (2000).

Figura 4 - Estágios do SSM (CHECKLAND, 2000).

Os dois primeiros estágios tomam lugar no que são chamados de mundo real, e são baseados no conhecimento e na experiência dos participantes.

- O estágio 1 consiste na exploração da situação problemática através da coleta de informações, observação, avaliação dos dados existentes e entrevistas.
- O estágio 2 tem relação com a interação e normalmente é expresso em forma de expressão não verbal chamado figura enriquecida. Consiste na criação de uma representação da situação problemática como ela é vivenciada pelos participantes.

A expressão não verbal é um dos métodos de maior sucesso que são associados ao SSM e é freqüentemente usado (JACKSON, 2000).

As figuras enriquecidas são desenhos atuais que mostram vários itens de uma situação problemática, como ela é percebida, graficamente para que todos possam ver. Não existem regras para desenhar uma figura enriquecida, ela pode ser formalizada ou representada por desenhos animados. Depende muito dos conhecimentos e propósitos da pessoa que está fazendo a figura. A idéia é que seja

útil para olhar a situação problemática em termos de estrutura, processos e ambiente (JACKSON, 2000).

A figura enriquecida é uma arte que serve para saber quais são as questões, conflitos, outros problemas e aspectos interessantes a serem enfatizados. Se uma figura enriquecida for bem feita ela pode auxiliar a criatividade, expressar as relações na situação problemática melhor que um texto, permite o compartilhamento de idéias, estimula a discussão (JACKSON, 2000).

Através dos estágios 1 e 2 os participantes são levados a definir o número de temas ou sistemas que precisam examinar (BECKFORD, 2002).

Os estágios 3 e 4 são processos de abstração destinados a explorar como as coisas poderiam ser (e não como elas são) e como são percebidas pelos atores.

- O estágio 3 desenvolve declarações concisas sobre o propósito de vários sistemas ou processos, chamado definições das raízes.

Checkland (1985) afirma que o debate no qual os Engenheiros de Sistemas passam no estágio de comparação revela normas, padrões, e os valores existentes na situação problemática o que contribui para suas mudanças.

- O estágio 4 usa as definições das raízes validadas para re-projetar as atividades (o processo de transformação), visando superar as limitações das transformações atuais. O modelo conceitual desenvolvido identifica o conjunto mínimo de atividades necessárias para assegurar que as transformações alcancem seus propósitos. Esse modelo responde a questão “o que o sistema faz?”, normalmente é examinado por um modelo formal do sistema (YANG, 1995). O conjunto de atividades é ordenado no processo baseado em como as atividades deveriam ocorrer no mundo real.

Os próximos estágios usam o modelo para estruturar mais perguntas da situação (estágio 5 comparação) e busca definir as mudanças as quais podem melhorar a situação, as mudanças encontram os dois critérios do desejado no princípio e possível de implementar (estágio 6).

- O estágio 5 utiliza o modelo que foi gerado no estágio 4 e confronta com os sistemas do mundo real, examinando o material que foi coletado até o momento na análise. A comparação servirá como um grande aprendizado sobre o que deve ser feito para melhorar a situação problemática.

- O estágio 6 serve para a discussão sobre as possíveis mudanças que foram sugeridas no estágio 5, é importante descobrir qual a razão da mudança, qual a natureza, qual o significado que a mudança trará para o sistema e qual o resultado a longo prazo. Neste estágio surgem as recomendações das mudanças que são desejáveis e as que são possíveis.
- O estágio 7 toma as medidas para melhorar a situação problemática, fazendo mudanças e possibilitando que o ciclo inicie novamente. As setas que ligam os sete estágios simplesmente mostram a lógica estruturada de ações que compõem o processo, sempre é enfatizado que o trabalho feito em um estudo real não vai seguir essa seqüência do estágio 1 para o estágio 7 obrigatoriamente (CHECKLAND, 2000).

O modelo de 7 estágios se mostrou ajustável, não só por causa da sua facilidade de compreensão em como uma seqüência se desdobra logicamente. Ela torna mais fácil de se ensinar, o que ajuda a mostrar sua ajustabilidade (CHECKLAND, 2000).

As definições das raízes apresentam uma visão ideal de como o sistema relevante deveria alcançar, e é refinado através dos seis principais elementos mostrados no Quadro 2 e as seis principais questões mostradas na Quadro 3 traduzidas de Beckford (2002).

Elemento 1	C ustomers (Clientes)
Elemento 2	A ctors (Atores)
Elemento 3	T ransformation (Transformação)
Elemento 4	W orld-view (Vista do mundo)
Elemento 5	O wners (Donos)
Elemento 6	E nvironment, (Ambiente)

Quadro 2 - Os seis elementos principais do Soft System (BECKFORD, 2002).

- Os clientes (*customers*) são as pessoas que são beneficiadas pelo sistema na hipótese dele existir.
- Os atores (*actors*) são as pessoas que realizam as atividades do sistema.
- A transformação (*transforming*) mostra as transformações ocorridas nas entradas que resultam nas saídas do sistema.

- A visão do mundo (*world-view*) mostra uma imagem do mundo que torna esse sistema significativo.
- O dono (*owner*) mostra a pessoa que pode abolir o sistema.
- As restrições do ambiente (*enviromental constrains*) mostram as restrições externas que o sistema sofre (CHECKLAND, 1985).

Pergunta 1	O que é necessário ?
Pergunta 2	Por que é necessário ?
Pergunta 3	Quem irá fazer isso ?
Pergunta 4	Quem será beneficiado ?
Pergunta 5	Quem será prejudicado ?
Pergunta 6	Que fatores externos restringem as atividades ?

Quadro 3 - Seis perguntas principais do *Soft System* (BECKFORD, 2002).

A conclusão do ciclo metodológico não mostra uma solução para o sistema original, mas meramente o surgimento de outra situação problemática diferente. Resolver problemas, para Checkland, é um processo sem fim no qual as atitudes e as percepções dos participantes são continuamente testadas e mudadas, eles tem que interagir com novas concepções do desejado e possível (JACKSON, 2000).

Definições entre as mudanças desejadas e as possíveis levam a uma nova situação problemática que é como implementar, e o processo cíclico se inicia novamente. Assim o SSM busca uma acomodação entre os conflitos de interesses.(CHECKLAND, 1985).

Um dos itens mais significantes do SSM e que foi enfatizado por Checkland (1985), foi a combinação entre o processo cíclico de aprendizagem com o uso dos modelos dos sistemas dentro do processo o que pode ser visto como duplamente sistêmico.(JACKSON, 2000).

Checkland (1999) afirma que quando se trabalha com situações reais leva-se em conta que as coisas estão em constante mudança e são percebidas diferentemente por pessoas diferentes.

Checkland adquiriu muita experiência utilizando SSM, descobriu que a representação em sete estágios era limitada, e sempre afirmou que o SSM era para ser usado de maneira flexível e interativa, mas o modelo de sete estágios continuava contribuindo para um sistemático, ao invés de sistêmico, para o entendimento passo

a passo do processo, o uso da metodologia parecia interromper as atividades do dia a dia nas organizações (JACKSON, 2000).

Durante anos foram feitas muitas reflexões sobre como visualizar as situações cultural e logicamente, um passo importante foi dado quando o SSM foi apresentado como uma abordagem que engloba não somente o fluxo baseado na lógica da análise, por meio de modelos de atividades, mas também um fluxo cultural e lógico, o qual permitiu que decisões fossem alcançadas pelas pessoas envolvidas e que elas pudessem tomar ações sobre acomodações entre conflitos de interesses (CHECKLAND, 1999). Assim um modelo de dois fluxos do SSM foi desenvolvido e publicado em 1988 como é mostrado na Figura 5 abaixo traduzida de Checkland (1999).

Figura 5 - Representação de dois fluxos do SSM (CHECKLAND, 1999).

A pesquisa feita neste capítulo gerou conhecimento científico por meio do estudo bibliográfico feito, e passa a contribuir para a aplicação da metodologia

estudada na situação problemática que será estudada a seguir. O SSM apresenta uma maneira de conduzir uma pesquisa em assuntos que envolvam a interação do ser humano com sistemas tecnológicos, por isso, foi a metodologia selecionada para a aplicação deste trabalho. No próximo capítulo será feito um estudo sobre as espécies eusociais da Biologia, que serve para trazer uma contribuição para o campo da Engenharia de Sistemas trazendo características importantes para o compartilhamento, crescimento em conjunto e outras que fazem as espécies eusociais serem superiores as espécies que não tem estas características.

3 REDES EUSOCIAIS

Neste capítulo será feita uma introdução de um assunto que é original da área da Biologia, este assunto serve para construir a base de conhecimento sobre uma espécie que é conhecida na Biologia. O objetivo deste capítulo é identificar as características que tornam espécies eusociais uma rede de cooperação eficiente, para que estas características sejam comparadas com as existentes em rede de cooperação instituições acadêmicas.

O termo eusocial, que significa verdadeiramente social, foi criado por Suzanne Batra em 1966 para descrever o comportamento no ninho de abelhas onde os pais criadores do ninho sobrevivem cooperando com o grupo, na divisão do trabalho. O termo simboliza um padrão de comportamento das interações que existem na natureza e a sua definição permite o reconhecimento e identificação deste padrão em qualquer taxonomia (SHERMAN et al., 1995; CRESPI, YANEGA, 1995).

