

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE SINERGIA
ENTRE O PENSAMENTO SISTÊMICO E A
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Marco Antonio Viana Borges

Orientador: Prof. Luís Henrique Rodrigues, Ph.D.

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
como requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção.**

**Porto Alegre
2000**

ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE SINERGIA ENTRE O PENSAMENTO SISTÊMICO E A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Marco Antonio Viana Borges

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Prof. Luís Henrique Rodrigues, Ph.D.
Orientador

Banca Examinadora:

José Antônio Valle Antunes Júnior, Dr.
Prof. UNISINOS

Adolfo Alberto Vanti, Dr.
Prof. UNISINOS

Gilberto Dias da Cunha, Dr.
Prof. PPGEPI - UFRGS

Porto Alegre
2000

Agradeço...

... aos meus sócios, e, acima de tudo, grandes amigos Gustavo Severo de Borba, Fábio Bauermann Leitão, Francisco Soares Hörbe e Márcio Soares Torres pela excelente convivência nos últimos anos. Seja no trabalho, no estudo, nas reuniões, discussões, dificuldades, vitórias ou festas, o companheirismo destes ‘caras’ foi importante para a minha formação e amadurecimento, refletidos no desenvolvimento deste trabalho.

... ao professor Luis Henrique Rodrigues, Ph.D. pela excelente orientação, oportunidades proporcionadas, convivência e amizade.

... ao professor José Antonio Valle Antunes Jr., Dr. pela amizade, confiança e contribuições para a minha formação profissional.

... aos professores Adolfo Alberto Vanti, Dr e Gilberto Dias da Cunha, Dr por aceitarem o convite para compor a banca examinadora deste trabalho.

... aos parceiros de ‘caminhada’, colegas e amigos, Flávio Pizzato, Marcelo Klippel, Danilo Marcondes, Daniel Tejera, Liliane Linhares e Aurélio Andrade.

... ao incentivo e as contribuições do amigo Gustavo Severo de Borba durante processo de desenvolvimento deste trabalho.

... ao carinho da Verinha e da Andréia. Não há como agradecer a disposição com que ‘quebraram todos os meus galhos’. Não sei o que seria dos alunos sem essas duas...

... ao todos os meus amigos, em especial Lili, Maninha, Cris, Luana, Tiago, Bill, Pati, Mari, Evandrão e Rogério, por todos esses anos de companheirismo, aventuras, e amizade.

... ao meu pai Simão Azambuja Borges (*in memorian*), pelas ótimas lembranças que tenho de sua dedicação e convivência em família.

... ao carinho e confiança que sempre recebi da minha família, em especial dos meus irmãos Liane, Mirta, Simão e Cláudia, que graças ao apoio por eles oferecido, consegui vencer mais esta etapa.

... em especial, à minha mãe, Jandira Viana Borges, a quem também dedico este trabalho. A sua coragem, carinho e amizade representam para mim exemplo de amor e dignidade. Sinto grande orgulho em ser seu filho...

ÍNDICE

ÍNDICE.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTAS DE TABELAS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT	XI
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 O TEMA DA PESQUISA.....	4
1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	5
1.3 GÊNESIS DA PESQUISA	11
1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO	12
<i>1.4.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....</i>	<i>13</i>
<i>1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	<i>13</i>
1.5 MÉTODO DE TRABALHO.....	14
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	15
1.7 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	16
CAPÍTULO 2	18
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 MODELAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS (ABORDAGENS <i>HARD</i> E <i>SOFT</i>)	19
<i>2.1.1 OTIMIZAÇÃO: O PARADIGMA HARD DE SISTEMAS.....</i>	<i>23</i>
<i>2.1.2 APRENDIZAGEM: O PARADIGMA SOFT DE SISTEMAS.....</i>	<i>25</i>

2.1.3 A RELAÇÃO ENTRE AS DUAS ABORDAGENS.....	27
2.2 PENSAMENTO SISTÊMICO	31
2.2.1 O PENSAMENTO SISTÊMICO E O ESTUDO DAS CINCO DISCIPLINAS	35
2.2.2 OS NÍVEIS DA REALIDADE (METÁFORA DO ICEBERG).....	38
2.2.3 MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO PENSAMENTO SISTÊMICO	41
2.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	50
2.3.1 ÁREAS DE APLICAÇÃO.....	53
2.3.2 MÉTODOS DE CONDUÇÃO DE PROJETOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	55
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
CAPÍTULO 3.....	59
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS	59
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	60
3.2 APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASOS	61
3.2.1 ESTUDO DE CASO 1 (ANEXO I) - DESCRITO POR BORGES ET ALLI (1999)	62
3.2.2 ESTUDO DE CASO 2 (ANEXO II) - DESCRITO POR GIANI ET ALLI (1998) ..	64
3.2.3 ESTUDO DE CASO 3 (ANEXO III) - DESCRITO POR TEJERA ET ALLI (1998)	66
3.2.4 ESTUDO DE CASO 4 (ANEXO IV) - DESCRITO POR WALTER & KLIPPEL (1999).....	68
3.2.5 ESTUDO DE CASO 5 (ANEXO V) – DESCRITO EM PAESE ET ALLI (1999)..	69
3.2.6 ESTUDO DE CASO 6 (ANEXO VI) – DESCRITO POR SCHUCH ET ALLI (1999).....	71

3.2.7 ESTUDO DE CASO 7 (ANEXO VII) - DESCRITO POR BORGES ET ALLI (1997).....	72
3.5 ANÁLISE GLOBAL DOS MÉTODOS ADOTADOS NOS ESTUDOS DE CASOS	75
3.6 SUGESTÃO DE UM MÉTODO PARA A APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DAS TÉCNICAS DE PENSAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	77
3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
CAPÍTULO 4.....	86
ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SINERGIA ENTRE A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO SISTÊMICO.....	86
4.1 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASOS	87
4.1.1 AVALIAÇÃO DA SINERGIA A PARTIR DE PARÂMETROS BASE DE COMPARAÇÃO.....	87
4.1.2 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO SIMULTÂNEA DAS DUAS TÉCNICAS REPORTADAS A PARTIR DOS CASOS.....	96
4.1.3 LIMITAÇÕES/DIFICULDADES ENCONTRADAS NA REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	104
4.1.4 SUGESTÃO PARA MELHORIA DO MÉTODO DE CONDUÇÃO CONJUNTA DAS DUAS TÉCNICAS	106
4.2 PERCEPÇÃO DOS AUTORES	108
4.2.1 ANÁLISE ASSOCIADA À SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	109
4.2.2 ANÁLISE ASSOCIADA AO PENSAMENTO SISTÊMICO.....	111
4.2.3 ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO SIMULTÂNEA DAS DUAS TÉCNICAS.....	113
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
CAPÍTULO 5.....	117
CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES TRABALHOS FUTUROS.....	117

5.1 CONCLUSÕES FINAIS SOBRE A AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ANÁLISE DE SINERGIA.....	118
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	121
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
ANEXO I – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE BORGES ET ALLI (1999).....	134
ANEXO II – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE GIANI ET ALLI (1998).....	146
ANEXO III – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE TEJERA ET ALLI (1998)	156
ANEXO IV – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE WALTER & KLIPPEL (1999).....	165
ANEXO V – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE PAESE ET ALLI (1999)	178
ANEXO VI – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE SCHUCH ET ALLI (1999)	189
ANEXO VII – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE BORGES ET ALLI (1997)	200
ANEXO VIII – QUESTIONÁRIO ABERTO UTILIZADO PARA CAPTAR A PERCEPÇÃO DOS AUTORES DOS ESTUDOS DE CASOS.....	210

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 - Conflito entre profissionais que utilizam as abordagens <i>hard</i> e <i>soft</i>	7
Figura 2. 1- Ciências Administrativas: teoria e prática não podem ser vistas isoladamente - Fonte: Checkland (1985).	21
Figura 2. 2 - Utilização organizada do pensamento racional – Fonte: Checkland (1985).	22
Figura 2. 3 - A relação entre os paradigmas de sistemas <i>hard</i> e <i>soft</i> . Fonte: Checkland (1985).	30
Figura 2. 4 - Os níveis da realidade ilustrados pela metáfora do iceberg (Andrade, 1997c).	39
Figura 2. 5 - Etapas para o desenvolvimento do método para aplicação do Pensamento sistêmico.	42
Figura 2. 6 - Exemplo de relação circular de causa e efeito. Fonte Senge et alli (1997).	47
Figura 2. 7 - Simulação como Experimentação. Fonte: Pidd (1992).	51
Figura 2. 8 - Roteiro para realização de um estudo de Simulação. Fonte: Law & Kelton, 1991.	56
Figura 3. 1 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 1.	62
Figura 3. 2 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 2.	65
Figura 3. 3 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 3.	67
Figura 3. 4 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 5.	69
Figura 3. 5 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 6.	71
Figura 3. 6 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 7.	73
Figura 3. 7 - Método proposto para utilização conjunta da Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico.	78
Figura 4. 1 - Representação gráfica da motivação do grupo ao longo do estudo.	100
Figura 5. 1 - Relação sistêmica entre a simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico.	120

LISTAS DE TABELAS

Tabela 2. 1 - Os paradigmas hard e soft de sistemas. Fonte Checkland (1985).	29
Tabela 4. 1 - Resumo da Comparação Descrita.	96
Tabela 4. 2 - Benefícios das Abordagens.....	103

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma avaliação da potencialidade da aplicação simultânea das técnicas de Pensamento Sistêmico e de Simulação Computacional em um ambiente organizacional. Estas duas técnicas, apesar de buscar um objetivo comum, a melhoria contínua das organizações, apresentam bases conceituais distintas, utilizando desta forma meios diferenciados para a obtenção de seus resultados. A Simulação Computacional está inserida no contexto de análise *hard* de sistemas, tendo suas atividades centradas na resolução de problemas pontuais e estruturados, com base em modelos matemáticos avançados. O Pensamento Sistêmico foi desenvolvido a partir da abordagem *soft* de intervenção, proveniente das ciências sociais, onde a análise é realizada através de modelos de percepção da realidade, enfatizando principalmente o entendimento e a estruturação dos problemas, onde os objetivos operam em racionalidades múltiplas e subjetivas. Desta forma, a utilização destas duas técnicas, através de um método integrado, resulta em um modelo mais completo da realidade, trazendo como resultado, principalmente, mais aprendizagem e ações efetivas sobre o sistema analisado. A comprovação desta hipótese foi desenvolvida através de uma análise dos resultados de sete casos realizados dentro desta mesma proposta, abrangendo tanto empresas manufatureiras como prestadoras de serviços. Para tanto, desenvolveu-se um conjunto de critérios, visando a comparação entre as abordagens, a sinergia entre as mesmas e as eventuais limitações dessa utilização simultânea.

ABSTRACT

This dissertation evaluates the potentiality of the simultaneous application of computer simulation and systems thinking in an organizational environment. These techniques, despite the fact that they are both focused on the same common subject, the continued organization improvement, they present different conceptual bases, using different methods to obtain their results. The computer simulation is based on the hard paradigm of systems analysis, with activities centered in punctual and structured problems solving, based on advanced mathematic models. On the other hand, the systems thinking is developed around the soft approach, based on social sciences, in which the analysis is made using the perception model, mainly addressed by problem understanding and structuring, with the subjects operating based on multiple and subjective rationality. So, the use of both techniques, computer simulation and systems thinking, through an integrated method, results in a rich model that represents the reality being analyzed, resulting in learning and effective actions. The corroboration of this hypothesis was made through the analysis' results of seven cases based on the above techniques and applied to manufacturing and services enterprises. For this reason a set o criteria were developed attempting to compare these two approaches, the synergy between them and the possible limitations of the simultaneous usage is being examined.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O atual contexto organizacional está fortemente caracterizado pela crescente pressão da mudança, seja ela gerencial, tecnológica ou sócio-cultural-política-econômica. Dentro deste cenário, para que as empresas possam manter ou ganhar uma maior participação no mercado, as mesmas, sejam elas prestadoras de serviço ou indústrias de manufatura, precisam se adequar às mudanças exigidas pelas atuais normas de concorrência. Para tal, é preciso estarem preparadas para eventuais modificações em seus produtos ou serviços, desenvolvendo as capacidades individuais e organizacional, aumentando assim a habilidade no sentido de identificar e solucionar problemas, gerando um embasamento sólido para a tomada de decisões estratégicas, vitais para a sobrevivência das empresas.

Este ambiente de mudança é extremamente complexo, sendo caracterizado por um grande número de variáveis que impedem e confundem a percepção dos reais problemas das organizações. Sendo assim, na maior parte dos casos, podem ser constituídos de diversas possibilidades de cenários para a tomada de ação. As empresas precisam, para se manter competitivas, tomar decisões de forma cada vez mais rápida e acertada.

Segundo Senge (1990, p. 76) a complexidade da realidade pode facilmente minar a autoconfiança e as responsabilidades dos indivíduos dentro das organizações, que então lançam mão do eterno refrão: “É complicado demais para mim”, ou: “Não posso

fazer nada. É o sistema”. O conhecimento insuficiente da realidade faz com que as ações sejam tomadas baseadas apenas em eventos isoladas facilmente perceptíveis aos atores organizacionais, reforçando a prática de ‘apagar incêndios’. Isto, segundo Senge (1990), acaba se tornando uma prática muito comum dentro das empresas.

Pidd (1997) destaca as diferentes dimensões para a complexidade dos sistemas organizacionais:

- Há uma quantidade enorme de dados quantitativos, qualitativos e informações que podem ser consideradas dentro das organizações. Usualmente, os dados estão incompletos e podem ser ambíguos na interpretação, não tendo a mesma relevância para todos os indivíduos da organização. Goldratt (1991) discute esta problemática afirmando que cada vez mais as organizações estão afogadas em uma infinidade de dados, e, todavia, parece que poucas vezes tem-se informações suficientes para aprimorar o processo de decisão¹.
- Há uma confusão considerável e perda de clareza sobre a definição dos problemas. Isto provém do desacordo e incerteza acerca daquilo que deveria constituir tópicos legítimos para inclusão na tomada de decisão.
- Os diferentes participantes que constituem o time estratégico podem ter objetivos conflitantes e estar em oposição direta uns com os outros. Senge (1990) destaca a implicação de lideranças deficientes para a busca de objetivos comuns dentro das organizações. De acordo com este autor a maioria dos líderes têm objetivos pessoais que nunca chegam a ser compartilhados pela organização como um todo. Sendo assim, o que acontece, com muita frequência, é que os objetivos comuns giram em torno do carisma do líder ou de uma crise que galvaniza a todos temporariamente. Dentro destes conflitos, as relações de poder são importantes e precisam ser consideradas se qualquer tipo de consenso negociado está para ser alcançado.

¹ Em seu livro A Síndrome do Palheiro, Goldratt procura deixar claro a diferença entre dado e informação. Dado é toda a gama de caracteres que descreve algo, alguma coisa sobre a realidade. Informação é aquela parte do dado que tem impacto sobre as ações ou, no caso de falta ou não disponibilidade, também impacta em novas ações. Sendo assim, a distinção entre dado e informação não se baseia no conteúdo de uma gama de caracteres, mas com sua relação com a decisão requerida.

Segundo Pidd (1997) neste mundo, crescentemente complexo e interconectado, parece ser vital encontrar maneiras de explorar as possíveis conseqüências das decisões e planos antes de tomar qualquer ação.

A utilização de técnicas para modelagem de sistemas complexos se apresenta como uma maneira de superar as barreiras impostas por essas dimensões, através de técnicas que permitem trabalhar com os problemas de forma estruturada, possibilitando a reflexão antes da ação de uma maneira sistematizada e um maior entendimento de possíveis conseqüência de ações particulares. São abordagens baseadas em modelos externos e explícitos que capturam a essência da realidade empresarial. Segundo Pidd (1997) os modelos são abstrações das características tidas como importantes dos sistemas. Se usados com sensibilidade, os modelos e a modelagem fornecem uma maneira de gerenciar o risco e a incerteza. Neste sentido, modelos podem ser considerados ‘ferramentas para pensar’. Assim como as mãos e as ferramentas podem ser agregadas ao poder físico e à aptidão dos humanos, estas ‘ferramentas de pensar’ podem ser utilizadas para aumentar a alavancagem do pensamento humano e a sua capacidade de análise.

Morecroft (1994) destaca que os modelos podem auxiliar as equipes gerenciais na obtenção de novos conhecimentos, focalizar as discussões, mudar modelos mentais e aumentar a aprendizagem sobre as questões em estudo.

Dentro desta lógica descrita, este trabalho irá apresentar duas abordagens distintas para a modelagem de sistemas empresariais: a *hard*, a qual procura a resolução de problemas através de uma maneira sistematizada, e a abordagem *soft*, a qual procura enriquecer a compreensão de uma determinada situação sem se preocupar diretamente com a resolução de um suposto problema. A ênfase será dada no processo de modelagem e não de modelos, buscando identificar uma complementaridade na utilização simultânea destas duas formas distintas de abordagens, com comprovações práticas, obtidas através de alguns estudos de casos selecionados por terem sido desenvolvidos de acordo com esta abordagem.

1.1 O TEMA DA PESQUISA

A literatura apresenta um conjunto variado de técnicas para o desenvolvimento de modelos. Para a abordagem *hard*, pode-se citar a programação linear, a Simulação Computacional e métodos heurísticos. No que tange a abordagem *soft* tem-se a Dinâmica de Sistemas, Metodologia de Sistemas *Soft* (*Soft System Methodology*), Mapeamento Cognitivo e SODA (*Stratigic Options Development and Analisys* – Desenvolvimento e Análise de Opções Estratégicas). Como este trabalho visa a exploração prática da aplicação concomitante destas duas abordagens, o estudo ficará centrado em apenas duas técnicas distintas. Serão exploradas neste estudo especificamente as técnicas de Simulação Computacional, enquanto representante da abordagem *Hard* e o Pensamento Sistêmico, enquanto uma técnica que representa a abordagem *soft*. Tendo como base, seus métodos individuais de aplicação, bem como suas características associadas às abordagens ao qual estão inseridas, pretende-se avaliar casos de aplicação simultânea destas duas técnicas em uma mesma organização buscando comprovar, através de resultados práticos, a existência de sinergia no processo de construção de modelos mais representativos da realidade. Desta forma pode-se dispor de um melhor entendimento dos processos que envolvem as rotinas de trabalho, dando maior suporte aos tomadores de decisões, contribuindo para a sobrevivência e desenvolvimento organizacional das empresas.

Com a Simulação Computacional, é possível analisar um processo específico de maneira mais pontual, conhecendo-se a sua estrutura de funcionamento e as rotinas de trabalho através da modelagem, que envolve o mapeamento do processo definido e levantamento de dados quantitativos das variáveis envolvidas. Com o Pensamento Sistêmico, a empresa pode ser vista de uma maneira mais global levantando os fatores que explicam o comportamento histórico da mesma, bem como suas inter-relações e implicações no comportamento da realidade. É uma análise qualitativa que utiliza a expressão dos pontos de vistas dos principais atores da organização.

Tendo clara as duas formas distintas de construir modelos para intervenção na realidade, e as diferentes formas de entendimento que a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico proporcionam, pretende-se avaliar com este trabalho a existência de

vantagens na utilização simultânea das mesmas, explorando as técnicas, não apenas através das respostas que os modelos fornecem, mas também como ‘ferramentas para pensar’ e melhor entender os processos produtivos das organizações.

A verificação e validação desta proposta serão feitas através de uma análise dos resultados obtidos em sete estudos de casos selecionados, que desenvolveram dentro de um ambiente organizacional a implantação simultânea de abordagens *hard* e *soft*. Estes estudos foram realizados em empresas de manufatura e serviços, utilizando como técnicas específicas para estas abordagens a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A realidade está gradativamente mais complexa, quer seja considerando as vidas individuais das pessoas, compartilhando com suas famílias, quer seja trabalhando em algum tipo de organização (Pidd, 1997). Os indivíduos fazem parte de um mundo interconectado e complexo no qual decisões impensadas podem ter conseqüências negativas sobre realidade.

Especificamente dentro do meio organizacional, a complexidade está associada ao despreparo dos indivíduos em lidar com o grande número de dados quantitativos e qualitativos existentes. O pouco conhecimento das reais necessidades faz com que se tenha dificuldade em definir claramente os reais problemas existentes, já que não conseguem disponibilizar as informações necessárias para o entendimento sistêmico da organização. Segundo Pidd (1997), a prática tem demonstrado que muitas vezes os problemas acabam sendo tratados de maneira superficial, não atacando as suas verdadeiras causas, ou, em outras palavras, a famosa expressão – ‘apagar incêndios’ – acaba se tornando uma rotina. Esse cenário é preocupante, pois decisões erradas podem ter conseqüências desastrosas para as empresas, envolvendo gastos desnecessários e criando confusões nos processos e rotinas de trabalho.

A modelagem de sistemas complexos constitui uma maneira eficiente de minimizar os riscos e gerenciar a complexidade. Segundo Borba (1998), a modelagem é uma abordagem fundamental para o melhor entendimento das complexas relações existentes em um sistema. Trata-se da representação simplificada da realidade, possibilitando a construção de um modelo significativo da mesma, minimizando as distorções de percepção².

Os modelos ainda podem ser desenvolvidos segundo os paradigmas *Hard* e *Soft*, caracterizados pela forma diferenciada que apresentam de abordar os sistemas. Brocklesby (1995) destaca que os conceitos relativos às abordagens *hard* e o *soft* apresentam distinções fundamentais no conteúdo e no estilo da intervenção. Quanto às atividades, tem-se a abordagem *hard* focada na solução de problemas enquanto a *soft* está centrada na estruturação dos mesmos. O domínio de interesse da primeira gira em torno de fatos objetivos enquanto a outra opera racionalidades múltiplas e subjetividades. A base da disciplina *hard* centra-se na matemática utilizando a imagem metafórica de máquinas, onde para entender, basta desmontar. A *soft* é proveniente das ciências sociais, onde os modelos de percepção substituem a representações de entidades do mundo real. As metáforas utilizadas neste caso estão associadas a sistemas altamente interconectados como, por exemplo, os seres vivos.

Apesar das duas abordagens possuírem objetivos convergentes, qual seja buscar melhorias dentro da organização através do desenvolvimento e análise de modelos representativos da realidade, apresentam, conforme descrito anteriormente, meios diferentes para atingir estes fins. Desta forma, os usuários de uma ou outra abordagem, que possuem habilidades e maneiras diferenciadas de visualizar os problemas organizacionais, defendem os seus pontos de vista, divergindo sobre qual das duas formas de abordagens é mais efetiva. Este embate de idéias está representado da Figura 1.1. Esta Figura apresenta o

² De acordo com Rodrigues (1997), a distorção de percepção pode ser entendida como uma forma errada de interpretar um problema. Isto tem importância dentro do campo gerencial, pois ações baseadas nestes falsos entendimentos podem ter conseqüências desastrosas para o sistema.

permitam realizar estudos de maneira a estruturar os principais problemas organizacionais bem como desenvolver um diagnóstico que permita apontar ações estratégicas. É neste ponto que o conflito se apresenta, pois para tal, pode-se aplicar duas formas distintas de modelagem, a *hard* e a *soft*. Os praticantes da abordagem *hard* estão focados no desenvolvimento de modelos matemáticos que permitam resolver problemas pontuais e bem estruturados da organização. Já os praticantes da abordagem *soft* acreditam que mais importante do que resolver, é entender e estruturar os problemas. Desta forma se caracteriza o conflito, visto que os simpatizantes da abordagem *hard* alegam que a abordagem *soft* não apresenta nenhum resultado concreto, pois não foca a resolução de problemas, enquanto os simpatizantes da abordagem *soft* alegam que a abordagem *hard* foca em problemas específicos sem se preocupar com sua relação com o sistema maior, atacando muitas vezes questões que se caracterizam como conseqüências de problemas maiores desestruturados, apresentando medidas paliativas como solução. Estas questões somente reforçam o outro pressuposto que mantém este conflito, que alega que as abordagens *hard* e *soft* são excludentes, ou seja, não são passíveis de serem utilizadas em conjunto para melhorias nas empresas, devendo ser escolhida uma ou outra abordagem, de acordo com as demandas e interesses das organizações.

Conforme Chapman (1992), de um modo geral, as críticas à tradição *hard* estão relacionadas ao fato desta não estar habilitada a operar com os conflitos de percepção presentes nas organizações, responsáveis pela completa desestruturação dos problemas, atacando, muitas vezes, questões desassociadas das reais necessidades dentro de um contexto global. Já os usuários de técnicas *hard* não apreciam este rótulo a eles atribuído. Jones (1993), por exemplo, afirma que nos seus trabalhos desenvolvidos, utilizando ferramentas de Pesquisa Operacional clássicas, o objetivo está centrado em inserir os seus clientes no processo de formulação de uma proposta para ação em situações problemáticas. Os modelos computacionais e as técnicas matemáticas são apenas instrumentos no processo de assessoria. Desta forma, não se pode afirmar que o contexto dos problemas pode ser sistematizado ao mesmo nível dos modelos.

Dentro deste cenário pode-se verificar o potencial de cada uma das duas abordagens, bem como suas deficiências, apontados pelos argumentos que mantém o

conflito descrito. Sendo assim, por possuírem conceitos e definições bastante distintos, apresentando formas diferentes de abordar os sistemas, acredita-se ser válida a aplicação simultânea dessas duas abordagens, fazendo com que seus benefícios se complementem para a obtenção de um modelo mais completo da realidade, visto que uma abordagem se diz mais importante por atuar exatamente nas deficiências da outra. Desta forma, a partir de um entendimento mais completo e pluralista da realidade é possível agir de forma mais positiva dentro das organizações, gerando uma nova realidade, que pode ser expressa por um novo modelo, que uma vez utilizado permite entender a situação real, e assim por diante. Williams (1994) coloca que cada abordagem tem o seu lugar, afirmando que a tradição *soft* não foi desenvolvida para substituir a *hard*, mas sim para complementá-la. Sutton (1994) exemplifica esta afirmação destacando que em qualquer tipo de intervenção de consultoria, não se deve apenas alertar os clientes para os grandes contextos de suas situações problemáticas, mas deve-se também incluir no escopo do trabalho técnicas que possam auxiliá-los a operar com estas novas dimensões de problemas.

Pidd (1997) comenta que a abordagem *hard* pode ser utilizada de um modo parcialmente interpretativo, visto que envolve a investigação de processos do sistema, possibilitando que se adquira novos entendimentos dos mesmos. Esta forma de apreciar a abordagem *hard* pode ser chamada de o lado *soft* do *hard*. Então, este melhor entendimento dos processos proporcionado pela abordagem *hard*, associado ao aprendizado proporcionado pela abordagem *soft*, é que alavanca a possibilidade da realização de uma aplicação conjunta das duas abordagens. A retroalimentação do conhecimento adquirido através das diferentes formas de investigação dos sistemas é que pode ser capaz de superar mais eficientemente a complexidade das organizações criando uma base mais forte para o gerenciamento sistêmico organizacional.

Parte-se, então, do pressuposto que as duas abordagens possuem individualmente como resultado dois produtos fundamentais. Um tangível, e outro intangível: O produto tangível está relacionado com a proposta das duas técnicas. No caso da abordagem *hard* é a análise dos cenários alternativos para intervenção na realidade. Na abordagem *soft* a formalização de modelo da realidade construído a partir de dados qualitativos oriundos das percepções dos atores organizacionais. O produto intangível está

relacionado com o aprendizado proporcionado pelo processo de modelagem de cada uma das abordagens. A abordagem *hard* permite conhecer a estrutura de funcionamento e as rotinas de trabalho do setor em estudo, em função, principalmente, do mapeamento dos processos e da coleta de dados quantitativos. A abordagem *soft* é rica em aprendizagem em função da exposição de crenças e pressupostos dos principais atores do sistema, já que trata-se de uma análise qualitativa, onde o modelo é construído através de percepções compartilhadas.

A avaliação dessa hipótese será realizada através da análise de desenvolvimentos práticos de duas técnicas específicas das abordagens *hard* e *soft*. Pretende-se explorar a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico como técnicas específicas de implementação das abordagens *hard* e *soft*, respectivamente. Estas duas técnicas foram selecionadas por serem consideradas bastante representativas das duas abordagens propostas, sendo fácil o acesso de seus conceitos e métodos de trabalho. A literatura dispõe de inúmeros casos de aplicação práticas destas duas técnicas nas mais diversas áreas.

Com relação à Simulação Computacional, pode-se dizer que é considerada, pelos pesquisadores em ciências administrativas, uma das ferramentas mais utilizadas em situações onde ocorrem mudanças frequentes ao longo do tempo e onde as entidades interagem entre si de maneira complexa e dinâmica (Pidd, 1997). A simulação permite que, através de modelos computacionais, se faça experiências buscando observar o comportamento do sistema quando alguns parâmetros são modificados ou, ainda, quando se modifica a forma de operação. Apesar de ser considerada uma técnica que requer alta capacitação para sua utilização, a evolução dos sistemas de Modelagem Visual Interativa (VIM – *Visual Interactive Modelling*) tem possibilitado que usuários que não sejam ‘*experts*’ em programação possam operar os *softwares* e desenvolver seus modelos computacionais através de treinamentos rápidos.

O Pensamento Sistêmico, segundo Capra (1996), vêm exercendo uma forte influência sobre a Engenharia e a Administração desde as décadas de 50 e 60 nas quais as concepções sistêmicas - inclusive as da cibernética - têm sido aplicadas para a análise e

solução de problemas organizacionais. Este trabalho de dissertação desenvolve estas idéias de sistemas a partir dos conceitos e métodos sugeridos por Senge (1990) e Senge et alli (1997) que revolucionaram a prática gerencial nos anos 90 com a introdução da teoria das organizações que aprendem apoiada da potencialidade do Pensamento Sistêmico. A linguagem simples e os exercícios que são apresentados nestas obras permitem que se transcreva para a prática seus métodos de intervenção.

Outra razão para a escolha da Simulação Computacional e do Pensamento Sistêmico está relacionada ao fato de ambas as técnicas apresentarem em seus métodos a possibilidade de construção de modelos computacionais para a análise de cenários alternativos para intervenção na realidade. Os *softwares* utilizados foram desenvolvidos de acordo com as bases conceituais de cada uma das técnicas, possibilitando que se utilizem, principalmente, dados qualitativos para o Pensamento Sistêmico e quantitativos para a Simulação computacional.

1.3 GÊNESIS DA PESQUISA

No Brasil, o estudo dessas duas abordagens apresentadas neste trabalho encontra-se em estado inicial tanto em nível acadêmico quanto em relação a aplicações práticas. Assim sendo, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP) criou em 1995 um projeto de pesquisa conjunta com a Universidade de Lancaster, Inglaterra (*Management Science Department*), tendo como objetivo o estudo aprofundado destas abordagens, aproveitando a experiência desses dois centros de excelência nesta questão, sendo apoiada pelo CNPq e o *British Council*.

O grupo de pesquisa do departamento de ciências administrativas da Universidade de Lancaster possui um reconhecimento internacional nesse campo de conhecimento, destacando-se, entre outros, os trabalhos do professor Michael Pidd na área de Simulação Computacional e do professor Peter Checkland, o qual desenvolveu a *Soft Systems Methodology – SSM*.

Dentro do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul foram desenvolvidos dois grupos de pesquisas com interesses específicos em análises *Soft* e *Hard* de sistemas, sendo eles, respectivamente, o CEMA – Centro para Mudança e Aprendizagem Organizacional – e o NUCSIM – Núcleo de Simulação. O CEMA tem como interesse a pesquisa de organizações e sistemas de produção voltados para a mudança e aprendizagem; dentre os trabalhos do grupo, destacam-se as aplicações de Pensamento Sistêmico e Dinâmica de Sistemas em organizações públicas e privadas, bem como a utilização da abordagem de Aprendizagem Organizacional. O objetivo principal do NUCSIM é a difusão do uso da técnica de Simulação Computacional como ferramenta de apoio à tomada de decisão em diversos sistemas produtivos, destacando-se os trabalhos desenvolvidos no setor calçadista gaúcho, na rede hospitalar de Porto Alegre e na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos.

No ano de 1997, estes dois grupos formaram uma parceria para desenvolver um projeto conjunto das técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico objetivando difundir estas duas formas distintas de modelagem, bem como gerar uma abordagem mais completa para intervenção em processos de decisão, melhoria e controle dentro das organizações, utilizando para isto os benefícios individuais de cada uma das abordagens. A partir desta primeira iniciativa, onde foram obtidos os primeiros *insights* da potencialidade desta abordagem, desenvolveu-se uma disciplina dentro do PPGEP – UFRGS, que pudesse, além de aprofundar o estudo teórico destas duas técnicas, desenvolver casos práticos da abordagem proposta dentro de empresas de diferentes setores. Os resultados destas pesquisas serviram como base para a comprovação das hipóteses propostas neste trabalho de dissertação.

1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO

Serão descritos a seguir os objetivos principal e específicos que se pretende alcançar com este estudo.

1.4.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a potencialidade de sinergia entre abordagens *hard* e *soft* para a modelagem de sistemas complexos. A análise será centrada em duas técnicas específicas, a Simulação Computacional como abordagem *hard* e o Pensamento Sistêmico como abordagem *soft*.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São os seguintes os objetivos específicos deste trabalho:

- Realizar uma revisão bibliográfica das técnicas, procurando apresentar os conceitos envolvidos, já buscando pontos de sinergias entre as mesmas.
- Analisar métodos de trabalho desenvolvidos em casos práticos que possibilitaram o uso simultâneo das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.
- Propor um método, contemplando as etapas julgadas mais importantes em cada um dos métodos avaliados, de maneira que se possa tornar mais eficiente e eficaz a utilização simultânea das duas técnicas.
- Criar parâmetros para a comparação e análise da efetividade de sinergia entre as duas técnicas utilizadas.

1.5 MÉTODO DE TRABALHO

Este trabalho seguiu o seguinte método de trabalho:

- Revisão bibliográfica

Para realização desse estudo, primeiramente foi definida a bibliografia necessária para o entendimento dos conceitos referentes às duas abordagens propostas, mais especificamente o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional. Foram pesquisados casos de aplicações práticas destas duas abordagens.

- Estudo dos métodos de trabalho das duas técnicas envolvidas

Foram estudados os métodos de implementação das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional, propostos na literatura, utilizados para a realização de casos práticos.

- Seleção de estudos de casos:

Na seqüência foi feita uma seleção de estudos de casos que descrevem a implantação simultânea das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional em diferentes tipos de organizações.

- Avaliação de métodos de aplicação simultânea das técnicas:

Foi realizada uma análise dos métodos registrados nos artigos escritos para cada caso e entrevistas com os autores dos mesmos, propondo um método mais completo para potencialização dos pontos positivos identificados em cada um deles.

- Avaliação de resultados de casos práticos:

Neste item são avaliados os resultados descritos nos estudos de casos, destacando as vantagens, as dificuldades e sugestões propostas a partir da aplicação prática simultânea das técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A seguir será apresentada a estrutura utilizada na presente dissertação:

No primeiro capítulo constam as informações necessárias para compreensão global do trabalho desenvolvido. São apresentados primeiramente o tema, as justificativas e os objetivos principais para a realização do projeto. Na sequência é descrito o método utilizado para o desenvolvimento do projeto e a estrutura do trabalho. Ao final são apresentadas as limitações da pesquisa.

No capítulo 2 é feita a revisão bibliográfica. Este capítulo avalia os conceitos, a importância e a aplicabilidade das abordagens *hard* e *soft*, propostas nesta dissertação. Serão listadas e descritas as principais características de algumas das técnicas utilizadas para implementação dessas abordagens. A revisão bibliográfica dá uma ênfase particular ao Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional que são as duas técnicas selecionadas para o desenvolvimento desse trabalho. São analisados os conceitos e os métodos de trabalho propostos para cada uma dessas técnicas.

No capítulo 3 são apresentados os estudos de casos selecionados para análise e comprovação dos objetivos propostos neste trabalho. São descritos principalmente as problemáticas foco de cada estudo bem como os métodos utilizados por cada grupo. Ao final do capítulo é proposto um método para a implementação simultânea das técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico

No capítulo 4 são realizadas as análises dos resultados, desenvolvendo uma avaliação global a partir dos resultados sinérgicos descritos nos estudos de casos selecionados. São apontadas fundamentalmente as principais diferenças entre as duas formas de abordar os sistemas organizacionais, bem como as vantagens, sugestões e dificuldades descritas pelos grupos a partir da experiência prática de implementar simultaneamente em uma mesma organização as técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico.

No capítulo 5 constam as conclusões e sugestões para trabalhos futuros. São apresentados as principais análises e comentários referentes ao desenvolvimento da proposta deste trabalho. São feitas considerações sobre possibilidades futuras de realizações de trabalhos aprofundando o tema proposto.

1.7 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

São as seguintes as delimitações do presente estudo:

- O presente trabalho não pretende estressar o assunto modelagem de sistemas complexos, bem como abordar todas as implicações da implantação das técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico.
- Os resultados não são possíveis de serem generalizados para todas as abordagens *hard* e *soft* existentes, devendo ficar restritos à Simulação Computacional e ao Pensamento Sistêmico.
- Este trabalho não explora todas as formas de aplicação simultânea do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional. Estudos futuros deverão estressar outras possibilidades de utilização concomitante destas duas técnicas, bem como a de outras técnicas *hard* e *soft*.
- Os trabalhos selecionados para o desenvolvimento do estudo não realizaram, dentro de seus respectivos projetos, replicações dos métodos por eles propostos.

Desta forma os resultados obtidos em cada um deles não podem enquadrados dentro de um processo de melhoria contínua.

- Os trabalhos selecionados não centraram suas atividades no repasse de tecnologia aos grupos das respectivas empresas, não só por não fazer parte de seus objetivos principais, mas também em função do tempo que foi disponibilizado para a sua realização. Portanto a aprendizagem obtida pelo grupo de trabalho está associada à experiência de utilização das duas técnicas no período de realização do projeto descrito.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo irá apresentar uma revisão bibliográfica contendo os principais conceitos que envolvem o desenvolvimento de modelos para aprendizagem e apoio à tomada de decisão vistos sob a ótica das abordagens *hard* e *soft*. Será feita uma contextualização destas abordagens dentro do campo de ação a que se propõem, buscando evidências de uma relação complementar entre elas, gerando *insights* que possam comprovar a hipótese definida para este trabalho. Será dada ênfase a duas técnicas específicas de modelagem, a Simulação Computacional (abordagem *hard*) e o Pensamento Sistêmico (abordagem *soft*), visto que os casos práticos selecionados para a realização deste estudo exploraram estas duas ferramentas. Serão apresentadas as suas bases teóricas, bem como os seus métodos para intervenção prática.

2.1 MODELAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS (ABORDAGENS *HARD* E *SOFT*)

As ações gerenciais dentro das organizações estão intimamente associadas a constante necessidade de tomadas de decisões estratégicas, envolvendo variáveis tais como custos, tempo, aceitação, cultura organizacional, etc, que, se mal administradas, podem ter conseqüências desastrosas dentro no comportamento global dos sistemas. Para auxiliar estas atividades práticas existem inúmeras técnicas disponíveis, que, em função das mudanças dos contextos organizacionais, estão em constante processo de evolução dentro do campo teórico.

De acordo com Morley e Ormerod (1996) durante a segunda guerra mundial, e por alguns anos posteriores, as técnicas Pesquisa Operacional representavam uma grande aliada no auxílio da administração de decisões. A natureza destas técnicas era extremamente formal, requerendo um conhecimento técnico avançado para a sua utilização, pois envolviam o desenvolvimento e desdobramento de técnicas matemáticas complexas. Os pareceres eram baseados em uma combinação de métodos científicos e a arte e habilidade de investigação. A utilização desta forma de análise começou a ser questionada, principalmente a partir dos anos 80 onde um grande número de pessoas passou a argumentar que a Pesquisa Operacional na forma *hard* seria incapaz de suportar a ação reflexiva. Gerou-se uma crise de identidade, pois a Pesquisa Operacional clássica passou a ser considerada imprópria para a abordagem de problemas sociais.

Como conseqüência desta crise, a Pesquisa Operacional passou ser vista como um corpo de teoria e prática cujos interesses deveriam ser descritos como uma ‘intervenção racional voltada para aspectos humanos’. Estes interesses são compartilhados com muitas outras disciplinas, incluindo Engenharia de Sistemas, Metodologia de Sistemas *Soft*, Ciência Política, entre outros (Checkland, 1985).

Surgem então duas formas distintas de abordagem de sistemas, o paradigma *hard*, baseado na definição de metas pré-estabelecidas tendo o seu foco na resolução de problemas e o paradigma *soft*, baseado na necessidade do desenvolvimento de

aprendizagem como produto do pensar. No meio profissional os interventores são conhecidos práticos (*hard* resolve problemas) e teóricos (*soft* avalia e estrutura os problemas).

As intervenções nas organizações modernas são delineadas por aspectos humanos requerendo uma forte interação entre teoria e prática no processo de pesquisa (inquirição). Esta discussão delinea um estudo do Pensamento Sistêmico em ação, que pode ser visto como uma oportunidade para se examinar um pouco da história e mapear o estado atual do processo. Neste caso, teoria e prática não podem estar separadas, pois ambos os grupos, acadêmicos e práticos, precisam atuar de maneira que se possa construir uma estrutura mais efetiva de ação. Os práticos precisam também refletir mais sobre suas ações e os acadêmicos precisam se engajar mais no campo da prática.

O processo pelo qual a PO, a engenharia de sistemas, a análise de sistemas, etc... são geradas como corpos de conhecimento está apresentado na Figura 2.1. Ela dá ênfase à razão que sublinha estas disciplinas. Neste ciclo a teoria leva à prática, sendo a prática por si só a fonte desta teoria. Nenhuma pode ser vista como mais importante. Isto nada mais é do que um processo cíclico. A única maneira, de fato, de não se envolver neste processo complexo é focar na teoria que é aplicada não para questões humanas e toda a sua riqueza, mas meramente na lógica de sua situação, utilizando apenas técnicas de PO e algoritmos (Checkland, 1985). Da mesma, maneira não se pode centrar todo o esforço em desenvolvimentos conceituais, captados através das necessidades e percepções organizacionais sem produzir um plano de desenvolvimento prático para a intervenção.

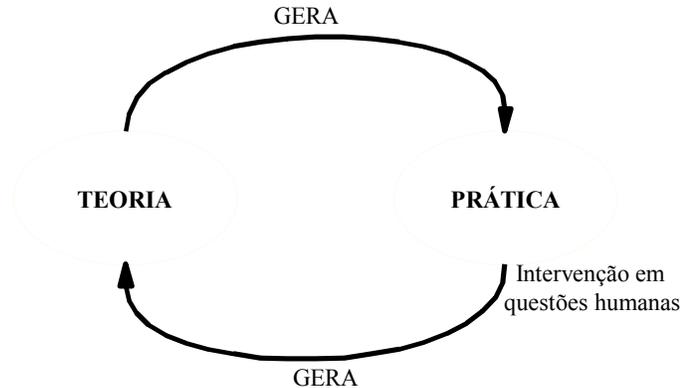


Figura 2. 1- Ciências Administrativas: teoria e prática não podem ser vistas isoladamente - Fonte: Checkland (1985).

Eilon (1994) acredita que a dissociação e o conflito existente entre a utilização das abordagens *hard* e *soft*, nos campos prático e teórico, está associado com questões culturais provenientes do sistema de ensino vigente. Para justificar esta teoria, este autor cita alguns exemplos:

- Os departamentos de matemática, que incluem a prática de PO, são obsessivos por micro análises.
- Escolas de administração acreditam que elas estão engajadas sozinhas em problemas de estratégias
- Departamentos de sociologia acreditam que monopolizam o estudo dos problemas organizacionais.
- Alguns departamentos de economia estão muito focalizados no desenvolvimento de modelagem e análise quantitativa.

Checkland (1985) define que para entender a ação humana, deve-se partir da seguinte pergunta: “Qual estrutura intelectual deve ser utilizada para tornar uma determinada ação particular significativa?” Este questionamento é útil para a realização de

uma descrição entre uma definição básica de idéias e um processo (metodologias), para que se possa aplicar estas idéias de uma forma organizada em uma determinada área particular de ação. Isto está representado na Figura 2.2, e pode ser entendido como uma expansão da Figura 2.1. Hindle et alli (1995) coloca que essência da abordagem moderna de intervenção em sistemas está bem representada nesta Figura. A área de aplicação (A) é a situação problemática do mundo real. Associado com esta aplicação há uma variedade de modelos possíveis ou estrutura de idéias (F) que, a priori, parecem ser relevantes para o entendimento dos problemas gerenciais enfrentados. Conectando estas duas áreas há uma metodologia declarada (M) que define a natureza da pesquisa de intervenção.

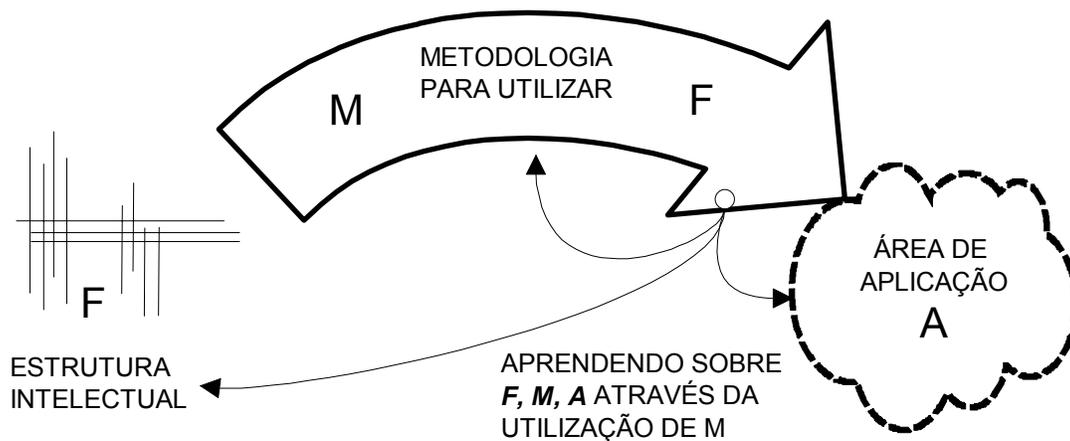


Figura 2. 2 - Utilização organizada do pensamento racional – Fonte: Checkland (1985).

O que está sendo até então discutido é que as metodologias (M) vêm sofrendo nas últimas décadas um processo de mudança, tendo sido inicialmente estabelecido em uma forma particular mais estruturada nos 50 e 60, evoluindo para um processo mais global, abrangendo além de questões pontuais estruturadas, problemáticas sociais que requerem abordagens mais participativas e menos técnicas.

2.1.1 OTIMIZAÇÃO: O PARADIGMA *HARD* DE SISTEMAS

Nos anos posteriores a segunda guerra, quando as lições de operações militares eram aplicadas às indústrias e agências do governo, despertou-se um interesse na lógica de sistemas, sendo desenvolvida em muitos campos de atuação⁴. As idéias relativas ao controle de sistemas foram generalizadas fazendo uso de disciplinas como a cibernética, que se relacionam com o estudo da lógica do controle de sistemas. Relacionando com a Figura 2.2 F representa as noções de otimização da estrutura e comportamento dos sistemas, mantendo-os em um determinado estado. Os estudos nos 50 e 60 ficaram mais centrados em uma prática conhecida como ‘a busca de metas’. Foi assumido que qualquer atividade humana poderia ser considerada como um sistema de busca de metas estruturadas, sendo que o pensamento que constituía F e M (de acordo com a Figura 2.2) poderia ser resumido em:

- Definir um sistema de interesse
- Definir os objetivos do sistema
- Desenvolver um sistema que vá de encontro a estes objetivos.

Esta foi a forma mais usual e poderosa de pensamento dos anos 50, 60 e 70. É conhecida com paradigma *hard* do Pensamento Sistêmico. Ackoff apud Checklan (1985, p. 759) define que nestes casos “todos os problemas se reduzem à evolução da eficiência de formas alternativas para um determinado conjunto de objetivos.” Esta é a crença que direciona as atividades dentro da tradição *hard*. É a idéia básica que sublinha um dos maiores e mais influente corpo de trabalho dentro das ciências administrativas,

Deste modo, apesar do conceito de otimização estar sabiamente colocado em relação a aspectos humanos, a idéia central que sublinha a pesquisa que busca heurísticas para a resolução de problemas do mundo real está associada à busca de metas como sendo um modelo do comportamento humano. Pidd (1997) coloca que apesar de existir a

⁴ Este interesse levou à fundação da *Society for General Systems Research* (Sociedade para Pesquisas Gerais em Sistemas) no ano de 1954. Esta sociedade era formada por um grupo de pessoas interessadas na aplicação do Pensamento Sistêmico através das fronteiras das disciplinas tradicionais.

possibilidade de utilização de métodos *hard* de um modo parcialmente interpretativo, isto não é visto tão naturalmente como no caso de abordagens *soft*.

Pidd (1997) destaca alguns exemplos de técnicas bastante difundidas de aplicação de abordagens *hard* para a intervenção em sistemas:

- Métodos de programação matemática: estes métodos estão frequentemente associados às ciências administrativas e fazem parte das ferramentas usadas no dia-a-dia (conhecidos também como Pesquisa Operacional *hard*). Estes métodos exemplificam como os modelos podem ser utilizados para otimização de um determinado sistema.
- Simulação Computacional: esta abordagem é utilizada em situações onde ocorrem mudanças freqüentes ao longo do tempo e as entidades interagem entre si de maneira complexa. Métodos de Simulação Computacional têm conduzido a uma abordagem conhecida como Modelagem Visual Interativa (Visual Interactive Modelling – VIS).
- Abordagens heurísticas: os métodos Heurísticos buscam encontrar maneiras de atacar problemas que estão muito próximos das idéias de satisfação. Embora existam alguns princípios gerais, que devem ser empregados no desenvolvimento destas heurísticas, cada aplicação é, de um certo modo, única. É um modo criativo através do qual algumas das limitações das abordagens de otimização podem ser vencidas e também por aproximar as Ciências Administrativas às abordagens de inteligência artificial.