O termo eusocial caracteriza espécies com uma estrutura social desenvolvida, como formigas e cupins. Espécies eusociais vivem em colônias em um rigoroso sistema de castas, a rainha e seu cônjuge são os únicos membros da colônia que se reproduzem e podem criar um novo ninho, a maioria dos filhotes se tornam trabalhadores e soldados que coletam alimento, protegem a colônia, cuidam da prole e são incapazes de criar novos ninhos (SHERMAN et al., 1995; CRESPI, YANEGA, 1995).

Espécies eusociais podem atingir dominância numérica e ecológica em algumas regiões, tendem a existir em grande quantidade em baixas altitudes e suas atividades são maiores no verão, os insetos mais dominantes e abundantes têm a organização social mais complexa (GULLAN, CRANSTON, 2005).

Hamilton (1964) apud Brady et al (2006) desenvolveu um conjunto de idéias para a evolução da eusocialidade sobre a seleção de parentes, por meio de seleção natural, proteção de invasão do ninho, manipulação de parentesco e boa condição física.

Segundo Anderson (1984) as duas condições que foram cruciais para a evolução eusocial são o cuidado com a prole incluindo alimentação e defesa no ninho e o fracasso de jovens adultos ou pares solitários na tentativa de se reproduzir.

Existem evidências de que as rainhas em algumas espécies manipulam a quantidade de comida no desenvolvimento da prole, isto limita o tamanho da prole quando adulto. Um adulto pequeno tem baixa capacidade de reprodução restando a ele ajudar seus parentes a crescer em vez de tentar ele mesmo se reproduzir, com essa restrição de comida a rainha pode tornar alguns dos filhotes trabalhadores (ANDERSON, 1984).

As colônias de espécies eusociais variam em tamanho e complexidade de: pequenas colônias, que duram períodos anuais, com uma única rainha e apenas alguns trabalhadores, para enormes colônias que duram períodos de mais de dois anos, com uma única rainha e mais de 500 trabalhadores (BRADY et al., 2006). Na colônia existe um policiamento dos trabalhadores na cooperação social por meio do acompanhamento mútuo (RATNIEKS, WENSELEERS, 2005 apud BRADY et al., 2006).

Segundo Gullan e Cranston (2005) as três qualidades que contribuem para a vantagem na competitividade nas espécies eusociais derivam do sistema de castas que propicia que múltiplas tarefas sejam feitas simultaneamente diferentemente de insetos individuais que tem que executar tarefas seqüencialmente. Estas qualidades são:

- **Executar tarefas paralelamente:** Isto significa que uma atividade não põe em risco outra atividade e assim o ninho não fica vulnerável aos predadores. Em operações paralelas, os erros individuais têm baixa ou nenhuma consequência quando comparados com aqueles que ocorrem com as tarefas realizadas por um indivíduo que não vive em sociedade (GULLAN, CRANSTON, 2005);
- **Habilidade da colônia de gerenciar todos os trabalhadores:** Isto pode ser muito útil no caso de uma defesa ao ataque de um predador que está em maior número ou pode ser útil na construção do ninho em um lugar desfavorável (GULLAN, CRANSTON, 2005);
- **Controle do próprio ambiente:** A especialização da função associada com castas permite regular as condições do seu ambiente independente das condições do ambiente externo. Por exemplo, armazenamento de comida no ninho e controle da temperatura do ninho (GULLAN, CRANSTON, 2005).

Espécies consideradas eusociais consistem em grupos que sobrepõem duas ou mais gerações no mesmo ninho, cooperam entre si para cuidar da prole, são separados em reprodutivos e não reprodutivos. A eusocialidade nas formigas é a chave para a sua dominância ecológica, suas colônias são extremamente superiores a de seus competidores não eusociais (WILSON, 2005).

Wilson (1971) afirmou que existe a hipótese de que quanto maior a genética, comportamento e características morfológicas associadas à eusocialidade existente em uma linhagem, os membros se tornam mais integrados de tal forma que acaba sendo atingido um ponto sem retorno na evolução social e os membros da linhagem são incapazes de reverter para voltar a uma condição solitária. Os indivíduos com características eusociais mais avançadas são muito antigos e não tem sido sujeitos a uma reversão para a vida solitária.

Ao analisar a história de espécies vivas com diferentes níveis de comportamento social é possível encontrar uma mudança do estado solitário para a socialidade. A vida social é vista como um compartilhamento das dificuldades de construir o ninho e defender a prole gerando um benefício entre os participantes (GULLAN, CRANSTON, 2005).

Muitos dos comportamentos sociais dos insetos eusociais estão sob o controle instintivo. Isto representa a complexidade que o comportamento instintivo pode alcançar. Um comportamento anti-social, aquele que prejudica os outros na mesma espécie, não existe neste tipo de sociedade porque os indivíduos anti-sociais são rapidamente eliminados (MINKOFF, BAKER, 2000).

Estas são características de espécies eusociais:

- Grande variação de forma e de hábitos;
- Diferentes níveis de organização pré-determinados;
- Interações cooperativas;
- Manutenção e sustentabilidade;
- Grau evolucionário avançado.

Algumas características de comunicação entre os insetos que vivem em comunidade e que são encontradas em insetos eusociais são (WILSON, 1980):

- **Alarme:** Um inseto avisa o outro quando existe algum perigo;

- **Recrutamento:** Um inseto recruta o outro quando existe uma nova fonte de comida ou existe um novo lugar para o ninho.
- **Troca:** Troca de afetos, líquidos e comida para aumentar a afetividade do grupo.
- **Reconhecimento:** Reconhecimento de companheiros de ninho e de membros de castas diferentes.

Os seres humanos mostram algumas das características do comportamento eusocial mas não podem ser comparados aos mostrados pelos insetos. Humanos tem sobreposição de gerações, mas, freqüentemente, se preocupam com menor importância com os cuidados dos jovens e não é usual a formação de castas. A característica de ajudar nos cuidados de filhos de outras pessoas é muito importante na espécie humana, mas os insetos são muito mais eficientes que os humanos neste comportamento (MINKOFF, BAKER, 2000).

Essas são as principais características das espécies eusociais levantadas neste capítulo que as tornam superiores às espécies não eusociais:

- Execução de tarefas em paralelo.
- Habilidade da colônia de gerenciar todos os trabalhadores.
- Controle do próprio ambiente.
- Eliminação de indivíduos anti-sociais.
- Sobreposição de duas ou mais gerações no mesmo ninho.
- Separação entre operários e reprodutivos.
- Cooperação mútua para o cuidado com a prole.
- Comunicação avançada.
- Após viver de forma social não há interesse em retornar para a vida solitária.
- Seleção de indivíduos que serão trabalhadores e reprodutores.

3.1 REDES DE COOPERAÇÃO ENTRE UNIVERSIDADES

O surgimento de redes de universidades tem aumentado graças às inovações tecnológicas na área da comunicação e informação, que se tornaram uma das melhores ferramentas de colaboração, a fim de enfrentar com êxito os problemas e

desafios do ensino superior, ciência e tecnologia das universidades (VERTEBRALCUE, 2009a).

São formulados acordos de cooperação que formalizam a intenção da universidade de fazer a ligação com outra entidade de ensino superior com o propósito de cooperação acadêmica. A universidade produz conhecimento, este conhecimento é inerentemente universal e ultrapassa as fronteiras do país, então a tarefa da instituição é tornar isto internacional. A cooperação internacional foi fortemente intensificada durante a última década devido ao rápido desenvolvimento na comunicação científica.(COLLELI, 2009).

Muitas das redes entre universidades na Europa na área de ensino superior foram criadas entre 1985 e 2005, mas a maior parte surgiu em 1990 e depois em 2000, como resultado do processo de Bolonha (VERTEBRALCUE, 2009a).

A organização que é adquirida quando se cria uma rede traz diversas possibilidades, que são (VERTEBRALCUE, 2009a):

- Contribuir para reforçar as infraestruturas e recursos humanos existentes;
- Diminuir a distribuição desigual da capacidade de pesquisa, desenvolvimento e inovação na maioria dos países onde existem poucos pólos de desenvolvimento científico e tecnológico;
- Facilitar a interação e assim contribuir para a conexão territorial;
- A organização das redes de cooperação faz com que se explore melhor os recursos existentes baseada em micro projetos com recursos limitados, o que leva a otimização dos esforços e capacidades.

As redes de pesquisa permitem que instituições e indivíduos da sociedade trabalhem eficientemente disponibilizando um alto número de candidatos graduados e pós-graduados com habilidades de trabalhar em conjunto na pesquisa, embora as tendências atuais nas aplicações de redes indicam que existirá um aumento na demanda nas redes futuras para comunicação múltipla (COLLELI, 2009).

3.2 REDES TEMÁTICAS

Uma Rede Temática é uma cooperação entre departamentos de institutos de ensino superior e outros parceiros (ex: acadêmicos, organizações ou profissionais). Seu objetivo principal é identificar como aumentar a qualidade, definir e desenvolver uma dimensão mundial, dentro de uma disciplina acadêmica ou uma área de estudos que podem ser de natureza interdisciplinar ou multidisciplinar, ou de interesse comum como, por exemplo, garantia da qualidade. Uma Rede Temática deve fornecer um ambiente favorável para um entendimento profundo na disciplina em questão (BORRI, GUBERTI, MAFFIOLI, 2005).