2.1.2 APRENDIZAGEM: O PARADIGMA *SOFT* DE SISTEMAS

Checkland (1985) sugere que o conceito relativo à manutenção de relacionamentos pode ser mais produtivo em propósitos analíticos do que a busca de metas, sendo não apenas mais próximo da realidade como também supera os problemas de tratar como fixos elementos que estão continuamente sendo alterados dentro da natureza dos sistemas. As ciências sociais, voltadas para o comportamento humano, podem de fato ser utilizadas para examinar novas versões do Pensamento Sistêmico, sendo esta a idéia que tem emergido nas últimas décadas. Eles modificaram as estruturas (F) e as metodologias (M) representadas na Figura 2.2, centrando-as dentro do paradigma *soft* do Pensamento Sistêmico.

De acordo com Ormerod (1996) uma questão importante, associada a todas as abordagens *soft*, é o reconhecimento de que há atores dentro dos sistemas com diferentes pontos de vista e interpretações da realidade. O consentimento para a ação depende da negociação entre estes atores.

As tradições *soft* assumem que diferentes pessoas compartilham a mesma experiência e, apesar disso, podem interpretá-la de forma bastante distinta. Isto é importante quando se opera em um nível acima do meramente operacional, onde a questão não é tanto ‘como fazer algo’, mas sim ‘o que deve ser feito’. Isto é, há uma preocupação maior com os fins do que com os meios. Nesta análise estratégica, é bastante comum as pessoas discutirem e debaterem a partir de diferentes pressupostos. As abordagens de modelagem podem ajudar as pessoas a compreenderem melhor os pontos de vistas uma das outras e pode ajudar um grupo a desenvolver um comprometimento com uma ação sensata.

São destacadas a seguir, algumas técnicas desenvolvidas dentro da abordagem *soft* bastante difundidas para a intervenção interpretativa em sistemas:

- Metodologia de Sistemas Soft (SSM – Soft Systems Methodology): Checkland (1981) desenvolveu esta metodologia por considerar que a análise hard é de uso limitado, tendo encontrado em sua experiência poucas aplicações realmente úteis das ciências administrativas. O foco desta metodologia está centrado na

busca de evidências de como o uso cuidadoso de idéias sistêmicas pode ser de grande valor para auxiliar as pessoas a gerenciar e governar melhor suas ações. A SSM requer que o analista desenvolva definições chave de sistemas alternativos. Aceita que haverá pontos de vista alternativos e tenta expressá-los em termos sistêmicos.

- Mapeamento Cognitivo e SODA (*Strategic Options Development and Analysis* – Desenvolvimento e Análise de Opções Estratégicas): utiliza uma abordagem interpretativa, e consiste de uma técnica (mapeamento cognitivo) que se encaixa dentro de uma metodologia fechada (SODA). A técnica origina-se da psicologia cognitiva, uma disciplina que está preocupada com a tentativa de compreender como os seres humanos pensam e raciocinam a respeito das suas experiências. Se por um lado a SSM é deliberadamente sistêmica, embora de uma maneira *soft*, o mapeamento cognitivo, por outro lado, não está preocupado com esta questão, e é confessamente individualista na sua postura. Portanto, seu ponto de partida é tentar, via determinadas técnicas, construir uma mapa cognitivo de idéias de alguém baseado no que as pessoas têm a dizer a respeito destas idéias. Se houver diversos indivíduos envolvidos, então a metodologia SODA é invocada visando gerar um debate, baseado nos mapas individuais que levarão a um comprometimento com a ação.
- Dinâmica de sistemas: Jay Forrester (1961) é o principal desenvolvedor das idéias conhecidas como dinâmicas de sistemas. Esta abordagem mostra o valor de modelos explícitos associados a processo de negócio e estrutura organizacional. As ferramentas utilizadas são baseadas naquelas usadas por engenheiros de controle para analisar a estabilidade de sistemas de controle mecânicos e elétricos. Embora tenha sido inicialmente pretendida para o uso no setor industrial, o método também foi aplicado em outras áreas, tais como epidemiologia e modelagem global. Os modelos podem ser tanto quantitativos como qualitativos.

- Pensamento Sistêmico dentro do estudo das Cinco Disciplinas de Aprendizagem: O Pensamento Sistêmico, na forma sugerida por Senge (1990), é derivado direto de um campo de conhecimentos desenvolvido no próprio MIT nos últimos 50 anos denominado Dinâmica de Sistemas (Forrester, 1989). Assim como uma série de outros campos de conhecimento dos quais o Pensamento Sistêmico é oriundo, a dinâmica de sistemas também é orientada para examinar a inter-relação de forças, e vê-las como parte de um todo (Senge, 1990), avaliando como processos complexos de realimentação podem gerar padrões problemáticos de comportamento dentro das organizações e sistemas humanos de grande escala (Senge, 1997).

O item a seguir relaciona a forma como estas duas abordagens podem interagir para suportar de maneira mais efetiva as ações de melhoria dentro das organizações. Checkland (1985) cita que os trabalhos desenvolvidos através da tradição de sistemas *soft* devem atuar como complemento à *hard*, na tentativa de eliminar o conflito existente entre estas duas formas de pensar.

2.1.3 A RELAÇÃO ENTRE AS DUAS ABORDAGENS

Qual é a melhor metodologia que se aplica em um caso de análise de uma situação do pensamento e da prática voltados para a intervenção racional de aspectos humanos expressos dentro da lógica da Figura 2.2 (representação da utilização do pensamento racional)? Avaliando historicamente esta questão, pode-se perceber que nos últimos 30 anos as ciências administrativas foram amplamente definidas através das mudanças de uma versão de estruturas (F) e metodologias (M) para outra. O erro está em considerar que um pensamento mais novo possa estar substituindo o outro, e é igualmente errado imaginar que a distinção *hard/soft* compõe dois grupos de pessoas em duas linhas diferentes de atuação. O que se tem na verdade são dois grupos de idéias, que, de acordo com a necessidade podem vir a ser utilizados por qualquer indivíduo (Checkland, 1985).

Pidd (1997) tece alguns comentários a respeito da importância de se ter o domínio destas duas formas distintas de apoio ao gerenciamento empresarial apresentadas neste trabalho. Ele levanta alguns questionamentos aos usuários de uma ou outra abordagem. De um lado ele destaca os especialistas das ciências administrativas e Pesquisa Operacional, bem qualificados em estatística e computação, e do outro os especialistas em gerenciamento e administração em geral, que tendem a ser sensíveis a questões de administrativas e podem favorecer uma aproximação ao gerenciamento baseado em habilidades interpessoais bem desenvolvidas. Para os especialistas em ciências administrativas Pidd (1997, p. 9) argumenta: “Sua matemática e seus modelos computacionais estão todos muito bons, mas e sobre as organizações nas quais vocês irão trabalhar? Vocês não acham que o contexto do seu trabalho vale alguma investigação?”. Já para os especialistas que enfatizam o lado humano do gerenciamento Pidd (1997, p. 9) apresenta o argumento inverso: “Sim, claro que o gerenciamento é por meio de pessoas, mas não é importante pensar sobre as conseqüências das possíveis ações antes de fazer alguma coisa? Talvez vocês fossem melhores gerentes se fossem capazes de usar ferramentas para isto?”. A partir destes comentários, Pidd (1997) postula a necessidade do primeiro grupo de especialistas citado ser muito mais racional sobre a vida organizacional, e enfatiza a necessidade do segundo grupo ver que existem métodos que irão ajudá-los a pensar nas possíveis conseqüências de suas ações.

Para que possa haver esta interação é preciso que se tenha domínio das diferenças e aplicabilidades destas duas abordagens. Estas diferenças estão resumidas na Tabela 2.1, apresentando também as vantagens e desvantagens óbvias de cada paradigma.

Tabela 2. 1 - Os paradigmas *hard* e *soft* de sistemas. Fonte Checkland (1985).

O paradigma <i>hard</i> de sistemas dos anos 50 e 60	O paradigma <i>soft</i> de sistemas dos anos 80 e 90
Orientado para a obtenção de metas. Assume que o mundo contém sistemas que podem ser projetados.	Orientado para o aprendizado. Assume que o mundo é problemático, mas, pode ser explorado pela utilização de modelos de sistemas.
Assume que os modelos de sistemas podem representar os modelos do mundo. Fala da linguagem de problemas e soluções.	Assume que os modelos são constructos intelectuais. Fala da linguagem de regras e acomodações.
Vantagens: permite a utilização de técnicas avançadas de análise, suportadas pela matemática e as ciências computacionais.	Vantagens: está acessível tanto para o dono dos problemas quanto para os assessores. Sustenta os conteúdos humanos da situação problema.
Desvantagens: i) precisa de praticantes altamente especializados. ii) Pode perder o contato com os aspectos além da lógica da situação problema.	Desvantagens: não produz uma resposta final. Aceita que a inquirição é inacabada.

Para reforçar as diferenças por ele colocadas na Tabela 2.1, Checkland (1985) complementa dizendo que a natureza da tradição *hard* pode ser resumida como uma busca para tornar possível a obtenção eficiente de metas ou objetivos, tomando a busca de metas como sendo um modelo adequado do comportamento humano. Assume-se que o mundo contém sistemas que podem ser projetados, podendo desta forma, desenvolver-se modelos destes sistemas. Fala-se da linguagem de problemas e de soluções que eliminam estes problemas. Já a tradição *soft* não considera a busca de metas como um modelo adequado a questões relacionadas com aspectos humanos; ela não assume que a complexidade do mundo pode ser capturada em modelos específicos do sistema, como faz a abordagem *hard*. Desta forma a tradição *soft* considera os modelos de sistemas como modelos relevantes para discutir sobre o mundo, e não apenas modelos do mundo. Esta tradição fala a linguagem de “regras” e acomodações ao invés de soluções.

Há situações evidentes em que a linguagem de problemas requerendo soluções é apropriada. Em um nível básico operacional há freqüentemente consenso completo sobre o que é necessário ser feito e qual a eficiência envolvida. Já em níveis operacionais mais elevados, o consenso normalmente se rompe. Isto sugere que a relação entre os paradigmas *soft* e *hard* não pode ser vista como a existente entre ‘pêras e maçãs’, e sim entre ‘maçãs e frutas’, por exemplo. Partindo desta analogia pode-se entender a Figura 2.3, onde Checkland (1985) faz uma relação entre as duas abordagens. Nesta Figura, a abordagem *hard* aparece como um caso específico oriundo de uma indicação de um estudo *soft* mais abrangente.

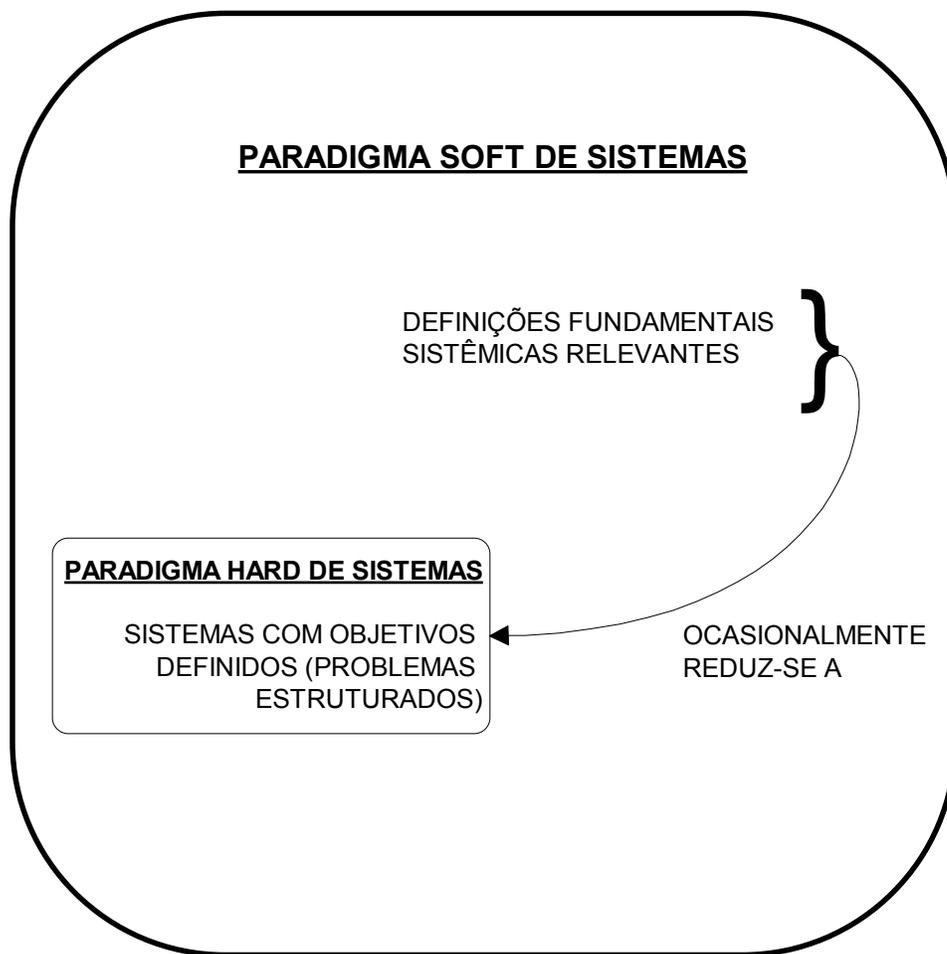


Figura 2. 3 - A relação entre os paradigmas de sistemas *hard* e *soft*. Fonte: Checkland (1985).

Desta forma, conforme coloca Brocklesby (1995), a tradição *soft* não substitui o Pensamento Sistêmico *hard* e seus métodos sistematizados, mas ao invés disso advoga a combinação destas duas abordagens para a constituição de um meio mais completo de intervenção. Deve-se resistir a tentação de dividir os pesquisadores de sistemas utilizando distinções que são baseadas mais em metodologias utilizadas do que na forma como os pesquisadores a utilizam. Só por que alguém utiliza a SSM, não quer dizer que este deva ser enquadrado na categoria de sistemas *soft*. Só porque alguém utiliza um modelo viável de sistemas não quer dizer que esteja operando em uma categoria exclusivamente *hard*. Para que se possa ter um real entendimento do que está acontecendo no campo de sistemas é preciso que se olhe além de estereótipos e, através de descrições mais ricas e detalhadas, tornando explícito a forma como os diferentes pontos de vista sociais são manifestados na prática. Só assim os visionários poderão construir suas mensagens constituídas a partir de uma maneira mais significativa, desenvolvendo metodologias mais completas para a intervenção na realidade.

A seguir serão descritos os principais conceitos que envolvem as técnicas específicas escolhidas para a realização de casos práticos que tiveram como interesse comprovar a viabilidade da utilização simultânea das abordagens *soft* e *hard*, o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional.

2.2 PENSAMENTO SISTÊMICO

O Pensamento Sistêmico, de uma forma geral, pode ser definido como uma nova forma de percepção da realidade. Segundo Capra (1996) quanto mais são estudados os problemas de nossa época, mais se percebe que eles não podem ser entendidos isoladamente. São problemas sistêmicos, o que significa que estão interligados e são interdependentes. Deve-se sempre partir do princípio de que o todo é mais que a soma das partes, tendo desta forma o sistema como um todo integrado cujas propriedades essenciais surgem das inter relações entre suas partes. Entender a realidade sistemicamente significa, literalmente, colocá-la dentro de um contexto e estabelecer a natureza de suas relações.

Capra (1996) coloca que a tensão básica que impulsionou a necessidade de uma mudança de percepção é a tensão entre as partes e o todo. A ênfase nas partes tem sido chamada de mecanicista, reducionista ou atomística; a ênfase no todo de holística, organísmica ou ecológica. Na ciência do século XX, a perspectiva holística conhecida como ‘sistêmica’, e a maneira de pensar que ela implica, passou a ser conhecida como ‘Pensamento Sistêmico’.

Segundo Capra (1996) a ciência cartesiana, focada no pensamento analítico, acredita que em qualquer sistema complexo o comportamento do todo pode ser analisado em termos das propriedades de suas partes. Já a ciência sistêmica mostra que os sistemas não podem ser compreendidos por meio da análise. As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior. Este autor ainda defende que a fragmentação está na essência da dificuldade do tratamento da maioria de problemas globais. O pensamento fragmentado não é capaz de tratar a interconexão dos problemas globais, tanto nos níveis maiores da sociedade como no nível do indivíduo. É necessário então uma nova forma de pensar, que elimine a chamada “crise de percepção” que é a raiz mais profunda dos sintomas das crises que nos cercam.

As limitações do pensamento fragmentadas ainda são facilmente reconhecidas dentro das organizações modernas. De acordo com Morgan (1996) as organizações planejadas e operadas mecanicisticamente como se fossem máquinas são comumente chamadas de burocráticas. A maioria das organizações é, até certo ponto, burocratizada devido à maneira mecanicista de pensamento que delineou os mais fundamentais conceitos de tudo aquilo que sejam organizações. Fala-se de organizações como se fossem máquinas e, conseqüentemente, existe uma tendência em esperar que operem como máquinas: de uma maneira rotinizada, eficiente, confiável e previsível.

De acordo com Morgan (1996) o enfoque mecanicista das organizações quase sempre apresenta severas limitações. Em particular, elas podem: (a) criar formas organizacionais que tenham grande dificuldade em se adaptar a circunstâncias de mudanças; (b) desembocar num tipo de burocracia sem significado e indesejável (c) ter conseqüências imprevisíveis e indesejáveis à medida que os interesses daqueles que

trabalham na organização ganhem precedência sobre os objetivos que foram planejados para serem atingidos pela organização; (d) ter um efeito desumanizante sobre os empregados, especialmente sobre aqueles posicionados em níveis mais baixos da hierarquia organizacional. De forma geral as organizações estruturadas de forma mecanicista têm maior dificuldade de se adaptar a situações de mudança porque são planejadas para atingir objetivos predeterminados; não são planejadas para a inovação.

Segundo esta lógica as circunstâncias de mudanças pedem diferentes tipos de ação e resposta. Flexibilidade e capacidade de ação criativa, assim, tornam-se mais importantes do que a simples eficiência.

De acordo com Capra (1996) desde as décadas de 50 e 60, o Pensamento Sistêmico já vem exercendo uma forte influência sobre a Engenharia e a Administração, nas quais as concepções sistêmicas - inclusive as da Cibernética - eram aplicadas na resolução de problemas práticos. Essas aplicações deram origem às novas disciplinas da Engenharia de Sistemas, da Análise de Sistemas e da Administração Sistêmica. À medida que as empresas industriais vêm se tornando cada vez mais complexas, com o desenvolvimento de novas tecnologias químicas, eletrônicas e de comunicação, administradores e engenheiros precisam se preocupar não apenas com o grande número de componentes individuais, mas também com os efeitos oriundos das interações mútuas desses componentes, tanto nos sistemas físicos como nos organizacionais.

Uma nova forma de pensar os problemas, principalmente dentro das organizações, é vislumbrá-las fazendo analogia aos sistemas vivos (Morgan, 1996) que existem em um ambiente mais amplo do qual dependem em termos da satisfação das suas várias necessidades. Assim, à medida que se olha à volta do mundo, percebe-se que é possível identificar diferentes tipos de organização em diferentes tipos de ambientes.

Morgan (1996) ainda advoga que essa linha simples de questionamento ressalta o ponto crucial de muitos dos mais importantes desenvolvimentos dentro da teoria organizacional no decorrer dos últimos 50 anos. Na verdade, os problemas levantados pela visão mecanicista da organização levaram muitos teóricos organizacionais a abandonar a ciência mecânica e inspirar-se, sobretudo na biologia como uma fonte de idéias para refletir

sobre as organizações. Dentro desse processo, a teoria da organização transformou-se num tipo de biologia na qual as distinções e relações entre moléculas, células, organismos complexos, espécies e ecologia são colocadas em paralelo com aquelas entre indivíduos, grupos, organizações, populações (espécies) de organizações e a sua ecologia social. Sob a influência da metáfora da máquina, a teoria organizacional foi encerrada dentro de uma espécie de engenharia preocupada com o relacionamento entre objetivos, estruturas e eficiência. A idéia de que as organizações são parecidas com organismos mudou tudo isso, dirigindo a atenção para assuntos mais genéricos, tais como sobrevivência, relações organização-ambiente e eficácia organizacional.

A grande preocupação dos cientistas sistêmicos é o reconhecimento de que a necessidade de uma profunda mudança de percepção e de pensamento para garantir a nossa sobrevivência ainda não atingiu a maioria dos líderes de nossas corporações, nem os administradores e os professores das nossas grandes universidades (Capra, 1996).

Partindo desta preocupação com a crise de percepção Senge (1990) coloca que o Pensamento Sistêmico pode ser apresentado como uma disciplina, um estudo com teoria e prática, que permite desenvolver a visão de conjunto, uma estrutura para ver as inter-relações em lugar de coisas, para ver padrões de mudança em lugar de ‘instantâneos’ estáticos. A abordagem constitui um conjunto de princípios gerais - destilado no decorrer de vinte anos, englobando campos tão diversos quanto ciências físicas e sociais, engenharia e administração. É também um conjunto de instrumentos e técnicas específicas, originárias de duas correntes: dos conceitos de ‘*feedback*’ da Cibernética e da Teoria de ‘Servomecanismos’ da Engenharia, datada do século XIX. Segundo Senge (1990), esses instrumentos têm sido aplicados para entender uma grande variedade de sistemas empresariais, urbanos, regionais, econômicos, políticos, ecológicos e até mesmo fisiológicos.

De maneira resumida, a essência do Pensamento Sistêmico está na mudança de mentalidade, o que significa (Senge, 1990):

- Ver inter-relações ao invés de cadeias lineares de causa-efeito, e
- Ver processos de mudança ao invés de instantâneos. Ou seja, não se deve pensar as mudanças como ações isoladas, mas sim como um conjunto de medidas interdependentes que fazem parte do planejamento de melhorias da organização.

Na abordagem sistêmica, as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo. Em consequência disso, o Pensamento Sistêmico concentra-se não em blocos de construção básicos, mas em princípios básicos de organização. O Pensamento Sistêmico é contextual, o que é oposto ao pensamento analítico. A análise significa isolar alguma coisa a fim de entendê-la; o Pensamento Sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo (Capra, 1996).

2.2.1 O PENSAMENTO SISTÊMICO E O ESTUDO DAS CINCO DISCIPLINAS

A técnica do Pensamento Sistêmico central deste trabalho encontra-se desenvolvida dentro do campo de conhecimentos da Aprendizagem Organizacional. A aprendizagem vem se fazendo presente dentro das organizações como um novo modelo normativo de controle, apontando no sentido de que esta é a maneira pela qual é possível construir organizações onde os membros possam realizar suas capacidades (Kofman & Senge, 1993), onde indivíduos e coletivos aprimoram-se e atingem suas aspirações e onde o grupo tem um papel fundamental na construção de um futuro compartilhado.

Várias são as abordagens utilizadas, mas uma de grande interesse tem sido foco de estudos, a chamada ‘Cinco Disciplinas da Organização de Aprendizagem’, proposta por Peter M. Senge (1990) e seus colegas do MIT - *Massachusetts Institute of Technology*. Este grupo tem hoje formado o *Organizational Learning Center*, um consórcio que envolve

grandes empresas que visa desenvolver a prática de aprendizagem dentro das organizações. A obra publicada por Senge em 1990 'A Quinta Disciplina' ajudou a dar expressão a essa onda de interesse, apresentando as escoras conceituais no trabalho de construção de organizações que aprendem. Desde sua publicação, milhares de pessoas se empenharam em desenvolver suas idéias, tendo presente à incerteza quanto ao melhor modo de por em prática os conceitos envolvidos. Senge et alli (1997, p. 4) descrevem alguns questionamentos recebidos por ele do tipo: "Isso é ótimo, mas o que vamos fazer Segunda-feira? Que medidas devem ser tomadas para instituir um senso de percepção sistêmica numa equipe de pessoas? O que pode ser feito para integrar novos tipos de práticas com outros esforços de melhoria organizacional, como Qualidade Total, Sistemas Sociotécnicos, ou Equipes Autogerenciáveis? Como fazer para atravessar as muitas barreiras e barricadas ao aprendizado coletivo? Como descobrir exatamente que tipo de organização que aprende desejamos criar? Como damos a partida?"

As respostas a estas perguntas emergiram da experiência coletiva de pessoas engajadas na exploração prática dos conceitos, reunindo estes conhecimentos em uma nova obra denominada 'A Quinta Disciplina. Caderno de Campo' O caderno de campo, que nada mais é do que um guia intensamente pragmático que apresenta algumas formas de se criar organizações de aprendizagem. Senge et alli (1997), definem o 'Caderno de Campo' como um conjunto de notas, reflexões e exercícios de campo. Ele abrange 172 contribuições de 67 autores, descrevendo ferramentas e métodos, relatos e reflexões, idéias norteadoras, exercícios e recursos que as pessoas estão utilizando para desenvolver práticas de aprendizagem.

De acordo com Senge et alli (1997) o cerne do trabalho de organizações que aprendem baseia-se em cinco disciplinas de aprendizado, apresentando-as como programas perpétuos de estudo e prática: são elas:

- Domínio pessoal - disciplina que permite aprender a expandir a capacidade pessoal para criar os resultados desejados, e criar um ambiente organizacional que estimule todos os seus membros a se desenvolverem na direção das metas e fins escolhidos.

- Modelos Mentais - permite reflexionar, esclarecer continuamente e melhorar os quadros internos que as pessoas possuem em relação ao mundo, e determinar como eles moldam suas ações e decisões.
- Visão Compartilhada - permite construir um senso de compromisso em um grupo, desenvolvendo imagens compartilhadas do futuro que se deseja criar, e os princípios e práticas orientadas pelos quais espera-se conquistar.
- Aprendizado em Grupo - permite transformar as habilidades conversacionais e coletivas de raciocínio, de modo que grupos de pessoas possam, confiavelmente, desenvolver inteligência e capacidade maiores do que a soma dos talentos dos membros individuais.
- Pensamento Sistêmico - possibilita um modo de apreciar, e uma linguagem para descrever e entender, as forças e inter-relações que moldam o comportamento de sistemas. Essa disciplina ajuda a entender como mudar sistemas de modo mais eficaz, e agir em melhor sintonia com os processos maiores do mundo natural e econômico.

Para Senge et alli (1997), praticar uma disciplina é ser um aprendiz perpétuo que trilha um caminho de desenvolvimento sem fim. Uma disciplina não é simplesmente um ‘assunto de estudo’. É um corpo de técnica, baseado em alguma teoria e compreensão subjacente do mundo, que deve ser estudado e dominado para a realização prática.

Senge (1990) destaca o Pensamento Sistêmico como a Quinta Disciplina, por ser a que integra as outras quatro, fundindo-as num conjunto coerente de teoria e prática, evitando que elas sejam vistas isoladamente como simples macetes ou o último modismo para efetuar mudanças nas organizações. Reforçando cada uma das disciplinas, o Pensamento Sistêmico está sempre mostrando que o todo pode ser maior que a soma das partes. Como complemento destas idéias, Senge (1990) descreve alguns exemplos: a visão de um objetivo sem o Pensamento Sistêmico acaba criando lindas imagens do futuro sem que se saiba exatamente o que deve ser feito para que elas se tornem realidade. Sem ele, a semente do objetivo cai em solo estéril. Se predominar o raciocínio parcial, a primeira

condição para se alcançar um objetivo não será cumprida: a confiança profunda de que somos capazes de concretizar nossos anseios.

Andrade & Kasper (1997) também destacam o Pensamento Sistêmico como tendo uma relevância especial. Isto por pelo menos dois motivos: 1) é a disciplina que dá a sustentação estrutural das demais disciplinas de aprendizagem e, 2) é oriunda de cerca de 40 anos de estudos no campo de conhecimento da dinâmica de sistemas, e sugere que para haver uma compreensão mais ampla das estruturas da realidade é necessário um novo tipo de pensamento, oriundo de um novo tipo de linguagem.

Visa-se assim, a realização de projetos de alavancagem administrativa utilizando uma proposta alternativa de análise e ação organizacional voltada para a mudança. Através da Aprendizagem, lança-se mão de uma série de teorias, métodos e ferramentas, bem como idéias norteadoras e inovações em termos infra-estruturais visando aumentar as capacidades e habilidades das pessoas em direção ao aprimoramento organizacional e dos padrões de desempenho.

Mais do que uma ferramenta para análise e solução de problemas, o Pensamento Sistêmico é uma técnica que visa dotar os atores da organização de uma linguagem poderosa o suficiente para desvendar e representar as estruturas mais profundas da realidade.

2.2.2 OS NÍVEIS DA REALIDADE (METÁFORA DO ICEBERG)

Um dos principais modelos para a compreensão do Pensamento Sistêmico é o dos níveis da realidade. Este modelo serviu como a base para conceituação de um método que permite, a ampliação da compreensão de questões sistêmicas, através do aprofundamento da percepção (Andrade & Kasper, 1997). De acordo com Senge et alli (1997), um bom pensador sistêmico, particularmente num ambiente organizacional, é alguém que pode ver os quatro níveis atuando simultaneamente: eventos, padrões de comportamento, sistemas e modelos mentais. Os níveis da realidade fazem analogia a um Iceberg, e estão ilustrados na Figura 2.4.



Figura 2. 4 - Os níveis da realidade ilustrados pela metáfora do iceberg (Andrade, 1997c).

A) Nível dos Eventos

Pode-se observar no primeiro nível (a parte visível do iceberg), eventos ocorrendo e sendo percebidos pelas pessoas envolvidas. Em geral, é com base nestes eventos que as pessoas explicam situações - “quem faz o que a quem”, razão pela qual as ações baseadas nesta percepção tendem a tomar aspectos reativos - o que, segundo Senge (1990), é o tipo de ação mais comum.

B) Nível dos Padrões de Comportamento

As pessoas, baseadas na percepção de eventos, reagiriam de uma maneira automática e isto guiaria grande parte das suas ações. No entanto, tais eventos são evidências de padrões de comportamento dos elementos da realidade descrita. Para que uma percepção extrapole o nível dos eventos, seria preciso analisar as tendências de longo prazo e avaliar suas implicações. Neste nível são utilizados gráficos, avaliando o comportamento passado das variáveis e buscando evidências que possam indicar seu comportamento futuro ou desejado. Neste caso, as ações tomariam uma forma responsiva, pois surgem indicativos de como a longo prazo os atores podem responder às tendências de mudança.

C) Estrutura Sistêmica

O terceiro nível invoca a compreensão estrutural da situação em questão. Ele indica o que causa os padrões de comportamento, buscando explicar como os elementos influenciam-se. Este nível de ilustração é o mais rico e o que permite as melhores intervenções em termos de alavancagem da mudança, já que a estrutura gera comportamento, e mudando-se a estrutura, pode-se gerar diferentes padrões de comportamento.

D) Nível dos Modelos Mentais

Modelos mentais são idéias profundamente arraigadas, generalizações, ou mesmo imagens que influenciam o modo de encarar o mundo, bem como as atitudes das pessoas (Senge, 1990). Partindo do pressuposto de que estrutura gera comportamento, pode-se inferir que este nível influencia os demais na medida em que os modelos mentais dos atores influenciam o seu comportamento de forma a gerar estruturas sistêmicas da realidade. Assim, é preciso identificar como eles geram ou influenciam as estruturas em jogo, para que seja possível compreendê-las.

A partir deste esquema básico, Senge et alli (1997) introduzem um método para aplicação do Pensamento Sistêmico. Identificado como ‘Narração de Histórias’, estabelece que através do diálogo entre os principais atores organizacionais se aprofunde o entendimento de uma situação, mergulhando nos níveis descritos. Ao final é possível uma compreensão mais clara da dinâmica da situação, para então se estabelecer cursos de ação nos pontos de alavancagem do sistema (Andrade, 1998). O método está resumidamente descrito a seguir.

2.2.3 MÉTODO PARA APLICAÇÃO DO PENSAMENTO SISTÊMICO

O método sistêmico é um conjunto de passos que permitem, através do diálogo entre os principais atores organizacionais o entendimento dos níveis da realidade de uma situação proposta, permitindo pensar essa realidade através do inter-relacionamento entre seus elementos ao invés de pensar mecanicisticamente através de suas partes. Kim (1996) acredita que os problemas existem dependendo de quem os esteja vendo. As pessoas os constroem em suas mentes a partir de suas experiências de vida e pelas suas maneiras de enxergar a realidade. Para que haja a exposição dos pontos de vistas individuais a respeito da problemática em estudo, todo o método é desenvolvido utilizando o diálogo em grupo como principal estratégia. De acordo com Isaacs (1996) a prática do diálogo traz à tona e explora os principais mecanismos pelos quais as pessoas tentam controlar e lidar com o significado de suas interações. Como o objetivo não é tentar, de modo deliberado, resolver os problemas na forma habitual, o diálogo abre uma nova possibilidade para a reflexão em conjunto.

É um método que incentiva o aprendizado coletivo e proporciona alto grau de motivação das pessoas envolvidas, pois todo o trabalho é de autoria do grupo, tendo o consultor apenas um papel de facilitador do método.

A prática de Pensamento Sistêmico permite formas alternativas de raciocínio sobre questões que envolvem complexidade dinâmica. Senge et alli (1997) não apresentam especificamente um método visando esta prática. No entanto, alguns casos e exercícios sugerem um roteiro de aplicação (Andrade & Kasper, 1997). Andrade (1997c) sugere um método estruturado, contendo dez passos para a aplicação do pensamento sistêmico. A Figura 2.5 apresenta estes passos em seqüência, e logo abaixo segue um detalhamento dos mesmos.

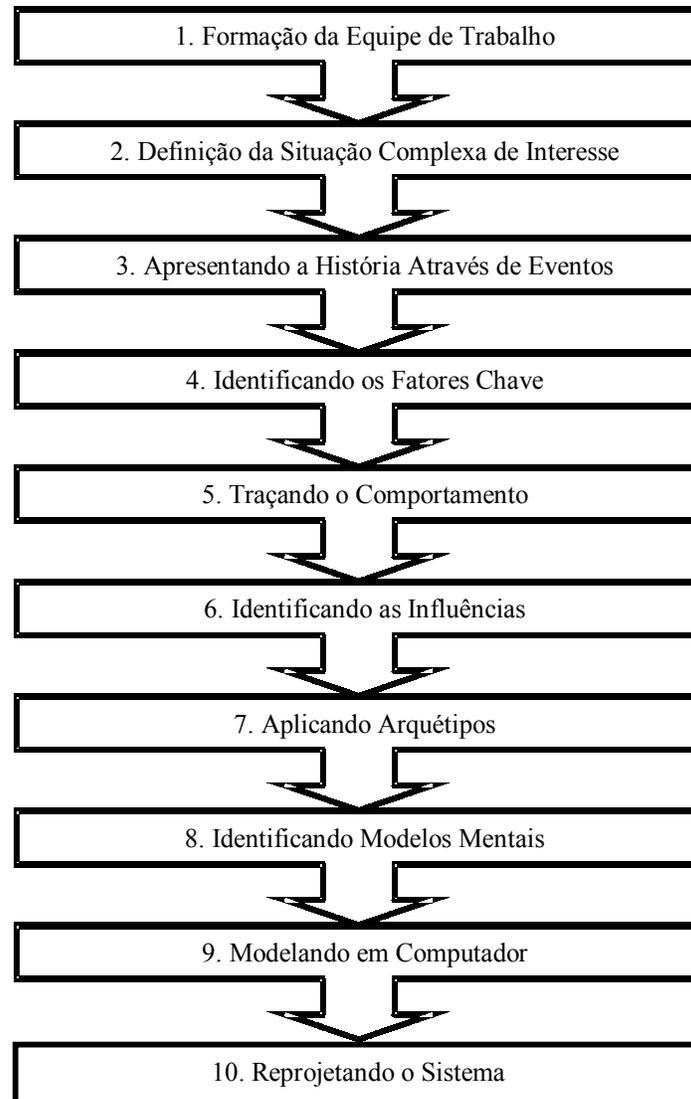


Figura 2. 5 - Etapas para o desenvolvimento do método para aplicação do Pensamento sistêmico.

Passo 1: Formação da equipe de trabalho

Para se trabalhar uma situação complexa de interesse utilizando o Pensamento Sistêmico, precisa-se formar um grupo de trabalho de aproximadamente cinco pessoas. Esse número se justifica, por tratar-se de um método que busca um entendimento compartilhado da situação proposta, através do diálogo. As pessoas envolvidas devem expor seus pontos de vista e experiências a respeito do problema. Um número muito grande

(mais que sete pessoas), poderia gerar muita polêmica e pouco entendimento sobre o problema, assim como um número muito pequeno (menos que três), ficaria carente de entendimentos diferenciados a respeito da situação proposta. A grupo ainda precisa conter as seguintes características:

- Pessoas com poder para tomar ações na situação em questão. Isso eleva a autoconfiança e motivação do grupo, pois este vê a possibilidade de implementação das possíveis medidas de ações que serão levantadas até o final do trabalho.
- Pessoas que por suas posições e pontos-de-vista, possam contribuir no enriquecimento da discussão.
- Pessoas com desejo voluntário na participação, para que desde o início haja comprometimento com o trabalho. Pessoas sem esse perfil oferecem muita resistência para assimilar a proposta de trabalho, dificultando o andamento do trabalho.

Passo 2: Definição de uma situação complexa de interesse

O objetivo dessa etapa é definir claramente uma situação complexa de interesse. Para isso, é necessário identificar uma situação importante para a organização ou para o conjunto de indivíduos interessados. Do ponto de vista prático, é melhor considerar uma limitada abrangência, pois é mais fácil ampliar o assunto mais tarde (Senge et alli., 1997).

Senge et alli (1997) considera esta etapa a direcionadora do estudo. Durante todo o desenvolvimento do método o problema central poderá ser reformulado, caso, em função das discussões haja consenso do grupo. Senge et alli (1997) dão algumas dicas para melhor conduzir reunião, pois, como se trata do primeiro encontro e as pessoas ainda estão fortemente arraigadas aos seus pressupostos, pode vir a ser polêmica:

- A questão deve ser importante tanto para os indivíduos quanto para a organização

- O problema deve ser preferencialmente crônico. Não deve ser focalizado em um evento fortuito, mas em uma situação que exista há algum tempo.
- A abrangência do problema deve ser limitada. É fácil ampliar o assunto mais tarde. Com uma abrangência ilimitada, corre-se o risco de se ficar assoberbando com o entendimento abstrato de que ‘tudo está ligado a tudo’.
- A história do problema deve ser conhecida, com a possibilidade de ser descrita.
- Deve-se certificar que a descrição do problema é a mais exata possível. Deve-se também resistir a qualquer tentação de amenizá-lo por razões políticas, ou de predispor-lo para uma solução particular.
- Ao enunciar um problema, deve-se evitar tirar conclusões precipitadas, sugerindo uma solução logo no enunciado.
- Se possível, escolher um problema que tenha sido atacado anteriormente, com pouco ou nenhum sucesso. Isto assegura que uma dinâmica sistêmica entre no jogo.
- Deve-se evitar o julgamento. Não se pode culpar qualquer pessoa ou uma política específica, nem tentar entender os motivos de qualquer outro participante, particularmente se ele ou ela não estiver presente na discussão.
- É importante fugir a tentação de utilizar a solução clássica de problemas, definindo-o e rapidamente apresentado soluções. A equipe deve intencionalmente manter muitas idéias divergentes durante o máximo tempo possível, mesmo que elas pareçam contraditórias.

Passo 3: Apresentando a história através de eventos:

Aqui o objetivo é penetrar o primeiro nível da realidade (Figura 2.4 – Metáfora do *Iceberg*), visando assimilar eventos relevantes relacionados com a situação ao longo do

período considerado. Um evento é um acontecimento perceptível no comportamento de um elemento, situado em um momento ou intervalo de tempo definido.

O importante desta etapa é trazer a tona a história ou as histórias subjacentes ao problema definido. Esse processo também é conhecido com construção do modelo (Senge et alli, 1997). De acordo com estes autores, os principais propósitos desta etapa são:

- Falar a cerca do problema, balizar o terreno e identificar as suposições e hipóteses de pessoas à cerca das causas fundamentais.
- Estabelecer um senso de fronteira: quais as dimensões do problema? Até onde ele se estende? O que será preciso considerar?
- Iluminar as perspectivas variadas da equipe. Pode-se descobrir que cada membro da equipe focaliza um conjunto diferente de fatores, com base nas suposições tácitas ou na experiência individual de cada um.
- Assentar a base para selecionar alguns fatores-chave como variáveis.

Passo 4: Identificando os fatores chave:

A partir da lista de eventos relatados, é necessário identificar que fatores podem ser elencados como chave para a compreensão da situação. Tudo o que contribui para um resultado ligado à situação e que esteja sujeito a variações, podendo apresentar valores distintos, deve ser assinalado.

Para apresentar um conjunto mais amplo de fatores-chave Senge et alli (1997), sugere as seguintes questões:

- Como o problema seria visto do ponto de vista da alta direção? Que fatores seriam visíveis neste nível?
- Como o problema seria visto na perspectiva de um operário da linha de frente, ‘área de fabricação’, ‘escritório’ ou de um ‘técnico de assistência’? Que fatores seriam visíveis nesse nível?

- Como outras pessoas interessadas, inclusive clientes, veriam os fatores-chave?
- Pode você identificar fatores que seu grupo criou, ou para os quais o seu grupo contribuiu?

Passo 5: Traçando o comportamento:

Nessa etapa, traça-se o comportamento passado e as tendências futuras dos fatores chave, buscando penetrar no nível dos padrões de comportamento. Não é necessário traçar curvas baseadas em dados acurados. O que importa são os padrões da curva ao longo de um eixo temporal, com o propósito de apoiar o raciocínio e o aprendizado da equipe, reconhecendo como os fatores se inter-relacionam (comportamentos coincidentes), para poder montar a estrutura sistêmica (próximo passo).

Até este estágio, a maioria das pessoas só tinha visto a situação em termos do momento atual. Traçar os gráficos mais importantes leva as pessoas a um estado de espírito mais sensível a mudanças ao longo do tempo, ajudando-as a entender que, muitas vezes, o problema não é tão recente (Senge et alli, 1997).

Passo 6: Identificando as influências:

Neste passo, o objetivo é identificar as relações causais entre os fatores, a partir da comparação das curvas, hipóteses preliminares e intuições a respeito das influências recíprocas. O objetivo é desvendar as estruturas sistêmicas que determinam os padrões de comportamento dos elementos da realidade.

É utilizado nesta etapa o diagrama de enlace causal, dando um o caráter formal de sistema ao estudo. Segundo Goodman (1989), este diagrama permite ao analista rapidamente comunicar os pressupostos estruturais do modelo.

As conexões formadas no diagrama não existem isoladamente. Elas sempre compreendem um círculo de causalidade, um “enlace” de realimentação, em que todo o elemento é tanto, ‘causa’ quanto ‘efeito’ - influenciado por alguns, e influenciando outros, de modo que cada um dos seus efeitos, mais cedo ou mais tarde, volta à origem. Um

exemplo de enlace está apresentado na Figura 2.6 (na seqüência serão descritas algumas interpretações deste enlace).

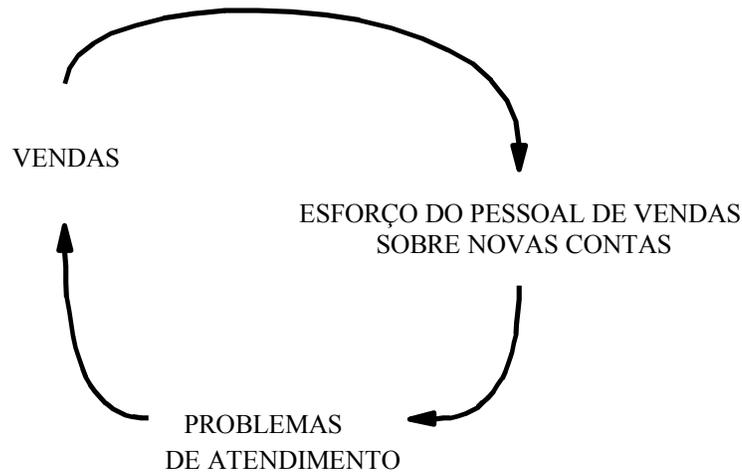


Figura 2. 6 - Exemplo de relação circular de causa e efeito. Fonte Senge et alli (1997).

Senge et alli (1997) dá algumas dicas para expor um caso a partir de um enlace, avaliando o exemplo da Figura 2.6:

- Deve-se iniciar em qualquer lugar, escolhendo um elemento de preocupação mais imediata Ex: As vendas estão caindo.
- Qualquer elemento pode subir ou descer em vários pontos no tempo. O que o elemento vem fazendo neste momento? Usa-se aqui uma linguagem que descreva o movimento: À medida que o nível de vendas... sobe... desce... melhora.... deteriora.... aumenta.... diminui.... ascende.. declina... dispara... cai
- Tente descrever o impacto que este movimento produz sobre o elemento seguinte. À medida que o nível de vendas desce, o volume de esforço para vender novas contas sobe.

- Continuar a narrativa voltando ao local de partida. Para facilitar, pode-se usar frases que mostrem inter-relação causal: “Quando desce o nível de vendas, sobe o volume de esforços para vender novas contas. Isto significa que o nível de atendimento cai, o que por sua vez influencia as vendas a continuar caindo...”.
- O caso não deve ser narrado de forma convencional, mecânica. Dê vida à narração. Adicione ilustrações e anedotas curtas de modo que os outros saibam exatamente o que você quer dizer... Isto quer dizer que o nível de atendimento cai. Simplesmente não será possível cumprir os prazos de entrega prometidos. Clientes leais, por sua vez, ficam aborrecidos. Alguns deixam de fazer o negócio...
- A maior riqueza deste passo está em testar modelos mentais individuais ou compartilhados, esclarecer a realidade de uma maneira coletiva e obter percepções mútuas a respeito dos argumentos dos participantes.

Passo 7: Aplicando arquétipos:

Arquétipos são estruturas sistêmicas padrão que se repetem com frequência. São consideradas ferramentas acessíveis com as quais os gerentes podem rapidamente construir hipóteses coerentes acerca das forças que regem seus sistemas. Arquétipos são também um veículo natural para esclarecer e testar modelos mentais. Eles constituem ferramentas poderosas para lidar com o espantoso número de detalhes que frequentemente assoberbam pensadores sistêmicos novatos (Senge et alli, 1997).

Havendo um certo domínio em seu uso, é possível obter mais insights sobre a situação, ou a identificação de padrões comuns da natureza atuando na questão. Ao identificar um arquétipo é possível inserir-se novos elementos que estão presentes genericamente na sua estrutura, mas que não foram incluídos na situação. Para dar início, escolhe-se um fator (ou fatores) cujo padrão de comportamento seja chave.

Passo 8: Identificando modelos mentais:

O objetivo dessa fase consiste em identificar os modelos mentais presentes, ou seja, levantar as crenças ou pressupostos que os atores envolvidos na situação mantêm em suas mentes e que influenciam seus comportamentos, gerando estruturas do mundo real. Para enriquecer o quadro é necessário transformar os modelos mentais presentes em elementos da estrutura sistêmica.

Para enriquecer o quadro, é necessário transformar os modelos mentais presentes em elementos da estrutura sistêmica. Senge et alli (1997) sugere que sejam inseridas na estrutura sistêmica algumas bolhas de pensamento, como uma bolha de *cartoon*, para indicar o pensamento de alguns atores organizacionais que, de alguma forma, ajudem a identificar o comportamento de parte da estrutura.

Na análise de uma situação em estudo, é possível testar um dos princípios do Pensamento Sistêmico que indica que, do ponto de vista da dinâmica de sistemas, não existe os indivíduos e suas estruturas mentais internas dissociados do mundo externo. Ambos fazem parte da mesma dinâmica (Senge, 1990).

Passo 9: Modelando em computador:

Obtendo uma representação de certo consenso, pode-se transformar o diagrama de enlace causal da situação em diagrama de fluxo, que possibilita modelar o sistema em computador. A vantagem do uso do computador relaciona-se à possibilidade de alterar parâmetros ou simular a passagem do tempo, além de avaliar as influências mútuas de uma maneira dinâmica.

Esta etapa não é considerada essencial para o desenvolvimento do estudo, mas quando feita, enriquece o trabalho, possibilitando uma reavaliação nos modelos mentais dos participantes do processo, já que o computador oferece um local seguro para ‘experimentações’. De Geus (1994) sugere que a modelagem computadorizada seja utilizada como instrumento de aprendizagem sobre a realidade organizacional,

principalmente pelas equipes gerenciais, pois ela permite realizar experimentações em um ‘mundo virtual’.

Passo 10: Reprojetando o sistema:

Reprojetar o sistema significa planejar alterações na estrutura visando alcançar os resultados desejados, considerando as conseqüências sistêmicas destas alterações. Nesse caso, podem ser adicionados novos elementos ou novos enlaces ou mesmo quebrar ligações que produzem impactos indesejáveis.

O fundamental do Pensamento Sistêmico é o ‘Princípio da Alavancagem’, isto é, descobrir onde as ações e mudanças na estrutura podem trazer resultados significativos e duradouros. Na maioria das vezes, ela segue os princípios da economia dos meios, onde os melhores resultados não vêm de medidas em grande escala, mas de pequenas ações bem focalizadas (Senge, 1990).

A seguir serão descritos os principais conceitos relacionados à Simulação Computacional, bem como será apresentado um método para desenvolvimento prático desta técnica.

2.3 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

A simulação teve sua origem como extensão do Método de Monte Carlo. Este método foi proposto para a solução de problemas matemáticos cujo tratamento analítico não se mostrava viável. Isto se deu durante a Segunda Guerra Mundial, ao longo de pesquisas que resultaram na construção da primeira bomba atômica. Ao que tudo indica o código ‘Monte Carlo’ foi adotado por razões de sigilo e também pelo tipo de abordagem utilizada. No início da década de 50, com o advento dos primeiros computadores, a solução de Monte Carlo foi estendida para a solução de problemas probabilísticos de caráter mais geral, como é o caso das filas de espera. Viu-se, com isso, que seria possível simular um processo e estimar os principais parâmetros de uma operação; assim nascia a simulação de

Monte Carlo. O barateamento dos recursos computacionais e o desenvolvimento de programas e linguagens de simulação muito contribuíram para sua maior utilização (Saliby, 1989).

A Simulação Computacional já está modernamente consagrada como uma ferramenta de suporte a tomada de decisão. Pidd (1992) diz que a Simulação Computacional envolve a experimentação em um modelo desenvolvido no computador, conforme apresentado na Figura 2.7, buscando respostas (saídas do sistema) para variações nas políticas utilizadas (entradas do sistema), buscando avaliar o que aconteceria se determinada ação fosse tomada.

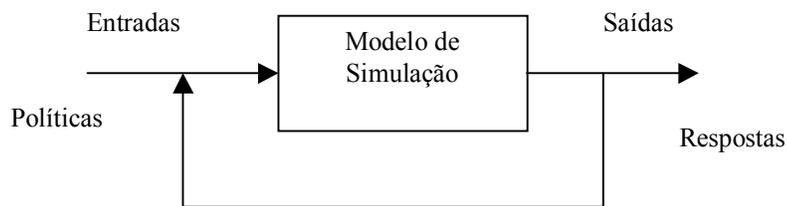


Figura 2. 7 - Simulação como Experimentação. Fonte: Pidd (1992).

A simulação permite que se verifique o funcionamento de um sistema real em um ambiente virtual, considerando a variabilidade do sistema e demonstrando o que acontecerá na realidade de forma dinâmica. Isto permite que se tenha uma melhor visualização e um melhor entendimento do sistema real, compreendendo as interrelações existentes no mesmo (Cassel, 1996).

Pidd coloca (1997) coloca que, de um modo geral, os sistemas para os quais justifica-se a utilização da Simulação, são ‘dinâmicos’ (seu comportamento pode variar ao longo do tempo), são ‘interativos’ (possuem ‘n’ componentes que interagem entre si, afetando o comportamento do sistema) e são ‘complexos’ (o número de variáveis que interagem é muito grande e sua dinâmica precisa ser considerada). Para tais sistemas, a estocasticidade e natureza dinâmica são características que devem ser analisadas para

definição de ações na realidade. Uma das vantagens da simulação com relação a outras técnicas de apoio à tomada de decisão é justamente a observação da estocasticidade dos sistemas, que não é levada em conta quando os mesmos são representados por modelos analíticos/determinísticos (Law & Kelton, 1991).

Além desta vantagem Law & Kelton (1991) citam algumas características que justificam a utilização desta técnica. São elas:

- Permite testar várias alternativas para a situação atual sem interferir na realidade, poupando tempo e evitando a implementação de alternativas avaliadas de forma insuficiente;
- Permite a observação de alternativas simuladas em longo prazo, ou seja, longos períodos de tempo, em poucos minutos.

Porém, como a maioria das técnicas/ferramentas de auxílio à tomada de decisão, a Simulação apresenta algumas desvantagens:

- Necessidade de várias replicações (dependendo da variabilidade do sistema) para que o modelo possa representar o sistema real (Law & Kelton, 1991);
- Grande esforço/tempo computacional necessário para execução de modelos complexos: historicamente a demanda computacional relativa à modelagem de sistemas complexos tem sido um dificultador à construção de modelos de Simulação. Porém, com a evolução progressiva e contínua dos sistemas computacionais as dificuldades impostas por este fator vêm diminuindo;
- A definição das variáveis importantes do sistema em estudo é dificultada para modelos complexos: haja vista que a realidade completa dificilmente será modelada, precisa-se definir no sistema as variáveis mais importantes para construção do modelo. Esta definição precisa ser feita com cuidado, a fim de não prejudicar a validade do modelo construído.

2.3.1 ÁREAS DE APLICAÇÃO

Apesar da Simulação Computacional estar entre as três ferramentas mais utilizadas pelos pesquisadores em Pesquisa Operacional Pidd (1998), esta técnica ainda é pouco conhecida no Brasil. Cassel (1996) coloca que o número de softwares disponíveis ainda é pequeno, e os que existem não são muito divulgados. A literatura existente é escassa, sendo praticamente toda em inglês e importada por interessadas pelas ferramentas.

Pidd (1997) descreve algumas das principais áreas que utilizam a Simulação Computacional:

- **Manufatura:** Com a globalização do mercado industrial, os fabricantes têm se esforçado ao máximo para produzir em massa produtos customizados. Ou seja, eles têm buscado economias de escala através do desenvolvimento de produtos que terão apelo global e podem ser vendidos em vários países. Ao mesmo tempo, os produtores precisam nos garantir que seus produtos atenderão as preferências locais, o que significa que os mesmos terão que sofrer alterações no projeto global do produto para atender a determinadas regiões. Esta customização em massa, algumas vezes chamada de ‘tropicalização’ tem pressionado os produtores a desenvolverem e instalarem sistemas de manufatura que possam entregar grandes volumes de produtos com alta qualidade a um preço baixo para atender às preferências locais. Isto tem levado a grandes investimentos em fábricas e em seus sistemas de controle. Desta maneira, é importante ter a certeza que estes sistemas irão operar como esperado e, por esta razão, a Simulação Computacional tem sido utilizada no processo de projeto e implementação destas fábricas e destes sistemas, buscando avaliar as possíveis alternativas. Exemplos de aplicação em manufatura podem ser encontrados em Miller (1994), utilização de Simulação em uma indústria de semicondutores, Harrell (1993), exemplo de utilização em uma indústria alimentícia, Cassel (1996), aplicação da Simulação em uma fábrica de calçados, entre outros.

- **Transporte:** O setor de transportes é outro grande usuário da Simulação Computacional. Assim como em outros tipos de aplicação, seu uso ocorre para garantir que os sistemas irão operar da maneira mais eficiente e eficaz possível. Questões relativas à avaliação de tráfego (tanto aéreo quanto rodoviário), planejamento de grandes terminais aeroviários, expedição de materiais, são algumas das aplicações relacionadas a este setor. Como exemplo, temos a utilização da simulação no controle de tráfego aéreo para garantir que espaço aéreo esteja sendo utilizado de maneira eficiente e segura. Para alcançar este objetivo, os controladores do tráfego aéreo precisam garantir que o movimento das aeronaves no espaço aéreo seja planejado com antecedência e administrado em tempo real. Exemplos de aplicação na área de transporte podem ser encontrados nos trabalhos desenvolvidos por Castilho (1997), estudo de fluxo de transporte coletivo rodoviário e Panitz (1996), estudo do gerenciamento de frota e terminais de uma empresa de transporte de carga.
- **Setor de Defesa:** o setor de defesa é um dos que mais utiliza a Simulação Computacional. As aplicações nesta área variam desde estudos logísticos até simulação de combates, nas quais são examinadas possíveis estratégias e táticas de combates para defesa e ataque. A ampla utilização da simulação neste setor está associada ao fato de que, em um combate, desenvolver táticas de ação para determinadas situações pode ser fator determinante entre a vitória ou a derrota. Desta maneira, obviamente, a maioria das aplicações de simulação neste setor não é apresentada ao público. Blood et alli (1996) apresentam um exemplo de simulação para atividades de combate.
- **Setor de Saúde:** a utilização da Simulação no setor de saúde tem ocorrido nas mais variadas formas de aplicação. Estudos para definição do transporte de materiais e equipamentos em um hospital (Ceric, 1990), para estudo de demanda e planejamento de setores de emergência (Borba, 1998), para definir lay-out de salas, para definição de alocação de recursos, entre outras são alguns exemplos de aplicações de Simulação neste setor. Além destes tipos de aplicação, o setor de saúde faz uso da Simulação para treinamento de recursos

humanos (Johnston, 1989), e para definição de políticas alternativas para controle de doenças/epidemias, como por exemplo, o estudo apresentado por Brailsford et alli (1992) o qual buscava investigar diferentes políticas para controle da AIDS.

Embora a Simulação Computacional seja utilizada em várias áreas diferentes (Transportes, Saúde, Defesa, entre outras) e cada estudo realizado tenha suas particularidades, estes projetos seguem um método, permitindo que os trabalhos alcancem o resultado esperado. No item seguinte será apresentado um método para desenvolvimento de estudos de Simulação.

2.3.2 MÉTODOS DE CONDUÇÃO DE PROJETOS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Para o efetivo sucesso de um projeto envolvendo Simulação Computacional é necessária a formalização das diferentes etapas envolvidas no processo, desde a definição do problema a ser estudado até a avaliação e apresentação dos resultados encontrados. Dessa maneira, vários autores têm se preocupado em definir métodos gerenciais para a condução de estudos de Simulação Computacional, como por exemplo, Law & Kelton (1991), Pritsker (1989) e Gogg & Mott (1992). A maioria das etapas dos métodos apresentados por estes autores são bastante semelhantes, variando apenas em alguns detalhes e o grau de importâncias dada a cada uma delas⁵.

Será descrito a seguir apenas o método proposto por Law & Kelton (1991), visto que apresenta um roteiro bastante estruturado e a sua utilização já está popularizada entre os pesquisadores brasileiros desta área.

Law & Kelton (1991) desenvolveram um método buscando facilitar o desenvolvimento de estudos de Simulação. O método consta do gerenciamento de uma estrutura dividida em dez etapas. A Figura 2.8 apresenta esta estrutura.

⁵ Borba (1998), faz uma apresentação destes três métodos, e, a partir de uma análise crítica, propõe um novo método.

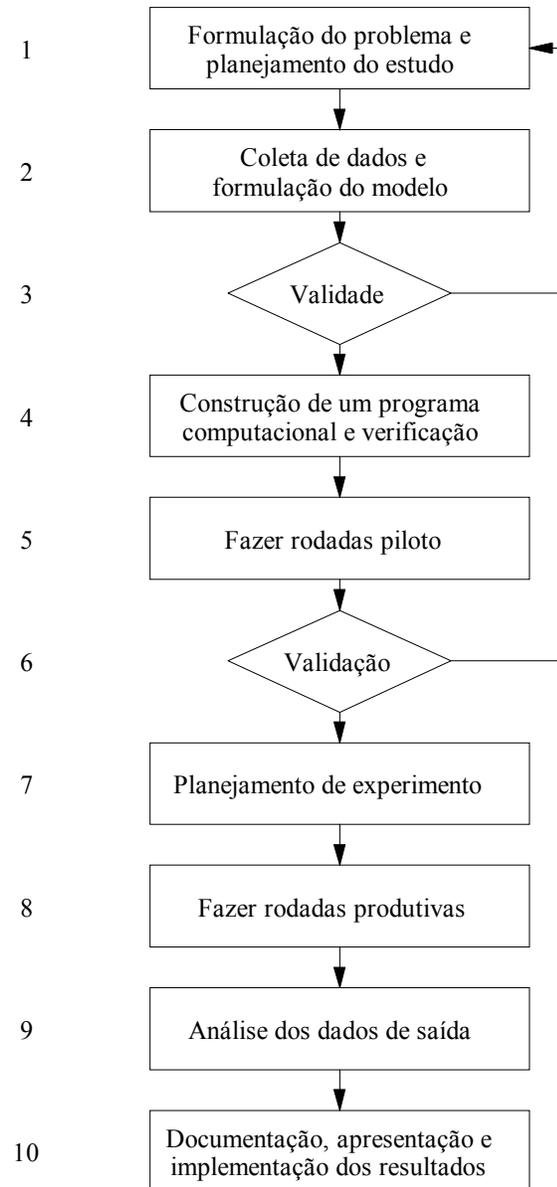


Figura 2. 8 - Roteiro para realização de um estudo de Simulação. Fonte: Law & Kelton, 1991.

1. Formulação do problema e planejamento do estudo: nesta etapa deve-se definir claramente o objetivo do estudo proposto, bem como as alternativas a serem testadas.

2. Coleta de dados e formulação do modelo: os dados reais do sistema de interesse devem ser coletados e utilizados no modelo a ser construído para manter a variabilidade do sistema real.
3. Validade: nesta etapa, o modelo deve ser apresentado ao pessoal que participa do processo, para que o mesmo seja validado. Os dados devem ser avaliados e validados.
4. Construção de um programa computacional e verificação: nesta etapa, deve-se transformar o modelo teórico em um programa computacional. Deve-se verificar o modelo para evitar que problemas de programação interfiram nos resultados. Law & Kelton (1991) sugerem algumas técnicas para verificação do modelo, as quais podem ser encontradas no trabalho de Cassel (1996).
5. Fazer rodadas piloto: depois da verificação do programa, deve-se fazer rodadas piloto para que o mesmo possa ser validado.
6. Validação: a etapa de validação serve para verificar se as rodadas piloto têm como saída informações que refletem o sistema real.
7. Projeto do experimento: é importante que se planeje o experimento, devido à natureza estocástica da Simulação. Dessa forma, alguns parâmetros devem ser avaliados e definidos, como por exemplo, condições iniciais da Simulação, a duração de cada rodada de Simulação e o número de replicações associadas ao modelo;
8. Fazer rodadas produtivas: após a definição dos parâmetros descritos no item 7, faz-se as rodadas para a coleta dos dados do sistema de interesse.
9. Análise dos dados de saída: técnicas estatísticas são utilizadas para analisar os dados de saída, como por exemplo, a determinação dos intervalos de confiança para avaliar a precisão estatística dos resultados.

10. Documentação, apresentação e implementação dos resultados: nesta etapa os resultados do estudo devem ser apresentados e documentados, para uma possível replicação futura do projeto. Além disso, Law & Kelton (1991) afirmam que o sucesso de um estudo de Simulação está associado à apresentação e implementação dos resultados obtidos.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo fez um relato geral sobre a evolução dos processos de modelagem de sistemas complexos, bem como apresentou os principais conceitos que envolvem as abordagens *hard* e *soft* utilizadas como suporte na intervenção, melhoria e controle nas organizações. Sob o ponto de vista geral, buscou-se identificar dentro da bibliografia estudos que suportassem a realização de um estudo de sinergia entre essas duas abordagens. Na seqüência foram apresentados os conceitos necessários para o entendimento das técnicas específicas utilizadas para o desenvolvimento da proposta deste estudo: a Simulação Computacional, desenvolvida dentro do paradigma *hard* de modelagem, e o Pensamento Sistêmico, desenvolvido dentro do paradigma *soft* de modelagem. Foram apresentados exemplos de métodos para intervenção práticas destas técnicas.

O capítulo seguinte irá apresentar os estudos de casos utilizados para avaliar a potencialidade do desenvolvimento simultâneo das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional. Serão descritos os métodos de cada estudo, bem como será proposto, a partir de uma análise crítica destes, um método mais completo para intervenções futuras.

CAPÍTULO 3

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS DESENVOLVIDOS

Neste capítulo serão descritos os estudos de casos utilizados para a análise dos objetivos propostos neste trabalho. Foi selecionado um total de sete trabalhos, sendo que todos foram desenvolvidos fazendo uso da mesma proposta: realizar um estudo prático para avaliar a potencialidade da aplicação simultânea de abordagens de modelagem *hard* e *soft* em um ambiente organizacional, utilizando para isso técnicas específicas, a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico. Serão descritas as etapas associadas a cada um dos estudos. No final do capítulo, será realizada uma análise conjunta e descrita uma proposta de método de aplicação.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Inicialmente serão descritas as características gerais da amostra utilizada neste estudo. Dentre os estudos de casos analisados, quatro foram realizados em empresas prestadoras de serviços e três em empresas manufatureiras.

A maioria dos estudos analisados (seis casos) foram desenvolvidos como trabalho prático da disciplina de Pesquisa Operacional III, oferecida aos alunos do curso de mestrado acadêmico do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estes trabalhos foram desenvolvidos em um período de quatro meses, desde a primeira reunião até a sua conclusão, onde foram repassados os resultados para as empresas. Estes estudos de casos atenderam demandas de problemas reais e importantes para as organizações selecionadas. Desta forma, os trabalhos realizados podem ser visualizados muito mais enquanto um processo de pesquisa do que um simples trabalho de conclusão de disciplina. A proposta consistiu em colocar os alunos perante uma situação prática, frente a problemas reais da organização, comprometendo-os diretamente com os resultados alcançados. Todo o processo de evolução do trabalho foi acompanhado por professores e monitores da disciplina. Estes trabalhos constam em anexo a esta dissertação em forma de artigos.⁶ São eles: Borges et alli (1999) (ANEXO I); Giani et alli (1998) (ANEXO II); Tejera et alli (1998) (ANEXO III); Walter & Klippel (1999) (ANEXO IV); Paese et alli (1999) (ANEXO V) e Schuch et alli (1999) (ANEXO VI).

O último estudo foi desenvolvido através de um projeto de parceria entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e uma das empresas. Neste caso, em troca dos resultados do estudo, foi proporcionado o pagamento de bolsas de mestrado para os alunos envolvidos no trabalho. Este projeto teve um caráter bem mais amplo, envolvendo 4 pessoas com dedicação exclusiva de oito meses para a sua realização. Os resultados deste trabalho foram descritos por Borges et alli (1997) (ANEXO VII) na forma de um relatório técnico entregue à empresa. Como este relatório contém dados particulares da empresa foi colocada em anexo a esta dissertação apenas uma parte dele, contendo a introdução e os

⁶ Alguns deles já estão publicados em anais de congressos de Engenharia de Produção do país.

desdobramentos do projeto gerado a partir do entendimento proporcionado pela utilização das técnicas de Pensamento Sistêmico e de Simulação Computacional.⁷

Os sete trabalhos utilizaram as mesmas técnicas para o desenvolvimento dos modelos para intervenção nos problemas das empresas escolhidas. A Simulação Computacional foi utilizada para abordar a realidade a partir de uma perspectiva quantitativa (*hard*) e o Pensamento Sistêmico foi utilizado como técnica qualitativa (*soft*).

É importante destacar que foram realizadas pesquisas que constataram que a literatura disponível é carente em casos práticos integrando estas duas técnicas conjuntamente, principalmente apresentando resultados de sinergia entre elas.

A seguir será feita uma descrição breve dos casos, apresentando as principais características de cada empresa, bem como as problemáticas investigadas com cada uma das técnicas utilizadas. Por motivos de sigilo, negociado com os grupos de pesquisa, os nomes de algumas das empresas serão omitidos.

3.2 APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASOS

A seguir serão apresentados os casos utilizados para o desenvolvimento da proposta deste trabalho. Primeiramente será feita uma breve da descrição da empresa escolhida para o estudo. Na seqüência serão apresentadas as problemáticas que foram selecionadas para serem abordadas através das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional. Ao final será descrito o método de intervenção utilizado por cada um dos grupos de pesquisa. Nem todos os casos apresentam um método estruturado. Porém, de acordo com a descrição dos estudos pode-se destacar algumas etapas fundamentais.

⁷ O autor desta dissertação participou ativamente de dois destes trabalhos. Um deles como aluno da cadeira de mestrado, e outro integrando o grupo que atuou na parceria Universidade e Empresa. A partir destas duas experiências práticas que se consolidou a proposta de desenvolver este tema como trabalho de dissertação.

3.2.1 ESTUDO DE CASO 1 (ANEXO I) - DESCRITO POR BORGES ET ALLI (1999)

Este estudo foi realizado no Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (DMLU). O setor escolhido foi o Serviço de Fiscalização (SEFIS).

O SEFIS atende as denúncias feitas pela comunidade e por fiscais relativas à má conduta da população com relação à forma de eliminação do seu lixo, bem como a manutenção de terrenos. Nestes casos os proprietários são autuados e, na maioria das vezes, são abertos processos para julgar o caso, que ficam tramitando entre os diversos setores do DMLU até serem arquivados.

Definiram-se as situações complexas de interesse para o estudo segundo as características de cada técnica. Através da Simulação Computacional, analisou-se um problema bastante específico do SEFIS, que permitia avaliar o fluxo de denúncia e a distribuição dos fiscais nas diversas sedes deste departamento. Com o Pensamento Sistêmico buscou-se avaliar o SEFIS de uma maneira mais global, usando como questão para estudo o que julgava-se ser o maior problema deste setor. Acreditava-se que o número de denúncias vinha aumentando ao longo dos anos, causando sobrecarga no sistema.

Em seu trabalho Borges et alli (1999) desenvolveram um método para implantação das duas técnicas contendo dez etapas fundamentais, apresentadas na Figura 3.1. Na seqüência estão apresentadas as descrições de cada uma destas etapas.

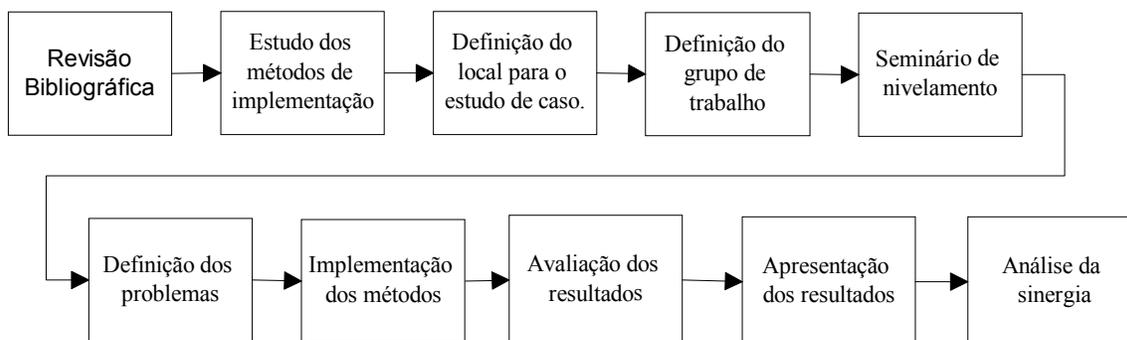


Figura 3. 1 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 1.

1. Revisão bibliográfica

Para realização estudo, primeiramente definiu-se a bibliografia necessária para o entendimento dos conceitos das duas abordagens propostas, mais especificamente o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional.

2. Estudo dos métodos de implementação

Estudaram-se os métodos de implementação das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional, propostos na literatura selecionada.

3. Definição do local para o estudo de caso.

Definiu-se o local para o desenvolvimento do caso prático.

4. Definição do grupo de trabalho

Definiu-se, junto a empresa escolhida, um grupo de funcionários para participar ativamente do estudo.

5. Seminário de nivelamento

Fez-se um seminário para nivelamento do grupo, apresentando os principais conceitos das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.

6. Definição dos problemas

Após o nivelamento dos conhecimentos, foram definidas as problemáticas para o estudo de acordo com as características de cada técnica.

7. Implementação dos métodos

Os dois métodos foram implementados separadamente, em um mesmo setor da empresa. Foram abordados os problemas definidos na etapa anterior.

8. Avaliação dos resultados

Avaliaram-se os resultados obtidos com a implementação de cada uma das técnicas individualmente.

9. Apresentação dos resultados

Realizou-se um seminário na empresa para apresentar os resultados individuais obtidos através da utilização de cada uma das técnicas.

10. Análise da sinergia

Ao final do trabalho fez-se um estudo para avaliar os resultados sinérgicos obtidos com a aplicação das duas técnicas.

3.2.2 ESTUDO DE CASO 2 (ANEXO II) - DESCRITO POR GIANI ET ALLI (1998)

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa manufatureira. Para o estudo foi definido um problema percebido como consenso por todas as pessoas envolvidas no processo: a falta de espaço físico na fábrica. Concomitantemente com esta situação de interesse identificou-se como importante avaliar o impacto da variação dos tamanhos dos lotes de fabricação sobre os estoques. Os dois problemas apresentavam uma certa relação, pois o processo vigente utilizava lotes muito grandes, implicando em grandes quantidades de material sendo processado o que, por sua vez, implicava em ocupação do espaço para armazenagem diminuindo assim a área útil disponível. Dessa forma, com a simulação foi avaliado um processo específico de fabricação, verificando o impacto de diferentes políticas de administração de lotes sobre o espaço físico para armazenamento de peças.

Com o Pensamento Sistêmico estudou-se toda a cadeia produtiva (fornecedores, trabalhadores, máquinas, procedimentos, políticas e clientes) que permitiu realizar uma avaliação ampla e completa destes processos.

Giani et alli (1998) não apresentam um método estruturado. No texto que descreve o caso, pode-se destacar oito passos fundamentais, representados na Figura 3.2 e descritos abaixo.

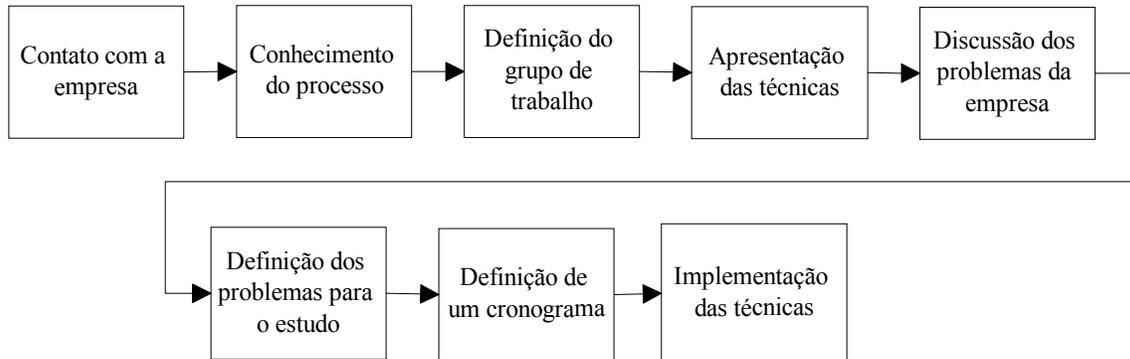


Figura 3. 2 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 2.

1. Contato com a empresa

Estabeleceu-se um primeiro contato com a empresa que demonstrou interesse para a realização do estudo.

2. Conhecimento do processo

Visitou-se a empresa, com o objetivo de se conhecer os principais processo produtivos.

3. Definição do grupo de trabalho

Definiram-se os grupos que trabalhariam com as duas técnicas propostas.

4. Apresentação das técnicas

As duas técnicas foram apresentadas aos grupos de trabalho com o objetivo de nivelar os conhecimentos a respeito do assunto abordado no estudo.

5. Discussão dos problemas da empresa

Primeiramente realizou-se uma discussão dos principais problemas da empresa objetivando direcionar o trabalho para melhor aproveitar os benefícios da abordagem proposta.

6. Definição dos problemas para o estudo

Definiu-se quais seriam os problemas abordados pelas duas técnicas.

7. Definição de um cronograma

Estabeleceu-se um cronograma para implantação das duas técnicas.

8. Implementação das técnicas

As duas técnicas foram implantadas individualmente utilizando seus métodos específicos de trabalho.

3.2.3 ESTUDO DE CASO 3 (ANEXO III) - DESCRITO POR TEJERA ET ALLI (1998)

Este caso foi desenvolvido na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – ECT, responsável pela distribuição postal no país. O estudo foi realizado em uma unidade operacional específica desta empresa chamada Centro de Distribuição Domiciliar – CDD.

A situação de interesse escolhida para análise sistêmica estava relacionada com os frequentes atrasos nas saídas dos carteiros dos Centros de Distribuição Domiciliar. Para o trabalho de simulação, foi desenvolvido um modelo associado ao processo do setor de correspondências registradas, identificado como sendo o principal foco das causas para o atraso da saída dos carteiros.

A partir do caso descrito por Tejera et alli (1998) pode-se destacar sete etapas fundamentais no método de trabalho (figura 3.3):

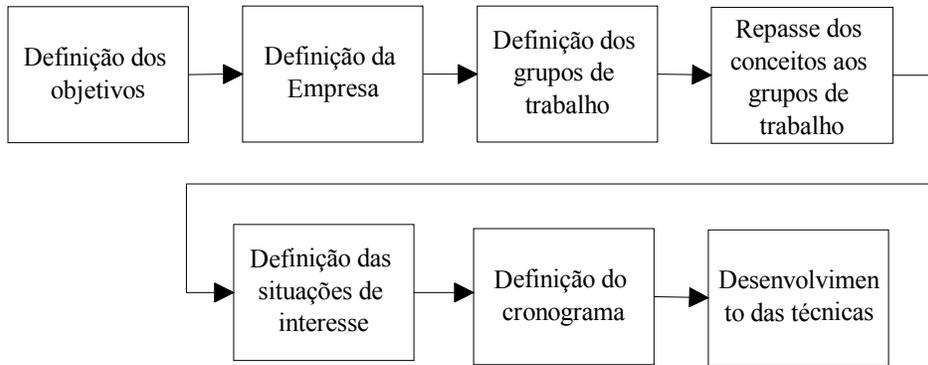


Figura 3. 3 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 3.

1. Definição dos objetivos

O grupo primeiramente definiu quais seriam os principais objetivos a serem alcançados com o desenvolvimento deste estudo.

2. Definição da Empresa

Foi definida a empresa onde seria realizado o estudo.

3. Definição dos grupos de trabalho

Escolheu-se os grupos de trabalho de acordo com as características de cada técnica.

4. Repasse dos conceitos aos grupos de trabalho

Realizou-se um seminário para a realização de um nivelamento de conhecimentos dos grupos envolvidos no estudo.

5. Definição das situações de interesse

Definiu-se qual seria o setor e os problemas que seriam abordados por cada técnica.

6. Definição do cronograma

Definiu-se um cronograma baseado no tempo disponível e nas etapas necessárias para o desenvolvimento das duas técnicas. Dentro do cronograma constava a realização de relatórios semanais para acompanhamento do projeto e, se necessário, readequação do cronograma.

7. Desenvolvimento das técnicas

As duas técnicas foram desenvolvidas segundo sua lógica de abordagem.

3.2.4 ESTUDO DE CASO 4 (ANEXO IV) - DESCRITO POR WALTER & KLIPPEL (1999)

Este trabalho foi desenvolvido na empresa de manufatura EML - Engenharia de Eletromontagens, que fabrica equipamentos de infra-estrutura para o setor de comunicação. Entre outros produtos, a empresa fabrica, sob encomenda, torres para telefonia celular. A problemática estudada neste caso relaciona-se com aspectos relativos à perda de qualidade inerente ao processo de fabricação destas torres.

Especificamente, com o Pensamento Sistêmico objetivou-se entender como influências internas (satisfação dos empregados, fluxo de informações, etc.) e externas à empresa (sazonalidade da demanda, mercado...) afetavam o sistema produtivo. Com a Simulação Computacional, buscou-se o entendimento do fluxo produtivo de forma mais estruturada, visando a possibilidade de avaliar em laboratório o comportamento do sistema em relação as variáveis que influenciam a percepção de qualidade do produto.

O método utilizado por Walter & Klippel (1999) foi o mesmo descrito por Borges et alli (1999), descrito como caso 1 e apresentado na Figura 3.1.

3.2.5 ESTUDO DE CASO 5 (ANEXO V) – DESCRITO EM PAESE ET ALLI (1999)

Este caso foi desenvolvido em uma empresa de serviços que atua no negócio de sistemas de informação. O setor escolhido foi a Central de Atendimento ao Cliente (CAC).

O Pensamento Sistêmico trabalhou observando as principais deficiências no atendimento da CAC, procurando evidenciar e estruturar os problemas deste setor, tendo como objetivo fim identificar quais seriam as formas de melhorar o sistema vigente. Desta forma a situação complexa de interesse foi definida: “Dificuldade em melhorar o atendimento da Central de Atendimento ao Cliente”.

Com o uso da Simulação Computacional foi desenvolvido um modelo que avaliou os processos envolvidos na relação que existe entre a comunicação interdepartamental e o desenvolvimento de novos produtos que, segundo o grupo que realizou este estudo, possuem influência direta na qualidade do serviço prestado por esta empresa.

A partir da descrição do caso feita por Paese et alli (1999) pode-se destacar sete etapas fundamentais no desenvolvimento do trabalho (Figura 3.4).

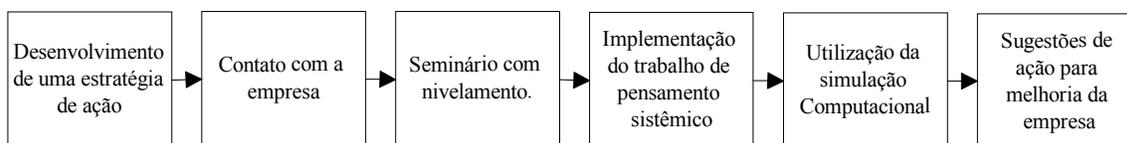


Figura 3. 4 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 5.

1. Desenvolvimento de uma estratégia de ação.

O grupo primeiramente traçou uma estratégia contemplando a forma como seriam utilizadas as duas técnicas, definindo principalmente se utilizariam desde o início as duas ou haveria alguma defasagem de tempo entre elas.

2. Contato com a empresa

Houve então um primeiro contato com a empresa para a apresentação da proposta de trabalho bem como a sua estratégia de ação.

3. Seminário com nivelamento.

Realizou-se dentro da empresa um seminário para nivelamento de conhecimento a respeito das duas técnicas utilizadas.

4. Implementação do trabalho de Pensamento Sistêmico

Dentro da estratégia de ação o grupo de pesquisadores resolveu iniciar o trabalho utilizando apenas o Pensamento Sistêmico, com o objetivo de estruturar melhor os problemas da empresa podendo assim identificar os locais/problemas potenciais para a utilização da Simulação Computacional.

5. Utilização da Simulação Computacional

Após estar com o trabalho de Pensamento Sistêmico bastante desenvolvido, selecionou-se alguns processos e cenários para serem testado através de modelos computacionais.

6. Apontamento de sugestões de ação para melhoria da empresa

Utilizando os principais resultados obtidos, elaborou-se um plano de ação que permitisse melhorias efetivas para a empresa.

3.2.6 ESTUDO DE CASO 6 (ANEXO VI) – DESCRITO POR SCHUCH ET ALLI (1999)

Este estudo foi desenvolvido em uma empresa manufatureira do ramo metal-mecânico que fornece componentes automotivos para montadoras e peças para reposição.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi escolhido um único problema, com uma temática ampla e não técnica, permitindo que este fosse avaliado tanto qualitativamente como quantitativamente através das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional, respectivamente. O problema foi estabelecido como sendo a desconhecimento do comportamento do processo de manufatura por parte dos atores organizacionais frente a aumentos na demanda de pedidos.

Schuch et alli (1999) descrevem o método de trabalho para o desenvolvimento do estudo, conforme mostra a Figura 3.5, em três etapas fundamentais:

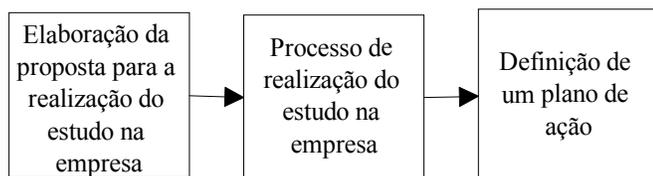


Figura 3.5 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 6.

1. Elaboração da proposta para a realização do estudo na empresa

Definição da problemática: quais seriam os problemas que se enquadrariam na proposta de desenvolvimento do estudo. Esta definição aconteceu a partir da apresentação das características das duas técnicas propostas para o trabalho.

2. Processo de realização do estudo na empresa

Desenvolveu-se um cronograma para o desenvolvimento de todas as atividades propostas nos métodos de trabalho das técnicas utilizadas no estudo.

3. Definição de um plano de ação

Ao final do estudo desenvolveu-se um plano de ação futura para melhoria efetiva do local da empresa onde foi desenvolvido o trabalho.

3.2.7 ESTUDO DE CASO 7 (ANEXO VII) - DESCRITO POR BORGES ET ALLI (1997)

Este caso foi desenvolvido no setor de emergência do Hospital Nossa Senhora da Conceição de Porto Alegre, pertencente ao Grupo Hospitalar Conceição, uma das maiores redes de atendimento público na área de saúde do país. Foi escolhido o setor da emergência deste hospital por este apresentar problemas aparentes no gerenciamento de sua demanda. A Simulação Computacional foi concentrada em um estudo do fluxo dos pacientes dentro da emergência, avaliando o impacto de cenários de mudança estabelecidos para este setor. O Pensamento Sistêmico realizou um estudo bastante amplo do sistema emergência definindo a problemática como sendo a atual realidade deste sistema, avaliando suas relações não apenas com os outros setores do hospital, mas também com o sistema de saúde do país como um todo.

O método descrito por Borges et alli (1997) consta de doze etapas detalhadas a seguir e representadas graficamente na Figura 3.6.

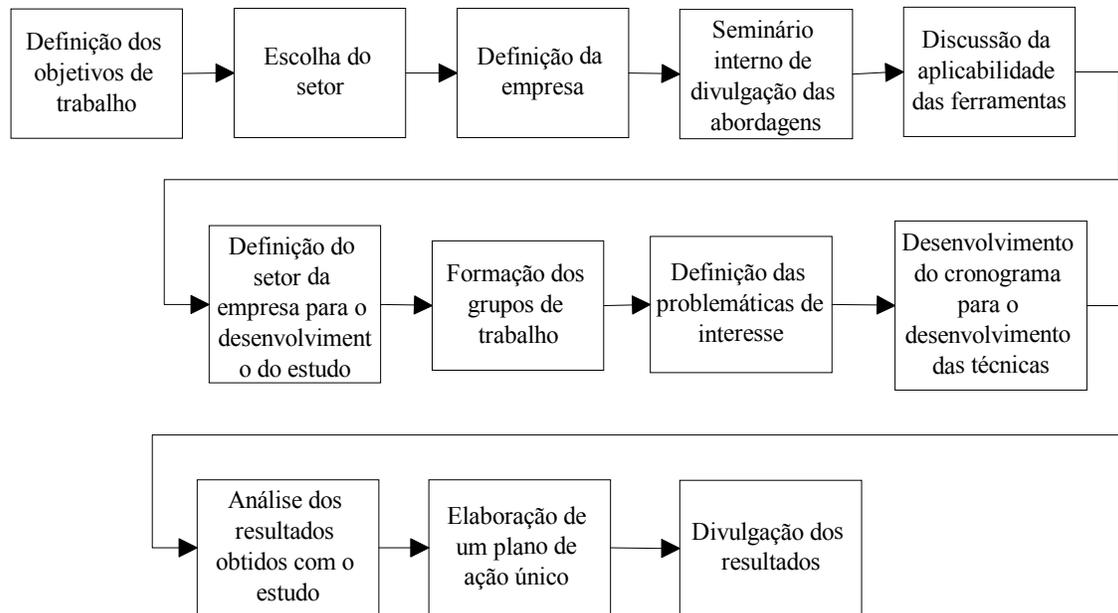


Figura 3. 6 - Descrição do método utilizado no estudo de caso 7.

1. Definição dos objetivos de trabalho

Na primeira etapa do estudo, a equipe formalizou os objetivos a serem alcançados com a pesquisa que tinha interesse puramente acadêmico, sendo ele a análise da sinergia da aplicação de técnicas de modelagem *hard* e *soft* em um mesmo ambiente organizacional.

2. Escolha do setor

Definiu-se qual setor teria mais demanda para utilizar o potencial destas duas ferramentas, e ainda, que sua utilização não tivesse sido ainda explorada do Brasil. Neste caso, optou-se pelo setor da saúde.

3. Definição da empresa

Através de pesquisa e negociações definiu-se uma empresa (Hospital) para o desenvolvimento do projeto.

4. Seminário interno de divulgação das ferramentas

Realizou-se dentro da empresa, para um grupo estratégico, um seminário para apresentar a potencialidade das ferramentas que seriam utilizadas.

5. Discussão da aplicabilidade das ferramentas

A partir de um melhor entendimento teórico das ferramentas fez-se uma discussão da aplicabilidade das técnicas, e como a empresa poderia melhor explorá-las.

6. Definição do setor da empresa para o desenvolvimento do estudo

Definiu-se qual setor interno da empresa poderia se beneficiar melhor com o estudo.

7. Formação dos grupos de trabalho

Formou-se dois grupos de trabalho para atuarem na implementação das técnicas no setor escolhido.

8. Definição das problemáticas de interesse

As problemáticas foram definidas pelos grupos, de acordo com as características de cada técnica.

9. Desenvolvimento de um cronograma para o desenvolvimento das técnicas

Definiu-se junto aos grupos, de acordo com a demanda de cada técnica, um cronograma para o desenvolvimento de seus métodos individuais de trabalho, respeitando o prazo para a finalização do projeto.

10. Análise dos resultados obtidos com o estudo

Cada grupo avaliou os seus resultados individualmente.

11. Elaboração de um plano de ação único a partir dos resultados globais do projeto.

A partir de uma análise global dos resultados, foi desenvolvido um plano de ação único, fruto de um entendimento amplo do setor estudado proporcionado pelas diferentes formas de abordagem das duas técnicas.

12. Divulgação dos resultados

Os resultados foram divulgados para todos os níveis da empresa, proporcionando uma discussão crítica sobre os mesmos.

3.5 ANÁLISE GLOBAL DOS MÉTODOS ADOTADOS NOS ESTUDOS DE CASOS

Pode-se observar que todos os grupos de trabalho tiveram, em geral, algumas etapas em comum dentro do método utilizado para o desenvolvimento do estudo. Estas etapas estão relacionadas com a implementação prática das técnicas dentro da empresa, tais como a definição do local para o estudo, a definição do grupo de trabalho da empresa, o seminário para nivelar os conhecimentos teóricos em relação às técnicas, a definição das problemáticas foco para o estudo e a implementação das técnicas específicas utilizadas.

Além destas etapas, cada um dos estudos apresentou em seu método de trabalho algumas etapas diferenciadas, julgadas importantes a partir da experiência de cada um dos grupos que trabalhou na pesquisa.

Borges et alli (Caso 1, 1999) e Walter & Klippel (Caso 4, 1999) destacam em seu método o desenvolvimento de um estudo teórico sobre as duas abordagens, bem como um estudo para o domínio da prática de execução das técnicas. O domínio das técnicas por parte dos pesquisadores aparece como pré-requisito para dar início ao trabalho. Outra etapa

que pode ser destacada neste método é a análise da sinergia feita após a avaliação dos resultados de cada uma das técnicas, indo ao encontro dos objetivos da pesquisa.

No método utilizado por Giani et alli (Caso 2, 1998) uma das etapas consta de uma visita à empresa escolhida com o objetivo de reconhecer os principais processos, procurando obter os primeiros *insights* de locais e situações potenciais para a realização do estudo. Outra etapa destacada neste método é a realização de uma discussão das deficiências da empresa percebidas pelo grupo de trabalho, antes que se tenha uma definição concreta das problemáticas a serem utilizadas como foco do estudo, definindo assim, os rumos do trabalho.

Nos métodos desenvolvidos por Tejera et alli (Caso 3, 1998) e Borges et alli (Caso 7, 1997) está apresentado como primeira etapa, a definição dos principais objetivos a serem alcançados com o trabalho. É importante que o grupo de pesquisadores tenha bem claro desde o início do trabalho quais resultados deseja obter com o estudo.

Tejera et alli (Caso 3, 1998) incluem, dentro da etapa de definição do cronograma, a realização de relatórios semanais para acompanhamento do projeto. Isso permite uma formalização do andamento do estudo adequando-o aos objetivos esperados com o trabalho.

Paese et alli (Caso 5, 1999) destacam em seu método a realização de uma estratégia que permita descrever qual a melhor maneira de explorar os benefícios da aplicação conjunta das duas técnicas, especialmente quanto se tem os problemas organizacionais muito desestruturados. Neste caso, por exemplo, optou-se por iniciar com o Pensamento Sistêmico, obtendo *insights* dos reais problemas, para só então dar início ao trabalho de Simulação Computacional.

Borges et alli (Caso 7, 1997) explicitam algumas etapas interessantes para o facilitar o desenvolvimento do estudo. A realização de um seminário anterior à formação dos grupos de trabalho, contando com a participação de pessoas estratégicas no gerenciamento da empresa, seguido de uma discussão do entendimento obtido. Isso faz com que o trabalho inicie com mais credibilidade por parte da empresa. Com este entendimento tem-se maior maturidade para melhor direcionar a sua aplicação, obtendo melhores

resultados com a utilização das técnicas propostas. Isto também facilita a definição dos problemas e a formação dos grupos de trabalho. A última etapa do método utilizado nesta pesquisa, divulgação dos resultados para todos os níveis da organização, é de extrema relevância quando se deseja implementar as ações de melhorias propostas. É preciso garantir o entendimento coletivo sobre os principais resultados, bem como o impacto que isso causará sobre todas as rotinas da organização. É o primeiro passo para buscar comprometimento na construção das melhorias propostas.

Schuch et alli (Caso 6, 1999), Paese et alli (Caso 5, 1999) e Borges et alli (Caso 7, 1997) salientam a realização de um plano de ação conjunta a partir dos resultados globais do estudo. Isto vai bem ao encontro à proposta do trabalho, qual seja avaliar a sinergia da aplicação simultânea das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional na construção de um diagnóstico mais amplo de situações problemáticas em ambientes organizacionais.

3.6 SUGESTÃO DE UM MÉTODO PARA A APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DAS TÉCNICAS DE PENSAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Após a análise dos métodos utilizados em cada um dos casos, propõe-se um método mais completo para ações futuras, o qual procura a sinergia e a complementaridade destas duas abordagens.

No método proposto, pode-se constatar 4 macro etapas e 13 sub-etapas as quais estão consolidadas na Figura 3.7. A seguir apresenta-se um detalhamento de cada macro-etapa a partir de sua decomposição em um conjunto de sub-etapas.

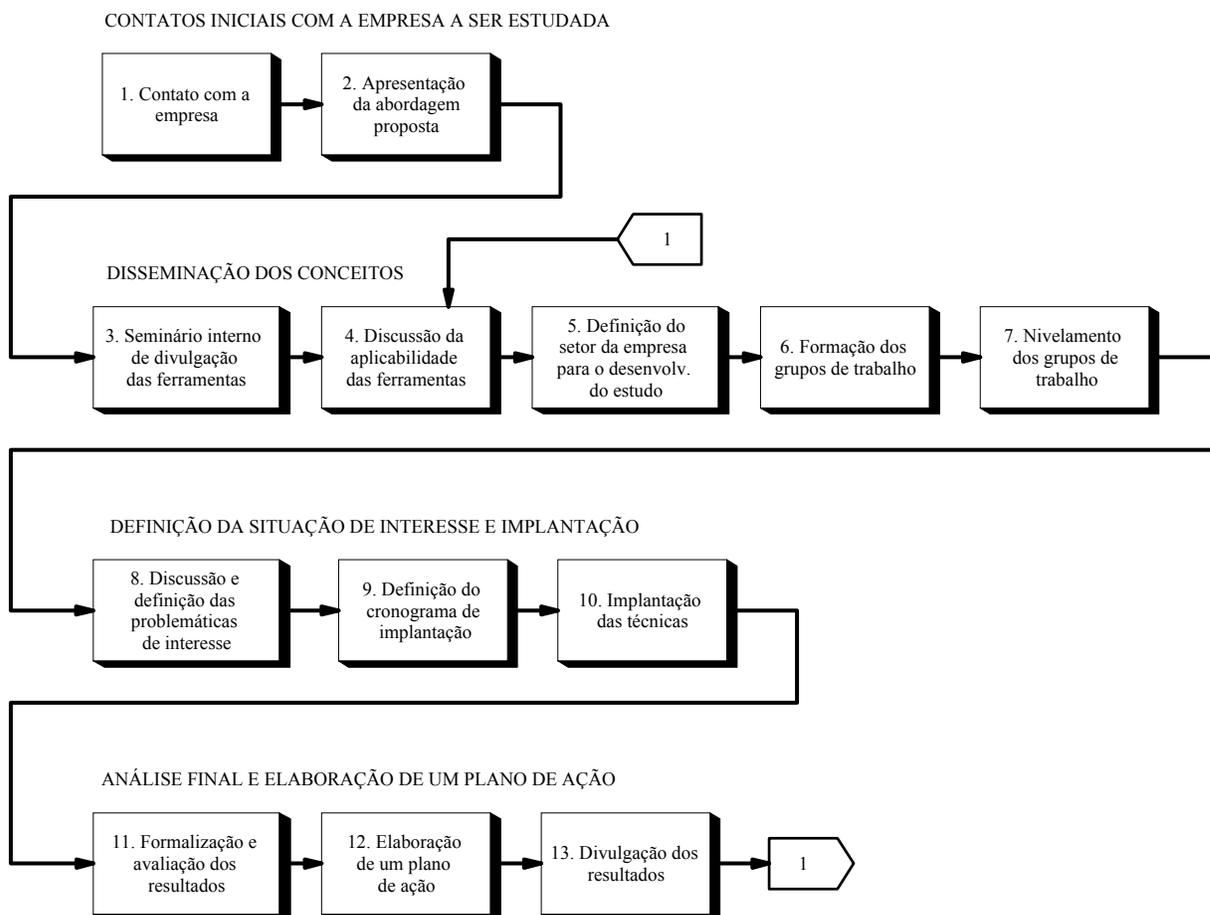


Figura 3. 7 - Método proposto para utilização conjunta da Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico.