Segundo Borri, Guberti e Maffioli (2005) os projetos de redes temáticas devem:

- Trabalhar para que se possa avaliar a qualidade da cooperação e inovação curricular.
- Promover dentro de um fórum ativo discussões sobre melhorias nos métodos de ensino.
- Promover o desenvolvimento de programas conjuntos europeus.
- Melhorar o diálogo entre parceiros acadêmicos e socioeconômicos.

Redes temáticas são criadas por pesquisadores de vários países que discutem idéias sobre um tema particular. Este tipo de pesquisa fornece a oportunidade de discutir novas teorias avançadas em diferentes países. Os problemas metodológicos associados à pesquisa de um assunto em um país podem fornecer vários problemas, mas quando essa mesma pesquisa é feita em diferentes países, novas dificuldades e novos desafios surgem para os pesquisadores (BENNETT, CIESLIK, MILES, 2003).

3.3 PROCESSO DE BOLONHA

Em 1998, países europeus deram início à discussão para criação do Espaço Europeu do Ensino Superior para ser finalizado em até 2010, mas que foi estendido até 2020 (VERTEBRALCUE, 2009a). Em junho de 1999, alcançou-se a Declaração

de Bolonha, assinada por 29 ministros europeus da Educação (BURSZTYN & BOLOGNA PROCESS, 2005). A partir das reuniões feitas pelos ministros europeus em Bolonha realizada em 1999 e Praga realizada em 2001 foi criada a EUA (*European University Association*, Associação das Universidades Européias) para discutir as questões que surgiram do processo de Bolonha (VERTEBRALCUE, 2009a). A declaração substituiu a demanda de harmonização por uma maior compatibilidade entre os sistemas de ensino superior. O objetivo primordial é aumentar a atratividade dos sistemas de ensino superior da Europa e aumentar a empregabilidade dos alunos europeus graduados. Ela também coloca uma forte ênfase na necessidade de tornar as universidades européias mais competitivas (WÄCHTER, 2004).

De acordo com o processo de Bolonha, o ensino de graduação passa a se dar em um prazo de três anos, ou 180 créditos (podendo se estender em casos específicos, como Medicina e Engenharia). A pós-graduação é estruturada em dois níveis: o mestrado, em dois anos, e o doutorado, para os que obtiverem o mestrado, em três anos (BURSZTYN, 2005).

A partir da reunião de Berlim em 2003 passou a contar com a adesão de 40 países europeus. Uma das estratégias centrais é o reconhecimento, em todo o continente, dos créditos cursados em qualquer um dos países signatários. Com isso, alunos de um determinado curso podem cursar disciplinas em outro país (BURSZTYN & BOLOGNA PROCESS, 2005). Passou a vigorar um sistema de créditos, que foi criado em 1989, por um projeto piloto chamado ECTS (*European Credit Transfer System*, Sistema de Créditos Europeu de Transferência) para facilitar o reconhecimento dos créditos acadêmicos do período de estudo em países estrangeiros (SUMARIO EJECUTIVO, 2009).

Para alcançar a harmonização e a uniformização do sistema de ensino superior, a Declaração de Bolonha propôs os seguintes objetivos (BURSZTYN, 2005):

- Competitividade do Sistema Europeu de Ensino Superior;
- Mobilidade e empregabilidade no Espaço Europeu.

Para alcançar esses objetivos, os países se comprometeram a: adotar sistema de graus e créditos comparáveis e facilmente inteligíveis; adotar sistema baseado essencialmente em dois ciclos, graduação e pós-graduação; promover a mobilidade

de estudantes, docentes e pesquisadores e dar uma dimensão européia ao ensino superior (BURSZTYN, 2005).

Mais de 1 milhão de estudantes já participaram de programas de intercâmbio graças ao programa de mobilidade financiado pela Comunidade Européia (SUMARIO EJECUTIVO, 2009). Muitas das redes, que serão mostradas nesse trabalho, tomam como base o processo de Bolonha, pois a maioria delas tem universidades européias envolvidas.

3.4 DECLARAÇÃO DO RIO DE JANEIRO

Os chefes de estado da América Latina, do Caribe e da União Européia, em reunião na cidade do Rio de Janeiro, em 28 e 29 de Junho de 1999, decidiram avançar na consolidação de uma parceria estratégica, política, econômica, cultural e social em caráter cooperativo entre as regiões. Esta parceria contribuiu para o crescimento de cada um dos países, bem como alcançou uma melhora no nível social e bem estar econômico para seus cidadãos, aproveitando as vantagens das oportunidades oferecidas por um mundo mais globalizado, com um espírito de igualdade, respeito, aliança e cooperação (DECLARATION OF RIO, 2009).

Foram definidas várias ações prioritárias a serem seguidas pelos participantes. Uma delas foi o acordo bi-regional de cooperação no setor das universidades destinado a aumentar recursos para estudantes e pesquisadores em todos os níveis, assim como ampliar estudos de pós-graduação na ciência e tecnologia, indústria e negócios, a mobilidade de acadêmicos e estudantes e para o processo de validação dos programas e reconhecimento de diplomas. Deve-se tomar como base a experiência adquirida no programa ALFA (América Latina – Formação Acadêmica), que é um projeto que tem o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da educação superior na América Latina através da cooperação entre as universidades dos países da América Latina e União Européia (Comissão Européia, 2009).

No item a seguir mostra o estado da arte atual para redes de cooperação entre universidades, são mostrados também seus objetivos. Neste trabalho são analisados dois tipos de redes: as que são incentivadas pelos projetos da Comunidade Européia, as que são descritas como principais redes pela Unesco.

3.4.1 Rede Udual

A UDUAL (*Unión de Universidades de América Latina y el Caribe*, União das Universidades da América Latina e do Caribe) é uma rede de universidades de ensino superior da América Latina e Caribe.(UDUAL, 2009). É a rede mais antiga que se encontra em atividade e conta com a participação de 178 membros que são apenas universidades públicas (VERTEBRALCUE, 2009a)

Seus objetivos são: promover, afirmar, fomentar e melhorar relações entre universidades latino americanas, assim como outras instituições e órgãos culturais; coordenar, orientar e unificar as estruturas acadêmicas e administrativas das universidades associadas, a fim de evitar possíveis discordâncias; promover o intercâmbio acadêmico tanto de professores como de alunos, pesquisadores e graduados, assim como a criação e divulgação de diversas publicações que facilitem a comunicação, o entendimento e convivência entre as universidades afiliadas; promover a implantação da liberdade acadêmica, de pesquisa e plena autonomia; contribuir para o desenvolvimento de um ideal livre, pacífico e democrático para a unidade latino-americana, o respeito pela dignidade humana e a justiça social; incentivar as universidades para ser um instrumento que contribua para a sustentabilidade social, econômica e cultural, tanto em seu ambiente local, como no contexto mais amplo da América Latina e conseguir sua integração cultural (UDUAL, 2009).

3.4.2 Rede Recla

A rede RECLA (*Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa*, Rede de Educação Continua da América latina e Europa) teve sua origem no projeto CEC (Columbus Educação Contínua) do programa Columbus. Este é financiado pela Comunidade Européia, por suas universidades membros, UNESCO, Fundação Gran Mariscal de Ayacucho e organismos governamentais.

O programa Columbus teve início em 1987 e é uma cooperação entre universidades européias e latino-americanas cujo objetivo é a melhora da gestão. Os fundadores são: Associação de Universidades Européias (CRE) e Associação de

Universidades Latino-Americanas (AULA). CRE agrupa mais de 500 universidades de 38 países. AULA apóia o programa Columbus, atualmente 71 universidades são membros do projeto Columbus, sendo 49 latino-americanas e 22 europeias (RECLA,2009).

3.4.3 Rede Value

O projeto VALUE (*Vinculación y valorization mutua entre Universidades de América Latina y de la Unión Europea*, Vinculação e valorização mútua das Universidades da América Latina da União Européia) tem como principal objetivo ser um motor que promova, mediante consultas feitas sistematicamente a tomadores de decisão, parcerias duradouras entre universidades europeias e latino-americanas. Trata-se de um projeto co-financiado pela Comunidade Européia, cujo objetivo é contribuir com a criação de uma área comum em ensino superior entre América Latina, Caribe e Europa.

Essa área é chamada de unidade ALCUE, de acordo com os recentes acordos assumidos na cúpula governamental formada pela União Européia, América Latina e Caribe em Viena em 2006 (VALUE, 2009).

Estas parcerias promovem a mobilidade de estudantes, a colaboração em pesquisa e desenvolvimento e atividades educacionais conjuntas. Portanto, a meta da VALUE é promover a cooperação entre a Europa e a América Latina através de parcerias e benefício mútuo. Medidas planejadas incluem o aumento da visibilidade do ensino superior na Europa, América Latina e Caribe, para facilitar e apoiar a colaboração na área do conhecimento e da troca de idéias e informações (VALUE, 2009).

3.4.4 Rede Magalhães

A rede Magalhães criou um projeto piloto chamado SMILE (*Student Mobility in Latin América, Caribbean and Europe*, Mobilidade estudantil na América Latina, Caribe e Europa) que foi pioneiro em mobilidade de alunos. A rede Magalhães visa

criar uma área comum para aumentar a coerência e sinergia ao redor dos instrumentos novos e os já existentes isto deve dar efeito entre iniciativas nacionais e regionais (MAGALHÃES, 2009).

Estas são algumas das características da rede Magalhães:

- Utiliza os recursos próprios existentes nas universidades Européias.
- As universidades maiores buscam por recursos através de patrocínio público ou privado para as universidades da América Latina.
- Existe um co-financiamento de bolsas de estudos para alunos de universidade da América Latina através dos seus próprios programas.
- O projeto SMILE tenta simular o programa Erasmus, mas é exclusivo para universidades técnicas da Europa e América Latina.
- Originada dos intercâmbios bilaterais existentes para criar um único programa multilateral.
- Estabelecer bases para o intercâmbio futuro de graduação entre a União Européia e países Latino Americanos.
- Se comprometer a apoiar o programa ALCUE através de sua experiência.

3.4.5 Rede Unica

A rede UNICA (*Network of Universities from the Capitals of Europe*, Rede de Universidades das Capitais da Europa) é composta por 42 universidades das capitais das cidades da Europa, com uma força combinada de 120.000 funcionários e 1.500.000 estudantes. Seu papel é promover excelência acadêmica, integração e cooperação entre as universidades membros na Europa.

A rede busca também direcionar forças no desenvolvimento do processo de Bolonha e facilitar a integração da Europa central e Europa oriental na área de ensino superior da Europa. Para alcançar estes objetivos a rede UNICA articula os pontos de vista das universidades membros, instituições européias, e governos nacionais, regionais e municipais. Isso fornece informações aos membros nas iniciativas e programas europeus, e suporta projetos cooperativos. Também oferece um fórum no qual as universidades podem refletir sobre as demandas de mudança estratégica na pesquisa universitária, educação e administração (UNICA, 2009).

3.4.6 Rede Grupo Santander

O grupo Santander é uma rede de universidades européias fundada em maio de 1992 na Espanha. Possui o objetivo de estabelecer laços acadêmico, sociais, sócio-econômico e criar recursos avançados e específicos, bem como canais privilegiados de informação e intercâmbio. O grupo também foi criado para encorajar contatos entre universidades e suas comunidades vizinhas em problemas relacionados ao desenvolvimento tecnológico e social (SANTANDER, 2009).

Os membros desta rede têm como benefícios (SANTANDER, 2009):

- Participação em projetos financiados internacionais e europeus;
- Aumento das suas redes internacionais;
- Aumento a exposição das instituições;
- Acesso aos recursos das universidades membros;
- Transferência do conhecimento através de atividades;
- Compartilhamento boas práticas em ensino, aprendizagem e pesquisa;
- Mobilidade entre estudantes e funcionários em intercâmbios internacionais;
- Facilitação ao acesso a estudantes a oportunidades de treinamentos profissionalizantes via um banco de dados internacional.

3.4.7 Rede Universia

A rede Universia disponibiliza serviços e conteúdo, por meio de parcerias com as instituições de ensino superior, em seu portal. A rede Universia oferece informações e ferramentas dedicadas a estudantes, professores, gestores e aos estudantes que estão se preparando para o Vestibular, além dos interessados na continuidade dos estudos. A rede disponibiliza notícias e orientações sobre o meio acadêmico, carreira, bolsas de estudo, publicações científicas, cultura, agenda de eventos das instituições de ensino (UNIVERSIA, 2010).

A Rede Universia é uma rede internacional de portais de educação presente em 11 países (Espanha, Brasil, Colômbia, México, Porto Rico, Chile, Portugal, Venezuela, Peru, Argentina e Uruguai), conta com a parceria de mais de 840 universidades e atinge aproximadamente 8 milhões e meio de estudantes. No Brasil,

a rede Universia reúne 222 instituições de ensino e representa cerca 2,5 milhões de universitários (UNIVERSIA, 2010).

3.4.8 Rede Utrecht

A rede ULTRECHT possui 31 universidades na Europa em 28 países, cooperando na área da internacionalização. Embora abrangente, a rede mantém uma seleção refinada de seus membros para manter uma escala gerenciável de ação. Isso faz da Utrecht uma rede institucional que abrange uma base muito ampla, enquanto garante uma escala gerenciável (ULTRECHT, 2009).

A Utrecht particularmente é comprometida em áreas como mobilidade de funcionários e estudantes, escolas de verão e internacionalização do curriculum, enquanto se mantém aberta para outros tipos de atividades que mantêm e reforçam seu perfil (ULTRECHT, 2009).

3.4.9 Rede Riaces

A rede RIACES (*Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior*, Rede Ibero-americana para o Credenciamento da Qualidade do Ensino Superior) foi criada em Buenos Aires na Argentina em Maio de 2003 e trata-se de uma associação de agências e organismos de avaliação e melhora da qualidade do ensino superior. Não possui fins lucrativos, é independente de qualquer estado e seus membros devem ter poderes conferidos pelos seus respectivos governos ou estados nesta área (RIACES, 2009).

Os objetivos da rede são promover a cooperação entre os países ibero-americanos e o intercâmbio na matéria de avaliação e melhora da qualidade do ensino superior e contribuir assim com a garantia da qualidade de ensino superior nesses países (RIACES, 2009).

3.4.10 Rede Guni

A rede GUNI (*Global University for Innovation*, Rede Global de Univesidades para Inovação) é composta pelos presidentes da UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura) no ensino superior, instituições de ensino superior, centros e redes de pesquisa relacionadas à inovação e ao compromisso social de ensino superior. A rede é composta por 179 instituições de 68 países membros e foi criada em 1999 pela UNESCO, e pela UNU (*United Nations University*, Universidades das Nações Unidas) (GUNI, 2009).

A missão da rede GUNI é contribuir para fortalecer o ensino superior na sociedade através da reforma e inovação das políticas de ensino superior ao redor do mundo sobre a visão de serviço público, relevância e responsabilidade social (GUNI, 2009).

Este item serviu como estudo do estado da arte atual das redes de cooperação entre universidades o principal objetivo delas é compartilhamento de conhecimento, o próximo item aborda a área comum ALCUE que tem como um de seus temas a mobilidade entre pessoas que tem como objetivo o compartilhamento de experiências. Algumas das redes que foram vistas tem o objetivo de criarem estas áreas comuns de mobilidades entre as universidades.

3.5 ALCUE

Os atores e instituições que pretendem aprender em um mundo em mudança criam conexões e intenções individuais subordinadas às suas interações. A análise de uma área comum ALCUE revela um cenário no qual assuntos importantes da União Européia estimulam seus parceiros da América Latina a adotar a estrutura comum Européia existente no ensino superior. Porém, os atores de sistemas de nações não Européias podem assumir a adoção do modelo Europeu como um sinal de boas práticas que pode trazer desenvolvimento positivo para o ensino superior no seu país, e conseqüentemente cooperar com a União Européia como um todo. Assim, os latino-americanos podem buscar maneiras de melhorar a participação no

cenário internacional, e se beneficiar da cooperação em outros assuntos além da educação (BARLETE, 2005).

Os objetivos do espaço ALCUE são (MAGALDI, 2008):

- Promover ações que estimulem e facilitem o intercâmbio e a circulação de estudantes, docentes, pesquisadores, pessoal técnico e de gestão do ensino superior;
- Divulgar informações;
- Promover debates, principalmente aqueles que possam contribuir com a melhora do ensino superior nos países da Europa, América Latina e Caribe.

Em cada país existe um ou vários centros, vinculados á ensino superior, que formaram as unidades ALCUE e alcançaram um perfil de pesquisa e qualidade necessário para o espaço ALCUE (MAGALDI, 2008).

3.5.1 Rede VertebrALCUE

O projeto VertebrALCUE visa contribuir para o desenvolvimento da integração regional entre os sistemas de ensino superior na América Latina e para o processo de implementação do espaço ALCUE em função de explorar e fortalecer os diferentes níveis de articulação em termos de cooperação acadêmica na América Latina, através do desenvolvimento e implementação de uma infra-estrutura no nível institucional, nacional e regional. Através desta infra-estrutura o projeto irá ajudar a promover o estabelecimento de relações estruturais e duradouras em rede entre instituições de ensino superior na América Latina e Europa, com ações e atividades a serem realizadas nas unidades ALCUE (VERTEBRALCUE, 2009).

As redes que foram criadas recentemente na América Latina possuem alguns problemas em comum o que faz com que o processo de integração entre os sistemas de ensino superior da América Latina e o processo complementar de implementação da área comum ALCUE sofram várias limitações. Estas limitações são (VERTEBRALCUE, 2009):

- Competição por recursos: Existe a proliferação de organizações e instituições de ensino superior sub-regionais que não coordenam seus esforços e competem pelos recursos do projeto.
- Competição entre universidades públicas e privadas: Existe a rivalidade e pouca articulação entre universidades públicas e privadas o que faz com que estas universidades tenham limitações para juntar-se a programas e projetos.
- Pouco compartilhamento de informações entre universidades, sociedade, empresas e o governo local: Enquanto a relação entre a sociedade e a universidade é freqüentemente mencionada como um fator chave para o desenvolvimento local e a coesão social e nacional, os programas das universidades e toda a vida acadêmica, atividades de pesquisa normalmente não disponibilizam informações práticas e conhecimentos para um compartilhamento recíproco para o desenvolvimento das necessidades.
- Disseminação ineficiente de informações: Existe uma deficiência em disseminar informações para além dos membros das instituições de ensino superior e organizações.
- Nível insuficiente de compromisso e participação: Muitos dos interessados não estão comprometidos com as políticas e objetivos definidos e nem com os mecanismos de implementação da área comum.
- Falta de cooperação nas redes existentes: Muitas das redes existentes que promovem cooperação acadêmica entre América Latina e a Europa não são coordenadas de forma eficiente. Elas competem por subsídios e status institucional em vez de convergirem para o objetivo maior definido pelas políticas da área comum.
- Falta de clareza na reciprocidade e nos benefícios mútuos: Existe uma falta de clareza na proposta de cooperação e isto aumenta a suspeita quanto às verdadeiras intenções de cooperação.