- **CONTATOS INICIAIS COM A EMPRESA A SER ESTUDADA**

Esta macro-etapa refere-se ao contato formal com o grupo estratégico a empresa de interesse. Este grupo deverá ser formado por pessoas com poder de tomar ação frente à organização, pois elas é que darão apoio e respaldo para o desenvolvimento do projeto, bem como a implementação de suas sugestões de melhoria. Neste contato deverão ser apresentados os conceitos que envolvem as duas técnicas propostas, bem como seus benefícios, para que o grupo possa avaliar a potencialidade da abordagem em questão. Deve-se deixar claro para a empresa todos os pré-requisitos necessários para o desenvolvimento do estudo (tempo, pessoas, local, etc). É importante que, já nestas primeiras etapas, comecem a ser investigadas as reais necessidades na empresa, bem como

sua estrutura e seu funcionamento, podendo assim obter os primeiros *insights* para o direcionamento do projeto.

1. Contato com a empresa

Esta etapa refere-se aos contatos iniciais com a empresa em que se deseja realizar o estudo. Neste momento já deve-se tentar mostrar os benefícios da abordagem, visando despertar o interesse da empresa.

2. Apresentação da abordagem proposta

Em uma reunião formal com uma equipe estratégica da empresa, devem ser apresentados a abordagem proposta e os objetivos que podem ser alcançados com a mesma. Tendo em vista as características de animação gráfica, pertencentes à Simulação Computacional, sugere-se que nesse momento utilize-se dessa característica em particular, visando uma melhor aceitação dessa equipe estratégica. Caso o projeto seja aceito, deve-se estruturar com este grupo o andamento do projeto baseado nas próximas etapas.

- **DISSEMINAÇÃO DOS CONCEITOS**

Esta etapa contempla um processo de formação mínima necessária para o desenvolvimento prático do trabalho junto à empresa. Parte-se do princípio que é fundamental que os atores organizacionais estejam conscientes da aplicabilidade da abordagem proposta, dos principais conceitos envolvidos, quais problemas atacar e quais pessoas envolver. Isto, para que se possa explorar ao máximo a potencialidade de um projeto deste nível, podendo obter resultados efetivos em nível organizacional.

3. Seminário interno de divulgação das ferramentas

Realizar dentro da empresa, junto ao grupo estratégico, um seminário para apresentar a potencialidade das ferramentas que serão utilizadas. Deve-se explorar os benefícios individuais e conjunto das duas técnicas. Além do grupo estratégico, devem participar

representantes dos diversos setores da empresa, como Recursos Humanos, Informática, Controladoria, etc, que possam, em função das diferentes formações, vislumbrar as potencialidades das técnicas sob várias perspectivas e interesses.

4. Discussão da aplicabilidade das ferramentas

A partir de um melhor entendimento teórico das ferramentas proporcionar junto ao grupo estratégico uma discussão da aplicabilidade das técnicas, definindo como a empresa poderia melhor utilizar suas potencialidades. É importante que este grupo se mostre envolvido, fazendo com que a Organização perceba a relevância do projeto.

5. Definição do setor da empresa para o desenvolvimento do estudo

Definir, junto ao grupo estratégico, qual setor interno da empresa poderia beneficiar-se com o estudo. O projeto poderá apresentar um caráter de piloto, ou ser desenvolvido em uma abrangência mais ampla. Quando a empresa está interessada em testar a abordagem, experimentando sua potencialidade e os resultados por ela proporcionados, o projeto piloto é mais indicado. Através do piloto pode-se operar em uma problemática de limitada abrangência, necessitando menos tempo e recurso para o desenvolvimento do estudo. Dessa forma, pode-se obter resultados mais rápidos para uma reavaliação por parte do grupo estratégico, que pode vir a gerar replicações e desdobramentos do projeto. Caso a empresa prefira optar pela segunda possibilidade, e realizar o projeto com uma abrangência mais ampla, envolvendo mais recursos para o seu desenvolvimento, deve-se investir mais tempo no planejamento das atividades práticas do estudo. Deve-se dar uma atenção especial a etapa referente à definição do cronograma, descrita logo a seguir.

6. Formação dos grupos de trabalho

Devem ser escolhidas pessoas que se enquadrem dentro do perfil das técnicas propostas para a formação dos grupos de trabalho. Para que haja melhor aproveitamento da sinergia das duas técnicas, recomenda-se que os grupos de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico sejam formados pelas mesmas pessoas. Caso isso não seja

possível, no mínimo duas pessoas devem desempenhar este papel. O desenvolvimento da técnica de Pensamento Sistêmico requer pessoas representantes das diferentes áreas que se relacionam com a problemática em questão, agregando diferentes pontos de vista ao estudo. Já a Simulação Computacional requer pessoas que possuam conhecimentos mais específicos referente ao processo que será mapeado e modelado. É importante que algumas pessoas envolvidas com a Simulação tenham domínio de disciplinas *Hard* como Matemática e Informática, vistos que a construção do modelo envolve conceitos de estatísticos e operação de *softwares* computacionais.

7. Nivelamento dos grupos de trabalho

Os grupos de trabalho devem adquirir os conhecimentos mínimos sobre as ferramentas com a qual irão trabalhar. Recomenda-se que isto seja feito em forma de um seminário com toda a equipe de trabalho. O tempo do nivelamento vai depender muito da disponibilidade e interesse do grupo. No mínimo, os integrantes da equipe deverão conhecer as bases teóricas das técnicas e seus métodos de trabalho. É importante apresentar resultados de casos práticos já desenvolvidos, de maneira que se possa aumentar a credibilidade das pessoas. Em geral, um tempo entre 4 e 8 horas é suficiente para realizar este embasamento. No decorrer do estudo, novos conceitos precisarão ser repassados para que se possa desenvolver etapas específicas dos métodos de trabalho.

- **DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO DE INTERESSE E IMPLANTAÇÃO**

Esta etapa possui uma natureza bem mais operacional, devendo os interventores tomar o cuidado de manter o caráter global do projeto, sempre tentando convergir os resultados dentro da lógica proposta neste trabalho. O envolvimento nesta macro-etapa é mais intenso junto aos grupos de trabalho definidos para implantação.

8. Discussão e definição das problemáticas de interesse

Aproveitar o embasamento feito no nivelamento para discutir, a partir da percepção do grupo, quais são os principais problemas do setor em estudo, ou da organização como um todo, que serão abordados pelas ferramentas em questão. A abrangência das

problemáticas escolhidas será dada pela definição feita na etapa 5 deste método, referente a adoção de um projeto piloto ou de âmbito global.

9. Definição de um cronograma de implantação

Definir junto aos grupos, de acordo com a demanda de cada técnica, um cronograma para o desenvolvimento dos métodos de trabalho de cada uma delas, respeitando o prazo para a finalização do projeto. Dentro do cronograma deve estar previsto a confecção e a apresentação de relatórios semanais de acompanhamento do projeto. Desta forma, garante-se que haverá um fluxo de informações entre as equipes de trabalho a respeito dos resultados prévios que estão sendo adquiridos no processo de construção dos modelos de cada técnica. Este fluxo de informações é importante para reforçar a sinergia entre as duas abordagens específicas.

10. Implantação das técnicas

Nesta etapa as equipes de trabalho deverão implementar as técnicas utilizando os passos descritos em seus métodos individuais de trabalho. O Pensamento Sistêmico possui o diálogo como fonte principal dos dados para a construção de seu modelo. Desta forma, todo o trabalho precisa ser desenvolvido junto ao grupo de trabalho, em reuniões pré-estabelecidas na etapa 9 deste método. Para o caso da Simulação Computacional, os encontros com a equipe de trabalho não são realizados periodicamente, acontecendo de acordo com a necessidade de dados para alimentar os modelos e análises críticas dos mesmos. Nas fases onde os modelos são construídos dentro do *software* de simulação, por exemplo, a necessidade de reuniões diminui bastante, pois o trabalho depende bastante das habilidades dos pesquisadores.

- **ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO E ANÁLISE FINAL**

Esta macro-etapa representa a parte conclusiva do trabalho, onde um plano de ação para melhorias deve ser desenvolvido a partir dos resultados do projeto como um todo. Devem ser avaliados os resultados individuais e, principalmente, conjuntos obtidos com o estudo. A divulgação dos resultados é fundamental para que se

compartilhe os frutos do projeto, buscando envolver as pessoas que não atuaram em um nível operacional, principalmente, para que se possa buscar o comprometimento das mesmas na execução das melhorias.

11. Formalização e avaliação dos resultados

Cada grupo deve discutir os seus resultados individuais, formalizando o diagnóstico feito através da utilização de cada uma das técnicas. Mesmo que as técnicas tenham sido aplicadas em problemas específicos, com métodos diferentes, o fato de ter existido um constante fluxo de informação entre elas (em função das pessoas que integraram os dois grupos e da apresentação de relatórios periódicos contendo as conclusões até então obtidos), faz com estes resultados sejam avaliados com base no entendimento global do projeto.

12. Elaboração de um plano de ação

A partir dos resultados avaliados para cada técnica, deve-se desenvolver um plano de ação futuro de melhorias efetivas, dentro dos limites da organização onde foi desenvolvido o trabalho. Este plano deve apresentar tanto medidas mais específicas, resultantes da técnica de Simulação Computacional, como as ações mais abrangentes de alavancagem sugeridas pelo estudo de Pensamento Sistêmico. Dentro do plano de ação deve ser realizado um estudo para identificar, inclusive, seqüência de prioridades nas ações. É importante envolver o grupo estratégico nesta etapa, para garantir que todas as ações sejam passíveis de serem executadas.

13. Divulgação dos resultados

Os resultados obtidos com o trabalho, bem como o plano de ação de melhorias desenvolvido, devem ser apreciados pela organização como um todo. Esta apresentação deve ser realizada em forma de seminários, contendo espaço para discussão e análise crítica do projeto como um todo, com ênfase nos resultados e plano de ação proposto. Esta etapa deve contar com a participação do maior número de pessoas possível,

buscando envolver e comprometer todos os níveis da organização com a implementação das ações sugeridas.

De posse dos resultados do trabalho e do plano de ação proposto, deve-se partir para as ações práticas de melhorias. Neste momento deve-se também estender a abordagem para novos problemas da empresa envolvendo mais pessoas neste processo. Para isso, deve-se voltar para o passo 4 do método proposto (conforme indica a Figura 3.7), onde serão discutidas novas aplicabilidades para as ferramentas dentro da organização, retomando a partir daí as etapas seguintes para a evolução da abordagem. Dentro deste contexto, onde envolve uma realimentação na seqüência de atividade, pode-se configurar este método proposto como um processo de melhoria contínua.

Uma questão importante de ser ressaltada refere-se a sub-etapa 11, que diz respeito à aplicação das duas técnicas, configurando a fase mais operacional do método. Dentro dos casos selecionados para o estudo, bem como na sugestão do método proposto de trabalho, de forma geral, as duas técnicas foram aplicadas individualmente, abordando as problemáticas a elas atribuídas. O elo de ligação entre as elas, para que se pudesse realizar um estudo de sinergia, foi representado pelas pessoas que integraram os dois grupos e pelas reuniões periódicas para análise de resultados, garantindo a existência de um fluxo de informação entre uma técnica e outra. Estudos futuros poderão ampliar esta etapa, discutindo sobre formas de aperfeiçoar o desenvolvimento paralelo destas duas atividades, de maneira que se possa potencializar a abordagem proposta neste trabalho.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo descrever e analisar os estudos de casos de interesse e desenvolver uma proposta de um método global para utilização das técnicas analisadas. Foram descritos 7 estudos, os quais utilizaram conjuntamente a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico. Pode-se constatar, a partir da avaliação dos métodos de aplicação, várias semelhanças entre os mesmos, as quais serviram como linha guia para a formulação/proposição do método global.

O método de aplicação proposto contém 4 macro-etapas e 13 sub-etapas, as quais foram apresentadas em detalhe. É importante destacar neste método o processo de realimentação por ele apresentado, representando um processo de melhoria contínua através da utilização das técnicas propostas para o estudo.

No próximo capítulo será dada ênfase a análise global da potencialidade de sinergia entre as técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional, tendo como base os resultados descritos nos estudos de casos e entrevistas realizadas com os autores dos mesmos.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SINERGIA ENTRE A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO SISTÊMICO

A análise considerada neste capítulo tem como objetivo apresentar criticamente aspectos - principais diferenças entre as duas formas de abordar os sistemas organizacionais, vantagens, sugestões e dificuldades - relacionados à utilização conjunta das duas técnicas de interesse. Para tanto foram realizadas duas análises:

- Comparação entre as técnicas e análise da sinergia a partir da descrição dos casos: nesta etapa o estudo foi construído tendo como base alguns critérios de comparação e sinergia identificados a partir dos casos;

- Apresentação da percepção dos autores dos casos: nesta etapa os autores dos trabalhos foram entrevistados com o objetivo de extrair suas percepções associadas à sinergia proposta, consideradas a partir da experiência prática.

4.1 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASOS

A partir dos estudos de casos foram extraídas as informações necessárias para realizar uma análise de sinergia entre a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico. Primeiramente foi desenvolvido um estudo comparativo entre as duas técnicas, seguido do levantamento dos benefícios da utilização concomitante das mesmas em um mesmo ambiente organizacional. Em seguida será feita uma análise das limitações, finalizando com as ações de melhorias sugeridas para potencializar a proposta.

4.1.1 AVALIAÇÃO DA SINERGIA A PARTIR DE PARÂMETROS BASE DE COMPARAÇÃO

Os trabalhos desenvolvidos por Borges et alli (Caso 1, 1999), Giani et alli (Caso 2, 1998), Tejera et alli (Caso 3, 1998) e Walter & Klippel (Caso 4, 1999) apresentam uma comparação entre as técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico a partir da experiência prática da implementação de seus métodos dentro do ambiente organizacional. Esta análise irá utilizar como base a mesma estrutura construída nestes estudos composta de 5 tópicos de comparação. A seguir serão apresentados cada um destes tópicos, uma breve explicação sobre eles, seguidos da análise crítica feita a partir dos estudos de casos.

A) TEMPO DE DEDICAÇÃO

Com este tópico foi avaliada a dedicação necessária para cada uma das técnicas, ou seja, quanto cada uma delas demandou do tempo total dedicado para a realização do projeto.

Com relação ao tempo de dedicação, os casos que manifestaram esta comparação⁸ tiveram praticamente a mesma posição. As comparações ocorreram de duas formas: i) percentual de tempo em relação à carga horária total dedicada individualmente a cada uma das técnicas, utilizado dentro e fora da empresa estudada e ii) percentual da carga horária demandada por cada uma das técnicas em relação ao tempo total dedicado ao projeto.

i) Avaliação do tempo de trabalho dedicado a cada uma das técnicas dentro e fora da empresa:

No desenvolvimento dos trabalhos de Pensamento Sistêmico constatou-se que a carga de trabalho demandada dentro da empresa foi consideravelmente maior, já que todo o desenvolvimento desta técnica deve ser realizado junto ao grupo de trabalho. O trabalho extra relaciona-se apenas ao tratamento e análise dos dados oriundos das discussões proporcionadas pela técnica, documentando assim, as informações obtidas. Este trabalho extra se fez mais presente nas etapas finais do trabalho.

Nas tarefas associadas à Simulação Computacional todas as atividades envolvidas no método de trabalho são de competência do pesquisador. Desta forma, este estudo recebe apenas auxílio do grupo de trabalho em atividades como levantamento do fluxo, coleta de dados, validação do modelo, definição dos cenários, entre outras, requerendo pouco tempo de dedicação por parte dos pesquisadores dentro da empresa⁹. O trabalho extra é bem mais intenso, pois todo o tratamento dos dados, construção e simulação dos modelos são realizados pelos pesquisadores.

⁸ Estudos descritos por Borges et alli (Caso 1, 1999), Giani et alli (Caso 2, 1998), Tejera et alli (Caso 3, 1998), Walter & Klippel, (Caso 4, 1999), Schuch et alli (Caso 6, 1999) e Borges et alli (Caso 7, 1997).

⁹ Cabe ressaltar que nos casos avaliados não foi priorizado em seus objetivos o repasse tecnológico das técnicas em questão para os profissionais da empresa. Caso isso tivesse acontecido, os resultados com relação ao tempo de dedicação poderiam ter apresentados comportamentos diferentes. Essa questão estará inserida nas sugestões de trabalhos futuros.

Giani et alli (Caso 2, 1998) descrevem em seu trabalho que 90% do tempo dedicado ao Pensamento Sistêmico foi utilizado dentro da empresa junto com o grupo de trabalho. Na simulação os autores relatam o inverso. 10% do tempo foi utilizado dentro da empresa e o restante, 90 %, dedicados a trabalhos extras. Apesar destes valores percentuais não poderem ser generalizados, pois são descritos apenas em Giani et alli (Caso 2, 1998), parecem ser consistentes se comparados com as percepções descritas pelos outros autores.

ii) Avaliação do tempo dedicada a cada uma das técnicas em relação ao tempo total dedicado ao projeto

Conforme já colocado anteriormente, o trabalho com Pensamento Sistêmico é desenvolvido dentro da empresa através de uma interação direta entre o grupo de pesquisadores e a equipe de trabalho deslocada para o estudo. Todo o modelo é construído através da exposição e discussão dos pontos de vista a respeito da situação proposta. Estas reuniões são agendadas durante a fase de elaboração do cronograma de implantação de acordo com a necessidade para evolução do método. Desde o início se tem uma idéia clara do tempo necessário para a utilização desta técnica. A Simulação Computacional demanda mais atividades fora da empresa, sem a participação do grupo de trabalho. O desenvolvimento das etapas do método depende muito mais dos conhecimentos técnicos dos pesquisadores. O tempo para o desenvolvimento do trabalho depende fortemente da complexidade do modelo e da disponibilidade dos dados necessários para alimentá-lo. Sendo assim, torna-se complexo o dimensionamento do tempo necessário para a prática desta abordagem. As experiências dos grupos de pesquisas avaliados, demonstraram que a abordagem construída com o Pensamento Sistêmico, em função das considerações acima descritas, demandou menos tempo que o trabalho desenvolvido com Simulação Computacional.

Borges et alli (Caso 1, 1999) e Tejera et alli (Caso 3, 1998) descrevem em seus trabalhos valores percentuais associados a utilização de cada uma das abordagens. Segundo os autores, aproximadamente 35% do tempo global foi alocado ao desenvolvimento do trabalho Pensamento Sistêmico e os 65% restantes, foram alocados ao trabalho de Simulação Computacional. Embora os demais autores não tenham explicitado esta

conclusão quantitativamente, pode-se perceber a concordância dos mesmos com relação a esta distribuição temporal.

B) PERFIL DOS GRUPOS

Este tópico descreve e analisa a maneira como foram formados os grupos da empresa, destacando o perfil das pessoas que interagiram para a evolução dos projetos.

Os grupos de trabalho foram formados de acordo com as exigências de cada ferramenta. Esta comparação está descrita nos trabalhos de Borges et alii (Caso 1, 1999), Tejera et alii (Caso 3, 1998), Giani et alii (Caso 2, 1998) e Borges et alii (Caso 7, 1997).

Para o trabalho do Pensamento Sistêmico, que necessita uma compreensão global das situações em estudo, foi necessária uma composição heterogênea do grupo, de modo que todas as áreas envolvidas da empresa participem do trabalho. O grupo foi composto por aproximadamente seis pessoas, escolhidas por possuírem diferentes pontos de vista a respeito do problema destinado para o estudado. Dentre estas, estavam pessoas da organização com poder de decisão frente à instituição, aumentando assim a autoconfiança do grupo, devido à possibilidade de implementação das medidas de melhoria observadas no trabalho.¹⁰

Com relação ao estudo de simulação, foram escolhidas pessoas com conhecimentos associados aos processos foco da análise. Isto porque as informações a serem coletadas, na maioria das vezes, se encontravam apenas no setor onde o trabalho foi realizado. Também deve compor o grupo pessoas com domínio de conhecimentos técnicos, como matemática e informática, facilitando a assimilação das abordagens estatísticas utilizadas e do desenvolvimento do modelo em um *software* computacional. Como a análise do modelo serve como referência para a tomada de decisões que visam melhorias

¹⁰ Quanto a ter no grupo pessoas com poder de tomar ação frente a instituição, deve-se tomar alguns cuidados. Em alguns casos, o grupo pode conter pessoas com 'fobia do chefe', limitando a sua expressão na construção do modelo qualitativo. Desta forma, em alguns casos, este requisito pode vir a ser descartado. Esta questão deverá ser discutida nas etapas de planejamento do projeto.

em processos, torna-se importante a participação de integrantes do grupo estratégico gerencial da empresa.

O mais recomendado, para o aumentar a sinergia entre as duas abordagens durante a realização do estudo, seria desenvolvê-lo através de um só grupo que contemplasse todas as características demandadas pelas duas técnicas. O grupo teria pessoas: i) com diversos pontos de vista a respeito da problemática foco da análise sistêmica; ii) com conhecimentos específicos a respeito dos processos destinados ao estudo de Simulação; iii) com conhecimentos técnicos como matemática e informática; e iv) com poder para tomar ações frente a instituição. Desta forma, o fluxo de informações entre as técnicas seria garantido, pois todas as pessoas estariam experimentando as duas formas distintas de abordagens. Apenas Borges et alli (Caso 1, 1999) e Schuch et alli (Caso 6, 1999) descrevem ter operado com um único grupo, destacando esta ação como positiva. Em geral, nos casos descritos, esta medida não pode ser praticada por limitações, disponibilidade, ou interesse das pessoas e das empresas em questão. Pelo menos dois profissionais participaram de todo o estudo mantendo, assim, a ligação mínima necessária entre as duas equipes.

C) ATUAÇÃO DO PESQUISADOR

Este tópico procura avaliar a forma de participação dos pesquisadores que atuaram no desenvolvimento do projeto. Neste tópico de análise todos os grupos apresentaram a mesma descrição, colocando a atuação do pesquisador de maneira bem distinta nas duas abordagens propostas.

No trabalho de Pensamento Sistêmico o grupo da empresa se fez presente em todos os encontros, atuando diretamente para o seu desenvolvimento, seguindo assim, todas as etapas do método sistêmico. O pesquisador atuou apenas como um facilitador do método, dirigindo o grupo para a elaboração do mesmo. Todas as questões foram amplamente discutidas antes de serem formalizadas. Inclusive as conclusões foram construídas pelo grupo, obtendo apenas suporte técnico dos pesquisadores. Desta forma, pode-se legitimar o conjunto de resultados obtidos e aumentar a sua aceitação. As intervenções do pesquisador foram feitas com a intenção de manter o foco do trabalho,

evitando o desvio em relação aos objetivos propostos. Coube também ao facilitador dar todo o suporte de conhecimento necessário para a utilização da ferramenta e ditar o ritmo das reuniões, a fim de manter os prazos. Isso porque as questões levantadas ocasionavam debates, que por vezes fugiam o escopo do projeto.

A responsabilização pelo resultado ficou diluída entre os pesquisadores e a organização, deixando transparecer um sentimento de co-autoria por parte do grupo da empresa.

Na Simulação Computacional a atuação do pesquisador foi bem mais intensa, devido a necessidade de conhecimento técnico a respeito da ferramenta. Sendo assim, todas as atividades envolvidas no método de trabalho ficaram por conta do pesquisador, envolvendo a equipe apenas na obtenção dos dados, validação do modelo construído, bem como na análise dos cenários alternativos. A carga de trabalho e a responsabilidade dos pesquisadores com relação aos resultados foram maiores nessa técnica, exigindo uma interação com a empresa de forma mais operacional, sem haver um repasse de conceitos teóricos para o grupo. Constata-se que, só se poderia trabalhar de outra forma caso o projeto fosse desenvolvido em um prazo hábil para o repasse dos conceitos desta abordagem, que apresentam uma certa complexidade teórica, exigindo conhecimentos em matemática, estatística, informática, entre outros.

D) ACEITAÇÃO DO USUÁRIO

Este tópico avalia a aceitação dos grupos de trabalho para com as técnicas utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Em todos os casos descritos, a abordagem utilizada para entrada e elaboração dos projetos nas empresas foi a Simulação Computacional. Isto se explica pelo fato de que as pessoas em geral possuem algum conhecimento tácito associado a esta abordagem, entendendo facilmente a sua aplicação na tomada de decisões estratégicas dentro das organizações. O Pensamento Sistêmico possui em suas bases uma abordagem pouco conhecida pelas empresas, incorporando reuniões com rotinas de discussão e análise que

fogem às abordagens tradicionais utilizadas¹¹. Devido a esta questão houve, no início dos projetos, uma certa resistência à aceitação do Pensamento Sistêmico por parte das empresas.

Partindo da proposta preliminar, os grupos de trabalho das empresas, em geral, não conseguiram vislumbrar as reais aplicações do Pensamento Sistêmico. Com o decorrer do trabalho, verificou-se uma inversão de percepção por parte dos atores organizacionais. O Pensamento Sistêmico, por envolver mais as pessoas, procurando retratar as suas realidades dentro da organização, utilizando uma linguagem simples, focada no diálogo, conquistou níveis de aceitação e envolvimento crescentes ao longo do estudo.

A Simulação Computacional como apresenta um caráter mais técnico, exigindo da equipe conhecimentos específicos mais complexos, e também pelo fato de envolver menos as pessoas da empresa, apresentou momentos onde pode-se observar uma redução na aceitação do grupo de trabalho. Entretanto, nas etapas de construção do modelo e apresentação dos resultados derivados da pesquisa, houve um fortalecimento do interesse dos diferentes grupos no trabalho desenvolvido.

Ao final dos dois trabalhos, onde os grupos puderam avaliar os resultados obtidos com o estudo, identificou-se um alto nível de aceitação das duas ferramentas.

Neste caso pode-se destacar que a aceitação do usuário com relação às duas abordagens propostas depende do conhecimento das proposições e seus objetivos envolvidos, bem como o grau de participação dos usuários na construção dos modelos.

Um exemplo interessante de como variou a aceitação do usuário está descrito no trabalho desenvolvido por Schuch et alli (Caso 6, 1999). Este grupo procurou manter uma alternância entre as reuniões das duas abordagens. Segundo eles esta estratégia revelou-se bastante positiva no decorrer do trabalho, pois:

¹¹ As abordagens tradicionais estão relacionadas com ações isoladas baseadas em eventos, que são decorrentes das necessidades das rotinas do dia-a-dia. São típicas da cultura de 'apagar incêndios'. A grande quantidade destas pequenas ações, em geral, não disponibiliza as pessoas para atividades de desenvolvimento de medidas mais estratégicas de médio e longo prazo, que podem realmente apontar melhorias efetivas para a Organização.

- De início, o grupo de trabalho estava bastante motivado com respeito à Simulação. Porém, devido a repetitividade das reuniões para a coleta de dados e por ser um assunto mais técnico, a aceitação do grupo foi decrescendo;
- Já as reuniões de Pensamento Sistêmico iniciaram com um descrédito por parte do grupo de trabalho. À medida que o trabalho avançava e as influências entre os fatores ficavam visíveis, a aceitação do grupo começou a aumentar.

E) POSSIBILIDADE DE MELHOR ENTENDIMENTO DO SISTEMA PRODUTIVO

Este parâmetro avalia o entendimento que cada técnica proporciona em relação à situação proposta para o estudo. Uma das hipóteses deste trabalho de dissertação é que a sinergia da aplicação simultânea das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional está relacionada com a forma diferenciada de entendimento dos processos proporcionada pelas duas abordagens.

Por possuírem enfoques diferenciados cada uma das ferramentas proporcionou uma forma distinta de entendimento dos processos produtivos dentro das organizações.

O Pensamento Sistêmico, como explora os modelos mentais dos integrantes da equipe de trabalho, produz um entendimento estruturado qualitativo global do sistema estudado. A realidade é mapeada (dentro dos limites pré-definidos no planejamento do projeto), permitindo uma avaliação das relações dos diversos fatores que constituem o modelo institucional. Como o entendimento do processo se deu de maneira parcimoniosa e uniforme entre os membros da equipe de trabalho, a elaboração do plano de ação, ao final do trabalho, não foi construída de forma polêmica, conforme costumavam ser as reuniões no início do trabalho.

A Simulação, por sua vez, possibilitou um entendimento mais pontual do processo analisado. A obtenção dos dados quantitativos, a construção dos modelos e análise dos cenários, fez com que o grupo repensasse as rotinas de trabalho envolvidas no estudo.

Este entendimento mais específico dos processos é importante, pois avalia, através de indicadores quantitativos, os problemas específicos percebidos como sendo críticos para a organização.

Pode-se perceber que o Pensamento Sistêmico desenvolve um entendimento compartilhado do processo em questão. Parte do pressuposto que cada pessoa possui conhecimentos específicos a respeito da realidade que devem ser partilhados entre os diferentes níveis organizacionais, aumentado entendimento global dos processos e entendendo, principalmente, a natureza de suas relações.

A Simulação Computacional, parte do pressuposto que os processos críticos já são conhecidos, bem como os problemas já estão estruturados, carecendo apenas de ferramentas que possam apoiar decisões referentes aos mesmos. O desenvolvimento dos modelos possibilita novas percepções a respeito dos processos em questão, visto que permite avaliar o comportamento de cenários alternativos desenvolvidos para os mesmos. Borges et alli (Caso 7, 1997) colocam em seu trabalho, que o primeiro modelo computacional foi desenvolvido apenas para comprovar uma medida que seria tomada pela empresa. Após a análise do modelo, pode-se concluir que essa medida, caso fosse empreendida, traria conseqüências negativas para o sistema.

A Tabela 4.1 apresenta um resumo da análise comparativa realizada entre as técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.

Tabela 4.1 - Resumo da Comparação Descrita.

		Simulação	Pensamento Sistêmico
Tempo de dedicação	% de tempo relativo ao tempo despendido na organização	Menor quantidade de tempo	Maior parte do tempo - trabalho realizado com os atores do sistema
	% de tempo relativo ao tempo global utilizado em todo o projeto	Maior quantidade de tempo	Pouco tempo
	% de tempo associado a cada técnica (dentro/fora da empresa)	(10/90)	(90/10)
	Perfil dos grupos	Grupo técnico – formado por representantes do grupo de P.S.	Grupo heterogêneo – todas as áreas envolvidas
	Papel do pesquisador	Realizou a maioria das atividades do método devido ao caráter técnico. Responsabilidade do pesquisador	Facilitador – intervenção para manter produtividade e foco. Responsabilidade dividida no grupo
	Aceitação do Usuário	Utilizada como facilitadora para a entrada nas organizações. Em certos momentos queda de motivação devido ao caráter técnico.	Resistência inicial (devido ao formato – reuniões – do método). A partir de seu desenvolvimento alcançou altos níveis de aceitação
	Aceitação/ Motivação final dos grupos	Alta	Alta
	Possibilidade de melhor entendimento do sistema	Entendimento pontual do processo analisado	Entendimento estruturado qualitativo global

4.1.2 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO SIMULTÂNEA DAS DUAS TÉCNICAS REPORTADAS A PARTIR DOS CASOS

Após ter-se avaliado as diferenças percebidas entre as duas abordagens, nesta seção serão descritos os benefícios de suas utilizações simultâneas em um mesmo ambiente organizacional descritas a partir de uma análise crítica dos sete casos estudados neste trabalho de dissertação.

Todos os trabalhos descreveram como positiva a experiência de uso concomitante das técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico. Os benefícios apresentados seguiram uma mesma linha, retratando como as duas formas diferentes de abordar a realidade foram complementares para melhor entender e estruturar os problemas organizacionais. Os benefícios serão relacionados a partir de 5 parâmetros, descritos abaixo:

A) COMPARTILHAMENTO DOS DADOS

A forma diferenciada como cada uma das técnicas aborda os dados disponíveis na organização foram complementares durante a realização dos trabalhos. Os dados quantitativos levantados para o estudo de Simulação Computacional puderam avaliar questões mais específicas da análise realizada pelo grupo. Quando levadas para a discussão da análise sistêmica, geravam novos *insights* ao debate, podendo ser avaliadas causas e conseqüências do comportamento destes dados. Da mesma forma, os dados qualitativos, oriundos das percepções expostas no grupo de Pensamento Sistêmico direcionavam o foco do estudo de Simulação Computacional.

Um requisito importante para que haja este compartilhamento de dados qualitativos e quantitativos é a presença de pessoas que integrem a evolução das duas técnicas. Participando dos dois grupos elas serão também responsáveis pela obtenção das informações apresentadas, eliminando a impressão de serem apenas ‘dados apresentados ao grupo’, sem conhecimento de sua origem. Sendo assim, estes dados terão maior credibilidade, podendo mais facilmente gerar as informações necessárias para complementar a construção dos modelos.

A prática de compartilhar formalmente os dados está descrita no trabalho de Borges et alli (Caso 7, 1997). Como o trabalho que estava sendo avaliado através da Simulação iria implicar em grandes mudanças, os resultados obtidos eram discutidos pelo grupo de Pensamento Sistêmico para análise crítica, o que levou a um redirecionamento do modelo construído. Foram testados novos modelos e cenários, julgados mais adequados para a melhoria do setor em estudo. No trabalho de Borges et alli (Caso 1, 1999) ocorreu o contrário. Houve um redirecionamento do foco do trabalho de Pensamento Sistêmico, através da análise dos dados investigados no trabalho de simulação. Estes dados iam contra o foco da discussão, resultando em uma reestruturação da descrição da problemática raiz do estudo de Pensamento Sistêmico.

B) ESTRUTURAÇÃO DOS PROBLEMAS DA ORGANIZAÇÃO

As duas abordagens apresentam meios diferentes de avaliar e estruturar os problemas organizacionais. A técnica de Pensamento Sistêmico é bastante generalista, procurando avaliar os problemas não apenas dentro do setor estudado, mas situar a sua relação com o sistema ao qual eles estão inseridos. Por outro lado, a Simulação Computacional avalia processos específicos, com fronteiras bastante definidas, podendo explorar pontos problemáticos específicos do sistema.

As duas abordagens isoladas podem apresentar algumas deficiências na estruturação dos problemas da organização. Ser generalista demais com o Pensamento Sistêmico, sem poder testar e comprovar detalhes das questões levantadas, e específico demais com a Simulação Computacional, correndo o risco de atacar apenas sintomas de problemas maiores.

A partir das experiências dos grupos, trabalhando-se com as duas ferramentas simultaneamente, o modelo construído para a realidade se tornou mais completo, pois explorou as características *hard* e *soft* das abordagens de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico, respectivamente. Ao final do trabalho, os reais problemas da organização se apresentaram de maneira mais clara e estruturada, visto que foram desenvolvidos através de um processo de realimentação entre uma técnica e outra.

C) MOTIVAÇÃO NO PROJETO

Naturalmente, cada uma das técnicas apresentou picos de motivação que variaram diferentemente em seus métodos de trabalho utilizados. Em geral o Pensamento Sistêmico iniciou com pouca credibilidade por parte dos grupos, que não estavam acostumados a abordar os problemas organizacionais de forma qualitativa. À medida que os trabalhos foram tomando forma e o entendimento do grupo passou a ser compartilhado, pode-se identificar aumento na motivação e participação das pessoas envolvidas.

A Simulação Computacional iniciou como principal ferramenta, tendo os grupos bastante motivados para a sua execução. Foi identificada uma baixa de motivação no meio do processo. Isso é explicado porque, durante a fase de construção do modelo computacional, o grupo de trabalho é pouco envolvido, ficando a responsabilidade a cargo da equipe de pesquisadores.

Desta forma, avaliando globalmente os projetos, verifica-se que todos eles conseguiram manter as pessoas uniformemente envolvidas e engajadas no trabalho. Conforme afirmaram Shuch et alli (Caso 6, 1999) o pico de motivação de uma técnica compensou um período de desmotivação de outra.

A Figura 4.1 apresenta um traçado do padrão de comportamento para a motivação dos grupos de trabalho da empresa com relação às técnicas de Simulação Computacional e Pensamento Sistêmico. Esta curva foi mapeada qualitativamente utilizando as percepções descritas pelos autores dos estudos de casos, destacando os picos de alta e baixa de motivação durante a evolução dos projetos.¹²

¹² Senge et alli (1997) coloca que para avaliar padrões de comportamento, não deve ser concentrado esforço para a obtenção de dados exatos. Basta apenas traçar a impressão geral da tendência obtida através de percepções compartilhadas, principalmente quando se trata de dados qualitativos, como é o caso da motivação.

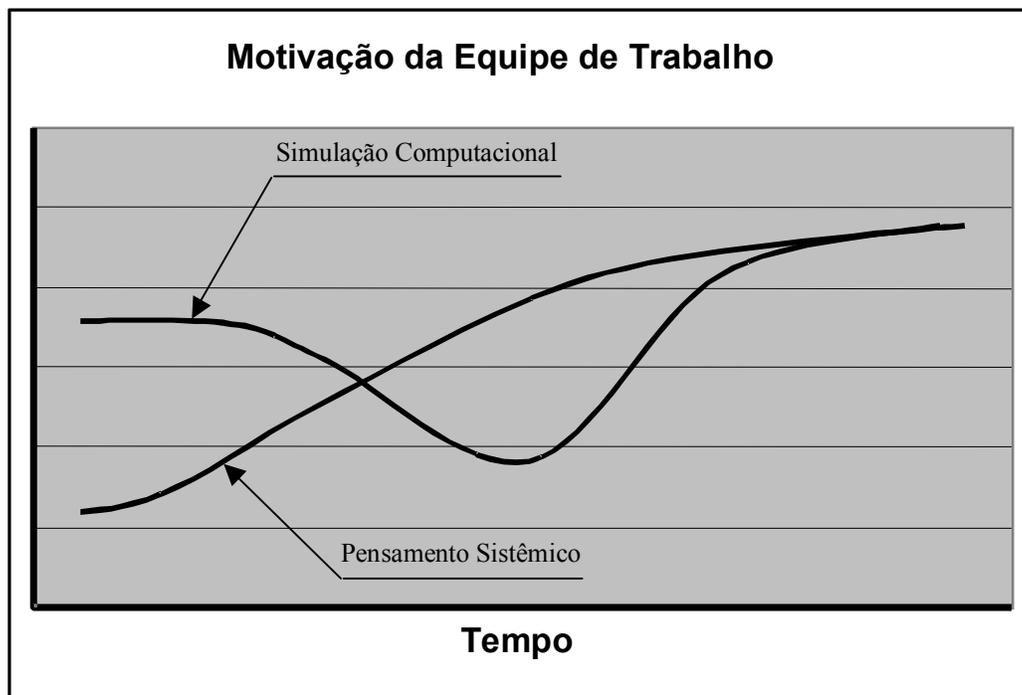


Figura 4. 1 - Representação gráfica da motivação do grupo ao longo do estudo.

Conforme está representado na figura, no início do projeto as expectativas da equipe de trabalho estão centradas no desenvolvimento da Simulação Computacional. Nas primeiras atividades onde é formulado o problema, definidos os cenários alternativos, mapeado o processo e determinado os dados que serão necessários para o modelo, a motivação do grupo ainda é alta. Isto porque estas atividades são todas realizadas junto ao grupo de trabalho. A motivação começa a diminuir bruscamente (de forma exponencial) quando as atividades começam a ser realizadas sem a participação direta da empresa, onde o trabalho depende da habilidade técnica da equipe de pesquisadores. É o momento em que o modelo é construído em um *software* de simulação específico. O grupo só é consultado para eliminar dúvidas que ocorrerem durante este processo. Depois de ter o modelo pronto e validado, bem como os cenários construídos, o grupo volta a participar ativamente, apresentando um pico de motivação. Neste momento o grupo passa a testar seus modelos mentais através dos cenários propostos, obtendo as informações necessárias para a elaboração do plano de melhorias para o processo em questão.

Ao contrário da Simulação, o Pensamento Sistêmico inicia com um certo descrédito, principalmente devido à falta de cultura nas organizações de realizar reuniões focadas apenas na discussão dos problemas. No início, o grupo apresenta um sentimento de estar perdendo tempo debatendo problemas que, em princípio, parecem já ser de conhecimento de todos. Conforme o método vai evoluindo, principalmente nas etapas de definição de fatores importantes do sistema e traçado de seus comportamentos ao longo do tempo, sempre através da exposição dos pontos de vista diferenciados, novos *insights* a respeito da problemática começam a surgir, elevando o grau de motivação. O crescimento da motivação é significativo até o desenvolvimento do mapeamento sistêmico, onde são descritas as relações de causa e efeito dos fatores. A partir daí, a motivação continua aumentando, de maneira mais suave, até a elaboração do plano para alavancagem do sistema.

Conforme pode ser visualizado na Figura 4.1 (representação gráfica da motivação do grupo ao longo do estudo), a motivação apresenta o seu pico mais alto ao final do trabalho, quando os resultados das duas técnicas convergem para a elaboração de um plano de ação futura, baseado no conjunto global de informações obtido com o estudo.

D) TRATAMENTO DA COMPLEXIDADE DA REALIDADE

Conforme já descrito, a realidade é bastante complexa, possuindo uma grande quantidade de dados quantitativos e qualitativos, e uma grande dificuldade no sentido de gerar consenso na identificação dos reais problemas por parte dos atores organizacionais (Pidd, 1998).

Um trabalho isolado de Simulação Computacional apresenta um caráter bastante técnico. Desta forma, a partir de um processo problemático definido, pode-se construir um modelo e que permite buscar as informações necessárias dentre os inúmeros dados quantitativos existentes na empresa. Apesar da Simulação ter proporcionado um meio para se operar dentro da complexidade dos dados quantitativos disponíveis, nada garante que os processos escolhidos eram realmente críticos para a organização. Por outro lado, o Pensamento Sistêmico permite estruturar os problemas e identificar pontos

potenciais de alavancagem dentro do sistema, operando através de dados qualitativos, oriundos das percepções das pessoas envolvidas no estudo. Para este caso, se não tivermos maneiras de comprovar os modelos mentais compartilhados gerados e não dispormos de ferramentas que permitam executar as ações propostas, não será possível garantir que as sugestões feitas não estão sendo produzidas com desvios de percepção. Desta forma, parece coerente utilizar dentro de um mesmo estudo ferramentas que possam operar dentro destas duas dimensões de dados (qualitativos e quantitativos), suprimindo as deficiências listadas anteriormente.

Estas perspectivas foram contempladas dentro dos trabalhos avaliados. A análise qualitativa ficou sob responsabilidade do Pensamento Sistêmico, enquanto os dados quantitativos foram operados através da Simulação computacional. Desta forma, a complexidade das realidades focalizadas nas pesquisas puderam ser abordadas de forma mais completa, obtendo assim uma forma mais eficaz de estruturar os problemas presentes nas organizações.

E) ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE AÇÃO

Fazendo um fechamento do projeto, a elaboração de um bom plano estratégico de ação demonstra o quão eficaz foi o seu desenvolvimento. O entendimento diferenciado do sistema, o foco diferenciado dos problemas, a análise qualitativa e quantitativa dos dados e principalmente os processos de realimentação destes dados para a construção dos modelos *hard* e *soft*, proporcionaram a elaboração de um plano de ação de melhorias mais completo. Mais completo porque pode identificar os pontos de alavancagem no sistema, comprovados por uma análise micro e macro dos principais processos produtivos.

Pela experiência prática, os grupos puderam afirmar que o plano de ação não teria tido um caráter tão abrangente caso tivessem trabalhado com apenas uma das ferramentas em específico.

A Tabela 4.2 apresenta um resumo dos benefícios encontrados na sinergia entre as duas técnicas avaliadas neste estudo. Logo em seguida serão descritas as limitações e dificuldades enfrentadas, bem como as recomendações para elevar a potencialidade da abordagem proposta.

Tabela 4. 2 - Benefícios das Abordagens.

	Simulação	Pensamento Sistêmico	Sinergia das abordagens
Caráter dos Dados	Quantitativos – avaliar questões específicas	Qualitativos – percepções dos atores	Compartilhamento, trocas – geram debates, <i>insights</i> e permitem um melhor entendimento da realidade
Estruturação dos problemas da organização	Específico - fronteiras definidas, podendo explorar pontos problemáticos específicos do sistema.	Generalista,- avaliar os problemas não apenas dentro do setor estudado, mas sua relação com o sistema ao qual está inserido.	Trabalhando-se com as duas ferramentas simultaneamente, as deficiências de uma técnica complementa a da outra (P.S. – pode ser generalista, sem testar e comprovar detalhes das questões levantadas, Simulação – pode ser específico correndo o risco de atacar apenas sintomas de problemas maiores), tendo claro ao final do trabalho os reais problemas da organização.
Motivação no Projeto	Períodos de baixa ao longo do trabalho	Períodos de baixa no início do processo	Permitiu a alavancagem de uma técnica a partir da motivação despertada pela outra.
Tratamento da Complexidade da realidade	Identificação de pontos chave. Definição de fronteiras para o sistema	Visualização global	Complexidade da realidade pôde ser abordada de forma mais completa, obtendo assim uma forma mais eficaz de estruturar os problemas presentes nas organizações.
Elaboração de um plano de ação	Associado a melhorias locais	Associado a linhas de ação	Elaboração de um plano de ação de melhorias mais completo. Mais completo porque identifica os pontos de alavancagem no sistema, comprovados por uma análise micro e macro dos principais processos produtivos.

4.1.3 LIMITAÇÕES/DIFICULDADES ENCONTRADAS NA REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Apesar deste tema não ter sido muito explorado nos estudos de casos analisados, pôde-se extrair algumas limitações/dificuldades encontradas durante a realização dos trabalhos práticos.

Tejera et alli (Caso 3, 1998) e Giani et alli (Caso 2, 1998) colocam que a aplicação simultânea das duas técnicas pode gerar sobrecarga ao grupo de trabalho da empresa, principalmente em função do tempo de dedicação demandado para a realização do projeto como um todo. Segundo Giani et alli (Caso 2, 1998) é difícil uma empresa disponibilizar os recursos, principalmente de pessoas, para a realização de todo o estudo.

Giani et alli (Caso 2, 1998), também comenta, que, como o tempo e pessoal definidos para a realização do projeto como um todo, tem que ser dividido entre os trabalhos de simulação e Pensamento Sistêmico, corre-se o risco de não haver aprofundamento em nenhuma das técnicas. Desta forma, pode-se ter dois trabalhos muito generalistas, dificultando a obtenção de resultados para a elaboração de um plano de ação eficaz para o sistema.

Outra dificuldade, para operar com as duas ferramentas conjuntamente, está relacionada ao grande número de dados que precisam ser investigados para obter as informações necessárias para a construção dos modelos. Borges et alli (Caso 7, 1997) descrevem que isto pode sobrecarregar os grupos de trabalho, visto que foram compostas pelas mesmas pessoas, ou no mínimo duas delas integrando as duas equipes. Caso haja sobrecarga, e não seja possível disponibilizar os dados mínimos necessários, corre-se o risco serem obtidos modelos incompletos que podem não ser adequados para gerar as informações necessárias para o desenvolvimento de um bom planejamento de ações de melhoria. Um bom dimensionamento do tempo disponível para o projeto pode reduzir as chances do ocorrer este tipo de problema

Obviamente esta questão de tempo e pessoas alocadas ao projeto vai depender, não só da disponibilidade e interesse da empresa onde será realizado o trabalho, mas

também do conhecimento a respeito da abordagem. Borges et alli (Caso 7, 1997) destacam que no Brasil as técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional são ainda muito pouco utilizadas como suporte no processo de melhorias. Sendo assim, as empresas não possuem a real dimensão dos recursos necessários para o desenvolvimento de abordagens desta natureza. Na fase de planejamento do projeto são disponibilizados recursos que acabam sendo demandados por outras atividades. Para o caso descrito por Borges et alli (Caso 7, 1997), muitos dos recursos que foram alocados no início do projeto, principalmente pessoas, em função das rotinas de trabalho, foram impossibilitadas de acompanhar todo o estudo. Na maioria dos casos, as pessoas eram impedidas de participar do andamento do projeto por precisarem resolver os problemas presentes no dia-a-dia de seus setores. Isto é bem característico da cultura de ‘apagar incêndio’, que ocupa os recursos humanos em soluções de distúrbios freqüentes do cotidiano, que não representam os verdadeiros problemas. Borges et alli (Caso 7, 1997) colocam que um dos maiores desafios do projeto acaba sendo a tentativa de romper a cultura reativa da organização, fazendo com que as pessoas disponibilizem o tempo necessário para o desenvolvimento de um estudo de diagnóstico, rompendo o paradigma das soluções de curto prazo.

Tejera et alli (Caso 3, 1998) coloca outra dificuldade. Eles retratam que para o bom andamento do projeto como um todo é preciso que os pesquisadores tenham domínio das técnicas. A ausência deste, pode comprometer a execução do trabalho, não sendo possível explorar a potencialidade das ferramentas. Isto faz com que, ao final do projeto, os resultados sejam insuficientes para a descrição de um bom plano de ação para melhorias. Este fator irá se refletir sobre a motivação do próprio grupo de trabalho da empresa, pois a insegurança do pesquisador pode fragilizar a abordagem, diminuindo o engajamento das pessoas.¹³

Por outro lado, a equipe de trabalho da empresa, que está vivenciando a experiência de utilizar simultaneamente as técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional, também pode apresentar dificuldades em assimilar todos os conceitos

¹³ Dentro dos casos descritos, os pesquisadores ainda estavam passando por um processo da aprendizagem das técnicas, pois não houve tempo suficiente, anterior ao início do projeto, para um aprofundamento prático e teórico das mesmas. Felizmente, isso não comprometeu os resultados, visto que os pesquisadores foram acompanhados por uma equipe capacitada que monitorou o andamento dos projetos.

envolvidos. Este problema, associado ao fato de que naturalmente dentro do grupo de trabalho, dependendo da formação de cada integrante, haverá pessoas com características mais *hard* ou *soft*, pode ocorrer que os membros da equipe dispersem para as ferramentas de interesse. Quando isso acontece, perde-se o elo de ligação entre as duas técnicas, visto que a potencialidade de sinergia está justamente nesta transição de dados quantitativos e qualitativos entre uma abordagem e outra, percebidos e compilados pelos integrantes da equipe de trabalho¹⁴.