Estas limitações restringem o espaço de cooperação e colaboração que favoreceria o intercâmbio de informações relevantes à convergência curricular, acordos sobre a qualidade da educação e a união das áreas de Ensino Superior. Estas limitações deram motivos para a criação do projeto VertebralCUE (VERTEBRALCUE, 2009).

O projeto VertebrALCUE busca contribuir para o processo de desenvolvimento de integração regional entre os sistemas de ensino superior da América Latina e também é um processo de implementação de uma área comum entre América Latina, Caribe e União Européia (VERTEBRALCUE, 2009).

Seu objetivo é contribuir para promover o estabelecimento de relações estruturais e duradouras e criar redes entre as instituições de ensino superior na América Latina e entre América Latina e Europa, através de ações e atividades específicas que serão desenvolvidas nas unidades ALCUE (VERTEBRALCUE, 2009).

É proposto um modelo Vertebral das atividades conjuntas de desenvolvimento de infraestrutura de colaboração da área comum Latino Americana e Caribe e a União Européia chamada ALCUE. Para aumentar a abertura e participação é necessária uma nova infraestrutura de colaboração. Esta deverá apoiar, articular e valorizar resultados e iniciativas dos vários centros. Todos os parceiros contribuem com informações relevantes para gerenciamento de projetos e avaliação de produtos e atividades (VERTEBRALCUE, 2009).

Para alcançar os objetivos os parceiros do projeto deverão trabalhar em conjunto para: identificar pontos fortes e fracos dos modelos de cooperação e infraestrutura existentes entre as instituições de ensino superior da América Latina, Caribe e Europa; identificar ações prioritárias para desenvolver a infraestrutura para cooperação através de um exercício de diagnóstico, estratégia e prospecção; implementar e desenvolver princípios, modelar estrutura e funções, possibilidades e planos de ação, requisitos mínimos e critérios de avaliação para a unidade ALCUE; consolidar a integração dos sistemas de ensino superior na América Latina na dimensão regional; avaliar as atividades modelos e protótipos propostos pelo projeto (VERTEBRALCUE, 2009).

A rede VertebrALCUE não pode ser vista como uma substituta para as redes existentes mas, ao contrário, como convergência entre elas com o objetivo de gerar uma melhor coordenação e cooperação produtiva. O projeto VertebrALCUE pode e deve contribuir para alcançar uma visão compartilhada sistêmica que fará o sistema de cooperação mais eficiente (VERTEBRALCUE, 2009a).

4 DOMÍNIO DO PROBLEMA

Um dos objetivos do projeto VertebrALCUE é promover o diálogo no nível regional, nacional e internacional através do estabelecimento de redes temáticas duradouras, propondo e desenvolvendo princípios, modelos estruturais e funções, facilidades e planos de ações, apresentando os requisitos mínimos e tendo um critério de avaliação para a sustentabilidade dessas redes temáticas ALCUE, de acordo com as ações prioritárias do programa ALFA III da Comunidade Européia (VERTEBRALCUE, 2009).

De acordo com Vertebralcue (2009a) o trabalho a ser realizado pelo projeto VertebrALCUE é o desenvolvimento de princípios e de protótipos para as redes temáticas ALCUE que serão o resultado de análises e pesquisas nas redes temáticas existentes dos parceiros do projeto, enquanto se seleciona um tema específico entre os assuntos prioritários do programa ALFA III.

Os parceiros do projeto VertebrALCUE vão elaborar quatro planos para quatro diferentes tipos de redes temáticas. As diferenças entre as redes serão discutidas e um modelo será gerado, os principais temas que serão propostos em diferentes níveis de impacto na articulação das redes serão: a relação entre universidade e indústria, o estudo continuado e a criação de cursos temáticos comuns focados nos problemas percebido pelo governo local (VERTEBRALCUE, 2009a).

As informações, as análises e os conhecimentos são desenvolvidos durante o projeto VertebrALCUE para fornecer dados como uma base para as políticas públicas e privadas. As implicações para o desenvolvimento nas empresas e nas instituições são simples, os problemas são identificados e as possíveis soluções são discutidas por pessoas de diferentes instituições e políticas são adotadas (VERTEBRALCUE, 2009a).

Serão executadas tarefas no nível nacional, onde alianças estratégicas para o desenvolvimento produtivo são baseados em regras ativas da UNIBO-BA em colaboração com universidades locais alcançando coesão social incorporando laboratórios locais de desenvolvimento (VERTEBRALCUE, 2009a).

Espera-se a participação de outros países Latino Americanos e será oferecida a mesma metodologia de ação e envolvimento das instituições locais, incluindo

instituições de Ensino Superior para integração nos objetivos e nas atividades específicas (VERTEBRALCUE, 2009a).

4.1 PROVA DE CONCEITO

Para que uma Rede Temática tenha sucesso em seus objetivos, é necessário que alguns itens sejam levados em consideração. A Teoria Geral de Sistemas foi proposta por biólogos como Bertalanffy, nessa linha de pensamento, este trabalho busca na Biologia uma metáfora de espécies que vivem em sociedade harmonicamente, produzindo em conjunto, compartilhando e ajudando uns aos outros, identificando o caso das espécies eusociais da natureza. Neste trabalho é feita uma comparação entre as características das redes temáticas de pesquisa entre universidades e as redes eusociais da biologia, visto que espécies eusociais têm sucesso de sobrevivência em conjunto contra espécies que não são eusociais.

Pessoas, instituições sociais e tecnologia resultam em um sistema sociotécnico, onde há uma infra-estrutura social e uma infra-estrutura tecnológica que serve a um propósito da infra-estrutura social (HITCHINS, 2007; SOMMERVILLE, 2007). Uma Rede Temática é um sistema de atividades humanas onde as pessoas interagem com a tecnologia para a realização de atividades, por isso uma Rede Temática pode ser considerada como um sistema sociotécnico.

Características como sustentabilidade e cooperação são identificadas nas redes eusociais e servem como exemplo para redes temáticas, com o uso da metáfora é possível levantar alguns requisitos para Redes Temáticas que serão criada pelo projeto VertebrALCUE. Através da comparação entre as redes temáticas existentes e a metáfora das redes eusociais é possível identificar esses requisitos e este resultado é apresentado na Quadro 4 que é resultado de um questionário, que está no apêndice A deste trabalho, e foi enviado, por e-mail, a participantes das redes que estão no Quadro 4. O questionário foi feito com duas respostas Sim ou Não, para que a resposta fosse mais objetiva e para ver se a característica existia ou não na rede.

Características Eusociais	UDUAL	Magalhães	RECLA	VALUE	UNICA	SANTANDER	UNIVERSIA	ULTRECHT	RIACES	GUNI
Execução de tarefas em paralelo.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Habilidade da colônia de gerenciar todos os trabalhadores.	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
Controle do próprio ambiente.	x	x	-	x	-	x	-	x	x	-
Eliminação de indivíduos anti-sociais.	-	x	x	-	x	x	x	x	-	x
Sobreposição de duas ou mais gerações no mesmo ninho.	x	x	x	x	x	x	-	x	-	x
Separação entre operários e reprodutivos.	-	x	-	-	-	-	x	-	x	-
Cooperação mútua para o cuidado com a prole.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Comunicação avançada.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Após viver de forma social não há interesse em retornar para a vida solitária.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Seleção de indivíduos que serão trabalhadores e reprodutores.	-	x	-	-	-	-	x	-	x	-

Quadro 4 - Metáfora Eusocial

O Quadro 4 permite identificar quais características das redes eusociais estão presentes nas diversas redes temáticas já existentes, o x mostra em qual rede esta característica está presente e o – mostra as redes onde ela não foi encontrada. Ela serve de base para a definição das características do modelo conceitual da metodologia SSM que é utilizada neste trabalho para o desenvolvimento de uma Rede Temática que alcance o sucesso e tenha um plano de sustentabilidade. Este trabalho utiliza a SSM, pois ela permite tratar problemas relacionados a atividades humanas.

As características identificadas na Quadro 4 servem como requisitos e como ponto de partida para a identificação do problema, ou seja, definir os passos para a criação de uma rede que tenha todas as características apresentadas na metáfora levando em consideração a complexidade existente neste sistema de atividades humanas.

O autor adotou a metodologia SSM por que, segundo Checkalnd (1999) estes problemas são complexos e surgem dos fenômenos sociais do mundo real e são diferentes daqueles que são estudados em laboratório. O SSM é indicado para sistemas de atividades humanas e para problemas que são mal definidos e onde existem várias pessoas interessadas com opiniões diferentes.