4.1.4 SUGESTÃO PARA MELHORIA DO MÉTODO DE CONDUÇÃO CONJUNTA DAS DUAS TÉCNICAS

Alguns grupos registraram na descrição de seus estudos sugestões para melhor aproveitar a potencialidade do uso concomitante de abordagens *hard* e *soft* no desenvolvimento de modelos para auxiliar a ação estratégica dentro das organizações.

Walter & Klippel (Caso 4, 1999), Tejera et alli (Caso 3, 1998) e Paese et alli (Caso 5, 1999), sugerem que deve haver uma defasagem de tempo entre o início da aplicação das duas técnicas. Deve-se primeiramente iniciar com o Pensamento Sistêmico para obter os primeiros *insights* que possam direcionar o trabalho de simulação para processos realmente críticos, onde sua análise realmente contribua para os resultados globais do projeto. Esta atitude deve ser tomada, principalmente, quando a organização apresenta os problemas de forma muito desestruturada. Desta forma, fica difícil direcionar de maneira adequada o trabalho de Simulação Computacional.

No trabalho descrito por Borges et alli (Caso 1, 1999), por exemplo, os resultados finais do trabalho de Simulação não impactaram no resultado global do projeto, por ter atuado em um processo pouco crítico dentro do sistema (Este processo era apenas sintoma de um problema maior). Neste caso, o trabalho de Simulação Computacional só não foi invalidado porque o seu processo de modelagem contribuiu com informações importantes para as conclusões globais do projeto.

¹⁴ A natureza desta dificuldade reside no conflito existente entre os usuários das duas abordagens representadas na Figura 1.1 deste trabalho.

Este problema também pode ser associado ao pouco tempo necessário para desenvolver o projeto. Borges et alli (Caso 7, 1997), por exemplo, não apresentou dificuldades desta natureza, pois houve disponibilidade de tempo para desenvolver o trabalho de Simulação em duas etapas. Iniciou-se o trabalho de Simulação atacando um suposto problema, que mais tarde em função do transcorrer das análises, constatou-se não ser o processo ideal para a construção de um modelo *hard*. Um novo trabalho foi realizado, ampliando e redirecionando o modelo inicial para as reais necessidades da organização. Este grupo descreve que há vantagens em iniciar a análise *hard* desde o início do projeto, pois as pessoas nas primeiras etapas do processo estão mais adaptadas a desenvolver trabalhos em cima de análises quantitativas, não comprometendo desta forma a motivação na parte inicial do trabalho.

Borges et alli (Caso 1, 1999) e Borges et alli (Caso 7, 1997), destacam a importância e se gastar mais tempo nos contatos iniciais com a empresa, para que se possa desenvolver um bom planejamento do projeto. É preciso deixar bem claro todos os conceitos envolvidos, bem como os recursos que serão demandados para o desenvolvimento do estudo. Deve-se apresentar resultados de casos práticos, que justifiquem a dedicação dos recursos.

No planejamento do projeto, segundo Borges et alli (Caso 7, 1997) deve-se tomar o cuidado de dimensionar adequadamente o tempo necessário para a realização do estudo, principalmente em função das atividades de coleta de dados necessárias para o desenvolvimento dos modelos. Isso requer que o grupo de pesquisadores desenvolva habilidades em utilizar abordagens de Gerenciamento de Projetos. Caso isto ocorra, pode-se minimizar o estresse recorrente de prazos apertando que acumulam atividades no final do estudo.

Para que não se perca a ligação entre as duas abordagens, é importante que durante o desenvolvimento de uma técnica sejam reportados os resultados que estão sendo obtidos através da outra. Estes resultados preliminares geram *insights* para o desenvolvimento das etapas de cada técnica, fortalecendo a relação sinérgica entre elas.

A seguir será apresentada uma análise de entrevistas feitas com alguns dos autores dos trabalhos selecionados para este estudo, visando buscar mais *insights* da potencialidade de sinergia entre o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional a partir de suas percepções.

4.2 PERCEPÇÃO DOS AUTORES

Neste tópico pretende-se identificar aspectos associados à validade da sinergia proposta, bem como o aprendizado obtido com o desenvolvimento dos trabalhos a partir da percepção dos autores dos trabalhos.

Para a identificação da percepção dos autores dos casos utilizados no presente trabalho, quanto a sua validade utilizou-se como instrumento de coleta o questionário apresentado no Anexo VIII. Este questionário foi composto por questões abertas e sua análise foi realizada partindo-se da concepção de análise de conteúdo, apresentada em Roesch et alli (1996). Todos os grupos foram consultados e suas respostas avaliadas com base nos seguintes itens:

- Simulação Computacional: identificar os benefícios da utilização da Simulação Computacional para a organização onde o estudo foi realizado, observando os resultados quantitativos, bem como a aprendizagem obtida através do processo de construção do modelo.
- Pensamento Sistêmico: identificar os benefícios da utilização do Pensamento Sistêmico para a organização onde o estudo foi realizado, observando os resultados obtidos através da estruturação de problemas e definição de pontos/ações de alavancagens, bem como a aprendizagem obtida através das discussões e levantamento de dados (qualitativos e quantitativos), proporcionados pelo desenvolvimento/aplicação do método sistêmico.

- Análise da utilização simultânea das duas técnicas: a partir da percepção dos autores, identificar vantagens da utilização simultânea das técnicas, focando tanto no resultado final, como no processo de aprendizagem, e desvantagens desta utilização, destacando as dificuldades enfrentadas.

4.2.1 ANÁLISE ASSOCIADA À SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

A partir da análise das respostas associadas a Simulação Computacional pode-se constatar que, para todos os grupos, a simulação proporcionou os seguintes benefícios (segundo a percepção dos autores):

- Permitiu o mapeamento detalhado do processo em questão. Este mapeamento possibilitou uma visualização gráfica do fluxo do processo correspondente, permitindo uma melhor compreensão da relação existente entre as diversas atividades. Estas relações, como eram desconhecidas, distorciam os esforços de melhoria. Pode-se também, identificar diversas atividades e fluxos desnecessários dentro do processo.
- Permitiu a visualização de indicadores e informações até então desconhecidos ou não sistematizados, formando uma base quantitativa de argumentos para justificar as ações futuras pretendidas. Como exemplo, pode-se citar o exemplo do caso descrito por Borges et alli (Caso 7, 1997). Através do modelo desenvolvido para o complexo fluxo dos pacientes na emergência do Hospital Nossa Senhora da Conceição, pode-se desenvolver indicadores como tempo de permanência do paciente dentro do sistema, tempos de esperas nos diversos pontos do sistema, comportamento da demanda ao longo da semana, etc. Obter estas informações, sem uma ferramenta adequada, envolveria um investimento muito alto de dinheiro, tempo e pessoas para realizar a pesquisa, pois seria necessário desenvolver um considerável estudo amostral para que pudessem ser feitas inferências estatísticas a respeito do comportamento do sistema.

- Permitiu, a partir da construção de cenários, a visualização de possíveis alternativas para melhoria dos sistemas. Estas melhorias foram avaliadas sem a necessidade de executá-las na prática. Pode-se, desta forma, identificar vantagens, bem como verificar a ocorrência de prováveis barreiras/problemas no sistema, caso fossem tomadas algumas destas medidas.
- Pode-se identificar as deficiências existentes no sistema de interesse, principalmente em função da dificuldade de se determinar todas as possibilidades de direcionamento do fluxo, os pontos de decisão e, principalmente, as realimentações no processo.
- Tendo todo o processo descrito pode-se entender muitas regras existentes no sistema, que até então eram de domínio apenas das pessoas que tomavam decisões com relação a elas. Desta forma, dentro do processo específico, pode-se ter a idéia de sistema, podendo compreender o impacto de decisões de direcionamento do fluxo dentro deste processo sobre outras atividades.
- Facilitou a entrada nas organizações, para a realização do projeto como um todo, devido a sua atratividade intrínseca. Toda a expectativa da empresa estava centrada no desenvolvimento do modelo computacional, onde a motivação estava focalizada na utilização de tecnologia para alavancar ações de melhoria dentro das organizações.

A partir dos benefícios extraídos das respostas dos autores dos trabalhos, pode-se constatar várias questões associadas à simulação, entretanto a maioria delas está associada a um fator de fundamental importância: a aprendizagem sobre o sistema em questão. As respostas obtidas demonstram que a técnica leva os membros da organização a um processo de reflexão sobre o sistema, partindo, principalmente de seu mapeamento. Neste momento, questões associadas ao funcionamento do sistema (regras, capacidades, indicadores), até então ignoradas, tomam forma e permitem uma evolução inicial no processo de aprendizagem, a qual será denominado ‘primeiro salto de aprendizagem’. A partir desta estruturação, segue-se um momento de conversão do modelo mapeado para o

sistema computacional (contemplando a criação de cenários alternativos). Nesta fase, segundo a percepção dos autores, a técnica permite um ‘segundo salto de aprendizagem’, pois os atores do sistema começam a identificar possíveis alterações de maneira mais estruturada, levando em consideração os dados quantitativos e qualitativos presentes no sistema atual.

4.2.2 ANÁLISE ASSOCIADA AO PENSAMENTO SISTÊMICO

A partir da análise das respostas pode-se constatar alguns benefícios associados à utilização do Pensamento Sistêmico nas organizações:

- Devido aos pré-requisitos necessários para a formação do grupo de trabalho, que demanda pessoas de diferentes áreas da empresa, com diferentes pontos de vista a respeito do sistema em estudo, foi possível integrar pessoas de diferentes áreas que ainda não tinham tido a oportunidade de discutir os problemas organizacionais. Muitas vezes, apesar de trabalhar muito próximos, estas pessoas ainda não tinham tido esta oportunidade. Isto é explicado, principalmente, por estarem muito centradas em seus problemas e atividades específicos de suas rotinas.
- O desenvolvimento do trabalho envolve a evolução de um método utilizando basicamente análise qualitativa, originada da discussão e exposição de pontos de vista. Como o objetivo é desenvolver um modelo sistêmico referente aos processos em questão, o grupo acaba sendo conduzido para a formação de uma visão compartilhada e global. Isto pode ser identificado no decorrer do trabalho, onde o ‘ato de gerar discussões polêmicas’ vai sendo substituído pelo ‘senso de agregar informações’ para construção de um resultado mais consistente.
- Permitiu a visualização do todo, bem como das relações de causa e efeito dos fatores associados à realidade organizacional dentro das fronteiras definidas para o trabalho.

- Durante a evolução deste trabalho, pode-se obter insights a respeito da relação do sistema definido, com outros sistemas externos extrapolando um pouco as fronteiras definidas.
- A partir de um entendimento dos processos analisados, enquanto um sistema altamente interconectado, pode-se identificar os pontos de alavancagem para obtenção de melhorias efetivas para a organização. Pode-se definir ações de maneira consciente em relação ao seu impacto sobre o sistema. O importante é que este plano de ação foi baseado na análise dos membros dos grupos.
- Como a discussão envolve a expressão de crenças e pressupostos, pode-se conhecer e reavaliar os modelos mentais individuais dos atores organizacionais. Esta reavaliação é importante para que se possa formar a visão compartilhada necessária para a elaboração do plano de melhorias;
- O entendimento de sistema possibilitou uma maior consciência da realidade, visualizando como os processos mal administrados se relacionam, gerando os problemas organizacionais críticos avaliados durante a evolução do estudo;
- Ao final do trabalho, o ambiente organizacional passa a ser visto de uma maneira diferenciada pelos integrantes da equipe de trabalho, que começam a perceber a realidade sob o paradigma de sistemas. Este paradigma faz com que se amplie eventos isolados para modelos-mentais sistêmicos.

Especificamente com relação à abordagem sistêmica, pode-se constatar que os benefícios elencados pelos entrevistados estão fortemente associados, principalmente à construção de uma visão compartilhada e global da empresa, proporcionada aos participantes do grupo de trabalho. Através de um estudo desta natureza, é possível entender melhor as relações de causa-e-efeito existentes no sistema. Isto, segundo Senge (1990) é importante, pois só é possível compreender a realidade se forem desvendadas as formas como se relacionam as variáveis envolvidas, realizando uma análise profunda da estrutura organizacional. Pode-se constatar que a ênfase principal da abordagem repousa nos aspectos relacionados à aprendizagem e motivação dos atores para a elaboração, e

posterior implementação de um plano de trabalho consistente, de longo prazo, analisando a empresa como um todo.

4.2.3 ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO SIMULTÂNEA DAS DUAS TÉCNICAS

Este tópico descreve as principais vantagens e desvantagens apontadas pelos entrevistados, com relação a experiências da utilização simultânea das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.

a) Principais Vantagens:

São as seguintes as principais vantagens observadas:

- *Insights* e trocas do geral para o específico (a aplicação do Pensamento Sistêmico permite avaliar a relevância contextual do projeto de Simulação, evitando a modelagem de sistemas que não têm uma forte relação causal com os problemas em estudo) e do específico para o geral (Simulação pode identificar variáveis e fatores que não seriam percebidos pelo grupo durante das discussões mais generalistas e abrangente do Pensamento Sistêmico);
- Melhor entendimento da organização: este aspecto foi elencado pela maioria dos autores, devido ao caráter complementar das abordagens, principalmente pelo fato de uma atuar exatamente nos pontos fracos da outra.
- Adiciona complexidade/representatividade à solução: consegue-se redimensionar o problema inicial, dar complexidade e buscar soluções no redesenho do sistema, alcançando um salto qualitativo importante, e permitindo que as soluções sejam construídas num crescente e pela soma das ferramentas;

Também foram descritas pelos entrevistados as vantagens referentes a manutenção da motivação dentro do projeto e a complementaridade dos dados, já relatados no item 4.1.2 deste trabalho, que apresentou os benefícios da utilização simultânea das duas técnicas relatados a partir dos estudos de casos.

b) Desvantagens

Através de uma análise das entrevistas, pode-se destacar 2 desvantagens principais:

- Pode limitar a aprendizagem: dado que os elementos do grupo da empresa, devido a afinidade ou interesse pessoal com a abordagem *hard* ou *soft* podem se envolver mais com uma das abordagens, minimizando a sinergia e limitando o aprendizado global.
- A utilização concomitante do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional pode limitar o aprofundamento individual de cada um dos métodos caso não se tenha disponibilidade de tempo e recursos necessários para o desenvolvimento dos dois métodos propostos.

c) Considerações a respeito das vantagens e desvantagens apontadas

Pode-se constatar que a maioria das vantagens citadas, associadas ao uso conjunto das abordagens, relaciona-se ao melhor entendimento da realidade e ao aspecto de complementaridade das abordagens. Os autores observam que a sinergia das abordagens adiciona complexidade e faz com que um estudo interfira diretamente no outro, conduzindo a saltos qualitativos significativos ao final do trabalho.

Cabe salientar um aspecto importante relacionado a um dos principais benefícios das abordagens: possibilidade de entendimento global e específico da organização. Embora tenha-se constatado que ambas abordagens permitem um melhor

aprendizado, e que a sinergia de ambas conduz a uma representação mais coerente da realidade e o seu conseqüente entendimento, os autores salientam alguns perigos na sinergia proposta. Segundo os entrevistados, devido as preferências individuais (afinidade com técnicas *hard* ou *soft*) ou limitações de tempo e recursos para a utilização conjunta das duas técnicas, pode haver uma redução no aprendizado individual e global associado às duas técnicas. Ou seja, podem ser obtidos resultados muito frágeis e generalistas para ações locais (oriundos da Simulação Computacional), entendimento da realidade (oriundos da análise do Pensamento Sistêmico) ou elaboração de um plano de melhorias efetivas (a partir do aprendizado gerado pela sinergia entre as técnicas) levando a potencialidade de sinergia ao descrédito. Neste caso citado, onde não há tempo e recursos necessários, pode ser mais produtivo concentrar esforços em apenas uma das técnicas, ampliando mais tarde, em estudo futuros, a abordagem proposta.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve como objetivo analisar a sinergia entre as duas técnicas propostas neste trabalho. Inicialmente foi desenvolvida uma análise de 7 estudos de casos selecionados que retratam a aplicação simultânea do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional. Na seqüência foi descrita uma análise realizada a partir de entrevistas feitas com alguns dos autores destes casos, buscando novos *insights* para complementar este estudo.

Foi feito um estudo comparativo entre as duas técnicas, com base nas descrições dos casos, utilizando parâmetros que permitiram avaliar: i) o tempo que é necessário dedicar para cada técnica; ii) o perfil necessário para cada uma das equipes de trabalho; iii) o papel do pesquisador no desenvolvimento do estudo; iv) o grau de aceitação do usuário para com as ferramentas; e v) a possibilidade que cada ferramenta oferece de melhor entender os sistemas produtivos da organização. A partir da complementaridade das diferenças descritas entre as duas técnicas, foi realizada uma análise dos benefícios da abordagem proposta. Para isso foram utilizados parâmetros que permitiram avaliar: i) a

forma como a sinergia permite compartilhar os dados disponíveis no sistema; ii) a possibilidade de estruturar melhor os problemas organizacionais; iii) a motivação do grupo na realização do estudo; iii) a forma que se pode tratar a complexidade da realidade, e iv) a possibilidade de desenvolver um plano de ação de melhorias mais efetivo.

A partir da entrevista com os autores pode-se obter novos *insights* sobre os benéficos da abordagem proposta, tendo como base os benefícios individuais e complementares das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.

Foram descritas algumas desvantagens e limitações apontadas tanto na análise dos cases, como através das entrevistas realizadas com os autores.

No capítulo seguinte serão apresentadas as principais conclusões desta pesquisa, bem como algumas sugestões de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo irá descrever as principais conclusões obtidas com esta pesquisa, bem como irá elencar algumas sugestões de trabalhos futuros que possibilitem o aperfeiçoamento da proposta deste trabalho.

5.1 CONCLUSÕES FINAIS SOBRE A AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ANÁLISE DE SINERGIA

Este trabalho centrou sua análise na avaliação da potencialidade da aplicação simultânea do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional em um mesmo ambiente organizacional. Esta hipótese se justificou pela possibilidade de desenvolver um modelo mais completo da realidade, operando com um número maior de variáveis que envolvem as complexas áreas de análises e soluções de problemas, tomada de decisão e controle nas organizações. Para avaliar esta proposta foi realizada uma revisão bibliográfica que subsidiasse uma base conceitual para esta hipótese. A aplicabilidade da pesquisa foi avaliada através de estudos de casos com trabalhos desenvolvidos dentro da mesma linha de pesquisa, bem como através de entrevista com os seus autores.

A revisão bibliográfica procurou, além de levantar os conceitos referentes às duas abordagens propostas, evidenciar a relações e os possíveis pontos de sinergia entre elas, fornecendo *insights* para a comprovação dos objetivos deste trabalho. Pode-se encontrar dois tipos de autores. O primeiro grupo constitui aqueles que, sendo essencialmente *soft* ou *hard*, acreditam que estas abordagens são excludentes, existindo, algumas vezes, conflitos entre eles, pois ambas atuam para a melhoria contínua das organizações. O outro grupo refere-se àqueles que acreditam que as vantagens de cada uma das abordagens podem ser somadas para o desenvolvimento de modelos mais completos da realidade. Segundo este grupo, não deve haver conflito, pois existe espaço para as duas abordagens dentro das organizações, visto que uma atua exatamente onde a outra é deficiente. A possibilidade de avaliar esta hipótese através de comprovações práticas direcionou o estudo para duas técnicas específicas, conforme já mencionadas anteriormente, o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional, representantes das abordagens *soft* e *hard*, respectivamente.

A análise dos estudos de casos selecionados, bem como as entrevistas feitas com seus autores, permitiram, através de alguns parâmetros definidos, considerar válida a aplicação concomitante das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional

em um ambiente organizacional. Isto fundamentalmente pela comprovação dos argumentos do segundo grupo de autores citados anteriormente, que considera que a essência da sinergia está na complementaridade de suas diferenças.

A realização da análise comparativa entre as técnicas de Pensamento Sistêmico e de Simulação Computacional gerou os *insights* necessários para a evolução da potencialidade de sinergia proposta neste trabalho. Dentre as principais conclusões a respeito da análise comparativa, pode-se destacar a forma diferenciada de abordar os dados da empresa (quantitativamente na Simulação computacional e qualitativamente no Pensamento Sistêmico), avaliar os problemas (pontualmente na Simulação Computacional e de forma abrangente no Pensamento Sistêmico) e formular os modelos (descrevendo processos específicos na Simulação Computacional e elaborado através da percepção do atores organizacionais) permitem que a complexidade do ambiente organizacional possa ser tratada de forma mais completa. A abordagem deste trabalho como um todo é essencialmente participativa. As duas técnicas juntas são capazes de explorar de maneira mais eficaz o conhecimento dos atores organizacionais para a construção dos resultados, gerando entre eles senso de análise crítica, aumentando a aprendizagem individual e organizacional, bem como a motivação para a busca de melhorias.

A Figura 5.1 faz um fechamento das conclusões referentes aos resultados da proposta deste trabalho, descrevendo um entendimento sistêmico a partir da análise de sinergia entre as técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional. Reportando para a Figura 2.3, apresentada neste trabalho, onde Checkland (1985) propõe uma relação mais abrangente entre as abordagens *hard* e *soft*, pode-se verificar uma linearidade nesta relação, onde as técnicas *hard* são subordinadas a indicações das interpretações feitas por técnicas *soft*. Este trabalho apresentou *insights* que questionam esta linearidade. Neste caso específico, onde foram estudadas as técnicas de Pensamento Sistêmico (abordagem *soft*) e Simulação Computacional (abordagem *hard*) verificou-se a existência de uma relação circular entre estas duas técnicas, baseada na realimentação de informações e aprendizado.



Figura 5. 1 - Relação sistêmica entre a simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico.

Na Figura 5.1, o quadro maior representa as fronteiras definidas para o desenvolvimento do estudo do Pensamento Sistêmico. No interior da figura, o quadro menor representa um processo específico mapeado e analisado pela técnica de Simulação Computacional. Através da análise de sinergia entre essas duas ações, verificou-se que as discussões que geram entendimento e estruturação dos problemas de forma abrangentes, realmente direcionam as atividades da Simulação Computacional, fazendo com que esta técnica não desperdice tempo e recursos em questões que não resultem em melhorias efetivas para a organização, o que está em concordância com as idéias da Figura 2.3. Por outro lado, o processo de investigação e levantamento de dados quantitativos dos processos específicos, necessários para a construção do modelo, e a análise crítica de cenários alternativos de mudança, criados através da técnica de simulação Computacional, são capazes de confirmar, ou até mesmo mudar as percepções a respeito das problemáticas mais abrangentes. Como consequência disto, pode-se enriquecer o desenvolvimento e as discussões da análise do Pensamento Sistêmico, oportunizando a construção de quadros qualitativos mais consistentes. De acordo com a proposta deste trabalho, este ciclo de

realimentação pode se repetir várias vezes durante o desenvolvimento do estudo, gerando um entendimento mais consistente da realidade, ampliando a capacidade das pessoas para perceber os problemas dentro de uma natureza sistêmica e formando uma base mais sólida para o controle e desenvolvimento de ações de melhorias efetivas para as organizações.

As dificuldades identificadas para o desenvolvimento da abordagem proposta estão centradas, principalmente na dificuldade em dispor o tempo e os recursos necessários para a realização de um estudo tão abrangente, bem como instituir as idéias dentro das organizações de que vale a pena investir nestes recursos para diagnósticos e análise, o que vai contra a cultura de ‘apagar incêndios’ fortemente presente nas empresas. Tentativas de eliminar estas dificuldades deverão ser exploradas através de desenvolvimento de trabalhos futuros.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

São as seguintes as recomendações para trabalhos futuros que podem vir a ampliar a abordagem proposta neste trabalho:

- Desenvolver um detalhamento para etapa do estudo referente à condução prática do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional, de maneira que se tenha um roteiro que integre os métodos individuais de cada técnica.
- Desenvolver a prática avaliada neste trabalho a partir do método proposto, onde são realizadas replicações das técnicas em uma mesma empresa, configurando um processo de melhoria contínua.
- Desenvolver este mesmo tema em um estudo onde seja realizado repasse tecnológico do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional à empresa. Desta forma poderá ser feito um paralelo da sinergia, entre esta nova proposta e a que foi desenvolvida neste trabalho, utilizando para isso os mesmos parâmetros de avaliação aqui propostos.

- Estudar a geração de um método global de intervenção para a aplicação sinérgica entre o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional, levando em consideração uma perspectiva de longo prazo, na qual possa ocasionar um repasse tecnológico dos temas à empresa.
- Customizar o método proposto neste trabalho para problemáticas específicas mais comuns das organizações. Como por exemplo, desenvolvimento de sistemas de informação, problemas de demanda, etc tendo assim, métodos mais especializados a cada necessidade.
- Realizar a análise da sinergia entre abordagens *hard* e *soft* utilizando outras técnicas propostas na literatura, como por exemplo, Mapeamentos Cognitivos/SODA e Métodos Heurísticos, podendo assim generalizar a proposta deste trabalho, não ficando restrita a apenas duas técnicas específicas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKOFF, R. L. Towards a Behavioural Theory of Communication. In Modern Systems Research for the Behavioural Science, Aldine, Chiagado, 1957 in From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for the 1990s. Journal of the Operational Research Society, p. 757-767, 1985.

ANDRADE, A. L. O Desenvolvimento Cultural na Organização Que Aprende. *Working-Paper* não publicado. Porto Alegre, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande Do Sul (Internet: [Http://www.via-rs.com.br/pessoais/aurelio](http://www.via-rs.com.br/pessoais/aurelio)), Maio de 1997a. 13 p.

____, _____. As Idéias Norteadoras Sobre o Aprimoramento Individual: A Base da Organização que Aprende. *Working-Paper* não publicado. Porto Alegre, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul (Internet: [Http://www.via-rs.com.br/pessoais/aurelio](http://www.via-rs.com.br/pessoais/aurelio)), Abril de 1997b. 11 p.

____, _____. Pensamento Sistêmico: Um Roteiro Básico Para Perceber as Estruturas da Realidade Organizacional. Read - Revista Eletrônica de Administração, Porto Alegre, 3 [1], Progr. Pós-Graduação em Administração da Univ. Federal do Rio Grande Do Sul, Junho de 1997c.

____, _____. Aprendizagem e Desenvolvimento Organizacional; Uma Experiência com o Modelo da Quinta Disciplina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. [Dissertação de mestrado Área: Gerência de Gestão da Qualidade.]

____, ____ & KASPER, H. Pensamento Sistêmico e Modelagem Computacional: Aplicação Prática na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre - Trensurb. Anais do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep. Porto Alegre, UFRGS, Outubro de 1997.

BLOOD, C. G.; MARKS, J. S. & ODOWICK, M. S. Simulation of Casualty Sustainment During Naval Combat Operations. Simulation, California, v. 68, n. 6, p. 367-374, Dez. 1996.

BORBA, G. S. Desenvolvimento de Uma Abordagem para a Inserção da Simulação no Setor Hospitalar de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. [Dissertação de mestrado Área: Gerência de Produção.]

____, ____; RODRIGUES, L. H. & BORGES; M. A. B. Simulação Computacional Aplicada a Sistemas Hospitalares. Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, sp, 1998.

____, ____; ____ & ____; _____. Aplicação prática na Emergência do Hospital Nossa Senhora da Conceição. Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, 1998.

____, _____. BORGES, M. A. V. & HÖRBE F. S. Simulação Computacional Aplicada ao Serviço de Fiscalização do Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre, Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, 1999.

BORGES, M. A. V.; BORBA, G. S.; ANDRADE, A. L. & LINHARES, L. Estudo do Sistema Emergência do Hospital Nossa Senhora da Conceição. Relatório Técnico, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Dezembro de 1997.

____, ____ & ____, ____ . Pensamento Sistêmico: Aplicação prática na Emergência do Hospital Nossa Senhora da Conceição. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Rio de Janeiro, RJ, 1999.

____, ____; ____, ____ & HÖRBE, F. S. L Análise da Sinergia entre o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional: Um Caso Prático no Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre. Anais do VI Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, 1999.

BOWEN, K. On Ethics in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 8, August, p. 965-973, 1994.

BRAILSFORD, S. C.; SHAHANI, A. K.; ROY, R.B. & SIVAPLAN, S. Simulation Modeling for HIV-Infection and AIDS. International Journal Of Bio-Medical Computing, v. 31, n. 2, p. 73-88, 1992.

BROCKLESBY, J. Intervening in the Cultural Constitution of Systems – Methodological Complementarism and Other Vision for Systems Research. Journal of the Operational Research Society, v. 46, n. 11, November, p. 1285-1298, 1995.

CAPRA, Fritjof. O Ponto de Mutação. São Paulo, Cultrix, 1982.

____, ____ . A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos. São Paulo, Cultrix, 1996.

CASSEL, R. A. Desenvolvimento de uma Abordagem para a divulgação da Simulação no setor Calçadista Gaúcho. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. [Dissertação de mestrado Área: Gerência de Produção.]

CASTILHO, R. A. Análise e Simulação da Operação de Ônibus em Corredores Exclusivos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. [Dissertação de mestrado Área: Transportes.]

CERIC, V. Simulation study of na automated guided-vehicle system in a Yugoslav hospital. Journal of the Operational Research Society, v. 41, n.4, p. 299-310, 1990 in PIDD, M. Modelagem Empresarial. Porto Alegre, Editora Artes Médicas, 1997.

CHECKLAND, P. B. Systems Thinking, Systems Practice. John Wiley, Chichester, 1981.

____, _____. From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for the 1990s. Journal of the Operational Research Society, p. 757-767, 1985.

____, _____. Playing Language Games in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 7, July, p. 851-854, 1994.

____, _____. & Scholes J. Soft Systems Methodology in Action. John Wiley, Chichester, 1990 in PIDD, M. Modelagem Empresarial. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.

CHAPMAN, C. B. My Cents Worth on How OR Should Develop. Journal of the Operational Research Society, v. 43, n. 8, July, p. 647-664, 1992.

De GEUS, A. Foreword: Modeling to Predict or to Learn? In: MORECROFT, J. D. W. & STERMAN, J. D. Modeling for Learning Organizations. Portland, Productivity Press, 1994. p. xiii-xvi.

EDEN, C. & HUXHAM, C. Action Research for Management Research. British Journal of Management. [7]:75-86, 1996.

EILON, S. Response to Patrick Rivett in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 8, August, p. 965-973, 1994.

ELLER, J. C.; GOLDMAN, J. & KNAPPENBERGER, A. Evaluating Bed Allocation policy with computer simulation, Health services research, p.119-129, 1968.

FORRESTER, J. W. Industrial Dynamics. Cambridge, MIT Press, 1961.

____, ____ . The Beginning of Systems Dynamics. Banquet Talk at the International Meeting of the Systems Dynamics Society. Stuttgart, July 13, 1989.

GASS, S. I. The Many Faces of OR. Journal of the Operational Research Society, v. 42, n. 1, January, p. 3-15, 1991.

GASS, S. I. On Ethics in Operational Research in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 8, August, p. 965-973, 1994.

GIANI, E. P.; DIETRICH, F., GEHLEN, P. R. & MELO, R. B. Sinergia entre o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional de Sistemas Produtivos - Um Estudo de Caso no Indústria Metalúrgica. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Enegep, Niteroi, 1998.

GOGG, T. J. & MOTT, J. R. A. Improve quality and productivity with simulation. Estados Unidos da América, JMI Consulting Group, 1992.

GOLDRATT, E. M. Mais que Sorte ... Um Processo de Raciocínio. Educator, São Paulo, 1994.

____, ____ . A Síndrome do Palheiro – Garimpando Informações num Oceano de Dados. São Paulo, Educator, 1996.

GOODMAN, M. R. Study Notes in System Dynamics. Portland, Productivity Press, 1989. 388 p.

- HARREL, C. R. Modeling beverage processing using discrete event simulation. Proceedings of the 1993 Winter Simulation Conference, Los Angeles, 1993.
- HINDLE, T.; CHECKLAND, P.; MUMFORD, M. & WORTHINGTON, D. Developing a Methodology for Multidisciplinary Action Research: A Case Study. Journal of the Operational Research Society, v. 46, n. 4, April, p. 453-461, 1995.
- ISAAC, W. Diálogo: O Poder do Pensamento Coletivo in: WARDMAN, K. T. (ed.) Criando Organizações Que Aprendem. São Paulo, Futura, 1996. p. 125-137.
- JONES, G. C. OR Practice, Systems Methodologies, and the Need To Do Better in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 44, n. 8, August, p. 845-848, 1993.
- JOHNSTON, N. Medical Arena Focuses on Image Communications. Network World, v. 6 p. 33-43, Jul 1989.
- KIM, D. H. Gestão Sistêmica da Qualidade: Melhorando a Qualidade do Agir e Pensar. in: WARDMAN, K. T. (ed.) Criando Organizações Que Aprendem. São Paulo, Futura, 1996. p. 81-89.
- KOFMAN, F. & SENGE, P. Communities of Commitment - The Heart of Learning Organizations. Organizational dynamics, 22[2]:5-23, 1993.
- LANE, D. C. Trying to Think Systematically about 'Systems Thinking' Journal of the Operational Research Society, v. 46, n. 9, September, p. 1158-1162, 1995.
- LAW, A. M. & KELTON, W. D. Simulation modeling & analysis, 2a Ed. Singapura, McGraw-Hill, 1991.

_____, ____; MCCOMAS, M. G. & VINCENT, S. G. The crucial role of input modeling in successful simulation studies. Industrial Engineering, p.55-57, jul. 1994.

_____, _____. Simulation *software* for manufacturing applications: the next few years. Industrial Engineering, p. 14-15, jun. 1990.

MENEZES, A. & RIBEIRO J. D. “Simulação e Geradores de Números Aleatórios: Testando o *Micro Saint*.” Anais do XV Congresso Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos – São Paulo, p. 1305 – 1309, v. 3, 1995.

MENEZES, A. & RODRIGUES, L.H. Breves Considerações sobre a flexibilidade e o grau de especialização técnica das ferramentas de simulação computacional. Anais do XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Piracicaba, 1996.

MICRO ANALISYS AND DESIGN, Getting Started With Micro Saint For Windows. Micro & Analisys & Design Simulation *Software Inc.*, Califórnia, 1996.

MILLER D. J. The role of simulation in semi-conductor logistics. Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference, Florida, 1994.

MINGERS, J. Recent Developments in Critical Management. Journal of the Operational Research Society, v. 43, n. 1, January, p. 1-10, 1992.

_____, _____. The systems of Systems Methodologies – A Replay to Schecter in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 44, n. 2, February, p. 205-210, 1993.

MORECROFT, J. D. W. & STERMAN, J. D. Modeling for Learning Organizations. Portland, Productivity Press, 1994. 400 p.

MORGAN, G. Imagens da Organização. São Paulo, Atlas, 1996.

- MORLEY, I. & ORMEROD, R. Journal of the Operational Research Society, v. 47, n. 6, June, p. 731-740, 1996.
- MOTT, J. & TUMAY, K. Developing a strategy for justifying simulation. Industrial Engineering, p. 38-42, jul. 1992.
- NEALE, I. M. Modelling Expertise for KBS Development. Journal of the Operational Research Society, v. 41, n. 5, May, p. 447-458, 1990.
- ORMEROD, R. Putting Soft OR Methods to Work: Information Systems Strategy Development at Sainsbury's. Journal of the Operational Research Society, v. 46, n. 3, March, p. 277-293, 1995.
- _____, _____. Putting Soft OR Methods to Work: Information Systems Strategy Development at Richards Bay. Journal of the Operational Research Society, v. 47, n. 9, September, p. 1083-1097, 1996.
- PANITZ, C. E. P. Organização e Gerenciamento de Frota e Terminais em Empresas de Transporte de Carga Através de Modelos de Suporte à Decisão. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. [Dissertação de mestrado Área: Transporte.]
- PAESE, C.; BERGUE, L. X.; SILVA, M. M. & BAÑOLAS, R. G. Aprendizagem Organizacional: Sinergia entre o Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional em uma Empresa de Serviços. *Working Paper* não publicado, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

PANITZ, C. E. P. Organização e Gerenciamento de Frota e Terminais em Empresa de Transporte de Carga Através de Modelos de Suporte à Decisão. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. . [Dissertação de mestrado Área: Transportes.]

PIDD, M. Computer simulation in management science. Grã-Bretanha, John Wiley & Sons, 1992.

____, _____. Modelagem Empresarial. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.

PRITSKER, A.B.; SIGAL, C.E. & HAMMESFAHR, R.D.J. Papers, Experiences, Perspectives. Estados Unidos da América, Donnelley & Sons, 1990.

RIVETT, P. OR – Past and Future in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 8, August, p. 965-973, 1994.

RODRIGUES, L. H. Developing an approach to help companies synchronise manufacturing. Dissertação de Doutorado, Lancaster University, Inglaterra, 1994.

____, _____. Simulação Computacional. Notas de Aula, Programa de Pós-Graduação da Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ROESCH, S. M. A. Projetos de Estágios e de Pesquisa em Administração – Guia para Estágios, Trabalhos de conclusão, Dissertações e Estudos de casos. São Paulo, Atlas, 1999.

SALIBY, E. Repensando a Simulação Computacional. São Paulo, Atlas, 1989.

SCHECTER, D. In Defence of the System of Systems Methodologies: Some Comments on the Mingers/Jackson Debate in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 44, n. 2, February, p. 205-210, 1993.

SCHUCH, C.; SOARES, C.; MACKE, J. & SOUTO, R. Aplicação Sinérgica do Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional – Um Estudo de Caso em uma Indústria Metal Mecânica. Working Paper não publicado, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

SENGE, P. A Quinta Disciplina - Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem. São Paulo, Best Seller, 1990. 352 p.

____, _____. Systems Thinking. Executive Excellence, 15-16, Jan 15, 1996a.

____, _____. Interview with Claus Otto Scharmer. MIT Center for Organizational Learning Sloan School of Management. May 15, 1996b.

____, _____. KLEINER, A., ROBERTS, C., ROSS, R. & SMITH, B. J. A Quinta Disciplina - Caderno de Campo. São Paulo, Qualitymark, 1997.

SUTTON, D. C.. Hard and Soft in Coercive Contexts in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 2, February, p. 241-243, 1994.

TEJERA, D.; MARCONDES, D., BLANK, F. & TORRES, M. Análise da Sinergia entre Simulação e Pensamento Sistêmico. *Working Paper* não publicado, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, janeiro de 1998.

- WALTER, A. & KLIPPEL, M. Análise de Sinergia entre Modelagem de Sistemas *Hard e Soft* através da Implementação Prática de Técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional. *Working-Paper* não publicado, Progr. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Univ. Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- WATSON, H.J. & BLACKSTONE, J.H., Jr. Computer simulation. Singapura, John Wiley & Sons, 1989.
- WILLIAMS, H. After Post-Modenernism in OR in Viewpoints. Journal of the Operational Research Society, v. 45, n. 2, February, p. 241-243, 1994.
- WOLLSTENHOLME. E. F. A Case study in Community Care Using Systems Thinking. Journal of the Operational Research Society, v. 44, n. 9, September, p. 925-934, 1993.

**ANEXO I – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE BORGES
ET ALLI (1999)**

ANÁLISE DA SINERGIA ENTRE O PENSAMENTO SISTÊMICO E A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL A PARTIR DE UM CASO PRÁTICO APLICADO NO DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA DE PORTO ALEGRE

Marco Antônio Viana Borges

Pesquisador do Núcleo Tecnológico (NUCTEC) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS. Praça Argentina, 9. CEP 90040-020. Fone 051-316-3909 E-mail: maborges@vortex.ufrgs.br

Gustavo Severo de Borba

Pesquisador do Núcleo Tecnológico (NUCTEC) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS. Praça Argentina, 9. CEP 90040-020. Fone 051-316-3909. E-mail: gsborba@cpovo.net

Francisco José Soares Hörbe

Pesquisador do Núcleo Tecnológico (NUCTEC) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS. Praça Argentina, 9. CEP 90040-020. Fone 051-316-3909. E-mail: horbe@cpovo.net

Abstract:

This paper has the objective to evaluate the synergy existent in the development of a study in Systems Thinking and Computer Simulation, applied simultaneous in the same setor of an organization in the prior to structure and to solve their problem. The practical case went develop in Service Fiscalization (SEFIS) of Department of Cleaning Urban from Porto Alegre. A theoretical introduction of the two techniques will be develop. After the work method will be show and finally the conclusions of study will be present.

Keys words: *Systems Thinking, Computer Simulation, Sinergy*

1. INTRODUÇÃO

Com a competitividade cada vez mais acirrada entre as empresas que querem manter ou ganhar uma maior participação no mercado, as mesmas devem se adequar as atuais normas de concorrência, sejam elas empresas prestadoras de serviços ou indústrias de manufatura. Para tal, é preciso estarem preparadas para eventuais modificações em seus produtos ou serviços, desenvolvendo a habilidade para identificar e solucionar problemas, tendo assim suporte para a tomada de decisões estratégicas. Segundo Pidd (1997) esses aspectos são relevantes pois têm efeito na sobrevivência a longo prazo da empresa.

A tomada estratégica de decisão é considerada complexa, tendo um diferente número de dimensões:

- Uma quantidade enorme de dados quantitativos e qualitativos e informações que podem ser consideradas;

- Há uma confusão considerável e perda de clareza sobre a definição dos problemas;
- Os diferentes participantes que constituem o time estratégico podem ter objetivos conflitantes e estar em oposição direta uns com os outros (Pidd, 1997).

Duas possibilidades de modelar esses sistemas complexos, as abordagens *Hard* e *Soft*, foram desenvolvidas nesse trabalho. A abordagem *Hard* é utilizada em pontos específicos do sistema a ser modelado, visando uma análise mais sistemática e objetiva dos problemas. A abordagem *Soft* tem como preocupações centrais estruturar o problema e compreender os efeitos causados por uma mudança no sistema ao longo do tempo.

Será descrito neste artigo o estudo realizado no Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), mais precisamente no Serviço de Fiscalização (SEFIS), onde foram utilizadas as duas abordagens citadas acima. O Pensamento Sistêmico, como abordagem *Soft*, foi utilizado em um ponto-de-vista mais macro visando a análise e estruturação do problema, enquanto a Simulação Computacional, como abordagem *Hard*, foi utilizada para propor a solução de questões mais pontuais do setor. Pretende-se avaliar com esse estudo a sinergia existente em utilizar essas duas técnicas simultaneamente.

2. SOFT VERSUS HARD

Estas duas abordagens, que visam desenvolver modelos da realidade para auxiliar a tomada de decisão e o controle nas organizações, possuem definições e conceitos bastante distintos. Pidd (1997) define alguns pontos para uma análise comparativa destas duas abordagens, apresentados na tabela 1:

	Hard	Soft
Definição do problema a ser abordado	Vista como direta e unitária	Vista como problemática pluralista
A organização	Assumida tacitamente	Requer negociação
O modelo	Uma representação do mundo real	Uma forma de gerar debate e insight a respeito do mundo real
Resultado	Um produto ou recomendações	Progresso através da aprendizagem

Tabela 1 - Análise comparativa das abordagens *hard* e *soft*.

Existem técnicas para desenvolver as abordagens descritas acima. Os objetivos desse trabalho foram obtidos utilizando a potencialidade do Pensamento Sistêmico para a modelagem *soft* e a Simulação Computacional para a modelagem *hard*.

2.1 PENSAMENTO SISTÊMICO

O Pensamento Sistêmico é uma ferramenta *soft* que visa dotar os atores da organização de uma linguagem poderosa o suficiente para desvendar e representar as estruturas mais profundas da realidade.

A abordagem proposta encontra-se desenvolvida dentro do campo de conhecimentos da Aprendizagem Organizacional. Visa a realização de projetos de alavancagem administrativa utilizando uma proposta alternativa de análise e ação organizacional voltada para a mudança. Através da Aprendizagem, lança-se mão de uma série de teorias, métodos e ferramentas, bem como idéias norteadoras e inovações em termos infra-estruturais visando aumentar as capacidades e habilidades das pessoas em direção ao aprimoramento organizacional e dos padrões de desempenho.

“As ferramentas e métodos que descrevem o Pensamento Sistêmico – “elos e enlaces”, arquétipos, e modelação de estoque e fluxo – todas tem suas raízes no entendimento proporcionado pela dinâmica de sistemas, de como processos complexos de realimentação podem gerar padrões problemáticos de comportamento dentro das organizações e sistemas humanos de grande escala” (Senge, 1996).

A prática de pensamento sistêmico permite formas alternativas de raciocínio sobre questões que envolvem complexidade dinâmica. Senge et alii (1996) não apresentam especificamente um método visando esta prática. No entanto, alguns casos e exercícios sugerem um roteiro de aplicação (Andrade & Kasper, 1997). O roteiro utilizado nesse estudo encontra-se descrito em Andrade (1997).

2.2 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Uma definição formal para Simulação Computacional afirma que esta é uma técnica de pesquisa operacional que envolve a criação de um programa computacional que representa uma parte do mundo real de forma que experimentos no modelo são uma antevisão do que acontecerá na realidade (Hollocks, 1992), com o objetivo de apoiar decisões nos mais variados campos de conhecimento.

A Simulação consegue modelar as características complexas do sistema, inclusive a estocasticidade e a característica dinâmica sem tornar o modelo difícil de ser estudado (Pidd, 1992), permitindo que façam-se experimentações na realidade com base nesses modelos.

A representação da realidade é complexa, sendo necessário utilizar algumas simplificações, mas que, se convenientemente feitas, não tiram a validade do modelo. Segundo Pidd (1997) “ Os modelos não precisam ser exatos para serem úteis.”

Uma vantagem apresentada é que toda e qualquer mudança ou experiência realizada no sistema em questão ocorre a nível de modelagem computacional, sem que seja necessário realizar investimentos na empresa, obtendo-se assim uma minimização dos riscos.

O método que permite a aplicação da simulação computacional utilizado nesse trabalho é o mesmo desenvolvido por Law e Kelton (1991).

Por apresentarem maneiras distintas de abordar as problemáticas de um sistema, uma aplicação conjunta das técnicas de Pensamento Sistêmico e simulação computacional podem apresentar como resultado uma maneira mais eficiente de modelar os sistemas organizacionais, dando maior suporte nos processos decisórios das empresas.

3. MÉTODO DE TRABALHO

O método usado para se fazer o estudo da aplicação concomitante das técnicas de pensamento sistêmico e simulação computacional foi composto de dez etapas fundamentais, descritas a seguir:

a) Revisão bibliográfica

Para realização desse estudo, primeiramente definiu-se a bibliografia necessária para o entendimento dos conceitos das duas abordagens propostas, mais especificamente o pensamento sistêmico e a simulação computacional;

b) Estudo dos métodos de implementação

Estudou-se os métodos de implementação das técnicas de pensamento sistêmico e simulação computacional, propostos na literatura;

c) Definição do local para o estudo de caso.

Definiu-se o local para o desenvolvimento do caso prático;

d) Definição do grupo de trabalho

Definiu-se, junto a empresa escolhida, um grupo de funcionários para trabalhar com as duas técnicas;

e) Seminário de nivelamento

Fez-se um seminário para nivelamento do grupo, apresentando os principais conceitos das técnicas de pensamento sistêmico e simulação computacional;

f) Definição dos problemas

Após o nivelamento dos conhecimentos, foi definido as problemáticas para o estudo, de acordo com as características de cada técnica. Bem estruturado para a simulação computacional e de uma maneira mais global para o pensamento sistêmico;

Implementação dos métodos

O dois métodos foram implementados separadamente, em um mesmos setor da empresa escolhida. As reuniões para desenvolver o método de trabalho de Pensamento Sistêmico aconteceram semanalmente em dia e horário pré-definidos. Para a simulação computacional os encontros não foram regulares e poucas vezes precisou-se reunir o grupo todo, sendo

realizados de acordo com a demanda necessária de dados para alimentar o modelo desenvolvido.

g) Avaliação dos resultados

Avaliou-se os resultados obtidos com a implementação de cada uma das técnicas

h) Apresentação dos resultados

Fez-se um seminário na empresa para apresentar os resultados individuais obtidos por cada uma das técnicas

i) Análise da sinergia

Ao final do trabalho fez-se um estudo para avaliar os resultados sinérgicos obtidos com a aplicação das duas técnicas

4. ESTUDO DE CASO

O local proposto para o desenvolvimento do caso prático foi o Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (DMLU). O setor escolhido foi o Serviço de Fiscalização (SEFIS). O SEFIS atende as denúncias feitas pela comunidade, podendo ser de três tipos:

- Terreno baldio: feita ao proprietário que não mantém o terreno limpo, acumulando lixo no mesmo, comprometendo toda a região vizinha.
- Lixo fora de hora: feita a pessoas que não respeitam os horários de coleta de lixo.
- Trânsito: feita a pessoas que jogam lixo na rua pelo vidro do carro.

O proprietário é autuado e na maioria das vezes é aberto um processo para julgar o caso, que fica tramitando entre os diversos setores do DMLU até ser arquivado.

Definiu-se as situações complexas de interesse para o estudo segundo as características de cada técnica. Com a Simulação Computacional, analisou-se um problema bastante específico do SEFIS, criando um modelo para o fluxo correspondendo desde a denúncia até a abertura do processo. Buscou-se responder com esse modelo a possibilidade de unificação das oito seções de fiscalização em uma única gerência, avaliando suas implicações sobre o sistema. Com o Pensamento Sistêmico buscou-se avaliar o SEFIS de uma maneira mais global, usando como questão para estudo o que julgava-se ser o seu maior problema. Acreditava-se que o setor vinha sofrendo sobrecarga de trabalho em função do aumento do número de denúncias ao longo dos anos.