4.1.1 Primeiro Estágio - SSM

O primeiro estágio da metodologia SSM é a identificação da situação problemática com a coleta de informação e exploração dos dados existentes. Nesta fase não existe um conjunto de ferramentas recomendada, o importante é conseguir o maior conteúdo de informação sobre a situação. A situação problemática é a criação de uma Rede Temática no projeto VertebrALCUE da Comunidade Européia onde existem 32 instituições participantes onde há várias pessoas interessadas que possuem várias opiniões, pensamentos e interesses. Existem instituições com experiência na criação e na participação de redes temáticas e existem instituições que nunca participaram de uma dessas redes. Informações foram coletadas nas reuniões de trabalho ocorridas no começo do projeto em 2008 permitiram identificar que o primeiro objetivo do projeto é criar áreas comuns chamadas unidade ALCUE nas universidades participantes, essas áreas devem dar o suporte para as redes temáticas que serão criadas no projeto. O projeto deseja criar redes que sejam auto-sustentáveis após o término do projeto que está previsto para 2011. As universidades participantes devem elaborar propostas de Redes Temáticas, formando grupos para discutir, explicar e defender a proposta para que esta seja aceita pelo projeto. Serão aceitas apenas quatro redes temáticas. Os principais temas que foram propostos são na reunião de trabalho realizada em São Paulo em 10 e 11 de março de 2010:

- Mobilidade, desenvolvimento internacional na ALCUE;
- Estratégias de internacionalização e inovações no ensino superior;
- Cooperação entre universidades;
- Cooperação entre governos e as universidades, estes temas estão dentro do escopo do projeto VertebrALCUE.

Após a criação das redes temáticas alguns itens deverão ser seguidos para que estas alcancem o sucesso, para isso será necessário usar a experiência em participação de outras redes, em que algumas das universidades participantes já participam.

4.1.2 Segundo estágio - SSM

O segundo estágio da metodologia SSM é a representação de forma não verbal através da figura enriquecida, esta deve ser criada baseada nas informações e percepções coletadas no primeiro estágio da metodologia. Este estágio serve para organizar as idéias e as informações coletadas no estágio anterior. O resultado servirá para a análise e para a discussão entre as partes interessadas nos próximos estágios da metodologia. Primeiro é necessário identificar quem são as partes interessadas que fazem as intervenções no sistema. É possível ver que cada uma das partes interessadas tem uma visão diferenciada de qual seria um tema e o que seria uma Rede Temática, essa diferença pode ser por vários motivos, como interesses da universidade particular ou estadual, pouca ou muita experiência em participação, etc., os participantes com experiência em participação em redes temáticas podem ser considerados como possíveis solucionadores do problema ou como os maiores contribuintes. Existem também as regras que devem ser seguidas pelas partes interessadas, que mudam de país para país e de instituição para instituição, por exemplo, uma universidade de grande porte tem um maior número de níveis hierárquicos, processos burocráticos maiores e uma estrutura diferente de uma universidade de menor tamanho. O tema que será escolhido pelas partes interessadas varia também de acordo com o interesse de cada um, o interesse da universidade ou da área de pesquisa. A figura enriquecida, demonstra a situação como um todo e pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 6 - Figura enriquecida

4.1.3 Terceiro estágio - SSM

O terceiro estágio é a identificação das raízes CATWOE, que serve para descrever de forma estruturada o sistema em questão. Para definir as raízes é preciso entender o que deve ser feito, como será feito e por que vai ser feito. Uma Rede Temática com várias universidades envolvidas deve ser criada por um projeto através de pesquisa, discussão de como executar o projeto e também seguindo características de outras redes temáticas já existentes para que seja possível discutir sobre o tema em questão melhorando e aumentando o entendimento sobre ele. As raízes CATWOE servem para que se pense neste estágio sobre as posições

em que cada indivíduo se encaixa na atividade descrita, a criação da Rede Temática. Estas posições são:

- **Clientes (*Custumers*):** São as pessoas que são afetadas e beneficiadas pelo sistema. Os professores compartilham e aumentam seus conhecimentos. A sociedade e a universidade se beneficiam dos resultados alcançados das pesquisas, discussões dos temas das redes temáticas.
- **Atores (*Actors*):** São as pessoas que realizam tarefas no sistema. Os professores também participam deste item por serem eles quem definem o rumo que as discussões nas redes tomam, são eles quem trazem o conhecimento e a experiência para a Rede Temática.
- **Transformação (*Transforming*):** São as transformações ocorridas na entrada que resultam na saída do sistema. A necessidade da criação de uma Rede Temática e os vários temas propostos pelos participantes são as entradas do sistema. O objetivo é ter uma Rede Temática com entidades de diversos países discutindo sobre um determinado tema, esta é a saída do sistema.
- **Visão do mundo (*world-view*):** São as percepções e visões do mundo real feitas pelos atores do sistema. O cliente deve ver o sistema como um ambiente de compartilhamento de conhecimento onde todos que participam se beneficiam.
- **Dono (*owner*):** São as entidades que podem finalizar o projeto. Neste caso o projeto VertebrALCUE e a Comunidade Européia são as entidades que tem esse poder.
- **Restrições do ambiente (*enviromental constrains*):** Mostram as restrições externas que este sistema sofre. Neste caso as regras e políticas de cada país podem afetar de alguma maneira o sistema. As políticas da Comunidade Européia podem ser alteradas durante o desenvolvimento e assim podem afetar o sistema.

4.1.4 Quarto estágio - SSM

O quarto estágio serve para a criação de um modelo conceitual do sistema, com o que foi coletado nos estágios anteriores. Os modelos conceituais são uma maneira de expressar as idéias logicamente de acordo com as definições das raízes. Para isso foi criado o diagrama que expressa uma situação próxima ao ideal do sistema, buscando mostrar as características que são necessárias e as que são desejadas.

Figura 7- Modelo conceitual de uma Rede Temática

A Figura 7 representa o modelo conceitual derivado nas definições das raízes e das características que foram encontradas na comparação entre as redes temáticas e as redes eusociais; é importante ressaltar que este será comparado com o mundo real onde existem situações mal definidas. Para criação do modelo foram utilizadas as características encontradas nas redes eusociais e que também foram encontradas nas redes temáticas estudadas anteriormente.

4.1.5 Quinto estágio - SSM

As idéias que foram geradas no estágio anterior são confrontadas com os sistemas do mundo real, examinando o material que foi coletado até o momento da análise. A comparação servirá como um grande aprendizado sobre o que deve ser feito para melhorar a situação problemática relacionada ao projeto de Rede Temática. Ela também é importante para descobrir como e onde o modelo conceitual difere do real, para gerar uma discussão entre as partes envolvidas e para definir possíveis ações que devem ser tomadas para alterar a situação problemática.

4.1.6 Sexto estágio - SSM

No sexto estágio é necessário discutir as possíveis mudanças que foram sugeridas no estágio anterior. É importante descobrir qual a razão da mudança, qual a natureza, qual o significado que a mudança trará para o sistema e qual o resultado a longo prazo. Neste estágio se discute quais os custos, benefícios e problemas que surgiram devido as mudanças que foram sugeridas no estágio anterior, dele surgem as recomendações das mudanças que são desejáveis e as que são possíveis, as mudanças devem ser aprovadas por todas as partes interessadas antes de serem feitas. O Quadro 5 mostra as mudanças que são desejáveis e dentro delas as que são possíveis.

Mudanças	Desejáveis	Possíveis
Um único conjunto de regras	Sim	Não
Eliminação de entidades que não cooperam	Sim	Sim
Execução de tarefas em paralelo	Sim	Sim
Mobilidades de pesquisadores	Sim	Sim
Plano bem definido de sustentabilidade	Sim	Sim
Comunicação entre universidades	Sim	Sim
Um tema em comum	Sim	Não
Apenas participação de universidades	Sim	Não

Quadro 5 - Mudanças desejáveis

Das mudanças que são desejáveis apenas as que não são possíveis são:

- **Criação de um único conjunto de regras:** Por ser um projeto com vários países e várias instituições se torna impossível estabelecer apenas um conjunto de regras para todos os participantes. Isto tornaria o processo mais difícil de ser seguido e totalmente sistemático com uma visão *hard*. Isto tornaria impraticável a participação nas redes temáticas;
- **Tema em comum:** Na fase de desenvolvimento da rede esta mudança é impossível de ser estabelecida, por ser um projeto que conta com vários participantes de uma vasta área do conhecimento, cada participante tende a querer desenvolver o tema de sua área do conhecimento. Após a criação da Rede este item não é mais um problema, pois o tópico já foi definido;
- **Apenas participação de universidades:** Esta mudança é impossível por que é necessário que o item de sustentabilidade seja satisfeito, para ter uma sustentabilidade é interessante manter empresas na rede.

Para realizar a mudança de eliminação das universidades que não cooperam, é necessário criar regras e estabelecer prazos para entregas dos pacotes de trabalhos propostos pelo projeto, estas regras e prazos devem ser cumpridos e quando isto não ocorrer deve-se eliminar a entidade que não está cooperando da rede.

Para garantir a mobilidade de pesquisadores é necessário estabelecer um fundo de recursos para que haja sempre um grupo de pesquisadores que visitem as entidades participantes, tornando possível o compartilhamento de experiência.

Deve-se criar um plano bem definido de sustentabilidade para que seja possível dar continuidade a atividades da rede, para isso cada parte interessada deve buscar formas de conseguir recursos seja na sua entidade ou em empresas de seu país.

Existe uma comunicação entre as redes, porém esta comunicação só é feita através de fóruns, e-mails ou em eventos. É necessário tornar possível a comunicação de todos os participantes das entidades, quando é realizado um evento, apenas as pessoas que representam a entidade participam, porém as pessoas que executam tarefas em uma entidade devem conhecer e se comunicar com as outras pessoas que também executam tarefas das outras entidades através reuniões periódicas por meio de comunicação mediada por tecnologia de vídeo e áudio.

4.1.7 Sétimo estágio - SSM

O sétimo estágio é o de implementação das mudanças propostas no estágio anterior procurando sempre acomodar a situação problemática mostrando o resultado positivo, as implementações devem ser feitas de maneira fácil de serem entendidas para todos os participantes da situação problemática. É importante ressaltar que as implementações e recomendações terão que ser aceitas pelas partes interessadas que não conhecem a metodologia SSM.

No momento do encerramento deste trabalho, o processo de criação de Redes Temáticas do projeto VertebrALCUE ainda está sendo conduzido por seus membros. Os resultados deste trabalho servem como referências para esse processo, sendo que novas rodadas da metodologia aplicada ainda podem ser executadas para um aprimoramento das recomendações e modificações apontadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso da metodologia SSM, o enfoque sistêmico proporcionou uma análise que permite o desdobramento da complexidade e visão do todo em redes temáticas. A abordagem do problema se mostrou bastante efetiva, porque foi possível modelar o sistema de atividades humanas proposto e mostrou que as implementações são possíveis de serem realizadas.

A abordagem sistêmica ajudou na visualização do sistema como um todo, isso possibilitou identificar as propriedades emergentes e a complexidade de um sistema de atividades humanas.

A metodologia SSM possibilitou mostrar que, em um sistema de atividades humanas, as vezes, é necessário contornar um problema ao invés de resolvê-lo da forma *hard* devido aos interesses envolvidos das partes interessadas, esta abordagem trás uma atenuação dos problemas no sistema.

A metáfora eusocial ajudou a identificar características importantes para uma rede de cooperação de sucesso, estas características serviram para acrescentar informações importantes para o modelo conceitual e trouxe ao projeto uma discussão que não havia sido abordada, mostrando ao Engenheiro o quanto é importante a multidisciplinaridade para a resolução de problemas complexos.

Como trabalho futuro fica a proposta de, após a aplicação das sugestões que foram definidas na criação do modelo conceitual, iniciar novamente o ciclo de estágios do SSM para aumentar as discussões entre as partes interessadas e assim melhorar o modelo.

Outro trabalho futuro é aplicação de outros conceitos *soft* da Engenharia de Sistemas, na prova de conceito, como é o exemplo do *Rigorous Soft Methodology* do Derek Hitchins que pode ser encontrado na referência Hitchins (2007).

REFERÊNCIAS

ACKOFF, R.L. **Ackoff's Best: His Classic Writings on Management**. New York City, Wiley, 1999.

ACKOFF, R.L. **Redesigning the future: Systems Approach to Societal Problems**. New York, Wiley, 1974.

ACKOFF, R.L. **Towards a system of systems concepts**, Management Science. v. 17, n. 11, Julho, 1971.

ACKOFF, R.L.; EMERY, F.; RUBEN, B. **On Purposeful Systems: An Interdisciplinary Analysis of Individual and Social**, 2005. ISBN: 0202307980

ANDERSON, M.; **The Evolution of Eusociality**. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 15, n.1, p. 165-189, 1984.

BARICHELO, E.M.R.; BARLETE, A. R. L. **A Universidade na Sociedade em Rede**, Educação revista da Universidade Federal de Santa Maria, ed. 2005 vol. 30, n. 01, 2005. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2005/01/a4.html>>. Acesso em: 21/10/2009.

BARLETE, A. R. L. **Europeanisation of Latin American Higher Education? The shaping of the ALCUE Common Area in Higher Education**. Oslo, 2005. Dissertação (Mestrado) – University of Oslo.

BECKFORD, J. **Quality**. Second edition. Ed. Routledge, 2002. ISBN: 0203361563.

BEEKUN, R. **Assessing the effectiveness of socialtechnical interventions: antidote or fad?**. Human Relations, v. 42, n. 10, p. 877-897, 1985.

BENNETT, A. ,CIESLIK, M. ,MILES, S.; **Researching youth**, p. 225, Palgrave Macmillan, 2003. ISBN: 1403905738.

BERTALANFFY, L.; **The History and Status of General Systems Theory**. The academy of Management Journal, v. 15, n. 4, pp. 407-426, 1972.

BERTALANFFY, L.; **The Theory of Open Systems in Physics and Biology**. Science, v. 111, n. 1, pp. 23-29, 1950.

BOARDMAN, J.; SAUSER, B. **Systems Thinking: Coping with 21st Century Problems**. Boca Raton, Taylor & Francis, 2008.

BOARDMAN, J.T.; SAUSER, B. **System of Systems – the meaning of of.**; Proceedings of the 2006 IEEE/SMC International Conference on System of Systems Engineering, Los Angeles, CA, 2006.

BOLOGNA PROCESS; **Bologna Process**. Disponível em: <<http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/about/>>. Acesso em: 19/10/2009.

BORRI, C.; GUBERTI, E.; MAFFIOLI, F.; **Erasmus Thematic Networks and the European dimension of Engineering Education**. European Journal of Engineering Education, v. 30, n. 4, p. 409-416, 2005.

BOULDING, K.; **General Systems Theory: The Skeleton of Science**. Management Science, v. 2, n. 3, p. 197-208, 1956.

BRADY, S. G.; SIPES, S.; PEARSON, A., DANFORTH, B. N.; **Recent and simultaneous origins of eusociality in halictid bees**. Proceedings in Biological sciences / The Royal Society, v. 273, n. 1594, p. 1643-1649, 2006.

BURSZTYN, M. **A institucionalização da interdisciplinaridade e a universidade brasileira**. Liinc em revista, v.1, n.1, p. 38-53, março, 2005. Disponível em: <<http://www.ibict.br/liinc>>. Acesso em: 15/10/2009. ISSN 1808-3536.

CASTI, J. L.; **Complexification: Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise**, Ed. Harperperennial, New York, 1994. ISBN: 0-06-016888-9

CASTI, J. L.; **The Simply Complex**. Disponível em: <<http://www.commodicast.com/pdfs/Casti%20-The%20Simply%20Complex.pdf>>. Acesso em: 18/05/2010.

COLLELI, L.; BARMO, M.; **The importance of international academic cooperation in creating research network between euro-mediterranean universities**; Proceedings of the 2009 EMUNI Conference on Higher Education and Research, p. 1-9, 2009.

CHECKLAND, P. **From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for 1990s**. Operational Research Society, v. 36, n. 9, p. 757-767, 1985.

CHECKLAND, P. **Systems Thinking, Systems Practice**, includes a 30-years retrospective, John Wiley & Sons, New York, 1999.

CHECKLAND, P. **Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective**. Systems Research and Behavioral Science, v. 17, p. S11-S58, 2000.

CHECKLAND, P. **The Open University BBC**, Acesso em 27/10/2009 Disponível em: (<http://www.open2.net/systems/practice/pet.html>), 2009.

Comissão Européia; **Programas de cooperação externa**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/europeaid/where/latin-america/regional-cooperation/alfa/index_pt.htm>. Acesso em: 10/11/2009

CRESPI, B. J.; YANEGA, D.; **The definition of eusociality**. Behavioral Ecology, v. 6, n. 1, p. 109-115, 1995.

CURRIE, W. L.; GALLIERS B. **Rethinking Management Information Systems, Cap. Systems Thinking**, CHECKLAND, P., p. 45-56, Oxford, 1999. ISBN: 0198775334

DAVIDZ, H. L. **Enabling System Thinking to Accelerate The Development of Senior Systems Engineers**. System Engineering, v.11, n.1, p. 1-14, 2008.

DECLARATION OF RIO. **Declaration of Rio: Priorities for Action**. Disponível em: <http://www.vertebralcue.org/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=2&lang=en>. Acesso em: 29/10/2009.

ESPAÇO ALCUE. **Espaço ALCUE da SCIRE COPPE-UFRJ**, Disponível em: <http://www.scire.coppe.ufrj.br/index.php?option=com_content&task=view&id=70&Itemid=81>, Acesso em: 29/10/2009.

FREITAS, J.S.; JÚNIOR, M.B.G.C.; CHENG, L.C. **O Soft Systems Thinking e a Soft Systems Methodology**. 4º Congresso Brasileiro de Sistemas, 2008.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S.; **The Insects: An Outline of Entomology**, ed. Blackwell Publishing, Oxford, 2005, ISBN: 1-4051-1113-5

GUNI; **Global University for Innovation**. Disponível em: <<http://www.guni-rmies.net/>>. Acesso em: 15/10/2009.

INCOSE, **Systems Engineering. A Way of Thinking. A way of doing business. Enabling Organized Transition from need to product**, 1997. Disponível em: <http://www.incose.org/ProductsPubs/pdf/SEPrimerAIAA-INCOSE_1997-08.pdf>. Acesso em: 10/11/2009.

ISABEL PLAZA; **Isabel Plaza**. Disponível em: <<http://isabel.dit.upm.es/content/view/16/34/>>. Acesso em: 11/11/2009.

JACKSON, M. C. **Notes and insights. Checkland, Peter Bernard (1930-)**. Systems Research and Behavioral Science, v. 17, p. S3-S10, 2000.