5. ANÁLISE DA APLICAÇÃO PRÁTICA DAS TÉCNICAS

O resultado da aplicação simultânea das duas técnicas foram avaliadas segundo cinco fatores. Primeiramente avaliou-se o tempo que foi dedicado a cada uma das técnicas e o perfil do grupo de trabalho da empresa. Em seguida, analisou-se a atuação do consultor ao trabalhar com cada uma das ferramentas e qual foi a aceitação do usuário para com as

mesmas. Por fim, avaliou-se qual a possibilidade que o pensamento sistêmico e a simulação computacional podem oferecer para melhorar o entendimento do sistema produtivo. Essa análise está resumida na tabela 2.

5.1 EXPLICANDO OS FATORES

a) Tempo de dedicação:

O trabalho de Pensamento Sistêmico foi elaborado em nove reuniões com a participação da equipe de trabalho, com aproximadamente três horas de duração, fechando uma demanda de tempo de vinte e sete horas de dedicação por parte do grupo.

No trabalho de simulação computacional a carga horária de trabalho na empresa ocorreu de forma diferenciada. Foi exigida nas quatro primeiras semanas uma demanda de trabalho bem maior junto ao DMLU, período correspondente a descrição do fluxo e levantamento dos dados que alimentariam o modelo.

Com relação ao trabalho extra realizado, verificou-se que a Simulação Computacional demandou praticamente o dobro do tempo em relação ao Pensamento Sistêmico. Isso é explicado pelo fato de que no Pensamento Sistêmico o trabalho é praticamente estruturado nas reuniões, e a obtenção de dados fica a cargo dos componentes do grupo. Necessitou-se de maior dedicação por parte dos facilitadores apenas nas três últimas semanas, quando se montou estrutura sistêmica e desenvolveu-se um modelo computacional de parte dessa estrutura.

Na Simulação Computacional todas as atividades envolvidas no método de trabalho ficam por conta do consultor, recebendo apenas auxílio do grupo de trabalho em atividades como levantamento do fluxo, coleta de dados, validação do modelo, definição dos cenários, entre outras.

b) Perfil dos grupos:

Optou-se por trabalhar com um mesmo grupo seguindo as exigências do Pensamento Sistêmico para a sua formação. Definiu-se um grupo de trabalho de seis pessoas com diferentes pontos de vista a respeito do problema a ser estudado. Todos os integrantes apresentaram desejo voluntário de participação, tendo entre eles pessoas com poder de decisão frente instituição, o que aumentou a autoconfiança do grupo, pois este viu a possibilidade de implementação das medidas de melhoria levantadas até o final do trabalho.

c) Atuação do consultor:

No trabalho de Pensamento Sistêmico o grupo se fez presente em todos esses encontros atuando diretamente para o seu desenvolvimento, seguindo todas as etapas do método sistêmico. O consultor atua apenas como um facilitador do método, dirigindo o grupo para a elaboração do mesmo, visto que são os seus integrantes que possuem o conhecimento a respeito do problema. Todas as questões foram amplamente discutidas

antes de serem formalizadas. Essa discussão foi necessária, pois tratou-se de um trabalho qualitativo, elaborado através das percepções dos membros do grupo.

Na Simulação Computacional todas as atividades envolvidas no método de trabalho ficaram por conta do consultor, envolvendo a equipe apenas na obtenção dos dados para a criação do modelo. A carga de serviço e a responsabilidade dos consultor pelos resultados são maiores nessa técnica.

d) Aceitação do usuário:

Pode-se perceber que as pessoas entendem facilmente os conceitos relacionados ao Pensamento Sistêmico, pois a linguagem usada por essa ferramenta procura retratar as suas realidades de trabalho. O grupo manteve-se motivado durante todo o desenvolvimento do método, mas o interesse aumentou significativamente durante o traçado da estrutura sistêmica e definição dos pontos de alavancagem para melhoria efetiva dos problemas relacionados ao setor. Estas etapas do método são desenvolvidas ao final do estudo.

A Simulação Computacional apresenta uma caráter mais técnico, exigindo da equipe conhecimentos específicos como estatística e informática, criando um sentimento de complexidade em relação à simulação. Esses fatores não estimulam as pessoas no início do desenvolvimento do trabalho. Conforme foram surgindo os resultados derivados da pesquisa para a definição do modelo, verificou-se o interesse do grupo. Finalmente, ao concluir o trabalho, percebeu-se um aumento no índice de aceitação da técnica, onde o modelo computacional estava pronto permitindo uma análise do comportamento do sistema, bem como a experimentação de cenários.

e) Possibilidade de melhor entendimento do sistema produtivo:

A Simulação Computacional propiciou um conhecimento direto do trabalho desenvolvido pelo Serviço de Fiscalização, já que todos os dados para criação do modelo foram obtidos através de um estudo feito dentro do setor. Pode-se conhecer a estrutura e acompanhar as rotinas de trabalho.

O trabalho de Pensamento Sistêmico retratou a realidade do SEFIS e as relações deste com o sistema maior que é o DMLU. Pode-se avaliar as implicações do modelo institucional sobre os seus problemas. Outro aspecto importante proporcionado pelo Método Sistêmico foi o reconhecimento histórico do SEFIS, aumentando ainda mais o aprendizado da equipe a respeito desse setor.

Cada uma das ferramentas apresentou uma possibilidade diferente de conhecer o sistema, internamente com a Simulação Computacional e em um contexto mais amplo, abrangendo toda a instituição, com o uso do Pensamento Sistêmico. O aprendizado sobre a realidade do setor não teria sido tão rico com o uso de apenas uma das ferramentas.

	Pensamento Sistêmico	Simulação Computacional
a) Tempo de dedicação	1/3 do tempo total dedicado ao estudo	2/3 do tempo total dedicado ao estudo
b) Perfil dos grupos de trabalho	diferentes pontos de vista a respeito da problemática estudada	diferentes pontos de vista a respeito da problemática estudada
c) Atuação do consultor	Facilitador do método utilizado	Atua diretamente na execução de todas as etapas do método utilizado
d) Aceitação do usuário: início meio fim	média média grande	Pequena média grande
e) Possibilidade de melhor entendimento do sistema produtivo.	retrata a realidade do setor estudado e as relações deste com toda a instituição o qual está inserido	Possibilidade de conhecer o setor internamente, fazendo uma análise quantitativa dos processos e rotinas de trabalho.

Tabela 2 Fatores de análise da aplicação prática das técnicas de pensamento sistêmico e simulação computacional

5.2 BENEFÍCIOS

Os benefícios da aplicação simultânea das técnicas de pensamento sistêmico e simulação computacional estão relacionados ao compartilhamento dos dados que alimentam os seus modelos e as duas formas diferentes de aprendizado que cada uma dessas técnicas proporciona.

Conforme o trabalho foi se desenvolvendo ficou difícil separar as duas abordagens, visto que ambas buscavam resolver os problemas do mesmo setor. Exemplo disso foi quando constatou-se que o foco do estudo do Pensamento Sistêmico não condizia com os dados reais do sistema (estudo feito para o traçado dos padrões de comportamento). O número de denúncias feitas ao SEFIS, ao contrário do que se pensava, vinha diminuindo ao longo do tempo. A explicação para o aumento da sobrecarga de trabalho só foi obtida com alguns dos dados que foram levantados durante o processo de descrição do fluxo das atividades e levantamento dos dados que alimentaria o modelo desenvolvido para o trabalho de Simulação Computacional. Verificou-se a excessiva burocratização da instituição resultando em um alto tempo de trâmite dos processos, acumulando-os dentro do sistema. Pode-se então reformular o problema, mudando o rumo do trabalho de Pensamento Sistêmico.

Da mesma forma, constatou-se no estudo desenvolvido através do Pensamento sistêmico que a problemática analisada com a Simulação Computacional, diferente do que se acreditava no início do trabalho, apesar de melhorar bastante o sistema, não traria melhorias efetivas. Essa afirmação foi validada quando, no trabalho de Pensamento sistêmico, definiu-se que os verdadeiros problemas do Serviço de Fiscalização eram

decorrentes da forma como a instituição é gerenciada, sendo a questão estudada apenas uma conseqüência desse problema maior.

Outra evidência forte da sinergia dessas duas ferramentas foi na conclusão final do trabalho de Pensamento Sistêmico, onde o próprio grupo, a luz do estudo feito, relacionou os pontos de alavancagem com possíveis medidas que efetivamente melhorariam o sistema. Muitas das ações levantadas pelo grupo foram baseadas nos estudos feitos durante o trabalho de Simulação Computacional, mostrando que o aprendizado global de todo o trabalho foi um só.

Ficou claro durante o estudo prático as vantagens de se fazer a estruturação de problemas com o uso do Pensamento Sistêmico, tornando os atores da organização mais conscientes a respeito de suas realidades de trabalho e as implicações destas sobre todo o sistema. A simulação computacional permitiu que o grupo conhecesse o setor de trabalho internamente, fazendo uma análise quantitativa nos processos e rotinas de trabalho.

6. CONCLUSÃO

A aplicação paralela das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional apresentou bons resultados para o caso estudado. Pode-se ter uma ampla compreensão do funcionamento e possibilitou a estruturação dos problemas do setor estudado. A vantagem de ter-se trabalhado em um mesmo setor foi que pode-se atacar os seus problemas sob os pontos de vistas das duas técnicas. Com a simulação computacional, estudou-se o Serviço de Fiscalização de uma maneira mais pontual, conhecendo-se, através do processo de modelagem, a sua estrutura de funcionamento e as rotinas de trabalho. Com o Pensamento Sistêmico, o SEFIS foi visto de uma maneira mais global abrangendo todo o sistema DMLU, avaliando suas inter-relações como o modelo institucional.

Não foi encontrada nenhuma grande dificuldade para elaboração do trabalho de Pensamento Sistêmico. O trabalho de Simulação encontrou um pouco mais de dificuldade em função indisponibilidade de dados no sistema e indefinição do fluxo de atividades no Serviço de Fiscalização, sendo necessário um esforço grande para o seu mapeamento. Foi preciso uma carga horária extra para o levantamento de dados necessários para o desenvolvimento do projeto, sendo que alguns dados tiveram que ser estimados usando a percepção dos membros da equipe de trabalho. Apesar de estar relatado como uma dificuldade, este esforço para definição do fluxo e levantamento dos dados contribuiu para o melhor entendimento dos procedimento de trabalho do SEFIS.

Foi produtivo ter-se trabalhado com um único grupo, pois proporcionou-se a ele um amplo aprendizado sobre o SEFIS, de acordo com as característica de cada abordagem. No decorrer do trabalho ficou difícil separar as duas abordagens. Não se conseguia trabalhar em uma das técnicas sem levar em consideração os resultados já obtidos na outra. O trabalho não teria fluído dessa maneira se os grupos de trabalho de pensamento sistêmico e simulação computacional tivessem sido diferentes. Nesse caso o compartilhamento teria ficado apenas a cargo dos consultores. Trabalhar com grupos diferentes, para cada uma das técnicas, fica como uma outra possível aplicação simultânea das duas técnicas, para fazer então, uma futura comparação dos resultados.

Outro fator a ressaltar é que no DMLU tinha-se um total desconhecimento de quais seriam os reais problemas do SEFIS, levando a uma definição incoerente da problemática a ser estudada pela Simulação Computacional, tendo resultados finais pouco relevantes para a potencialidade da ferramenta. O que aproveitou-se na verdade foi o trabalho de modelagem que esclareceu muitas coisas a respeito do setor, não invalidando a aplicação simultânea das duas técnicas. Uma possível sugestão para implementação dessas duas abordagens é usar primeiramente o Pensamento Sistêmico para estruturação do problema, definindo em um segunda etapa onde seria mais viável a aplicação da Simulação Computacional, maximizando as vantagens dessa técnica.

7. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, Aurélio L. *Pensamento Sistêmico: Um Roteiro Básico para Perceber as Estruturas da Realidade Organizacional*. Revista Eletrônica de Administração - READ número 5, 1997.

ANDRADE, Aurélio L & KASPER, Humberto. *Pensamento Sistêmico e Modelagem Computacional: Aplicação Prática na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre – TRENSURB*. Anais 17 Encontro Nacional de Engenharia de Produção - XVII ENEGEP, 1997.

CASSEL, Ricardo A “*Desenvolvimento de uma abordagem para a divulgação da simulação no setor calcadista gaúcho.*” Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

CHENG, T.C.E. “*Some thoughts on the practice of just-in-time manufacturing*” In. _____ . *Production Planning & Control*, Vol.2, 1991, pp.167-178.

HOLLOCKS, Brian. “*A well-kept secret? Simulation in manufacturing industry reviewed.*” *OR Insight*, out-dez. 1992, p-12-17

JACOBI, Michael A. “*How to unlock the benefits of MRP II and Just-in-Time*” In. *Hospital Material Management*. Vol. 15, 1994, pp.12-22.

LAW, Averill & KELTON, David W. *Simulation Modelling and Analysis*. New York, McGraw-Hill, 1991.

MENEZES, Alex F.S. & RODRIGUES, Luís H. “*Breves considerações sobre a flexibilidade e o grau de especialização técnica das ferramentas de Simulação Computacional.*” Anais 16 Encontro nacional de engenharia de produção - ENEGEP 96, Piracicaba - SP.

PIDD, Michael. *Computer simulation in management science*. Grã-Bretanha, John Wiley & Sons, 1992.

PIDD, Michael. *Modelagem Empresarial: ferramentas para tomada de decisão*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998. 314p.

RODRIGUES, Luís H. “*Developing na approach to help companies synchronise manufacturing.*” Dissertação de Doutorado, Lancaster University, Inglaterra, 1994.

RODRIGUES , Luís H, ANTUNES, José A. V. COSTA, Francisco L. “*Simulação Computacional aplicada à ect.*” Anais 16 Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP 96, Piracicaba - SP.

SENGE, Peter M. *A Quinta Disciplina; arte, teoria e prática da organização de aprendizagem*. São Paulo, Best Seller, 1990, 352p.

SENGE, Peter M. **et alii**. *A Quinta Disciplina; caderno de campo*. São Paulo, Qualitymark, 1996. 543p.

**ANEXO II – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE GIANI ET
ALLI (1998)**

APLICAÇÃO CONJUNTA DO PENSAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL - UM ESTUDO DE CASO EM MANUFATURA

Eduardo Paim Giani

Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP -
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9 sala 402, Porto
Alegre - RS.

Fernanda Dietrich

Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP -
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9 sala 402, Porto
Alegre - RS.

Pedro Renato Gehlen

Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP -
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9 sala 402, Porto
Alegre - RS.

Rodrigo Baroni de Melo

Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP -
Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9 sala 402, Porto
Alegre - RS.

ABSTRACT

In this paper it is presented a practical and simultaneous application of systems thinking and computer simulation in a manufacturing environment. The purpose of to investigate the synergy between these two approaches. The systems thinking and the computer simulation were used as interventions techniques towards an existing problem either in its micro and macro level. It was used a method that included the participation of the authors and the managers of the organization in theoretical and results presentations, discussion meetings and data gathering. Although it takes some time for people get involved it was observed as a beneficial synergy that this method provides a better comprehension of the organization problems as well as the evaluation between alternatives solutions.

KEYWORDS: Systems Thinking, Computer Simulation, Synergy.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo apresenta uma proposta de abordagem utilizando a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico (PS) de forma conjunta, onde o objetivo foi experimentar na prática a sinergia entre as duas abordagens, bem como suas complementaridades.

Estes métodos foram aplicados paralelamente no tratamento de uma situação problema em uma empresa de manufatura. Nesta intervenção, ocorreram seminários, reuniões, coleta de dados e conferência de dados na qual participaram os pesquisadores deste trabalho e funcionários da alta gerência da empresa em questão.

Neste trabalho a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico serão brevemente apresentados através de uma revisão bibliográfica, a seguir será apresentado o método do pesquisa utilizado no estudo de caso. A partir dos resultados obtidos e do comportamento do grupo durante a execução do trabalho será feita uma análise comparativa entre os dois métodos, a respeito de fatores relevantes para a pesquisa e que determinam conclusivamente a existência de sinergia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A simulação computacional consiste no uso de um modelo como base para exploração e experimentação “da realidade” e não “na realidade. O objetivo é evitar riscos e ganhar tempo, considerando que o modelo construído seja um veículo para se fazer inferências do tipo “o que aconteceria se ?...””.

Nos últimos anos, *softwares* amigáveis de simulação têm sido desenvolvidos, facilitando o processo de criação e rodagem do modelo computacional. Estas ferramentas são conhecidas como Sistemas de Modelagem Visual Interativa. (VIMS). Um sistema VIMS conta com a disponibilidade de uma interface gráfica com o usuário além de outros elementos para que o mesmo possa desenvolver seu modelo facilmente apenas clicando, apontando e preenchendo campos na tela a fim de parametrizar o modelo final.

O Micro Saint utiliza a abordagem de redes baseadas em atividades, na qual cada entidade representa uma atividade; esta atividade pode envolver uma ou mais entidades ou uma ou mais unidades de recursos do sistema. Consequentemente, as atividades são ligadas logicamente a fim de representar sua interdependência. Existe outro tipo de abordagem que são as redes baseadas em máquinas utilizadas em sistemas onde os objetos passam por um processo complexo (seqüência de atividades) e nos quais as máquinas podem ser utilizadas para realização de mais de uma tarefa. Por sua vez, a modelagem por redes baseadas em atividades deve ser utilizada em sistemas nos quais o roteiro é relativamente simples, mas as atividades podem requerer a operação conjunta de várias máquinas para sua realização.

Os sistemas VIMS ainda têm a vantagem de possibilitar a interação entre o usuário e o sistema durante a rodagem do modelo. Podendo interromper a simulação, alterar parâmetros, adicionar recursos e atividades extras e após isso reiniciar a simulação com essas alterações (Pidd, 1998).

A outra abordagem aplicada neste trabalho – Pensamento Sistêmico – possui um aspecto bem menos técnico, com a qual a aprendizagem e a possível solução de problemas ocorre mais a níveis qualitativos a partir de um entendimento do funcionamento dinâmico do sistema em questão. Uma breve revisão bibliográfica sobre esta abordagem é feita a seguir.

A abordagem do pensamento sistêmico parte da utilização específica que vem tendo através do modelo de aprendizagem organizacional apresentado pelos pesquisadores do MIT – Massachusetts Institute of Technology – e exposto principalmente através das obras “A Quinta Disciplina” (Senge, 1990) e “A Quinta Disciplina – Caderno de Campo” (Senge Et Alli, 1996). Estas cinco disciplinas propostas por Senge formam a base para as “organizações de aprendizagem” e são elas: modelos mentais, visão compartilhada, domínio pessoal, aprendizagem em grupo, e pensamento sistêmico.

Modelos mentais são os pressupostos particulares e profundamente arraigados que nós carregamos sobre a natureza do mundo. São os modelos mentais que informam nossas atitudes. **Visão compartilhada** é o processo pelo qual as visões pessoais de líderes chave são traduzidas de forma a poderem ser compartilhadas por todos os membros da organização. **Domínio pessoal** ou maestria pessoal envolve um compromisso em relação ao aprendizado diário e contínuo desafio de esclarecer as visões pessoais. **O aprendizado em grupo** envolve a maximização em relação aos *insights* dos indivíduos através do diálogo e a conscientização dos padrões de comportamento do grupo os quais podem impedir ou atrapalhar o aprendizado por completo. Finalmente o **Pensamento Sistêmico** funciona como uma “cola” conceitual que interliga os diferentes elementos. Suas ferramentas fazem com que ações isoladas sejam vistas como padrões integrados do sistema (Easterby-Smith 1997).

Peter Senge foi influenciado por Jay Forrester que escreveu diversos livros sobre dinâmica de sistemas. Durante a década de 70, Senge trabalhou na realização de seminários com executivos introduzindo a prática de dinâmica de sistemas nos sistemas gerenciais. Desde então, seminários em Pensamento Sistêmico começam a ser ministrados com o objetivo de auxiliar as empresas nos esforços, freqüentemente fracassados, de intervenção na realidade organizacional. (Andrade, 1997)

Segundo Andrade (1997) “um dos principais modelos de compreensão do pensamento sistêmico é o dos níveis de uma situação”. O nível dos **eventos** é percebido pelas pessoas e é baseado nele que são explicadas algumas situações e que são tomadas as ações quando a percepção dos envolvidos é baseada no pensamento linear. Os eventos são **evidências dos padrões de comportamento**, que são o segundo nível do pensamento sistêmico. Neste nível é necessária a percepção além do nível dos eventos, sendo necessário o conhecimento do comportamento das variáveis ao longo do tempo. Neste ponto, os atores podem responder às tendências de mudança. O terceiro nível é o nível da **estrutura sistêmica**. Neste ponto, procura-se explicar como os elementos se influenciam, causando os padrões de comportamento. O nível dos **modelos mentais** é o último nível do pensamento sistêmico. É neste nível que são identificadas as formas que as pessoas envolvidas e seus comportamentos influenciam o sistema. A mudança é mais efetiva se for feita nestes dois níveis mais profundos.

No pensamento sistêmico, uma nova linguagem se faz necessária a fim de poder romper com o “pensamento linear”; que impede a percepção da realidade dinâmica, onde uma ação pode produzir efeitos diferentes a longo e a curto prazo ou, em um local do

sistema o efeito pode ser diverso do que em outro. Senge et alli (1996, p. 105) sugere o uso dos diagramas de enlace causal como forma de linguagem.

3 APRESENTAÇÃO DO MÉTODO

A aplicação do método inicia com o primeiro contato na empresa que serve para se definir os grupos de trabalho e para conhecer o processo de fabricação. Inicialmente é feita uma apresentação formal teórica do Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional para que os integrantes do grupo tomem conhecimento das ferramentas e da sua terminologia. A seguir, o grupo discute os problemas da empresa com o objetivo de se obter uma melhor compreensão da situação. O grupo, então, define as situações de interesse a serem trabalhadas. Definidas as situações de interesse, são realizadas reuniões semanais, nas quais são apresentados os resultados até então obtidos, traçados os objetivos intermediários seguintes e coletadas as informações necessárias.

O Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional possuem individualmente um método sugerido. Os passos para suas aplicações práticas foram utilizados pelo grupo de pesquisa na execução do trabalho e serão respectivamente descritos a seguir:

A simulação computacional, apesar de potencialmente poderosa, pode não ter sucesso se não for utilizada de maneira correta. Segundo Dietz (1992) para assegurar que um projeto de simulação computacional seja reconhecido e implementado, independente da área em que será aplicado, devem ser observados e executados alguns passos básicos:

- 1. Definição do plano:** as metas do projeto devem ser claramente definidas na reunião inicial. Devem ser considerados e identificados problemas de desempenho e seus indicadores, objetivos do estudo, o que deve ser especificamente modelado, as fronteiras do sistema, fontes de dados de entrada, como o modelo será usado o processo de tomada de decisões, o tempo requerido para a conclusão do projeto.
- 2. Coleta de dados:** um modelo de simulação será tão bom quanto forem os dados de entrada. Escolher e coletar os dados é um trabalho que pode consumir muito tempo e ser oneroso para o projeto. Este problema pode ser minimizado se os dados forem coletados de maneira inteligente.
- 3. Documentos de premissas:** todos os dados e qualquer premissa antecipada deve ser compilada num documento, que tipicamente contem tabela de dados, roteiros, narrativa do sistema e áreas de análise junto com campos para se apresentar os resultados da simulação.
- 4. Modelagem e verificação:** o primeiro passo da modelagem é esboçar o sistema ou conseguir um layout do mesmo, aonde os elementos serão mapeados e nomeados. Para facilitar pode-se “quebrar” o sistema em áreas lógicas e modela-lás seqüencialmente. Isto reduzirá a complexidade na construção, *debugging* e verificação do modelo.
- 5. Período de aquecimento e duração da corrida de simulação:** Cada rodada da simulação deve durar um tempo suficiente para que sejam captados efeitos de longo prazo e valores médios de processos cíclicos.
- 6. Desempenho do modelo:** no mínimo duas validações devem ser realizadas durante esta fase do projeto. Na primeira validação o processo e as suas descrições devem ser revisados de acordo com os documentos de premissas. O modelo e seus resultados

revisitos devem ser apresentados numa validação final para assegurar que o modelo está respondendo corretamente.

- 7. Analisando os resultados:** São usualmente utilizadas na análise de um sistema a média, o desvio padrão e o intervalo de confiança. A maioria dos projetos de simulação requer comparação dos resultados entre cenários alternativos “o que aconteceria se ...”.

Estes sete passos HARD contrastam com os passos SOFT do Pensamento Sistêmico já que é preciso utilizar uma perspectiva dinâmica e sistêmica e sair de generalizações para ferramentas de resolução de questões complexas. O pensamento sistêmico é uma das técnicas que atinge estes objetivos.

O objetivo do método de compreensão e intervenção é compreender e alternativamente intervir num sistema que envolva complexidade dinâmica e que represente uma situação complexa de interesse. O método é composto dos seguintes passos:

- a) Definindo uma situação complexa de interesse
- b) Descrevendo eventos
- c) Traçando o comportamento
- d) Identificando as influências
- e) Identificando os modelos mentais
- f) Transformando modelos mentais em elementos do sistema
- g) Aplicando arquétipos
- h) Modelando em computador
- i) Projetando o sistema

4 ESTUDO DE CASO

Numa empresa manufatureira, foi trabalhado o problema de falta de espaço físico na fábrica. Este é um problema que é percebido por todas as pessoas envolvidas no processo. Concomitantemente, com esta situação de interesse, foi escolhido avaliar o impacto da variação do tamanho de lote na variação dos estoques. Os dois problemas tem uma certa relação, pois o processo atual utiliza lotes muito grandes e implica em grandes quantidades de material sendo processado que, por sua vez, implica em ocupação do espaço para armazenagem e menor área útil disponível.

Foram identificados dois pontos de alavancagem: o conhecimento e o aumento da capacidade produtiva, que foram identificados através da estrutura sistêmica. O trabalho também indicou o limite de redução de tamanho de lotes sem ocorrência de perdas devido a quantidade e tempo de setups das máquinas envolvidas.

5 CONCLUSÕES DO USO CONJUNTO

5.1 Descrição dos Fatores

Os fatores relevantes para se analisar a sinergia dos dois métodos serão descritas e a seguir apresentados na forma de um quadro comparativo.

-Dedicação: característica oriunda do pensamento sistêmico, a resolução dos problemas através deste método dá-se basicamente durante as reuniões, pois requer o conhecimento e anuência de todos os envolvidos. Obtidas as características do sistema em

questão, resta apenas o trabalho de documentar as informações obtidas. Diferente disto, uma característica do método de simulação é a exigência de grande quantidade de tempo para a modelagem do sistema. Neste caso, o trabalho divide-se nitidamente em duas partes: uma, com participação intensa tanto do grupo como do consultor, dedica-se a coleta de informações para geração do modelo e ao teste de hipóteses após a confecção do modelo; outra, com participação apenas do consultor, constitui a modelagem utilizando-se um determinado *software*. Esta segunda parte se caracteriza por demandar grande quantidade de tempo, influenciando na distribuição total do tempo de trabalho.

- **Perfil do grupo:** para a compreensão global das situações em estudo, de acordo com os preceitos do pensamento sistêmico, faz-se necessária uma composição heterogênea do grupo de modo que todas as áreas envolvidas da empresa participem do trabalho. Já a simulação requer conhecimentos específicos de determinada área, reduzido-se a importância da participação de outros setores. Isto porque as informações a serem coletadas, na maioria das vezes, se encontram apenas no setor onde o trabalho é realizado.

- **Atuação do consultor:** No pensamento sistêmico, o consultor tem sempre a função de facilitador; todo o trabalho, inclusive as conclusões, é realizado pelo grupo. Isto tende a legitimar os resultados obtidos e aumentar a aceitação. Eventualmente o facilitador intervém, sempre no intuito de manter a produtividade dos trabalhos evitando o desvio em relação aos objetivos da respectiva reunião. Cabe ao facilitador dar todo o suporte de conhecimento necessário para a utilização da ferramenta. Faz parte do trabalho do consultor motivar o grupo. Já na simulação, a capacidade de modelagem é do consultor, cabendo ao restante do grupo de trabalho fornecer as informações que o consultor ou o grupo de trabalho julgarem necessárias.

- **Aceitação dos usuários:** a participação dos usuários gera um comprometimento com o trabalho. Isto aumenta as perspectivas de sucesso. Por um lado a participação funciona como um fator motivador, o que favorece a aceitação, por outro lado um excesso de demandas pode gerar conflitos com outras responsabilidades impostas aos participantes. No início dos trabalhos, tanto na simulação quanto no pensamento sistêmico, a aceitação depende de um perfeito conhecimento das proposições e seus objetivos. Na fase intermediária, a aceitação pode ser reduzida tanto pelo excesso de demandas, como por divergência de opiniões. A redução na aceitação nesta fase traduz-se por não comparecimentos em reuniões e/ou não disponibilização de informações. Na parte final a aceitação é maior diante da apresentação dos resultados, quando estes condizem com o esperado. Caso contrário, a aceitação só ocorre se os resultados tiverem sido obtidos num processo com amplo conhecimento e concordância nas fases anteriores.

- **Entendimento do processo:** As reuniões com um grupo heterogêneo possibilitam uma visão mais abrangente do problema. Vários pontos de vista são expostos e as versões são examinadas diante do grupo, consolidando-se as informações. O entendimento do processo se dá de maneira uniforme entre os participantes, o que facilitará a compreensão das medidas tomadas. A simulação, por sua vez, possibilita um aprendizado contínuo do sistema que está sendo modelado, pois o modelo tem suas respostas comparadas com a realidade, sendo medida, desta forma, a sua conformidade com o sistema em estudo.

	Pensamento Sistêmico	Simulação
Dedicação	90% do tempo dedicado nas reuniões realizadas na fábrica. 10% do tempo dedicado fora das reuniões realizadas na fábrica.	10% do tempo dedicado nas reuniões realizadas na fábrica. 90% do tempo dedicado fora das reuniões realizadas na fábrica.
Perfil do grupo	Heterogêneo, representantes de diversas áreas da fábrica.	Homogêneo, especialistas na área em estudo.
Atuação do consultor	Atua nas reuniões apenas como um facilitador, quase não intervindo nas decisões do grupo.	Intervêm com conhecimentos de modelagem, coletando informações a fim de gerar o modelo a ser estudado.
Aceitação dos usuários no início, meio e fim do processo	A participação intensa do grupo gera compromisso dos mesmos com o trabalho em questão.	A utilização do modelo previamente verificado na obtenção das conclusões acarreta uma maior facilidade na aceitação e compreensão das mesmas.
Possibilidade de melhor entendimento do processo.	A heterogeneidade do grupo permite a troca de conhecimentos, possibilitando uma visão mais ampla das situações.	O exercício de modelagem e a utilização do modelo para simular situações permitem o aprendizado sobre o processo em estudo.

Figura 1: Quadro Comparativo dos Fatores em relação ao Pensamento Sistêmico e à Simulação Computacional

5.2 Limitações

A utilização concomitante do Pensamento Sistêmico e da Simulação Computacional limita o aprofundamento individual de cada um dos métodos, tanto no que diz respeito ao aprendizado teórico, como na aplicação prática e obtenção dos resultados específicos dos mesmos. Quando já existe a idéia de se utilizar a simulação computacional em alguma área ou setor da empresa a aplicação do Pensamento Sistêmico sempre é bem vinda, já que o impacto das intervenções são experimentadas não só a nível local como também a nível sistêmico considerando-se um espaço maior de tempo. Desta maneira existe maior certeza que os resultados da simulação estarão corretos. Por outro lado, se o plano inicial é a utilização do pensamento sistêmico para um diagnóstico e construção da fotografia de uma empresa, então a utilização da simulação computacional nem sempre será adequada, e pode até retardar e prejudicar o andamento deste projeto SOFT. No decorrer do mesmo a simulação eventualmente pode vir a ser necessária, mas neste ponto se está em uma das etapas finais que é a alavancagem do processo.

5.3 Benefícios

A utilização individual da simulação computacional e do pensamento sistêmico traz benefícios reconhecidos no diagnóstico, solução de problemas e implementação otimizada destas soluções. Na verdade cada um destes métodos possui funções diferentes de aplicação, ou seja, o pensamento sistêmico e a simulação computacional não são métodos alternativos ou concorrentes para serem aplicados em uma determinada situação.

O objetivo principal deste trabalho foi identificar os benefícios que se obtêm através da utilização conjunta destas duas abordagens. No entanto, estes benefícios foram percebidos mais pelos integrantes do grupo de pesquisa do que pelos elementos participantes da empresa devido a algumas dificuldades encontradas no decorrer da execução do trabalho. Foram identificados os seguintes benefícios:

- Os tipos diferentes de dados coletados para o pensamento sistêmico e simulação computacional complementam o aprendizado e até a modelagem e simulação do problema.
- Medidas tomadas após diagnóstico do grupo possuem maior legitimidade, pois o grupo é formado por todas as partes envolvidas.
- As informações fornecidas são confirmadas com o grupo.
- O aprendizado, a troca de informações e a percepção dos fatos se torna uniforme entre os membros do grupo. Isto é diretamente proporcional ao tempo despendido para reuniões na qual as pessoas que participam vão se envolvendo e discutindo outros problemas. Desenvolve-se a percepção que outros problemas (usualmente designados para outras pessoas) são igualmente relevantes para o seu próprio trabalho. Desta forma o universo particular de cada uma se torna cada vez mais abrangente.
- O aprendizado pode ser implementado, inclusive, com simulações; facilitando a compreensão do problema. Informações percebidas de difícil reprodução na realidade podem ser simuladas.
- O impacto de ações sugeridas para solucionar um determinado problema podem ser testados no micro e no macro sistema a curto e a longo prazo.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com objetivo do trabalho, foi observada a existência de sinergia entre os métodos apresentados. Os métodos de Simulação e Pensamento Sistêmico se complementam pois através da utilização conjunta dos métodos pode-se obter uma melhor compreensão dos problemas, bem como avaliar as alternativas existentes escolhendo aquela que melhor se aplique ao problema prioritário. Talvez o maior benefício da utilização conjunta do Pensamento Sistêmico (PS) e da Simulação seja o nível de compreensão da empresa com todos os seus fatores internos e externos.

Como o pensamento sistêmico trabalha toda a cadeia produtiva (fornecedores, trabalhadores, máquinas, procedimentos, políticas e clientes) permite uma avaliação bem mais ampla e completa do que a simples solução de um problema específico de simulação. Através dos diversos níveis (eventos, padrões de comportamento, estrutura sistêmica e modelos mentais) pode-se entender melhor o contexto do problema a ser resolvido, inclusive descobrindo eventos e modelos mentais que muitas vezes não foram e nem são adequadamente tratados. Assim o PS proporciona um entendimento dos cenários atuais e

passados e seus fatores intangíveis que permitem uma simulação bem mais adaptável à realidade.

Os resultados da simulação possibilitam a comprovação de políticas e a verificação do impacto de eventos passados ou futuros. Pode utilizar-se a simulação para uma melhor compreensão da história da empresa, ou para posicionar a empresa no futuro dentro de vários cenários possíveis. Conhecendo-se os fatores críticos e os cenários de risco pode-se trabalhar com mais eficiência e eficácia os modelos mentais que permitirão agir de forma a alterar o futuro da empresa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Aurélio L. **Pensamento Sistêmico: um Roteiro Básico para Perceber as Estruturas da Realidade Organizacional**. Read PPGA UFRGS. Vol. 5, 1997. 18 p.
- DIETZ, Mike. **Outline of a Successful Simulation Project**. Industrial Engineering. November 1992. 4p.
- EASTERBY-SMITH, Mark. **Disciplines of Organizational Learning: Contributions and Critiques**. Human Relations, Vol. 50, No. 9, 1997.
- MOTT Jack; TUMAY Ken. **Developing a Strategy for Justifying Simulation**. Industrial Engineering. July 1992. 3p.
- PIDD, Michael. **Modelagem Empresarial; Ferramentas para tomada de decisão**. Porto Alegre, Bookman, 1998. 314 p.
- SENGE, Peter M. **A Quinta Disciplina; Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem**. São Paulo, Best Seller, 1990. 352 p.
- SENGE, Peter M. **A Quinta Disciplina – Caderno de Campo**. São Paulo, Qualitymark, 1996. 543 p.

**ANEXO III – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE TEJERA
ET ALLI (1998)**

ANÁLISE DA SINERGIA ENTRE SIMULAÇÃO E PENSAMENTO SISTÊMICO - UM CASO PRÁTICO NA ECT

Daniel Tejera

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFRGS.
Praça Argentina n° 9, CEP 90040-020, Fone: 316-3491 e-mail: tejera@vortex.ufrgs.br

Márcio Torres

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFRGS.
Praça Argentina n° 9, CEP 90040-020, Fone: 316-3491 e-mail: mtorres@cpovo.com.br

Flávio A. F. Blank

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFRGS.
Praça Argentina n° 9, CEP 90040-020, Fone: 316-3491 e-mail: fblank@cpovo.com.br

Danilo Marcondes Filho

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFRGS.
Praça Argentina n° 9, CEP 90040-020, Fone: 316-3491

ABSTRACT

Computer Simulation is a technique that has been spreading in a large extent, both in academics and business environments. It makes possible to learn about the process that is modeled, often showing some details that would be hard to identify without the use of this tool. However, the solution for some specific problem might indirectly cause others, and this relation is not always intuitive. The application of tools like Systems Thinking allows to approach the problems in a broader way. Based on the experience and learning acquired in a project held at ECT, Brazilian Mail Company, this paper is intended to analyze the viability of the joint application of Computer Simulation and Systems Thinking.

Pesquisa Operacional

Computer Simulation, Systems Thinking, Operataion Research.

1 INTRODUÇÃO

Devido à velocidade das mudanças que caracteriza os mercados atuais, o tempo disponível para identificação e análise dos problemas vem se tornando cada vez mais escasso. Muitas vezes, a falta de uma sistemática para a realização dessas atividades diminui a eficácia desta análise.

Na realidade, quando se analisam problemas específicos de uma organização, encontram-se possíveis soluções locais para estes. O efeito das mudanças implementadas

causa impacto dentro da organização como um todo. Esta característica sistêmica geralmente não é considerada nas empresas por falta de uma análise temporal mais efetiva.

A proposta deste trabalho é analisar o emprego simultâneo das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação para identificação, análise e solução dos problemas. Para tanto, foi desenvolvido um trabalho na Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – ECT – no qual utilizou-se uma abordagem conjunta das duas técnicas na identificação de possíveis problemas dentro de um setor dessa empresa.

A seguir é feita uma pequena descrição das duas técnicas em questão e, posteriormente, com base nos trabalhos realizados na ECT, fez-se uma avaliação dos principais aspectos percebidos, em termos de comparação e de utilização conjunta das abordagens.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SIMULAÇÃO

A Simulação é uma técnica de Pesquisa Operacional que visa a representação de um sistema real, através de um modelo, de forma simplificada, com o objetivo de avaliar as respostas deste frente a possíveis cenários alternativos.

A modificação ou criação de sistemas reais apenas para a verificação do seu comportamento, em muitos casos, torna-se inviável devido ao elevado tempo de resposta, bem como aos custos associados a sua implementação. Como alternativa para superar estas questões, trabalha-se então com uma simplificação deste sistema real, através da criação de modelos que o representem.

Segundo Pidd (1992), a Simulação é uma técnica de último recurso, pelas simplificações que impõe ao sistema, sendo, porém, muitas vezes a única opção disponível. A utilização desta técnica permite que sejam considerados aspectos como a estocasticidade e as características dinâmicas dos sistemas reais.

Law e Kelton (1991) apresentam as seguintes vantagens para o uso da Simulação:

- a Simulação pode estudar sistemas complexos que possuam estocasticidade, e estes não podem ser descritos completamente por modelos matemáticos analíticos;
- permite testar cenários alternativos, através da variação dos parâmetros controláveis do sistema, monitorando de forma mais eficaz as condições de contorno;
- as respostas do sistema são obtidas em um menor espaço de tempo, permitindo, com isso, a simulação de longos períodos em tempos reduzidos;

- na maioria dos casos, testar o sistema real torna-se oneroso em função das mudanças a serem feitas neste.

Outra vantagem que pode ser citada é a aprendizagem que ocorre com a elaboração do modelo. Muitas vezes, somente com a sua construção são verificados fatos não-desejáveis que anteriormente não tinham sido identificados.

Os mesmos autores citam algumas desvantagens na utilização da Simulação:

- para a validação dos resultados, são necessárias várias replicações do modelo devido a estocasticidade inerente a maioria dos sistemas.
- os resultados obtidos da Simulação só serão válidos caso o modelo represente a realidade do sistema e os dados de entrada forem corretos.
- a Simulação serve apenas para testar alternativas dadas pelo usuário, sem, contudo, apresentar a solução ótima do problema.

A seguir é apresentada uma breve descrição de outra técnica utilizada para análise de sistemas, esta, porém, com uma área de influência maior do que a Simulação.

2.2 PENSAMENTO SISTÊMICO

O uso do Pensamento Sistêmico teve início no MIT (Massachusetts Institute of Technology), nos anos 50, quando a utilização da tecnologia de sistemas de controle realimentados deixou de ser aplicada somente na área da Engenharia e foi incorporada em problemas administrativos. Este campo de conhecimento é conhecido como Dinâmica de Sistemas e baseia-se fundamentalmente na teoria de *feedback*, isto é, realimentação.

“Observa-se que um sistema não pode ser caracterizado apenas pelas partes que o compõem, mas principalmente pelas inter-relações entre elas, que seriam responsáveis pelas características do todo” (Andrade, 1997). Portanto, são as interações mútuas entre as partes que caracterizam o comportamento sistêmico.

Estes fluxos de influência mútua, segundo Senge (1990), teriam um caráter “recíproco, uma vez que toda e qualquer influência é, ao mesmo tempo, causa e efeito – a influência jamais tem um único sentido”.

A reciprocidade manifesta-se no sentido de que uma influência de um elemento A sobre B, causa influência de B sobre C, que pode voltar a influenciar novamente A, num ciclo de causação circular denominado enlace ou *feedback* (Andrade e Kasper, 1997).

No estudo de um sistema, faz-se uso de diagramas de mapeamento de influências entre os elementos, conhecidos como diagramas de enlace causal. Eles consideram os elementos do sistema, relacionamentos, atrasos e enlaces (*feedbacks*).

Ocorre que as relações circulares entre os elementos de um sistema vão de encontro à linguagem que se utiliza, que é linear. “A linguagem modela a percepção, e o que vemos depende do que estamos preparados para ver” (Senge, 1990).

Por esta razão, o Pensamento Sistêmico é passível de sofrer algum tipo de resistência, pois algumas pessoas acreditam somente em influências unilaterais.

O Pensamento Sistêmico é uma técnica de análise e solução de problemas, mas além de ajudar a entender situações complexas, tem como objetivo o aprendizado na organização. Para tanto, faz-se necessário um aprofundamento na percepção das pessoas, pois estas identificam uma situação apenas em seu nível mais superficial.

Os quatro níveis do Pensamento Sistêmico são classificados por Senge (1990), que os ilustra utilizando a metáfora de um *iceberg*.

O aprofundamento nos níveis do Pensamento Sistêmico é possível através do diálogo e debate entre as pessoas e ocorre de forma gradual, obedecendo ao método que Senge et alli (1996) denominam “Narração de Histórias”.

Passo a passo, a estrutura sistêmica vai sendo revelada, ao mesmo tempo que o aprendizado é incrementado. Ao final, objetiva-se identificar pontos de alavancagem do sistema e possíveis tomadas de ação para a melhoria.

3 MÉTODO DE TRABALHO

Com o objetivo do aprendizado das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação, além da verificação da sinergia existente entre ambas, foi realizado um trabalho na ECT. Estes projetos foram desenvolvidos simultaneamente, durante o período aproximado de 3 meses.

Com relação ao grupo de pessoas que participou do projeto de Pensamento Sistêmico, foram escolhidas com base na sua função, envolvendo funcionários de níveis hierárquicos distintos, para, com isso, obterem-se diferentes pontos de vista sobre o tema abordado.

O grupo de trabalho que interagiu no projeto de Simulação consistiu do chefe do CDD – Centro de Distribuição Domiciliar - escolhido e do pessoal operacional do setor de registrados.

No primeiro encontro com os integrantes do grupo, foram apresentados os conceitos principais que embasam as duas técnicas, possibilitando um maior entendimento sobre os objetivos do trabalho.

As reuniões de Pensamento Sistêmico foram realizadas uma vez por semana, com duração média de 2 horas e meia. Já os encontros relativos ao projeto de Simulação aconteceram de maneira mais intensiva no início dos trabalhos, na fase de conhecimento do processo do setor e coleta de dados, e mais adiante para validação destes e apresentação dos resultados.

Concomitantemente às reuniões na empresa, foram desenvolvidas as atividades referentes à aprendizagem das técnicas e ferramentas utilizadas, através de exercícios, estudo e familiarização com os *softwares Ithink e MicroSaint*.

Foram elaborados relatórios semanais para acompanhamento do projeto e adequação ao cronograma previamente definido.

4 ESTUDO DE CASO

As situações de interesse a serem estudadas foram definidas através de uma reunião com os integrantes do grupo de Pensamento Sistêmico. A questão escolhida para análise sistêmica foi o atraso na saída dos carteiros dos CDD's - Centros de Distribuição Domiciliar. O projeto de Simulação foi direcionado para o problema verificado no setor de correspondências registradas, o qual, segundo os funcionários, seria o principal responsável pelo atraso na saída dos carteiros.

A fase inicial do projeto de Simulação consistiu do levantamento das atividades no setor em estudo, com posterior elaboração do fluxograma inicial do processo. Este fluxograma foi apresentado aos funcionários para sua validação. Com base nas informações obtidas, realizou-se o refinamento do modelo e sua adequação quanto ao número de atividades, em função de sua relevância nos objetivos do trabalho e da limitação no tempo disponível para execução do projeto.

Depois de ter sido identificado o fluxograma do processo, foi criado o modelo computacional, no *software MicroSaint*, o que permitiu a percepção dos dados necessários para efetuar a Simulação. A coleta destes dados constituiu-se na fase seguinte do projeto.

Para que se pudessem usar os dados na Simulação, estes foram submetidos a um tratamento estatístico, possibilitando a obtenção de distribuições estatísticas representativas do comportamento das variáveis.

O modelo computacional foi testado com vários cenários e as respostas apresentadas foram condizentes com a percepção da realidade dos funcionários da empresa, validando-se, então, o modelo proposto.

No trabalho de Pensamento Sistêmico, o ponto de partida foi a identificação da situação de interesse que seria abordada, através de debates, até chegar-se a um consenso.

Definida esta etapa, foram listados eventos importantes da empresa e solicitados vários dados para ilustrar o comportamento histórico destes. Muitos dos eventos citados foram excluídos por não resultarem em fatores que mostrassem relação com a situação de estudo.

Os encontros subsequentes com o grupo proporcionaram o desenvolvimento de um diagrama de enlace que representou as relações de causa e efeito do sistema. Com base nestas relações, proporcionou-se uma discussão estruturada do comportamento sistêmico de cada um destes fatores e isto permitiu chegar a algumas constatações não percebidas anteriormente.

Este estudo de caso permitiu que fossem constatadas algumas particularidades relativas a cada técnica. Estes aspectos estão sumarizados no próximo tópico.

5 ANÁLISE DA APLICAÇÃO PRÁTICA DAS TÉCNICAS

5.1 COMPARAÇÃO DAS TÉCNICAS

A Tabela 1 resume as principais características percebidas durante a realização das atividades. Nos parágrafos seguintes é feita uma análise dos fatores e das suas relações com cada técnica.

Fator	Pensamento Sistêmico	Simulação Computacional
1) Tempo de dedicação do grupo de consultoria	35 %	65 %
2) Atuação do consultor	Instrução e mediação do projeto	Planejamento e execução do projeto
3) Perfil do grupo de trabalho	Gerencial e operacional	Basicamente operacional
4) Motivação do grupo:		
-no início	Média	Média
-ao longo	Pequena	Média
- no final	Grande	Grande
5)Entendimento do sistema produtivo	Aumenta a percepção sobre todas as relações	Aumenta o entendimento sobre uma parte específica

Tabela 1 - Resumo comparativo entre as duas técnicas.

Considerando a totalidade do tempo dedicado a cada uma das técnicas, observa-se que o projeto de Simulação exige uma carga maior do grupo de consultoria. No entanto, o grupo de trabalho da empresa disponibiliza um tempo maior no projeto de Pensamento Sistêmico, pois a necessidade de reuniões de todo o grupo é superior neste caso.

Percebe-se que a Simulação exige uma dedicação maior no início dos trabalhos, porque além da necessidade de obter um entendimento do fluxo das atividades com o objetivo de mapear o processo, no mesmo período devem ser coletados os dados e desenvolvido um domínio sobre a ferramenta de Simulação. O trabalho de Pensamento Sistêmico demanda um período de tempo mais regular em todo o desenvolvimento do projeto, sendo determinado pelas reuniões.

Quanto à maneira de atuar do consultor, percebe-se que, nas atividades relativas ao projeto de Pensamento Sistêmico, sua função é primeiramente instruir em relação às técnicas que serão utilizadas e, num segundo momento, coordenar e direcionar as reuniões.

A Simulação Computacional exige uma interação com o sistema de forma mais operacional, sem haver um repasse de conceitos teóricos para o grupo. Nesse sentido, torna-se viável a participação de funcionários de menor conhecimento administrativo, porém, com grande conhecimento do processo.