JACKSON, M. C. **Systems methodology for the management sciences**. Contemporary System Thinking, Ed 2, p. 298, 1991. ISBN: 0306438771.

JACKSON, M. C. **Critical systems thinking and practice**, European Journal of Operational Research, v. 128, n. 2, p. 233-244, 2001.

JACKSON, M. C. **Systems Thinking; Creative Holism for Managers**, John Wiley & Sons, 2003.

JOHNSON, C. W. **What are emergent properties and how do they affect the engineering of complex systems?** Reliability Engineering & System Safety, v. 91, n. 12, p. 1475-1481, 2006.

JÚNIOR, M.B.G.C.; FREITAS, J.S.; CHENG, L.C. **Uma análise da Soft Systems Methodology e sua utilização para melhoria do Processo de Desenvolvimento de Cultivares em uma instituição de pesquisa agropecuária**, Eisforia, v.5, p. 179-198, 2008.

HITCHINS, D. K. **The Systems Approach..** Disponível em: <http://www.hitchins.net/Systems_Approach.html>. Acesso em: 21/10/2009.

HITCHINS, D. K. **Systems engineering: a 21st century systems methodology.** John Wiley & Sons, 2007. ISBN: 0470058560

KERZNER, H. **Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.** Tenth Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2009. ISBN: 9780470278703

KOSSIAKOFF, A.; SWEET, N. W.; **Systems engineering: principle and practice,** John Wiley & Sons, 2003. ISBN: 0471234435

LEE, S. M.; PRITCHETT, A. R. **Predicting Interactions Between Agents in Agent-Based Modeling and Simulation of Sociotechnical Systems.** IEEE transactions on systems, man, and cybernetics – part A: Systems and humans, v. 38, n. 6, 2008.

MAGALDI, D. M. **Internacionalización de IES em México: un estudio por comparación de casos em la participación Del proyecto ALFA-Tuning.** 2008. Dissertação (Mestrado). Flacso México.

MAGALHÃES. **Rede Magalhães.** Disponível em: <<http://vri5.rec.upm.es:8080/magalhaes/default.aspx>>. Acesso em: 19/10/2009.

MARTIN, J. N. **Systems engineering guidebook: a process for developing systems and products,** CRC Press, 1997. ISBN: 0849378370

MINKOFF, E. C.; BAKER, P. J.; **Biology today: an issues approach,** ed. Garland Pub, 2000. ISBN: 0-8153-2760-9

MONTANO, B.R.; LIEBOWITZ,J.; BUCHWALTER,J.; MCCAWE,D.; NEWMAN,B.; REBECK,K. **A systems thinking framework for knowledge management, Decision Support Systems,** v. 31, p. 5-16, Elsevier, 2001.

MORIN E.; A necessidade de um pensamento Complexo; MENDES, C.; **Representação e complexidade,** Ed. Garamond universitária, p. 246, 2003. ISBN: 8576170051

MORIN, E.; **Introdução ao pensamento complexo,** Ed. Sulina, p. 120, 2005. ISBN: 8520504078

MORSE, P. M.; **Methods of Operational Research,** Ed. Read Books, 2007. ISBN: 978-1-4067-3705-9

RECLA; **Red de Educación Continua de Latinoamérica y Europa.** Disponível em: <<http://www.cfp.upv.es/webs/recla/quienes/quienes4.jsp?idioma=pt&>>. Acesso em: 10/2009.

RÉVOLO, J. L. V.; **Diagnóstico del Sistema Organizacional de un Instituto de Educación A Distancia.** Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería

de Industrial y Sistemas. Lima, 2008. Disponível em: (<http://sistemigramas.wordpress.com/>). Acesso em: 01/03/2010.

RIACES; **Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior**. Disponível em: <<http://www.riaces.net/home.aspx>>. Acesso em: 14/10/2009.

RICHMOND, B. “**Systems Thinking/Systems Dynamics: Let’s Just Get On With It.**” System Dynamics Review, v. 10, p. 135-157, 1994.

RYSCHKEWITSCH, M.; SCHAIBLE, D.; LARSON, W.; **The Art and Science of Systems Engineering**, Systems Research Forum, v. 3, n. 2, pp. 81, 2009.

SANTANDER; **SANTANDER group**. Disponível em: <<http://sgroup.be/glowna.html>>. Acesso em: 14/10/2009.

SENGE, P.M. **The fifth Discipline: The Art and Practice of the learning Organization**, New York City, Doubleday/Currency, 2006.

SENO, W. P. **Capacitação docente para a educação a distância sob a óptica de competências: um modelo de referência**. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2007.

SILVERN, L.C. **System Approach – What is it ?**. Introduction to the systems approach. The Educational Technology Reviews Series. 1973. ISBN: 087778051X

SIMONETTE, M. J. **Engenharia de sistemas em Sistemas Sociotécnicos**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

SHERMAN, P. W.; LACEY, E. A.; REEVE, H. K.; KELLER, L.; **The eusociality continuum**. Behavioral Ecology, v. 6, n. 1, p. 102-108, 1995.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. Addison Wesley, ed. 7, 2004. ISBN: 0321210263

SPARRIUS, A. **The Economy is not a toaster**, Disponível em: <www.incoase.org.za/downloads/sparrius.pdf>. Acesso em: 27/10/2009, INCOSE South African Chapter, 2008.

THE OPEN UNIVERSITY; **The Open University**. Disponível em: <<http://www.open2.net/systems/thinking/index.html>>. Acesso em: 10/10/2009.

TRIST, E. L. **The social engagement of social science: The socio-technical systems perspective**, University of Pennsylvania Press, v. 2, p. 695, 1993. ISBN: 0812281934. Disponível em: <<http://www.moderntimesworkplace.com/archives/ericssess/sessvol2/sessvol2.html>>. Acesso em: 10/11/2009.

UDUAL; **Unión de Universidades de América Latina y el Caribe**. Acesso em 14/10/2009. Disponível em: <<http://www.udual.org/>> , 2009.

ULTRECHT; **Utrecht Network**, Disponível em: <<http://www.utrecht-network.org/>>. Acesso em: 14/10/2009, 2009.

UNICA; **Network of Universities from the Capitals of Europe**. Disponível em: <<http://www.ulb.ac.be//unica/>>. Acesso em: 14/10/2009.

UNIVERSIA; **Universia**, Disponível em: <<http://www.universia.com.br>>. Acesso em: 13/06/2010.

VALUE; **Vinculación y valorization mutua entre Universidades de América Latina y de la Unión Europea**, Acesso em: 10/2009, Disponível em: <<http://www.value-project.eu/value/index.php>>, 2009.

VERTEBRALCUE; **VertebrALCUE project**; Disponível em: <<http://www.vertebralcue.org/>>. Acesso em: 21/10/2009.

VERTEBRALCUE; **Estado del arte sobre la cooperación en materia**, Resumen Ejecutivo, Projeto VertebrALCUE, 2009a.

VICKERS, S. G. Entrevista dada a The Open University da BBC, Disponível em: <<http://www.open2.net/systems/practice/>>. Acesso em 27/10/2009, 1987.

WÄCHTER, B. **The Bologna Process: developments and prospects**. European Journal of Education, v. 39, n. 3, 2004.

WASHINGTON, M.; HACKER, M. **System Equivalence: The application of Joint Optimization**. Measuring Business Excellence, v. 4, n. 4, p. 18-23, 2000. ISSN: 1368-3047.

WILSON, E. O.; **Sociobiology**, Ed. Harvard University Press, 1980. ISBN: 0674816242

WILSON, E. O.; HOLLDÖBLER, B. **Eusociality: Origin and consequences**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 102, n. 38, p. 13367-13371, 2005.

YANG, J.; He Y. **An Application of Checkland's Soft System Methodology in China. System, Man and Cybernetics**. Intelligent Systems for the 21st Century, IEEE International Conference on, v. 1, p. 603-608, 1995.

APÊNDICE A

Disponível em: <

https://spreadsheets2.google.com/viewform?hl=en_US&formkey=dDI2SDhnVXIJTGk0WEczYmw1aXNPa3c6MQ#gid=0>

1-) Qual o nome da Rede Temática?

R:

2-) A rede participa em outra atividade que não seja de seu tema? (Exemplo, A rede faz alguma pesquisa com outra Rede Temática)

☐ Sim

☐ Não

3-) Existe algum financiamento externo para o projeto? (Exemplo, recursos da universidade, recursos privados)

☐ Sim

☐ Não

4-) O trabalho de gerenciamento é distribuído entre os parceiros ? (Exemplo, Existe um parceiro responsável por cada pacote de trabalho)

☐ Sim

☐ Não

5-) Existe alguma previsão de recurso para apoio a rede quando o projeto acabar ?

☐ Sim

☐ Não

6-) Existe algum tipo de discriminação entre os parceiros que coordenam o projeto e os outros ?

☐ Sim

☐ Não

7-) Existe algum suporte financeiro para as reuniões face a face e visitas entre os parceiros ?

☐ Sim

☐ Não

8-) Além das reuniões do projeto, existem uma frequente comunicação entre os parceiros ?

☐ Sim

☐ Não

9-) Existem parceiros que deixaram a rede porque não se sentiram ajudados por ela?

☐ Sim

☐ Não

10-) Existe diferenças substanciais entre o tipo de trabalho feito por cada parceiro ?

☐ Sim

☐ Não