As pessoas integrantes do projeto de Pensamento Sistêmico devem possuir um conhecimento amplo sobre o funcionamento da empresa e, se possível, um tempo de serviço que possibilite a identificação de eventos históricos importantes.

Em virtude das ações que possam ser originadas das constatações feitas pelo Pensamento Sistêmico, é desejável que as pessoas envolvidas neste projeto tenham poder de decisão na empresa.

Os trabalhos de Simulação não dependem essencialmente da motivação dos funcionários da empresa, porque neste caso a função destes é fornecer informações para o consultor.

De forma contrária, o grupo de Pensamento Sistêmico, deve, obrigatoriamente, estar motivado, porque todo o andamento do trabalho depende da interação entre o consultor e as pessoas da empresa. Observa-se que, na fase inicial, pode ocorrer uma queda na motivação do grupo, devido à inexistência de resultados imediatos.

Neste sentido, percebe-se que a demonstração do trabalho de Simulação, quando este já tenha atingido a fase de implementação do modelo computacional, para os integrantes do grupo de Pensamento Sistêmico, pode ser usada para motivação, pois o apelo obtido com a animação do modelo e com as possibilidades de melhoria do processo é maior.

As técnicas de Pensamento Sistêmico proporcionam um entendimento mais genérico do sistema, através de relações qualitativas. A Simulação, através da quantificação dos relacionamentos entre variáveis, possibilita uma análise mais precisa, porém mais localizada.

5.2 LIMITAÇÕES

Um dos aspectos a ser destacado é que pode ocorrer uma divisão dos elementos do grupo entre as duas técnicas, devido a afinidade ou interesse pessoal. Este fato determina que a aprendizagem não seja igual para todos os integrantes do grupo de trabalho.

Outro fator que pode tornar-se limitante para o bom andamento das atividades é o tempo disponível para cada um dos projetos. A aplicação simultânea das duas técnicas pode determinar uma sobrecarga no grupo de trabalho da empresa, que além das tarefas rotineiras deve disponibilizar tempo para o desenvolvimento dos projetos.

Para que não haja limitação na aplicação conjunta das duas abordagens, é necessário o domínio das técnicas por parte dos consultores e também um repasse destes conhecimentos ao grupo da empresa. A não compreensão por parte de qualquer dos integrantes pode dificultar o andamento dos trabalhos, até mesmo pelo fator motivacional.

5.3 BENEFÍCIOS

O uso simultâneo das técnicas permite *insights* de uma em outra, em um sentido mais do específico para o geral, no caso da Simulação influenciando o Pensamento Sistêmico. A Simulação pode identificar variáveis e fatores que não seriam percebidas pelo

grupo durante as reuniões de Pensamento Sistêmico. Por outro lado, do geral para o particular, a aplicação do Pensamento Sistêmico permite avaliar a relevância contextual do projeto de Simulação, evitando a modelagem de sistemas que não têm uma forte relação causal com os problemas em estudo.

Alem disto, a aprendizagem dos grupos de trabalhos sobre a realidade da empresa é incrementada, através da utilização conjunta de uma ferramenta mais estatística e computacional (Simulação) e de outra que objetiva uma análise sistêmica da organização.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pode-se depreender, do estudo realizado, que a identificação e resolução dos problemas de uma organização utilizando-se simultaneamente as duas abordagens, proporciona uma análise mais ampla da empresa. Deste modo, compreendendo-se melhor as inter-relações entre os diversos fatores, as soluções propostas não acarretam desdobramentos negativos em outras partes do sistema, tornando-se mais eficazes.

Considerando que o estudo baseado no Pensamento Sistêmico permite uma identificação mais clara dos problemas do sistema, conclui-se que poderia haver uma maior eficácia nas análises realizadas e soluções propostas caso o trabalho de Pensamento Sistêmico fosse iniciado antes do trabalho de Simulação Computacional.

Recomenda-se que em novos trabalhos que venham a ser realizados, seja prevista uma defasagem temporal entre o início das atividades dos dois projetos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Aurélio L.. **Pensamento Sistêmico: um Roteiro Básico Para Perceber as Estruturas da Realidade Organizacional**. REAd - Revista Eletrônica de Administração. UFRGS/PPGA. Edição n.5 v.3 n.1, junho de 1997.
- ANDRADE, Aurélio L. & KASPER, Humberto. **Pensamento Sistêmico e Modelagem Computacional: Aplicação Prática na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre - TRENSURB**. Anais XVII ENEGEP, 1997.
- LAW, Averill & KELTON, David W.. **Simulation modelling & analysis**. McGraw-Hill, Singapura, 1991.
- PIDD, Michael. **Computer Simulation in Management Science**. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1992.
- SENGE, Peter M.. **A quinta disciplina**. Best Seller, São Paulo, 1990.
- SENGE, P.M.; ROBERTS, C.; ROSS, R.; SMIGH, B.; KLEINER, A.. **A quinta disciplina - caderno de campo**. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1996.

**ANEXO IV – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE WALTER
& KLIPPEL (1999)**

ANÁLISE DE SINERGIA ENTRE MODELAGEM DE SISTEMAS *HARD* E *SOFT* ATRAVÉS DA IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA DE TÉCNICAS DE PENSAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Alexandre Walter

Mestrando em Engenharia de Produção – UFRGS. Praça Argentina, 9. Porto Alegre, RS.
CEP 90040-020. Fone (051) 316-3909. E-mail: awalter@conex.com.br

Marcelo Klippel

Graduando em Administração de Empresas – PUCRS. Av. Ipiranga, 6681. Porto Alegre, RS.
CEP 90619-900. Prédio 1. Fone (051) 320-3500. E-mail: mklippel@portoweb.com.br

Abstract:

This paper evaluates the potential synergy between Systems Thinking and Computer Simulation, when they are applied simultaneous in a particular situation. A practical case was developed in a company of infrastructure of telecommunications. The paper presents a brief theoretical review on System Thinking and Computer Simulation, focusing on the practical synergy observed during the case study.

Key words: Systems Thinking, Computer Simulation, Sinergy

1. Introdução

Transformações econômicas e sociais dos últimos anos, como a globalização e o aumento do nível de exigência do mercado entre outras tem provocado drásticas mudanças nos níveis de competição pelo mercado. Isto tem impacto direto na forma como as empresas estão estruturadas frente à novos cenários, muitas vezes necessitando aperfeiçoamento e progresso constante visando competitividade.

A competitividade de uma empresa depende sobretudo de sua habilidade em configurar seus processos de negócio de forma a obter rápida resposta a mudanças externas provocadas pelo mercado (Weston, R.H., 1998 apud Anon 1990, Hammer and Champy 1993). Isto implica em que a estrutura organizacional deve possuir a propriedade de realinhamento de seus processos de negócio em relação a mudanças exigidas pelo mercado, e, uma vez bem alinhados, estes devem ser revistos de acordo com mudanças nas condições internas e externas.

A essência de uma estratégia competitiva é relacionar a empresa com seu meio ambiente (Porter, 1986), e, a fim de tornar eficaz esta relação, é vital o conhecimento da indústria bem como da empresa em questão. Uma decisão estratégica (com grande efeito a longo prazo na organização) é considerada extremamente complexa e com um variado número de dimensões:

- Grande quantidade de dados quantitativos e qualitativos e informações pode ser considerada;

- Considerável perda de clareza sobre a definição do problema;
- Diferentes participantes que constituem o time estratégico podem ter objetivos conflitantes e podem estar em oposição direta uns com os outros (Pidd, 1998).

Dois abordagens de modelar estes sistemas complexos foram desenvolvidos neste trabalho. A abordagem *soft* com preocupações voltadas a um nível de percepção menos estruturado da realidade na qual a empresa se faz presente e a abordagem *hard* visando análise mais sistemática e objetiva do problema.

O presente artigo tem por objetivo principal estudar a sinergia entre método de modelagem de sistemas tido como *hard* e método considerado *soft* (Pidd, 1998), utilizando para isto ferramenta de simulação computacional (Micro Saint) e técnicas de modelagem que permita descrever e analisar problemas sistemicamente, conforme descrito por Senge (1990; et alii, 1996) e através disto, proporcionar uma abordagem ampla de mapeamento e delimitação de objetos de estudo enquanto problemas a serem resolvidos com estas abordagens.

A fim de desenvolver as abordagens acima descritas, bem como verificar os resultados práticos destas na aprendizagem organizacional; os objetivos desse trabalho foram obtidos utilizando a potencialidade do Pensamento Sistêmico para modelagem *soft* e a Simulação Computacional para modelagem *hard*.

2. Objeto de estudo

A relação entre abordagens *soft* e *hard* de mapeamento de sistemas com o propósito de resolução de problemas se constitui o principal objeto deste estudo. Entender como estas duas abordagens podem contribuir para a análise e desenvolvimento de soluções de forma mais consistente é fundamental para elevarmos o tempo de ciclo de vida de uma solução e, com isto, reduzirmos significativamente os esforços necessários a melhoramentos em empresas.

3. Metodologia *Hard* versus *Soft*

Pessoas processam informações de natureza e de maneira diferentes (Seagal & Horne, 1998), variando a maneira de como elas percebem o ambiente, os problemas, e respondem a estímulos do mundo real, podendo portanto, variar a maneira de como é encarado o problema em questão. Baseados nestes pressupostos estão as abordagens *soft* (Pidd, 1998).

A abordagem *hard* procura estruturar os aspectos relevantes do problema de forma a facilitar o entendimento e realizar experimentações.

		ABORDAGENS HARD	ABORDAGENS SOFT
DEFINIÇÃO DO PROBLEMA		DIRETA, UNITÁRIA	PROBLEMÁTICA, PLURALISTA
ORGANIZAÇÃO		ASSUMIDA TACITAMENTE	REQUER NEGOCIAÇÃO
MODELO		REPRESENTAÇÃO DO MUNDO REAL	FORMA DE GERAR DEBATE E INSIGHT A RESPEITO DO MUNDO REAL
RESULTADO		PRODUTO OU RECOMENDAÇÃO	PROGRESSO ATRAVÉS DE APRENDIZAGEM

Tabela 3 - Abordagens hard versus soft (Pidd, 1998).

Existem técnicas para desenvolver as abordagens acima mencionadas. A fim de atingir os objetivos deste trabalho, foram utilizados o Pensamento Sistêmico como forma de implementar a Modelagem *Soft* e a Simulação Computacional para Modelagem *Hard*.

3.1 Pensamento Sistêmico

Em amplo sentido o pensamento sistêmico compreende uma grande coletânea de métodos, ferramentas e princípios orientados para compreensão da interrelação de forças como parte de um processo (Senge, 1990; Senge et alii, 1996).

A partir destes métodos, ferramentas e princípios podemos perceber o sistema como um todo (ao contrário do método cartesiano) e analisar as relações de causalidade inerentes aos relacionamentos entre as partes do sistema.

Neste trabalho utilizamos a forma de pensamento sistêmico chamada de “Dinâmica de Sistemas” (Forrester, 1991) para compreender as estruturas subjacentes as situações complexas do caso em questão. Para implementação do estudo utilizamos o roteiro de aplicação descrito por Andrade (1997).

3.2 Simulação Computacional

A simulação computacional consiste da utilização de um modelo como base fundamental para exploração e experimentação da realidade em um ambiente computacional (Pidd; 1992, 1998), ou seja, a experimentação da realidade a partir de um modelo virtual baseado em computador.

Esta abordagem proporciona grandes vantagens em relação ao experimentação direta: redução de custo, redução do tempo necessário ao experimento, replicação precisa a partir de mesma semente aleatória e experimentação de situações de extremo risco ou ilegais (Pidd, 1992), além da resguarda da imagem institucional em caso de necessidade de interação com clientes.

Para a criação do modelo para estudo consideramos as características descritas por Pidd (1998) quanto ao grau de simplificação da realidade que este representaria a fim de

equilibrar o grau de detalhamento e o esforço necessário a obtenção de dados com a validade do modelo para entendimento do problema e posterior tomada de decisão.

4. Método de Trabalho

O método de trabalho para aplicação das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional foi composto de acordo com as etapas descritas a seguir:

1. Revisão Bibliográfica

Inicialmente necessitou-se domínio de base conceitual referente as abordagens em questão e as técnicas necessárias a suas implementações, no caso, de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.

2. Estudo dos métodos de implantação

Estudou-se os métodos de implementação das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional propostos na literatura, bem como, discutiu-se a melhor forma de iniciar o grupo da empresa nestas técnicas.

3. Definição do local para estudo do caso

Foi definido local para aplicação prática do estudo, no caso, a empresa EML Engenharia de Eletromontagens Ltda.

4. Composição do grupo de estudo

Além dos autores deste artigo, contamos com o apoio de outros estudantes de eng^a de produção e ainda, empregados da empresa que participavam de acordo com a necessidade (coletada e validação de dados por exemplo) e a disponibilidade.

Cabe salientar que um dos participantes do grupo de trabalho faz parte da diretoria da empresa o que, por um lado facilitou o trabalho quanto a obtenção de dados, etc, e por outro tivemos que ter o cuidado de não permitir que sua posição na empresa influenciasse o andamento do trabalho.

Para reuniões a respeito da modelagem sistêmica os empregados foram escolhidos de forma a minimizar efeitos que poderiam distorcer a modelagem de acordo com os modelos mentais destes. Por exemplo, pensava-se que uma das causas da queda de qualidade era o pouco tempo de trabalho do empregado na empresa e a falta de motivação poderia ser o longo tempo que o empregado trabalhava na empresa, desta maneira, foram escolhidos empregados que estavam a pouco tempo na empresa e também empregados que estavam nesta por um longo período de tempo.

Para modelagem do fluxo produtivo, foi necessário o apoio de empregados que conhecessem o processo detalhadamente de forma a possibilitar a descrição e modelagem das atividades no software micro saint pela equipe de trabalho.

5. Nivelamento de conceitos

Para o início dos trabalhos foi necessária uma reunião onde foram apresentados os principais conceitos das técnicas de Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional.

6. Definição do Problema

Como um dos membros da equipe de estudo faz parte da diretoria da empresa já possuíamos uma forte indicação sobre o problema que estudaríamos e isto foi reforçado pelo grupo de trabalho (com a participação dos empregados).

Inicialmente foi definido pela empresa em conjunto com a equipe de implementação do estudo o problema de perda de qualidade inerente ao sistema produtivo. Devido ao escopo do problema a ser estudado pudemos utilizar tanto a abordagem hard quanto a soft para o estudo.

7. Implementação

A implementação ocorreu simultaneamente e algumas pessoas participaram tanto do implementação de Pensamento Sistêmico quanto de Simulação computacional.

As reuniões para implantação do método de Pensamento Sistêmico tiveram necessidade de participação de um maior número de pessoas, tendo havido portanto a necessidade de prévia agenda das reuniões a fim de não prejudicar as atividades destas na empresa. Para a Simulação Computacional houve menos participação de pessoas da empresa.

8. Avaliação de resultados

Avaliou-se os resultados obtidos com cada técnica e seus impactos no grupo de trabalho.

9. Apresentação dos resultados

Reunião para apresentação dos resultados obtidos ao grupo e a diretoria da empresa.

10. Análise da sinergia entre abordagem hard e soft

Realizou-se estudo para avaliar o resultado do trabalho quanto ao objeto de estudo.

5. Estudo de Caso

O local proposto para aplicação prática foi a empresa EML Engenharia de Eletromontages Ltda, situada em Porto Alegre, RS, a qual fabrica equipamentos de infraestrutura para o setor de comunicação. Entre outros produtos, a empresa fabrica, sob encomenda, torres para telefonia celular. A área de interesse foi a avaliação da perda de qualidade inerente ao processo de fabricação destas torres.

A E.M.L. é uma empresa que trabalha no ramo de infra-estrutura para telecomunicações a mais de 15 anos, e tem como principais clientes a CRT (Companhia Riograndense de Telecomunicações) e empresas privadas do ramo da televisão e rádio. Na segunda metade do ano de 1997, devido as privatizações das “teles” regionais e a verba investida a área pelo Governo Federal, a demanda de trabalho para a CRT aumentou em

muito, obrigando uma reestruturação da empresa (EML) a fim de atender o mercado, além da CRT, os outros clientes, que apesar de representar uma parcela bem menor, são menos sazonais.

Uma etapa do processo produtivo que demanda bastante tempo e recursos é a etapa de pré-montagem, a qual atesta a qualidade da execução do projeto. Esta inspeção, efetuada no final da linha de produção configura estratégia de inspeção por julgamento (Shingo, 1996a, 1996b) e tem como objetivo evitar que as partes referentes a torre sejam enviadas a etapa de galvanização e na seqüência ocorram defeitos devido a não conformidades em relação ao projeto e a produção. Esta operação sobrecarrega a empresa com alto custo e longo tempo de resposta entre a ocorrência do erro e a detecção do defeito.

Definiu-se as situações complexas de interesse para o estudo de acordo como as características de cada técnica. Com o Pensamento Sistêmico objetivou-se entender como influências internas (satisfação dos empregados, etc.) e externas à empresa (mercado) afetavam o sistema produtivo. Com a Simulação Computacional, buscou-se o entendimento do fluxo produtivo de forma mais estruturada e que visando a possibilidade de avaliação em laboratório do comportamento do sistema produtivo em relação a variáveis que influenciam a percepção de qualidade do produto.

Exemplificando; acreditava-se que o aumento da demanda pelo produto (torre) ocasionava pressão sobre a produção quanto a prazos de entrega e por sua vez gerava insatisfação dos empregados que eram submetidos a maior esforço ocasionando perda de qualidade no processo. Por outro lado, medidas como aumento de salário e participação em lucros (com o objetivo de aumentar a satisfação) não se mostraram eficientes.

6. Análise da aplicação prática das técnicas

O resultado da aplicação simultânea das duas técnicas foram avaliadas segundo os seguintes fatores: Tempo dedicado a cada técnica e grau de identificação/aceitação do usuário com estas; atuação do consultor ao utilizar as técnicas; possibilidade de conhecimento do sistema produtivo a partir da utilização das duas abordagens.

Explicitando os Fatores

Tempo dedicado:

O trabalho de Pensamento Sistêmico demandou 7 reuniões de aproximadamente 3 horas cada com a participação da equipe de trabalho resultando em 21 horas de dedicação por parte do grupo.

Ocorreram reuniões em separado com a chefia/diretoria e com outros empregados a fim de evitarmos influências e sentimento de represália no grupo. Outras reuniões foram realizadas com o grupo todo para enriquecer a compreensão dos aspectos relevantes ao entendimento do processo.

Em relação a Simulação Computacional, o grupo de trabalho necessitou de 3 reuniões de aproximadamente 3 horas para modelar o fluxo produtivo referente ao estudo. Para a modelagem do fluxo produtivo houve necessidade de pessoas que conhecessem profundamente o fluxo e ainda pessoas que realizaram atividades de coleta de dados. Para a transposição do modelo para a ferramenta de simulação computacional (Micro Saint) houve necessidade de participação de empregados da empresa apenas para a validação do modelo, ficando a fase de “programação” a cargo da equipe externa.

Verificou-se que a carga de trabalho extra (sem a participação da empresa) demandada para a Simulação Computacional superou a de Pensamento Sistêmico, primeiramente devido a participação dos consultores quando utilizando Pensamento Sistêmico estar mais relacionada ao papel de facilitadores do trabalho uma vez que o conhecimento dos fatos e aspectos relacionados ao problema, bem como a obtenção de dados está inerentemente com os empregados da empresa, segundo devido ao fato de que as estruturas sistêmicas terem sido montadas e validadas conjuntamente, restando pouco trabalho extra para a abordagem de Pensamento Sistêmico.

Na Simulação Computacional, todas atividades envolvidas no método de trabalho ficaram por conta dos consultores, recebendo auxílio do grupo de trabalho em atividades inerentes a obtenção de dados, validação e elaboração de cenários, entre outras.

Identificação/aceitação do usuário:

Em relação a Simulação Computacional, inicialmente, pode-se perceber, maior expectativa em relação aos resultados esperados e maior facilidade de descrição (etapa de modelagem) devido ao conhecimento dos empregados em relação as atividades desempenhadas por eles no dia a dia. Verificou-se que a base conceitual necessária ao tratamento de dados estatísticos e o domínio de ferramentas computacionais deixam as pessoas inseguras em relação a utilização destas ferramentas e muito dependentes da consultoria. Todavia, na medida que o modelo computacional aproxima-se da realidade a expectativa e motivação do grupo ganha maior ímpeto.

Observou-se que as pessoas facilmente entendem os princípios da abordagem sistêmica porém mostram-se céticas quanto aos resultados esperados ao final do trabalho, talvez devido à simplicidade de comunicação utilizada na abordagem e a grande dependência do *feeling* dos participantes para a obtenção de dados levando a sentimentos de que talvez o resultado final não seja o ótimo.

No decorrer do desenvolvimento do trabalho de Pensamento Sistêmico as pessoas tornaram-se mais participativas devido ao maior domínio da técnica e a visão holística do sistema.

O que notamos quando no andamento do trabalho é que a metodologia hard é de mais fácil entendimento pelo grupo em relação a metodologia soft devido ao domínio e facilidade de descrição que as pessoas tem de suas tarefas cotidianas (claras em sua mente). A abordagem soft exige esforço maior na busca de fatos relevantes e que nem sempre estão

bem estruturados na mente das pessoas e ainda pouco palpáveis, o que exige maior esforço quando da discussão a respeito da relevância destes.

Atuação do consultor

No trabalho de Pensamento Sistêmico o grupo esteve presente em todas as etapas atuando como disseminador da técnica e facilitador. Coube ao consultor ditar o ritmo das reuniões a fim de manter os prazos definidos uma vez que as questões levantadas ocasionaram debates que por vezes fugiam ao escopo do projeto e por outras necessitavam maior grau de discussão a fim de tornar possível a formalização destas. A responsabilização pelo resultado ficou diluída entre a consultoria e o grupo da empresa devido a grande participação deste no desenvolvimento do trabalho deixando transparecer um sentimento de co-autoria por parte do grupo da empresa.

Na Simulação Computacional todas atividades envolvidas no método de trabalho ficaram a cargo da consultoria, demandando grande quantidade de esforço desta em atividades fora da empresa. Houve maior grau de responsabilização pelo resultado do trabalho ao consultor uma vez que este dominava a técnica.

Entendimento do sistema produtivo a partir da utilização das abordagens

Devido a estrutura necessária a utilização do modelo de simulação computacional houve necessidade de dados quantificáveis a fim de implementarmos o modelo e este refletir a realidade. Isto mostrou a necessidade de conhecimento da produção em detalhes até então tidos como irrelevantes ao sistema e deixou transparecer que algumas atividades possuem características diferentes das estimadas pelas pessoas, podendo causar distorções quanto ao gerenciamento da linha.

Quanto a implementação das ferramentas de pensamento sistêmico podemos perceber que as pessoas passam a notar que o sistema produtivo faz parte de um sistema maior que se estende ao mercado e percebem como as ações da produção repercutem no sistema como um todo.

Cada uma das ferramentas apresentou possibilidades diferentes de conhecimento do sistema produtivo. A simulação computacional com grande percentual de detalhe e mais focada na linha de produção. O pensamento sistêmico excedeu os limites físicos da produção e possibilitou ainda a percepção e mapeamento de problemas até então tidos como “sem significativo impacto” no sistema.

7. Benefícios

Com o propósito de avaliarmos os benefícios oriundos das duas abordagens, analisamos a aplicação conforme a aprendizagem organizacional e as melhorias efetivas obtidas com a suas utilizações.

Aprendizagem organizacional, aplicação da simulação computacional

Como a problemática analisada a partir da simulação computacional abrangia o processo produtivo de uma família de produtos da empresa (abrangência menor que a

problemática analisado com pensamento sistêmico) a análise da aprendizagem organizacional está restringida a este escopo.

O que se observou é o aumento do entendimento do fluxo produtivo como um todo a partir da explicitação do processo em modelo de simulação computacional. Existia uma idéia quanto a tempos de execução das operações porém nada muito preciso. Regras empíricas do sistema como adiantar o fluxo em uma estação para abastecer outra, como por exemplo, deixou transparecer a carência de um maior controle do processo.

A partir de maior detalhamento do modelo, como a expansão deste para incorporar outras famílias de produtos, a empresa espera utilizar o modelo para dimensionamento de capacidade. Isto mostra o grau de sucesso obtido com o estudo quanto ao interesse despertado para uma nova maneira de conhecer a organização, refletindo na aprendizagem organizacional.

Aprendizagem organizacional, aplicação do pensamento sistêmico

O escopo de análise pretendida com o pensamento sistêmico extrapola os limites de pleno domínio da empresa em ações que impactem na produção quando abrange todo mercado onde está inserida.

Segundo Senge et al (1996) atualmente o pensamento sistêmico é mais do que nunca necessário devido a complexidade dos problemas com os quais nos deparamos diariamente. Isto pode ser comprovado quando analisamos possíveis causas de insatisfação e desmotivação dos empregados, que refletia diretamente na qualidade dos produtos.

Ações como incentivos à produtividade entre outras (baseados nos pressupostos dos empregadores) não apresentavam-se eficaz quando aplicados para solucionar o problema e, a partir da aplicação das técnicas e ferramentas do pensamento sistêmico foi possível constatar a principal causa para o problema em questão, a qual havia sido percebida pelos empregadores, porém estes encontravam-se presos a modelos mentais que inicialmente não permitiam que suas percepção fosse qualitativamente analisada e pudesse embasar ações para resolução dos problemas.

Observou-se que a análise quantitativa e principalmente a qualitativa de dados com posterior construção e validação conjunta (consultor e empresa) da estrutura sistêmica proporciona grande aumento no conhecimento das relações que regem a dinâmica do sistema com reais modificações na percepção do mundo real.

O pensamento sistêmico quando aplicado mostrou uma nova faceta da realidade, uma área relegada a um segundo plano quando havia necessidade de tomada de decisões, principalmente, pela dificuldade em organizar e mapear dados qualitativos a fim de subsidiar uma ação.

Observou-se ainda maior credibilidade (inicialmente) atribuída a estruturas com dados quantitativos (conhecidos e facilmente entendidos) quando comparado com qualitativos (principalmente a partir de percepções). Isto pode ser comprovado com a maior

credibilidade inicialmente atribuída ao modelo de simulação computacional, bem entendido e modelado a partir de dados conhecidos e facilmente comprovados da realidade.

Melhorias efetivas

Em relação a simulação computacional o estudo não desencadeou melhorias efetivas neste primeiro momento, porém a percepção, por parte da empresa, de dimensionamento da capacidade a partir da projeção de cenários deixa claro a potencialidade do método. As melhorias desencadeadas pelo método podem ser atribuídas ao melhor entendimento do sistema e os benefícios inerentes a isto.

Quanto ao pensamento sistêmico, observamos que conforme os pressupostos tornavam-se claros às pessoas, estas imediatamente reavaliavam suas posições introspectivamente. Na medida que a estrutura sistêmica explicitava os fatores relevantes ao problema, ações realmente eficazes puderam ser tomadas.

Um exemplo disto eram as medidas para elevar a satisfação dos empregados, que eram características de arquétipos “consertos que pipocam” (Senge, 1990; Senge et alii, 1996), estas foram substituídas por ações que realmente proporcionaram a elevação do nível de satisfação dos empregados, como cumprimento de cronogramas para salários e benefícios, etc.

Constatou-se que o problema analisado a partir da aplicação das duas abordagens dificilmente seria resolvido com a simulação computacional. Esta foi de vital importância ao entendimento detalhado do sistema produtivo porém as soluções seriam reativas ao problema e não o eliminariam. Com a aplicação do pensamento sistêmico podemos identificar pontos de alavancagem que resultaram em atacar a causa dos problemas.

8. Conclusões

A aplicação simultânea das técnicas de pensamento sistêmico e simulação computacional apresentou bons resultados para o estudo. Pode-se compreender detalhadamente o fluxo produtivo e ao mesmo obter uma visão global dos fatores que o influenciam.

Constatou-se a importância de uma ferramenta que possibilite a análise estruturada de problemas complexos e cognitivos de forma a tornar mais pragmáticas as soluções e distanciar-se do empirismo quando da busca por soluções, o que muitas vezes pode levar ao descrédito.

A utilização de somente uma das técnicas poderia resultar em soluções semelhantes, porém, conforme observado, o entendimento do problema foi amplamente facilitado com a utilização simultânea destas duas abordagens de forma complementar.

A vantagem de complementaridade entre as duas abordagens deve-se ao fato de o mesmo grupo (em sua maioria) participar da implementação das duas abordagens. Isto contribui ainda para a formação de um grupo na empresa com amplo conhecimento sobre esta.

Devido ao problema estudado, a simulação computacional mostrou-se mais como uma ferramenta de apoio a tomada de decisão e um tanto reativa nas ações desencadeadas. Já o pensamento sistêmico apresentou-se mais como uma ferramenta de identificação, análise e solução de problemas, e, pró-ativo indo ao encontro de uma solução global para o problema, do tipo ganha-ganha conforme descreve Goldratt (1994).

Cabe salientar que o estudo de problemas a partir do pensamento sistêmico não é rotina na empresa e, portanto, soluções do tipo “consertos que pipocam” apresentam-se eficazes tempestivamente e tornam a ocorrer. Isto comprova a melhor performance atribuída a soluções com pensamento sistêmico (no caso em questão) pois agora a empresa não mais está presa ao citado arquétipo sistêmico.

Baseado neste estudo e no fato de que esta pode ser a realidade de várias empresas, podemos sugerir a utilização primeiramente da abordagem sistêmica a fim de estruturar o problema sistemicamente e beneficiar-se de melhorias inerentes a utilização desta abordagem e, complementarmente, aplicar simulação computacional com um foco mais preciso maximizando as vantagens desta técnica.

9. Referências bibliográficas

- ANDRADE, Aurélio L. Pensamento Sistêmico: um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional. REAd – Revista Eletrônica de Administração. Porto Alegre, 1997. (internet: <http://www.cesup.ufrgs.br/PPGA/read/read05/artigo/andrade.htm>)
- FORRESTER, Jay W. System Dynamics and the Lessons of 35 Years. Massachusetts, MIT, 1991. (internet: <http://sysdyn.mit.edu/papers-index.html>)
- GOLDRATT, Eliyahu M.. Mais Que Sorte...Um Processo de Raciocínio. São Paulo, Educator Editora, 1994.
- HAMMER, Michael & CHAMPY, James. Reengenharia. 3 ed., Rio de Janeiro, Campus, 1994.
- PIDD, Michael. Computer Simulation in Management Science. Chichester, John Willey & Sons Ltd., 1992.
- PIDD, Michael. Modelagem Empresarial – ferramentas para a tomada de decisão. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998.

PORTER, Michael E.. Estratégia Competitiva – técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 15 ed., Rio de Janeiro, Campus, 1986.

SCHEER, A.-W.. Business Process Engineering: Reference Models for Industrial Enterprises. 2 ed., Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 1994a.

_____, _____. Integrating Management Communications and Computing, an architecture of integrated information systems . Information and Decision Technologies 19, 1994b, 563-576.

SEAGAL, Sandra & HORNE, David. Human Dynamics, um novo conceito para compreender pessoas e realizar o potencial de nossas organizações. São Paulo, Qualitymark, 1998.

SENGE, Peter M. A Quinta Disciplina; arte, teoria e prática da organização de aprendizagem. São Paulo, Best Seller, 1990.

SENGE, Peter M. et alii. A Quinta Disciplina; caderno de campo. São Paulo, Qualitymark, 1996.

SHINGO, Shingeo. Sistemas de Produção com Estoque Zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas. 1 ed., Porto Alegre, Artes Médicas, 1996a.

SHINGO, Shingeo. O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre, Bookman, 1996b.

WESTON, R.H.. A comparasion of the capabilities of software tools designed to support the rapid prototyping of flexible and extensible manufacturing systems. Int.J.Prod.Res., 1998, v.36, n.2,291-312.

**ANEXO V – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE PAESE ET
ALLI (1999)**

APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL: SINERGIA ENTRE PENSAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM UMA EMPRESA DE SERVIÇOS

Cíntia Paese
Luciane Xerxenevsky Bergue
Marcelo Hercílio Carvalho Moutinho Silva
Rogério Garcia Bañolas

Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFRGS
Praça Argentina 9, Porto Alegre/RS, 90035-190 - Brasil

Resumo

Este artigo apresenta a sinergia obtida através da aplicação conjunta do pensamento sistêmico e da simulação computacional na realidade prática da central de atendimento de uma empresa de serviços da área de sistemas de informação, dando ênfase à aprendizagem e tomada de decisão.

Palavras-chave: *Aprendizagem organizacional, pensamento sistêmico, simulação, serviços.*

Abstract

This paper presents the sinergetic effects obtained of the application systems thinking and computational simulation in real world of an information systems company.

Key Words: *Organizational learning, system thinking, simulation, services.*

1 INTRODUÇÃO

Em busca do sucesso, competitividade e sobrevivência em um mundo de negócios cada vez mais globalizado e dinâmico, as organizações têm experimentado diversos modelos de gestão e técnicas de apoio à tomada de decisão a fim de administrar de maneira eficaz as mudanças organizacionais. Andrade (1998) expõe que “essa ‘tempestade de modelos’, bem como os problemas que geram, parecem sugerir que a organização (...) deva ter uma capacidade superior de processamento de informações visando aprimorar sua base de conhecimento útil”. Peter Senge (1998) preconiza que “as melhores organizações do futuro serão aquelas que descobrirão como despertar o empenho e a capacidade de aprender das pessoas em todos os níveis da organização”.

Nesse âmbito, o modelo das Cinco Disciplinas da Aprendizagem Organizacional de Senge (1998) surge como uma abordagem alternativa de obtenção de vantagem competitiva. Das “cinco disciplinas da aprendizagem” (Senge, 1997), a saber, domínio pessoal, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizado em equipe e pensamento sistêmico, esta última se destaca como de maior importância. Isto porque está baseada em uma nova linguagem para descrever e entender as forças e interações que moldam o comportamento dos sistemas, sendo aquela que “(...) integra as outras, fundindo-as em um corpo coerente de teoria e prática” (Senge, 1998).

Por outro lado, a simulação também revela-se como uma ferramenta alternativa para a aprendizagem organizacional. É possível, com a simulação, criar cenários de um sistema de interesse a fim de gerar *insights* para a aprendizagem e tomada de decisão. Para tanto, é necessário que se delimite o sistema foco das experimentações. Segundo Law & Kelton (1991), um sistema pode ser definido como uma coleção de entidades (pessoas, máquinas), que agem e interagem conjuntamente com o objetivo de realizar alguma finalidade lógica. Cabe referir que o sistema de interesse pode ser um subsistema de outro maior e, “na prática, o que tem significado para o sistema depende dos objetivos do estudo” (Law & Kelton, 1991).

Uma das justificativas do uso da simulação é o fato de que a maioria dos sistemas do mundo real são muito complexos para fornecer modelos para serem avaliados analiticamente, de maneira que a simulação é a única alternativa para a solução de problemas a eles relacionados.

A aplicação conjunta das duas abordagens parece facilitar a aprendizagem e entendimento de um sistema, bem como o seu comportamento, uma vez que a abordagem sistêmica provê uma visão geral de uma situação de interesse, a simulação oferece uma visão microscópica do sistema, esta última baseada, fundamentalmente, em resultados numéricos.

Este artigo objetiva apresentar a sinergia obtida na aplicação conjunta das duas abordagens na Central de Atendimento ao Cliente (CAC) de uma empresa de serviços que atua no negócio de sistemas de informação. O artigo está estruturado em 4 seções, incluindo a presente introdução. Na seção 2 são descritas algumas considerações teóricas sobre pensamento sistêmico e simulação. A seção 3 apresenta a metodologia adotada na aplicação prática em questão, bem como considerações relativas à sinergia na utilização das duas abordagens. A conclusão do artigo é apresentada na seção 4.

2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

2.1 Pensamento Sistêmico

As mudanças constantes no mundo dos negócios e seus reflexos sobre a estrutura organizacional das empresas têm desafiado teóricos e praticantes dos diversos campos da administração a desenvolver abordagens administrativas capazes de captar essas variações e transformá-las em *insights* úteis para a tomada de decisões. Esse processo dinâmico envolve uma complexidade sobretudo social, reclamando métodos que permitam às pessoas que devem tomar decisões desenvolver uma visão sistêmica e criar estratégias de maior

alavancagem da organização. Neste contexto, o pensamento sistêmico vem a suprir essas necessidades.

Os antecedentes do pensamento sistêmico remontam à II Guerra Mundial através dos estudos realizados por Forrester que, em 1961, originaram a área de Dinâmica de Sistemas através da publicação do livro *Industrial Dynamics* (Andrade, 1998). A Dinâmica de Sistemas, segundo Senge, “também é orientada para examinar a interrelação de forças e vê-las como parte de um processo comum”. Contrariamente ao pensamento mecanicista, que, se valendo da metáfora da máquina pressupõe relações de causa e efeito lineares e próximas no tempo e no espaço, o pensamento sistêmico parte do princípio de que causa e efeito fazem parte de uma estrutura em que suas relações são circulares e não estão intimamente relacionadas no tempo e no espaço (Senge, 1998). Assim, a linguagem sistêmica abandona a linearidade das relações causa e efeito, permitindo a visualização e o entendimento de questões que envolvem complexidade dinâmica. Em outras palavras, “a essência da disciplina do pensamento sistêmico reside em uma mudança de mentalidade: ver inter-relacionamentos, em vez de cadeias lineares de causa e efeito; ver os processos de mudança em vez de simples fotos instantâneas” (Senge, 1998).

A importância dada por Senge (1990) a essa nova linguagem fundamenta-se na premissa de que “a linguagem modela a percepção”. Assim, como as estratégias de ação são baseadas em percepções de mundo, que por sua vez são resultado dos modelos mentais (crenças e pressupostos dos indivíduos a respeito da realidade) (Andrade, 1997), a linguagem sistêmica apresenta-se como importante ferramenta para aprendizagem organizacional. Senge et alli (1996) sugere o uso de diagramas de enlaces causais como instrumento de linguagem.

Senge (1998) defende que um bom pensador sistêmico pode ver quatro níveis de uma situação atuando simultaneamente: eventos, padrões de comportamento, sistemas e modelos mentais. A metáfora do *iceberg* (figura 1) ilustra como esses níveis estão relacionados e facilita a compreensão do pensamento sistêmico. O nível mais superficial e visível é o nível dos **eventos**. A fixação em eventos é uma das deficiências da aprendizagem organizacional identificadas por Senge (1998) e explicações da realidade baseadas na percepção de eventos levam a uma posição reativa, sendo mais comuns na cultura contemporânea. Para que se extrapole o limite do nível dos eventos, torna-se necessário observar os **padrões de comportamento** dos elementos de uma realidade, isto é, analisar as tendências de longo prazo e avaliar suas implicações (Andrade, 1998).



Figura 1 – Os níveis de uma situação ilustrados pela metáfora do iceberg Fonte: Andrade, 1997

As explicações no nível estrutural (terceiro nível) são menos comuns, mais fortes e objetivam responder à pergunta “o que causa os padrões de comportamento?”. Neste nível, busca-se explicitar como os elementos do sistema se influenciam para formar a **estrutura sistêmica**. O entendimento do nível estrutural permite melhores intervenções em termos de alavancagem e resultados mais duradouros, pois se atua nas causas do comportamento em um nível em que os padrões podem ser alterados. Partindo-se da premissa de que “a estrutura influencia o comportamento” e os modelos mentais das pessoas geram os padrões de comportamento que formam a estrutura sistêmica da realidade, torna-se importante identificar os **modelos mentais** (quarto nível) que estão por trás do comportamento sistêmico e como eles influenciam a estrutura. Dessa maneira, pode-se compreendê-la e modificá-la, se necessário (Andrade, 1997).

Tendo isso em vista, observa-se que abordagens administrativas baseadas no pensamento sistêmico ultrapassam, no domínio de atuação, a maioria das abordagens gerenciais. Enquanto estas baseiam-se unicamente em dados e fatos (mundo dos eventos), o pensamento sistêmico vai além: atinge os modelos mentais dos atores organizacionais.

2.2 Modelagem Computacional

O estudo do comportamento dos sistemas do mundo real encontra a barreira da complexidade de suas interrelações. Dificilmente modelos analíticos poderão ser aplicados e a simulação apresenta-se como alternativa para a solução de problemas com essas características. A simulação computacional consiste na utilização de um modelo para exploração e experimentação da realidade. Ou seja, a idéia básica consiste na construção de um modelo que será alimentado por entradas conhecidas e os efeitos destas entradas serão observados. Pode-se, assim, captar, explorar e procurar explicações do comportamento de um sistema quando da variação dos parâmetros de entrada deste sistema.

“A Modelagem é uma abordagem fundamental para o melhor entendimento das complexas relações existentes em um sistema. Trata-se da representação simplificada da realidade, possibilitando a construção de um modelo significativo da mesma, minimizando as distorções de percepção” (Borba, 1998). Contudo, uma pessoa experimentada em

simulação pode coletar todos os dados de campo e desenvolver um modelo de simulação. Antes que o modelo de simulação seja apresentado, não há garantia de que haja interação entre as pessoas envolvidas no problema. Isto caracteriza a simulação como uma solução proprietária, onde o entendimento sobre o processo estudado só pertence ao ‘simulador’ e o intercâmbio só inicia a partir da apresentação do modelo.

A simulação é geralmente baseada em experimentos conduzidos por pessoas. A idéia é que o modelador pense sobre as possíveis alternativas para o sistema e utilize o modelo para observar o que irá acontecer, caso determinada alternativa ocorra. Em poucas palavras, esta abordagem é conhecida como *what if* (o que aconteceria se ...). Aqui consta o benefício desta técnica: vislumbrar situações futuras que respondam à formulação do problema sem, no entanto, incorrer nos gastos de testá-los na prática.

A simulação, não garante que alguma das soluções propostas será a solução ótima. Ela apenas apresenta resultados para aquelas entradas e para os parâmetros estabelecidos no programa de simulação.

Pidd (1992) apresenta um esquema que conceitua a simulação (figura 2), indicando as entradas e saídas de um sistema.

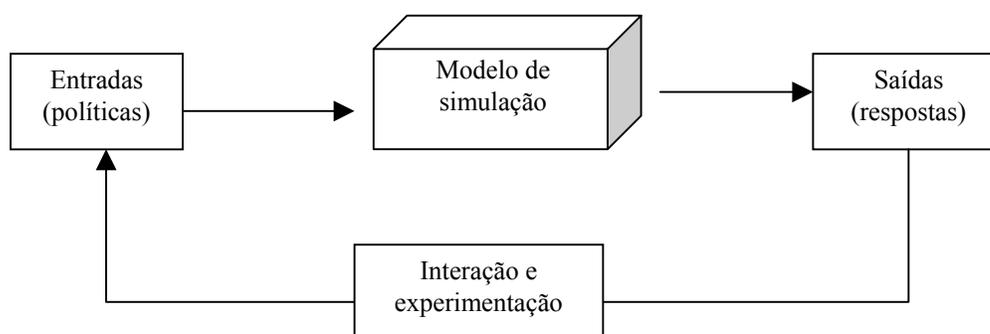


Figura 2 – Conceito de simulação como base para experimentação.

3 APLICAÇÃO PRÁTICA

Esta seção apresenta a aplicação na central de atendimento ao cliente das duas abordagens discutidas.

O trabalho consistiu em duas etapas básicas: o conhecimento do processo através da pesquisa-ação utilizando do pensamento sistêmico e análise da situação através da modelagem computacional.

3.1 Método de trabalho

O método utilizado no trabalho foi o da pesquisa-ação, que é um “[...]tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação do problema estão envolvidos de modo

cooperativo e participativo” (Thiollent appud Andrade, 1998 p.13). A utilização da pesquisa-ação permite que os atores do processo de aprendizagem participem junto com os pesquisadores na elucidação da realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real (Thiollent, 1997).

O grupo do PPGE/UFRGS decidiu que o trabalho começaria através do pensamento sistêmico e, paralelamente, após alguns encontros, seria desenvolvido o trabalho de modelagem e simulação da CAC. Tal método de trabalho foi adotado devido à necessidade de conhecimento da organização, embora no primeiro contato ter-se evidenciado o interesse pela ferramenta de simulação. Também porque acreditava-se que, se iniciasse pela simulação, o grupo poderia perder o interesse em abordar as questões mais amplas da situação de interesse, prejudicando o processo de aprendizagem.

Assim, na primeira reunião, foram explicadas as idéias gerais do trabalho, focalizando as duas ferramentas. Foram abordadas questões gerais, tais como o entendimento da situação através da ferramenta do pensamento sistêmico, as potencialidades para a aprendizagem, a linguagem do pensamento sistêmico através de enlaces causais, o propósito da simulação, a importância da disponibilidade dos dados e a importância do entendimento da situação antes de iniciar a modelagem e simulação propriamente dita. Também foi acordado que as reuniões seriam gravadas em fitas K7, para que futuramente, se necessário, fossem reavaliadas as informações das seções anteriores.

Na reunião seguinte, foi apresentada a metáfora do iceberg, representando os níveis do pensamento sistêmico - eventos, padrões de comportamento, estrutura sistêmica e modelos mentais. Dessa forma buscou-se um maior entendimento dos participantes frente à ferramenta proposta. Também foi apresentada a metodologia que seria seguida no decorrer do trabalho, baseada na proposta de Senge (1998), a saber:

- a. Definição da situação de interesse;
- b. Elicitação dos eventos;
- c. Elicitação dos fatores;
- d. Padrões de comportamento;
- e. Construção da estrutura sistêmica;
- f. Identificação dos modelos mentais;
- g. Modelagem computacional e dinâmica dos sistemas;
- h. Alavancagem sistêmica;
- i. Planos de ação.

A aplicação destes nove passos estão descritos na seqüência. .

A definição da situação de interesse baseou-se em diferentes expectativas quanto ao resultado do trabalho por parte dos funcionários da empresa. Definiu-se a situação de interesse como sendo: “melhorar o atendimento da Central de Atendimento ao Cliente”.

O segundo passo consistiu no levantamento de eventos que estivessem relacionados com a situação de interesse. Para tanto, tornou-se necessária a definição do horizonte de

tempo em que esses eventos seriam procurados. Definiu-se o horizonte de tempo com início em 1988. Embora a CAC só tenha sido criada em 1997, o atendimento aos clientes já era realizado por outros departamentos.

Foram registrados todos os eventos citados pelo grupo que pudessem repercutir sobre o atendimento da CAC.

A partir da lista de eventos, passou-se à obtenção dos fatores ou variáveis que ajudam na compreensão da situação de interesse. Procurou-se identificar fatores que contribuíssem no resultado ligado à situação de interesse e que estivessem sujeitos a variações.

A fim de facilitar a análise, foram selecionados os fatores-chave. Estes caracterizam a situação de interesse, por exemplo, capacidade física de atendimento (número de linhas telefônicas e postos de trabalho) e número de atendentes

A etapa seguinte consistiu em traçar o comportamento passado dos fatores-chave dentro do horizonte de tempo estabelecido. Procurou-se o padrão de comportamento ao longo do tempo para cada fator, não apenas com dados acurados, mas também através da percepção do grupo. Ressalta-se que o importante é obter os padrões das curvas ao longo do tempo e não valores absolutos.

A partir daí, elaborou-se a estrutura sistêmica que determina os padrões de comportamento da organização através da identificação das relações causais entre os fatores e sobre a situação de interesse. Tal influência foi determinada através da comparação das curvas de tendência de comportamento. Buscou-se, também, apoio na ferramenta estatística Análise de Correlação, que fornece o grau de relação entre pares de fatores.

Após identificação das influências dos fatores passou-se à construção da estrutura sistêmica. Nesta etapa o nível de motivação foi bastante elevado com a participação e envolvimento de todo o grupo. Um esboço inicial e simplificado do diagrama de enlases da situação está apresentado na figura 3.

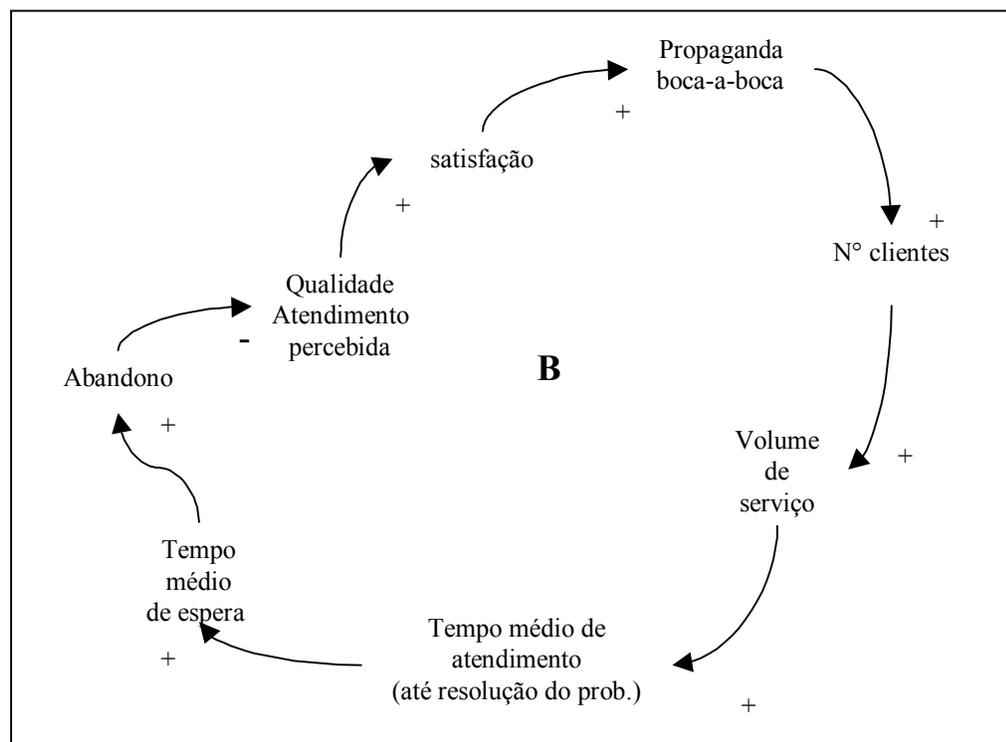
Neste ponto do trabalho percebeu-se que alguns pensamentos iniciais sobre a natureza do problema começaram a ser questionados pelo grupo, tanto do ponto de vista da formulação do problema quanto da sua possível solução.

Após o traçado da estrutura sistêmica, procedeu-se a identificação dos modelos mentais, isto é, as crenças e pressupostos dos atores-chave envolvidos na questão. Parte-se do pressuposto de que os modelos mentais influenciam o comportamento dos atores, determinando a estrutura sistêmica da realidade. Alguns modelos estão listados a seguir.

- *vale a pena investir em publicidade e aumentar as vendas, mas temos restrições de capacidade;*
- *licitação atrapalha a autonomia da empresa;*
- *a empresa tem que ser auto-sustentável;*
- *as empresas estatais devem se autogerenciar.*
- *problemas são coisas de empresas públicas.*
- *investimento no cliente não valeria à pena, pela falta de fidelidade;*
- *qualidade não está relacionada com o tempo de atendimento;*

- fator tempo de atendimento está ligado com o bom senso do atendente;
- tempo de atendimento depende da capacidade de análise o problema do atendente;
- funcionário deve também investir em si;
- responsabilidade é de cada funcionário, deve existir profissionalismo – liberdade com responsabilidade.

Figura 3 – Diagrama de enlace simplificado



De um modo geral, observou-se que as pessoas tendem a atribuir responsabilidades a outras pessoas fora do grupo ou de seu departamento. “Não é por acaso que a maioria das organizações têm dificuldade de aprendizagem. A forma como são projetadas e gerenciadas, a maneira como os cargos são definidos e, mais importante, o modo como todos fomos ensinados a pensar e interagir (...), tudo isso cria deficiências cruciais de aprendizagem” (Senge, 1998). Uma das deficiências normalmente observadas é a de que *o inimigo está lá fora*. “Esta deficiência de aprendizagem torna praticamente impossível detectar mecanismos de alavancagem que podemos usar para lidar com os problemas que ocorrem ‘aqui dentro’ e aumentam a distância entre nós e o ‘lá fora’” (Senge, 1998).

A etapa de simulação foi realizada utilizando-se o software MicroSaint e testando-se alguns possíveis cenários.

No decorrer do trabalho observou-se que os fatores de alavancagem tinha estreita relação com a comunicação interdepartamental e o desenvolvimento de novos produtos. “Em geral, a solução de um problema difícil é uma questão de descobrir onde está a maior alavancagem, uma mudança que – com mínimo de esforço – resultaria em melhoria

duradoura e significativa. O único problema é que as mudanças de alta alavancagem não são óbvias para a maioria dos envolvidos no sistema. Não estão ‘próximas no tempo e no espaço’ dos sintomas óbvios do problema.” (Senge, 1998).

No decorrer da definição dos planos de ação foram apresentadas algumas sugestões que poderiam ser aplicadas facilmente na empresa, visando a melhoria do processo que foi estudado, ou seja, atacando a situação de interesse.

Após esta etapa, como já descrito anteriormente, foi realizado o trabalho de simulação computacional. Os dados estatísticos necessários para a modelagem do sistema foram obtidos com a colaboração da empresa, no que diz respeito a suas coletas. Ressalta-se que se os dados foram de difícil obtenção. Sugere-se que se comece a coleta logo no início do trabalho, após a definição da situação de interesse. Para efeitos de sigilo, os resultados da simulação foram suprimidos deste artigo.

4 CONCLUSÕES

Concluiu-se que a aplicação conjunta da duas abordagens facilita a aprendizagem e entendimento: a abordagem sistêmica provê uma visão geral de uma situação de interesse e a simulação oferece uma visão mais microscópica do sistema. Viu-se que uma das saídas do trabalho de pensamento sistêmico sobre uma situação complexa de interesse é entrada para o trabalho de simulação computacional. Sem o pensamento sistêmico a abordagem de simulação fica muito vulnerável, pois carece da avaliação do sistema que possibilita validar a simplificação da simulação.

Iniciou-se este trabalho pensando que a a simulação era o foco principal e, com o trabalho do pensamento sistêmico, surgiram outros pontos de alavancagem que não haviam sido identificados no início do problema. Aconteceu de a definição do problema ir se alterando à medida que as inter-relações iam sendo identificadas.

Notou-se, no transcorrer do trabalho, que a abordagem inicial que seria utilizada na simulação estava equivocada. Ou seja, com o trabalho de pensamento sistêmico, identificaram-se vários fatores que não haviam sido cogitados no princípio. Caso não fosse realizado primeiramente o estudo de pensamento sistêmico, provavelmente a simulação estaria restrita à questão de se contratar mais recursos ou não. O pensamento sistêmico revelou fatores extremamente importantes tais como comunicação e lançamento de novos produtos, que são influentes na qualidade do atendimento.

Abordagem da simulação provê resultados mais rápidos (dependendo da extensão da coleta e tratamento dos dados), mas que são de natureza mais restrita, dada a simplificação necessária para modelagem. A solução do problema pode ser obtida rapidamente através da simulação de vários cenários.

Assim como a simulação é uma solução proprietária que não facilita a integração, por sua vez o pensamento sistêmico permite a construção conjunta do “conhecimento”, revelando vários pontos de intervenção para a melhoria do sistema. Na verdade é difícil crer que para a solução de um problema haja somente uma ação necessária e suficiente.

Não se pode extrair todo potencial do trabalho do pensamento sistêmico sem que o grupo entenda profundamente as deficiências de aprendizagem segundo Senge. As pessoas

necessitam identificar as deficiências de aprendizagem para que elas não se tornem barreiras para o pleno desenvolvimento do trabalho.

Os resultados da simulação servem como feedback para o processo de aprendizagem. Ou seja, eles vão ser integrados ao aprendizado anterior e questionados à luz desse aprendizado. É um processo contínuo. Os modelos de aprendizagem baseados no pensamento sistêmico ultrapassam as abordagens atuais de gerenciamento baseadas unicamente em dados e fatos.

Um aspecto a ser trabalhado exaustivamente no início do trabalho deve ser a tendência das pessoas atribuírem responsabilidades a outros. Os participantes devem entender profundamente o conceito o *inimigo está lá fora* (Senge, 1998). Uma forma de eliminar essas barreiras é estender o trabalho de PS a outros setores aos quais foram atribuídas responsabilidades. Dessa forma a saída do trabalho de pensamento sistêmico é um plano de ação bem estruturado – com responsáveis, prazos e ações viáveis e bem definidas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Aurélio Leão. *Aprendizagem e desenvolvimento organizacional: uma experiência com o modelo da quinta disciplina*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFRGS: 1998.
- ANDRADE, Aurélio Leão. *Pensamento sistêmico: um roteiro básico para perceber as estruturas da realidade organizacional*. (Internet: <http://www.cesup.ufrgs.br/PPGA/read/read05/artigo/andrade.htm>) Retirado da internet em 01/10/1998.
- LAW, Averill M., KELTON. *Simulation, modeling and analysis*. McGraw-Hill, 2a Ed, 1991.
- PIDD, Michael. *Computer simulation in management science*. Chichester, John Wiley & Sons, 1992.
- SENGE, Peter. *A quinta disciplina: Arte, teoria e prática da organização de aprendizagem*. São Paulo:1998.
- SENGE, Peter. *A quinta disciplina: caderno de campo: estratégias e ferramentas para construir uma organização que aprende*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.
- THIOLLENT, Michel. *Pesquisa-ação nas organizações*. São Paulo: Ed. Atlas, 1997.

**ANEXO VI – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE SCHUCH
ET ALLI (1999)**

APLICAÇÃO SINÉRGICA DO PENSAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL -UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Cristiano Schuch

Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9, Porto Alegre - RS - Brasil.

Cristina Soares

Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9, Porto Alegre - RS - Brasil.

Janaina Macke

Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9, Porto Alegre - RS - Brasil.

Rodrigo Souto

Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – PPGEPP - Universidade Federal do Rio Grande do Sul –UFRGS. Praça Argentina nº 9, Porto Alegre - RS - Brasil.

ABSTRACT

In this paper it is presented a practical and simultaneous application of systems thinking and computer simulation in a factory. The purpose is to investigate the synergy between these two approaches. The systems thinking and the computer simulation were used as interventions techniques towards an existing problem in any levels. It was used a method that included the participation of the authors and the employees in theoretical and results presentations.

KEYWORDS: Systems Thinking, Computer Simulation, Learning Organization.

RESUMO

Neste artigo é apresentada uma aplicação prática e simultânea do pensamento sistêmico e simulação computacional numa fábrica. O objetivo é investigar a sinergia entre estas duas abordagens. O pensamento sistêmico e a simulação computacional são usados como técnica de intervenção para um problemas existente em qualquer nível. Foi utilizado um método que incluiu a participação dos autores e dos funcionários nas apresentações teoria e dos resultados.

1. INTRODUÇÃO

Tal qual como outras formas de intervenção técnicas o Pensamento Sistêmico (PS) e a Simulação Computacional (SIM) possuem cada qual suas limitações, pontos fortes e fracos.

Entretanto, feita uma análise mais detalhada sobre as duas abordagens indentificar-se-á uma complementariedade nestas áreas.

O presente artigo tenta evidenciar a sinergia existente entre estas duas abordagens apresentando uma proposta de uso simultâneo da Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico, tendo como objetivo central a comprovação da eficácia do método de intervenção proposto e sua possível aplicabilidade no dia-a-dia das organizações.

Neste trabalho a Simulação Computacional e o Pensamento Sistêmico serão brevemente descritos através de uma revisão bibliográfica. A seguir será apresentado o método de trabalho utilizado no estudo de caso. A partir das conclusões tomadas junto com a empresa será feita uma análise da sinergia entre as duas ferramentas, explicitando-se as vantagens e desvantagens do uso conjugado deste método de intervenção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A simulação computacional consiste no uso de um modelo, como base para exploração e experimentação da realidade. O objetivo principal da simulação consiste em um maior conhecimento do processo em questão por meio da simulação de cenários no ambiente computacional, e a partir de tais impressões, definir planos de ação de acordo com os objetivos pré-estabelecidos pela empresa.

Nos últimos anos, *softwares* amigáveis de simulação têm sido desenvolvidos, facilitando o processo de criação e rodagem do modelo computacional. Estas ferramentas são conhecidas como Sistemas de Modelagem Visual Interativa. (VIMS). Um sistema VIMS típico conta uma série de recursos que visam permitir ao usuário desenvolver e executar seu modelo de uma forma intuitiva (como uma interface gráfica, pequeno número de comandos, etc. Os sistemas VIMS têm ainda a vantagem de possibilitar a interação entre o usuário e o sistema durante a rodagem do modelo. Podendo interromper a simulação, alterar parâmetros, adicionar recursos e atividades extras e após isso reiniciar a simulação com essas alterações (Pidd, 1998). Para o presente trabalho, foi utilizado um destes sistemas, o *Micro Saint*.

O *Micro Saint* utiliza a abordagem de redes baseadas em atividades, na qual cada entidade representa uma atividade; esta atividade pode envolver uma ou mais entidades ou uma ou mais unidades de recursos do sistema. As atividades são ligadas logicamente a fim de representar sua interdependência e a seqüência real de operações.

A outra abordagem aplicada neste trabalho – o Pensamento Sistêmico – consiste de um novo modelo prescritivo criado para aprendizagem organizacional, que tem sido foco de crescentes estudos. É o modelo proposto no livro "Cinco Disciplinas da Organização de Aprendizagem", de Peter M. Senge (1990) e "A Quinta Disciplina – Caderno de Campo" (Senge et alli, 1996). Estas cinco disciplinas propostas por Senge formam a base para as "organizações de aprendizagem" e são elas:

Modelos mentais são os pressupostos particulares e profundamente arraigados que nós carregamos sobre a natureza do mundo. São os modelos mentais que informam nossas

atitudes. *Visão compartilhada* é o processo pelo qual as visões pessoais de líderes chave são traduzidas de forma a poderem ser compartilhadas por todos os membros da organização. *Domínio pessoal* envolve um compromisso em relação ao aprendizado diário e contínuo desafio de esclarecer as visões pessoais. O *aprendizado em grupo* envolve a maximização em relação às idéias dos indivíduos através do diálogo e a conscientização dos padrões de comportamento do grupo os quais podem impedir ou atrapalhar o aprendizado por completo. Finalmente o *Pensamento Sistêmico* funciona como uma elo de ligação conceitual que interliga os diferentes elementos. Suas ferramentas fazem com que ações isoladas sejam vistas como padrões integrados do sistema (Easterby-Smith 1997 apud Giani et al, 1998).

Segundo Andrade (1997) “um dos principais modelos de compreensão do pensamento sistêmico é o dos níveis de uma situação”. O nível dos *eventos* é percebido pelas pessoas e é baseado nele que são explicadas algumas situações e que são tomadas as ações quando a percepção dos envolvidos é baseada no pensamento linear. Os eventos são *evidências dos padrões de comportamento*, que são o segundo nível do pensamento sistêmico. Neste nível é necessário a percepção além do nível dos eventos, sendo necessário o conhecimento do comportamento das variáveis ao longo do tempo. Neste ponto, os atores podem responder às tendências de mudança. O terceiro nível é o nível da *estrutura sistêmica*. Neste ponto, procura-se explicar como os elementos se influenciam, causando os padrões de comportamento. O nível dos *modelos mentais* é o último nível do pensamento sistêmico. É neste nível que são identificadas as formas que as pessoas envolvidas e seus comportamentos influenciam o sistema. A mudança é mais efetiva se for feita nestes dois últimos níveis.

No pensamento sistêmico, uma nova linguagem se faz necessária a fim de poder romper com o “pensamento linear”; que impede a percepção da realidade dinâmica, onde uma ação pode produzir efeitos diferentes a longo e a curto prazo ou, em um local do sistema o efeito pode ser diverso do que em outro. Senge et alli (1996, p. 105) sugere o uso dos diagramas de enlace causal como forma de linguagem, que se constituem a base para o desenho da estrutura sistêmica.

3. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO

O Pensamento Sistêmico e a Simulação Computacional possuem, separadamente, métodos formais para a implementação. Os passos adotados para esta aplicação prática seguem abaixo:

3.1. A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

O método para o desenvolvimento do projeto de simulação segue o modelo proposto por Pritsker (1990), que encontra-se descrito a seguir:

- A) Formular o problema: o passo inicial para o desenvolvimento do projeto de simulação é a formulação do problema, identificação dos objetivos, a determinação dos indicadores, e a definição do sistema a ser modelado. Esta etapa inicial é de extrema importância, pois define os rumos do trabalho;

- B) Especificar o modelo: nesta etapa deve-se identificar os dados a serem coletados;
- C) Construir o modelo: consta de três etapas:
- C1) Desenvolver o modelo de simulação: construir um modelo o mais adequado possível ao estudo.
- C2) Coletar dados: após a identificação dos dados a serem coletados é preciso verificar a existência de séries históricas dos mesmos. No caso de não existirem deve-se coletar informações junto aos especialistas
- C3) Definir controles ao experimento: Verificar a validade dos dados coletados.
- D) Simular o modelo: consiste de três etapas simultâneas:
- D1) Rodar o modelo;
- D2) Verificar o modelo;
- D3) Validar o modelo;
- E) Usar o modelo;
- F) Dar suporte à tomada de decisão.

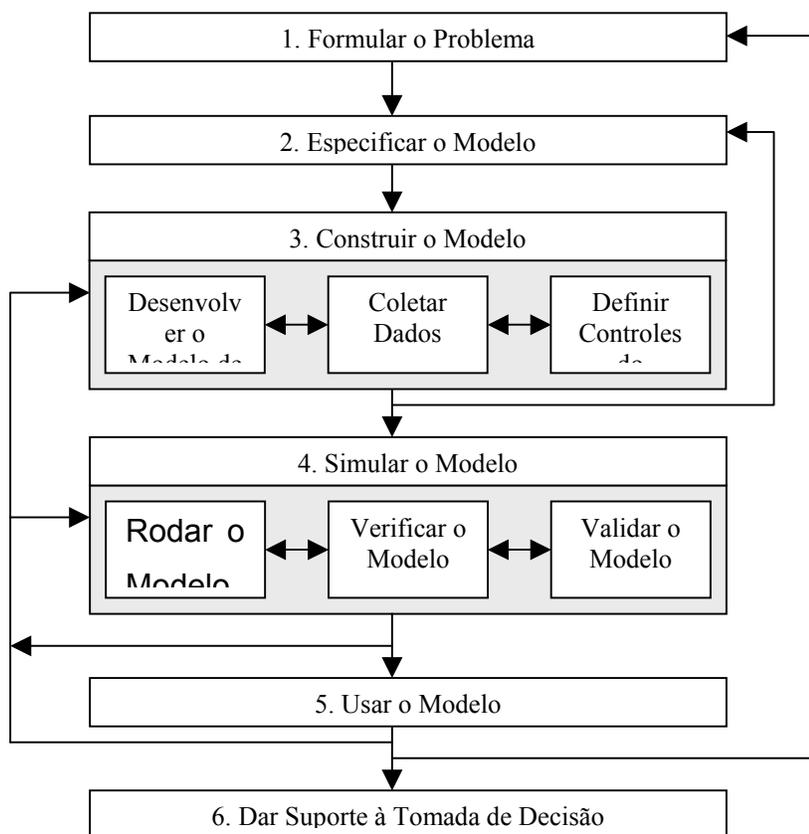


Figura 1 - Processo de modelagem e Simulação. Fonte: Pritsker, 1990

3.2. Pensamento Sistêmico

O método para o desenvolvimento do projeto de Pensamento sistêmico segue o sumário proposto por Andrade (1997 b), que encontra-se descrito a seguir:

1) Definindo uma Situação Complexa de Interesse

O objetivo é definir claramente uma situação de interesse, identificando uma situação importante para a organização. Deve ser uma questão com história conhecida, bem como deve haver um certo nível de confiança entre os atores e, preferencialmente que tenham alguma habilidade para argumentação e inquirição.

2) Apresentando a História Através de Eventos

Aqui o objetivo é penetrar o primeiro nível do pensamento sistêmico, visando assinalar eventos relevantes relacionados com a situação ao longo do período considerado.

3) Identificando os Fatores Chave

A partir da lista de eventos relatados, é necessário identificar que fatores ou variáveis podem ser elencados como chave para a compreensão da situação. Tudo o que contribui para um resultado ligado à situação e que esteja sujeito a variações deve ser assinalado.

4) Traçando o Comportamento

Surge aqui a necessidade de traçar o comportamento passado e as tendências futuras dos fatores chaves, buscando penetrar o nível dos padrões de comportamento.

5) Identificando as Influências

Neste passo, o objetivo é identificar as relações causais entre os fatores, a partir da comparação das curvas, hipóteses preliminares e intuições a respeito das influências recíprocas, desvendando as estruturas sistêmicas.

6) Identificando Modelos Mentais

O objetivo desta fase é identificar os modelos mentais presentes, ou seja, levantar crenças ou pressupostos que os atores envolvidos na situação mantêm em suas mentes e que influenciam seus comportamentos, gerando estruturas no mundo real.

7) Transformando Modelos Mentais em Elementos do Sistema

Para enriquecer o quadro, é necessário transformar os modelos mentais presentes em elementos da estrutura sistêmica.

8) Aplicando Arquétipos

Havendo um certo domínio no uso dos arquétipos, é possível obter mais insights sobre a situação ou a identificação de padrões comuns da natureza atuando na questão. Ao identificar um arquétipo operando na situação, é possível inserir-se novos elementos que estão presentes genericamente na estrutura do arquétipo, mas que não foram elucidados na situação.

9) Modelando em Computador

Obtendo uma representação de certo consenso, pode-se transformar o diagrama de enlace causal da situação em um diagrama de fluxo, que possibilita modelar o sistema no computador. A vantagem do uso do computador é a possibilidade de alterar parâmetros ou simular a passagem do tempo, além de avaliar as influências mútuas de uma maneira dinâmica. A principal função da modelagem é a possibilidade de reavaliação dos modelos mentais dos participantes do processo, no sentido que o computador oferece um local seguro para "experimentações".

10) Reprojetoando o Sistema

Reprojetar o sistema significa planejar alterações na estrutura visando alcançar os resultados desejados, considerando as conseqüências sistêmicas destas alterações. Neste caso, podem ser adicionados novos elementos, enlaces ou mesmo quebrar ligações que produzem impactos indesejáveis.

Figura 2 - Sumário de aplicação do pensamento sistêmico. Fonte: Andrade (1997 b).

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso inicia com a definição da situação-problema de interesse da empresa, definida junto com a equipe de trabalho, composta por integrantes da mesma:

"Desconhecimento do comportamento do processo de manufatura da empresa quando houver aumentos da demanda."

É interessante ressaltar o benefício que tal situação-problema trouxe ao estudo, pois o tema dado apesar de amplo não é técnico, nem genérico o suficiente que inviabilize a utilização das duas óticas simultaneamente.

O estudo em questão teve, portanto, um caráter de aprendizagem, o que foi plenamente alcançado, tanto em relação ao chão de fábrica (através da simulação), quanto em relação à empresa em si e às áreas de apoio (pelo pensamento sistêmico).

Para a análise do caso, pôde-se dividir o estudo em três momentos distintos. Esta divisão é necessária devido às diferenças ocorridas durante o decorrer do estudo na motivação em relação a cada uma das abordagens.

Os momentos a serem estudados são :

- A) A elaboração da proposta para a realização do estudo na empresa;
- B) processo de realização do estudo;
- C) Os planos de ação a serem tomados após o estudo.

4.1. PRIMEIRO MOMENTO: A ELABORAÇÃO DA PROPOSTA

O problema previamente estabelecido pela empresa era um problema de âmbito essencialmente técnico.

O desconhecimento sobre o que é e como se aplica o Pensamento Sistêmico, que ainda não é muito conhecido nas empresas, aliado ao fato da empresa já ter um conhecimento prévio a respeito da ferramenta de Simulação Computacional sugeriu a apresentação da proposta focada na ferramenta de Simulação Computacional, sendo o Pensamento Sistêmico tratado como acessório nesta etapa.

Inicialmente foram apresentadas as características do trabalho a ser realizado na empresa. Foram enfatizados os objetivos, as limitações, as possibilidades de aplicação, etc. Esta reunião inicial teve como participante uma pessoa da alta gerência, o que garantiu o comprometimento e a motivação do grupo da empresa. A proposta foi bem aceita, o que permitiu o início das reuniões para o trabalho.

4.2. SEGUNDO MOMENTO: O PROCESSO DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

Com a proposta aceita, foram iniciadas as reuniões com o grupo de trabalho da empresa. Buscou-se uma alternância entre as reuniões das duas abordagens. Esta estratégia revelou-se bastante positiva no decorrer do trabalho, pois:

- A) De início, o grupo de trabalho estava bastante motivado com respeito à Simulação. Porém, devido à repetitividade das reuniões para a coleta de dados e por ser um assunto mais técnico, a motivação do grupo foi decrescendo;
- B) Já as reuniões de Pensamento Sistêmico iniciaram com um descrédito por parte do grupo de trabalho. À medida que o trabalho avançava e as influências entre os fatores ficavam visíveis, a motivação do grupo começou a aumentar.

Como conseqüência, a motivação do grupo permaneceu alta durante todo o período de reuniões (no início devido à simulação, depois devido ao Pensamento Sistêmico). Este comprometimento foi muito positivo para a condução dos trabalhos.

Por necessitar de conhecimentos mais técnicos sobre o processo produtivo, as reuniões para a coleta de dados para simulação foram centradas em apenas dois integrantes do grupo. Já as reuniões de PS, por tratarem de assuntos mais amplos e genéricos a respeito da empresa, mantinham a atenção de todo o grupo presente.

Pode-se identificar uma diferença quanto aos ganhos de conhecimentos por parte da empresa. Na abordagem de simulação, há pequenos ganhos durante as etapas iniciais de coleta de dados e construção do modelo, obtendo-se um grande salto quando da apresentação do modelo computacional propriamente dito. Já a abordagem sistêmica propiciou ganhos crescentes em todas as suas etapas, culminando com a construção e entendimento da estrutura sistêmica pelo grupo de trabalho.

Evidenciou-se a diferença de abrangência das duas abordagens. Enquanto a Simulação permite a tomada de ações práticas em nível micro, no chão-de-fábrica (como por exemplo o tamanho dos lotes de transferência, ou ainda a priorização das atividades), o Pensamento Sistêmico permite a análise macro, sobre as necessidades, estratégias e políticas que visam um melhor aproveitamento da capacidade produtiva instalada (como aumentar a flexibilidade dos fornecedores, melhorar a comunicação entre os Departamentos da Fábrica, etc).

O sentimento de co-autoria surge já nas etapas iniciais do Pensamento Sistêmico, pois a equipe é responsável pelas informações coletadas e pela modelagem. A Simulação permite uma maior interação dos participantes nas etapas finais - construção de cenários e avaliação das políticas da empresa - uma vez que as reuniões iniciais são destinadas apenas à coleta de dados e construção do modelo da empresa. O uso sinérgico das duas abordagens permitiu aos participantes o sentimento de co-autoria em todo o período de estudo.

A forma de coleta de dados durante as reuniões propiciou uma troca de informações, difundindo o conhecimento entre os participantes, pois a empresa não possuía todos os dados necessários para a construção do modelo.

Com o passar do tempo a simulação passou a ser tratada pelo grupo da empresa como uma ferramenta importante mas não mais essencial, pois a resolução dos problemas ligados ao chão de fábrica de forma isolada - sem planos de ação para as demais áreas evidenciadas no estudo de pensamento sistêmico - redundaria em soluções paliativas e ineficazes com relação à situação-problema definida pela empresa.

O nível de conhecimento do processo no início do estudo se restringia à aplicação dos preceitos da simulação computacional. Com a aplicação do Pensamento Sistêmico, o grupo percebeu a influência de outros elementos (clientes, fornecedores, departamentos de compras, vendas, etc.) no processo produtivo.

O tempo despendido pelos condutores do trabalho difere em cada abordagem. A criação do modelo de simulação exige um envolvimento fora da fábrica muito maior dos pesquisadores, sendo que na fábrica ocorrem apenas as coletas de dados e a validação dos modelos junto aos especialistas. Já o Pensamento Sistêmico tem grande ênfase nas reuniões com o grupo de trabalho, pois deve existir consenso em cada etapa. Necessita de um comprometimento maior das pessoas envolvidas pois se baseia também nas impressões pessoais dos participantes. O envolvimento fora da fábrica dos pesquisadores é menor.

4.3. TERCEIRO MOMENTO : OS PLANOS DE AÇÃO A SEREM TOMADOS APÓS O ESTUDO

O foco inicial do trabalho eram problemas técnicos da empresa que deveriam ser resolvidos com a simulação computacional. Ao final do estudo, identificou-se a presença de fatores organizacionais com influência marcante tanto na empresa, quanto na cadeia produtiva na qual a fábrica está inserida. Esta ampliação do horizonte de estudo só foi possível graças ao uso do pensamento sistêmico.

Os planos de ação são um conjunto de medidas propostas, que contribuirão para um melhor desempenho da empresa, baseados nos pontos de alavancagem verificados no estudo. Visam, principalmente:

- A) na simulação computacional, a eficácia do processo de manufatura;
- B) no pensamento sistêmico, a eficácia organizacional e da cadeia produtiva.

O resultado dos planos de ação dependerá da convergência entre as medidas em nível micro (chão-de-fábrica) e as de âmbito gerencial.

Nesta etapa, o grupo de trabalho ganhou motivação, pois os resultados práticos do trabalho são visíveis, e realmente auxiliaram a empresa na identificação e resolução de alguns problemas da sua realidade prática.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A realização de estudos tanto em Simulação quanto Pensamento Sistêmico pressupõe intensa integração entre os participantes: na coleta de dados, na troca de experiências, na aprendizagem conjunta. O uso individualizado de uma das abordagens traria, inerente ao

processo de realização do estudo, períodos de queda da integração entre a empresa e equipe de pesquisadores (os chamados vales e picos de motivação entre as equipes).

A ocorrência dos picos e vales de motivação e integração ocorrem em momentos diferentes em cada abordagem, o que possibilita ao grupo de pesquisadores a adequação entre as abordagens de modo a garantir uma motivação permanente durante o estudo.

A ampla revisão da empresa como um todo propicia um compartilhamento de conhecimentos que dificilmente seria alcançado com a aplicação de um dos métodos isoladamente. Notou-se que o corpo técnico adquiriu conhecimentos de nível gerencial, enquanto que os as áreas de apoio e gerenciais obtiveram um conhecimento mais detalhado do processo, ou seja, houve um intercâmbio das informações, principalmente, das dificuldades inter-setoriais (comunicação entre departamentos, ou entre empresas) e intra-setoriais.

A principal vantagem do uso conjugado das duas abordagens é o conhecimento ao mesmo tempo amplo e aprofundado sobre o tema em questão. Podem ser analisadas tanto estratégias da empresa com relação a fornecedores e clientes, quanto políticas que otimizem o processo produtivo. Além disso, as duas abordagens provaram ser complementares na questão da motivação do grupo, o que auxiliou na realização do estudo.

Por último, deve ser ressaltada a importância da escolha da situação-problema. Deve ser enfatizado nesta escolha o aspecto de aprendizagem, pois as duas abordagens conseguem cumprir plenamente este propósito. Ou seja, o objetivo final do estudo deve ser relacionado à aprendizagem da organização. Assim, as duas técnicas se complementarão e pode-se conseguir, ao final, excelentes resultados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Aurélio L. **Pensamento Sistêmico: Um Roteiro para Perceber as Estruturas da Realidade Organizacional**. REAd – Revista Eletrônica de Administração, Porto Alegre, 3[1], Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Junho de 1997 a. (Internet: <http://www.cesup.ufrgs.br/PPGA/read/read05/artigo/andrade.htm>)
- _____, _____. & KASPER, Humberto. **Pensamento Sistêmico e Modelagem Computacional: Aplicação Prática na Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre – TRENSURB**. Anais do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Porto Alegre, UFRGS, outubro de 1997 b. (Internet: <http://www.via-rs.com.br/pessoais/aurelio>)
- GIANI, Eduardo Paim et al. **Aplicação conjunta do Pensamento Sistêmico e Simulação Computacional - Um Estudo de Caso em Manufatura**. XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, UFF, Niterói, RJ, 1998.
- PRITSKER, A.B.; SIGAL, C.E. & HAMMESFAHR, R.D.J. **Papers, Experiences, Perspectives**. Estados Unidos da América, Donnelley & Sons, 1990.
- SENGE, Peter M. **A Quinta Disciplina; Arte, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem**. São Paulo, Best Seller, 1990. 352 p.

SENGE, Peter M. **A Quinta Disciplina – Caderno de Campo.** São Paulo, Qualitymark, 1996.
543 p.

**ANEXO VII – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE BORGES
ET ALLI (1997)**

“ESTUDO DO SISTEMA EMERGÊNCIA DO HNSC”

CAP/GHC – PPGEP/UFRGS

RELATÓRIO FINAL

Coordenação:

Luís Henrique Rodrigues – PPGEP/UFRGS

José Aciolly Fossari – HNSC/GHC

Desenvolvimento:

Marco A. V. Borges

Gustavo S. de Borba

Aurélio L. Andrade

Liliane Linhares

1. INTRODUÇÃO

Atendendo a convite do PPGEU-UFRGS, um representante do CAP-GHC participou em maio/97 do seminário denominado “Tópicos de Simulação Computacional Aplicados a Sistemas Hospitalares”. O CAP-GHC, manifestou seu interesse na utilização das ferramentas apresentadas, como método de descrição do fluxo de informação no GHC, o que poderia desencadear a estruturação da informação técnica na instituição, consolidando condição precípua para a realização de pesquisas científicas.

Em julho/97 a discussão da mesma temática em seminário, desta vez no GHC, mobilizou um grupo de aproximadamente 30 profissionais. Foram apresentadas as ferramentas de Simulação Computacional e a Análise do Pensamento Sistêmico, bem como o interesse da Universidade no repasse tecnológico. Na ocasião, o CAP-GHC assumiu a tarefa de coordenar um projeto de pesquisa conjunto com o PPGEU-UFRGS para utilização das ferramentas propostas e repasse de tecnologia. A intenção do CAP foi manifestada amplamente neste momento: descrever e diagnosticar o fluxo de informações e de trabalho na área técnica como forma de padronização da linguagem e criação de indicadores técnicos, permitindo a informatização de relatórios e prontuários e por conseguinte da pesquisa científica.

Enquanto eram definidos o acordo com a Universidade e o local para realização de piloto do projeto de pesquisa, a Divisão de Pacientes Externos do HNSC apresentou uma situação de caráter urgente: a fuga de Boletins de Atendimento no Serviço de Emergência tinha alcançado patamares preocupantes e a solução que estava sendo proposta era o deslocamento da área física da Triagem. Imaginava-se que o deslocamento da Triagem para o conjunto da Emergência impediria o tráfego de usuários, suposto responsável pela fugas. O Chefe da Divisão de Pacientes Externos do HNSC, propôs a utilização das ferramentas para avaliar as perdas do Serviço de Emergência e a proposta de deslocamento físico da Triagem como solução. Avaliou-se que a necessidade estava configurada e que a Emergência, entendida como sistema favoreceria o piloto. No decorrer do trabalho, nova necessidade também foi trazida pela Divisão de Pacientes Externos: a criação de um serviço de pronto-atendimento para aproveitamento de horas excedentes dos médicos do ambulatório. Optamos porém, por incluir o Pronto-Atendimento e suas diversas

possibilidades como cenários alternativos na pesquisa. Assim sendo, o sistema Emergência proposto para o início do trabalho incluiu também o sistema de Pronto-Atendimento pelos médicos da medicina interna do ambulatório.

Neste trabalho será apresentado o método, os resultados e as conclusões/sugestões obtidas a partir do projeto de Simulação Computacional. Em um segundo momento, iremos abordar o trabalho realizado com Pensamento Sistêmico, relatando as etapas do trabalho bem como as conclusões/ações sugeridas. Por fim, serão apresentados os desdobramentos e conclusões gerais do trabalho.

2. GRUPOS DE TRABALHO

A partir da convergência de interesses de UFRGS/PPGEP e HNSC definiu-se a realização de um trabalho piloto utilizando simulação computacional e pensamento sistêmico no setor de emergência do HNSC visando avaliar se a modificação proposta iria diminuir a fuga de boletins no hospital. Além da avaliação desta questão pontual relativa a triagem, o trabalho inicial teve alguns outros objetivos, sejam eles:

- Implementar técnicas de modelagem computacional em sistemas hospitalares como ferramentas de apoio à tomada de decisões, através de um projeto-piloto;
- Criar um método de trabalho que permita estender o trabalho de modelagem realizado para outros setores do hospital.
- Avaliar a situação atual da emergência com relação ao fluxo de pacientes, bem como as consequências de uma possível mudança física no setor.

Desta forma, para a efetiva realização dos projetos de simulação e de pensamento Sistêmico dois grupos de trabalho foram formados, os quais participaram de todas as etapas do projeto, direta ou indiretamente.

GRUPO 1: O grupo para avaliação do processo da emergência do HNSC participou mais diretamente da análise inicial das atividades da emergência, várias reuniões foram realizadas a fim de validar o fluxo traçado, chegando ao fluxo descrito na figura 2. Além

disto, alguns integrantes deste grupo participaram diretamente do processo de coleta de dados, etapa mais importante para realização do modelo de simulação computacional.

GRUPO 2: No trabalho de Pensamento Sistêmico, o envolvimento da equipe se fez através das reuniões semanais, utilizadas para a construção da estrutura sistêmica. Os grupos de trabalho contaram com vários funcionários do HNSC, os quais facilitaram o curso do trabalho, pelo amplo conhecimento que têm de suas áreas de atuação.

6. DESDOBRAMENTOS

A aplicação das ferramentas de Simulação Computacional e Análise do Pensamento Sistêmico têm um pressuposto: o entendimento dos processos, objetivos ou subjetivos, como partes integrantes e relacionadas de um todo, de um **sistema**. Ir desvendando a dinâmica de funcionamento do Sistema Emergência, possibilitou o entendimento sobre os processos, assim como evidenciou a necessidade de que outros processos fossem descritos, alterados e/ou analisados.

Propomos o estudo e implantação das seguintes diretrizes:

- Modelo Gerencial para o Sistema Emergência/Ambulatório;
- Modelo Assistencial;
- Sistema de Informação Institucional;
- Linha de Pesquisa Institucional;

e a seguir analisamos e propomos algumas condutas relativas aos pontos iniciais da pesquisa:

- Fuga de Boletim;
- Subir a triagem;
- Pronto Atendimento

6.1 Modelo Gerencial

Uma necessidade inicial é a Emergência ser realmente entendida como um Sistema em inter-relação com outros sistemas, e parte integrante de um macro sistema hospital, ou ainda SUS. O Modelo Gerencial atual tem por base a departamentalização. A Emergência está "teoricamente" vinculada à Divisão de Pacientes Externos do HNSC, mas esta, no organograma da instituição, é responsável apenas pela área médica. Este modelo está também presente internamente na Emergência, e faz com que esta seja atualmente uma soma de pedaços chefiados isoladamente, onde todas as chefias respondem por grupos específicos de funcionários. As chefias assumem assim um caráter quase que corporativo e pouco institucional. Reflexo disso se dá na pouca integração entre a área médica, de enfermagem, administrativa, de segurança e de limpeza, para citar algumas que convivem diariamente. Não raro, as áreas expressam que fazem o que podem mas que os resultados seriam melhores se a outra área colaborasse. Todas, de fato, conhecem bem o “seu pedaço” mas a lacuna está na falta de entendimento e trato sistêmicos. Não haver um entendimento sistêmico não anula o fato de que a Emergência é um sistema. Contudo, a falta desse entendimento faz com que se atenda a necessidades isoladas. Isso gera pressão extra sobre os profissionais e as chefias, com reflexo sobre o usuário.

Vemos assim como fundamental na perspectiva sistêmica que haja dentro do Sistema Emergência, uma referência ou mesmo um representante, que traduza a proposta institucional. Parece-nos fundamental uma redefinição no **organograma**, criando as funções de gerente e supervisor de área no Sistema Emergência e ampliação da atuação do chefe da Divisão de Pacientes Externos, para que responda institucionalmente pelo Sistema Emergência/ Ambulatório. Vemos também como de extrema importância o maior envolvimento dos profissionais na proposta de atendimento e na avaliação permanente do Sistema.

Sugerimos que o Modelo Gerencial contemple assim as seguintes diretrizes:

- Redefinição da área de atuação do Chefe da Divisão de Pacientes Externos
- Gerente de área para a Emergência
- Supervisor de área para a Emergência
- Mecanismos de participação e comprometimento dos profissionais
- Criação de rotinas administrativas e técnicas para a Emergência

- Estudo da relação Emergência/SADT
- Humanização das salas de espera
- Revisão do modelo de marcação de consulta

6.2 Modelo Assistencial

Quando iniciamos o trabalho junto à Emergência constatamos a existência de uma máxima referida amplamente na instituição: o problema da Emergência é a demanda. O termo **demanda** diz comumente de *quem procura atendimento*. Vimos contudo, que o grande volume de pessoas que procura atendimento na Emergência do HNSC, a denominada demanda, tem impacto exclusivamente sobre quem os atende, o que certamente não é desprezível. Mas, constatamos que o problema real em relação à demanda está em como lidar com ela depois que entra no Sistema, e não no seu volume. O conhecimento da demanda (por pesquisa) e uma definição de postura institucional frente a ela (Modelo Assistencial) certamente apontariam indicadores que capacitariam o hospital a desenhar o fluxo de sua demanda.

Talvez a conclusão mais importante da pesquisa tenha sido a de que é possível se ter controle sobre a demanda. Ou mais, é necessário que se consolide um Modelo Assistencial, referenciado nos princípios do Sistema Único de Saúde (SUS), que delinee o papel do HNSC, seu perfil de atendimento, as formas de acesso, etc. O primeiro passo é conhecer a demanda. Constatamos que os atuais relatórios trabalham com indicadores exclusivamente voltados ao faturamento. Com base na proposta de Modelo Assistencial, novos indicadores serão necessários, avaliando e orientando o Modelo. Um exemplo disso é a variável *usuário*, hoje não disponível como indicador. Sabe-se quantas consultas são realizadas mas não o número de usuários envolvidos nelas. Pode-se ter 700 consultas num universo de 500 usuários. Para efeitos de faturamento este dado não é relevante, mas para o Modelo Assistencial faz muita diferença, pode indicar atendimento inadequado, demanda inadequada, falta de informação, insatisfação do usuário e ocupação indevida de consulta que poderia estar disponível a outros, quem sabe mais adequados.

A postura institucional frente à demanda, no modelo atual, é a de “portas abertas”, não há parâmetros definidos para classificar a demanda inadequada. Isso certamente contribuiu para a *atratividade* do HNSC, e atender a todos tem sido fator de “orgulho institucional”.

Contudo, os reflexos desse Modelo atual estão além da pressão que o volume de atendimento exerce sobre os profissionais, compromete o próprio atendimento, os usuários, a produção científica e a consolidação do SUS no Estado. A existência de uma linha de pesquisa institucional e consequente construção de critérios técnicos para o atendimento e a avaliação permanente do Sistema, darão sustentação ao Modelo Assistencial. Evitaria-se assim as entradas desnecessárias e/ou inadequadas no Sistema e melhorariam a utilização dos recursos disponíveis. Definiria também uma possível rede de **referência e contra-referência** interna e externa, e parâmetros de avaliação da relação com a Central de Marcação de Consultas da Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

Algumas diretrizes que propomos para a construção do novo Modelo Assistencial do Sistema Emergência/Ambulatório, são:

- Entendimento sobre a demanda de pacientes externos;
- Necessidade da figura do *Orientador de demanda*, diferente do atual triador;
- Triagem como porta de entrada do Sistema e não apenas da Emergência;
- Política de informação ao usuário;
- Envolvimento e participação de profissionais e usuários na construção do Modelo;
- Utilização das ferramentas de simulação para estudo do Modelo proposto;
- Definição de critérios técnicos para a assistência, que garantam respaldo institucional para a intervenção profissional e avaliação de produção.

6.3 Sistema de Informação Institucional

As dificuldades já relatadas em relação à informação revelam uma deficiência institucional no GHC: a sistematização da informação, em especial da informação técnica. Justifica-se esta deficiência pela prioridade dada aos dados administrativos e à falta de entendimento da **informação como sistema**. Isso significaria dar trato aos dados e indicadores de forma a que constituam de fato uma informação, ou seja, **suporte para a tomada de decisão**. O que constatamos é que atualmente os dados cumprem funções relativas a áreas e setores específicos. Dessa forma, formulários digitais e analógicos são criados, recriados, modificados, utilizados, extintos ou desprezados segundo avaliações e critérios isolados.

Sua utilização atende a necessidades imediatas e de tarefas específicas. Por outro lado, vemos que a estruturação de um Sistema de Informação deve necessariamente passar pela descrição atual dos fluxos e dinâmicas de informação. A partir disso será possível estabelecer uma sistemática de divulgação dos dados de produção e produtividade, reavaliação dos relatórios e formulários existentes, e construção de um novo modelo de fluxo que atenda às necessidades dos Modelos Assistencial e Gerencial, bem como a pesquisa científica e institucional.

Exemplo do que pode ser alterado para atender aos novos modelos, é o atual formulário denominado Boletim de Atendimento, que é ou tornou-se, responsável por alguns dos problemas de fluxo do Sistema, atestados pela pesquisa. Entendemos que o Boletim de Atendimento deva ganhar novo *status*, possibilitando a reunião de dados relevantes, não apenas de um atendimento médico, mas também o posicionamento institucional do usuário. Ou seja, dados que dêem consistência de informação sobre a pessoa que busca o atendimento, dando subsídios a quem avalia e orienta a demanda.

Propomos, como ação imprecindível, uma tomada de decisão institucional, de caráter técnico/administrativo, pelo trato da informação. Isso passa, por exemplo, pela criação de grupos de estudo específicos, formados por representantes do Same, área médica, de enfermagem, CAP, CPD e administrativa que submeta os fluxos e formulários propostos a estudos pilotos e/ou simulação, garantindo que sejam testados e avaliados por quem realmente vai utiliza-los

6.4 Linha de Pesquisa Institucional

Dizer que o GHC não tem tradição de pesquisa, não reflete toda a realidade. Na verdade, constatamos que não há tradição científica, de método. Os relatórios disponíveis hoje, das mais diversas origens, não trazem descritas as fontes, as formulas de cálculo, a descrição das variáveis, etc. O que não os faz objeto de estudo, e portanto de pesquisa.

Urge que se divulgue e que se cultive uma cultura de método, de forma que a **ciência** se incorpore às práticas institucionais e não seja entendida como matéria de "cientistas". Entendemos que a instituição, dispendo de um Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisa (CAP), deve incrementá-lo e subsidiá-lo para que atenda a este princípio.

Por outro lado, dando respaldo técnico/científicos aos Modelos Gerencial e Assistencial, deve impulsionar e coordenar uma linha de **pesquisa institucional**, estabelecendo os indicadores, parâmetros e critérios técnicos. A atividade de pesquisa deve ser valorizada como fator de qualificação de serviços e profissionais, que devem ter carga horária destinada e infra-estrutura disponibilizada.

6.5 Subir a Triagem

Como exposto nas Conclusões do trabalho de simulação, foi constatado que a Triagem não deve subir, pois a área destinada à sala de espera da Emergência não comportaria o número atual de pessoas (pacientes, familiares e visitas) mais a demanda da Triagem. Por outro lado, a colocação da Triagem junto ao Serviço de Emergência caracterizaria a Triagem como pertencente à Emergência, entretanto, o Modelo Assistencial proposto caracteriza a Triagem como porta de entrada para o Sistema Emergência/ambulatório, portanto, como porta de entrada para o HNSC. Além disso, cabe-nos argumentar que o mero deslocamento da área física da Triagem não solucionaria outras questões apontadas como: a falta de segurança física dos profissionais, o deslocamento pela rampa de pacientes agravados, a falta ocasional de auxiliar de enfermagem na Triagem e a própria fuga de boletins. Acreditamos que a solução para esses problemas podem ser resolvidas pela presença permanente do *supervisor de área* da Emergência.

6.6 Pronto Atendimento

Obs.: Haja vista que no Pronto Atendimento os pacientes agendariam consulta para o dia, o modelo relativo a este cenário tratou apenas da geração de pacientes para o P.A.. Porém, caso haja necessidade de conhecer a demanda horário, bem como a possível necessidade horário de médicos, o modelo possibilita a realização destes cálculos.

**ANEXO VIII – QUESTIONÁRIO ABERTO
UTILIZADO PARA CAPTAR A PERCEPÇÃO DOS
AUTORES DOS ESTUDOS DE CASOS**

TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

“ANÁLISE DA POTENCIALIDADE DE SINERGIA ENTRE O PENSAMENTO SISTÊMICO E A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL”

AUTOR: MARCO ANTONIO VIANA BORGES

**QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DOS CASES
(PESAMENTO SISTÊMICO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL)**

EMPRESA ONDE O CASE FOI DESENVOLVIDO:

NOME DOS INTEGRANTES DA EQUIPE QUE RESPONDERAM AO
QUESTIONÁRIO:

- 1) Faça uma breve descrição da estrutura do projeto, apresentando a problemática utilizada para o estudo e a forma como foram constituídos os grupos de trabalho (grupos iguais, grupos diferentes ou algumas pessoas em comum).

É importante situar a aplicação das duas técnicas dentro da estrutura organizacional, ou seja, foram aplicadas em um mesmo setor, setores diferentes...

- 2) SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Quais foram os benefícios da utilização da Simulação Computacional para a organização onde o estudo foi realizado?

Faça os comentários focando em dois resultados diferentes:

- Resultados obtidos com as respostas do modelo através da utilização dos cenários construídos (auxílio ao processo decisório).
- Aprendizagem obtida através do processo de construção do modelo (mapeamento do processo, construção no modelo no *software*, validação, coleta de dados...)

3) PENSAMENTO SISTÊMICO

Quais foram os benefícios da utilização do Pensamento Sistemico para a organização onde o estudo foi realizado?

Faça os comentários focando em dois resultados diferentes:

- Resultados obtidos através da estruturação de problemas e definição de pontos/ações de alavancagens listadas ao final do trabalho a partir do entendimento sistêmico da organização.
- Aprendizagem obtida através das discussões e levantamento de dados (qualitativos e quantitativos) proporcionados pelo desenvolvimento/aplicação do método sistêmico (discussão de eventos, fatores, construção da estrutura sistêmica...)

4) ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO SIMULTÂNEA DAS DUAS TÉCNICAS

A partir da experiência de utilização simultânea das duas técnicas em uma mesma organização faça comentários referentes:

- As vantagens desta utilização simultânea, focando tanto no resultado final, como no processo de aprendizagem.
- Desvantagens da utilização simultânea, destacando as dificuldades enfrentadas.

5) SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista as vantagens e desvantagens listadas anteriormente, que sugestões você daria para a realização de trabalhos futuros utilizando as duas técnicas.

Obs1: Utilize o espaço que julgar necessário para as respostas (entrega-las anexada ao questionário).

Obs2: Deverá ser entregue (respondido) apenas um questionário por grupo. As respostas poderão ser dadas individualmente por um integrante, ou feitas a partir de uma discussão com todo o grupo (ou parte dele).