



UNIFEI – UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM
INFORMÁTICA EMPRESARIAL

**DINÂMICA DE SISTEMAS: UMA FERRAMENTA DE
EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZADO ORGANIZACIONAL.**

Luiz Marcos Ferreira Ribeiro

ITAJUBÁ - MG
DEZEMBRO, 2002

Dinâmica de sistemas: Uma ferramenta de experimentação e aprendizado organizacional.

Luiz Marcos Ferreira Ribeiro

MONOGRAFIA APRESENTADA AO CORPO DOCENTE DA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ITAJUBÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO
GRAU DE ESPECIALISTA EM INFORMÁTICA EMPRESARIAL.

Aprovada por:

Siles Paulino de Toledo, Prof. Dr.
Coordenador Curso Especialização em
Informática Empresarial

ITAJUBÁ, MG – BRASIL
DEZEMBRO, 2002

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por nos dar saúde e oportunidades. Agradeço a minha família: esposa e filha, que me incentivam, entendem e participam de todas as minhas atividades acadêmicas, profissionais e pessoais; e por último e não menos importante, agradeço aos meus Pais que nunca mediram esforços para que eu pudesse ter uma boa formação e bom caráter.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar que dinâmica de sistemas, pode auxiliar o executivo a entender um pouco mais as relações de causa e efeito dentro da organização. Independente do modelo organizacional existente na empresa, ou até mesmo do próprio negócio a ser modelado com suas regras de negócio é possível saber previamente o comportamento da empresa frente a um determinado cenário, ou seja o resultado deste modelo dinâmico é um simulador empresarial que permite o executivo a entender ainda mais como todas as áreas e/ou setores e/ou departamentos funcionam e como elas se inter-relacionam. O fruto deste trabalho está fundamentado nos conceitos originados em 1950 com o trabalho de Jay W. Forrester e seus colegas da Sloan School of Management at the Massachusetts Institute of Technology.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	DESENVOLVIMENTO	8
3.	CONCLUSÃO	25
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

MIT - Management at the Massachusetts Institute of Technology

BSC – Balanced Scorecard

1. INTRODUÇÃO

A empresa é um organismo vivo e dinâmico, um dos grandes desafios do executivo é manter-se atualizado de tudo o que acontece ao seu redor e transmitir o conhecimento sobre o negócio aos novos talentos (recém-contratados) de como sua empresa age e/ou reage frente ao mercado ou as inúmeras mudanças estratégicas, políticas, organizacionais e mercadológicas que ocorrem com o tempo. Esta dificuldade é diretamente proporcional quanto maior (número de processos) e/ou mais complexa for à empresa.

O correto entendimento da empresa dá a partir do momento em que o executivo consegue observar como tudo “funciona” ao seu redor não somente sob sua ótica, mas uma visão que engloba a de seus companheiros de trabalho, como cada uma das áreas se interage e as integrações entre os processos internos com os processos externos da empresa (clientes, fornecedores, concorrentes entre outros).

Existem atualmente várias técnicas e/ou ferramentas de gestão auxiliam o executivo a entender ainda mais o seu negócio, destas podemos citar pelo menos 3:

- A. Balanced Scorecard (BSC) de Robert S. Kaplan e David P. Norton – Ferramenta de gestão do desempenho, explicita a teoria estratégica operacional da empresa (quando bem implementado). A estrutura organizacional do BSC procura alinhar a estratégia sob 4 perspectivas (Financeira, Dos Clientes, Interna e Do Aprendizado), dentro destas perspectivas você define: objetivo, indicador, meta e programa de ação (vide figura 1).

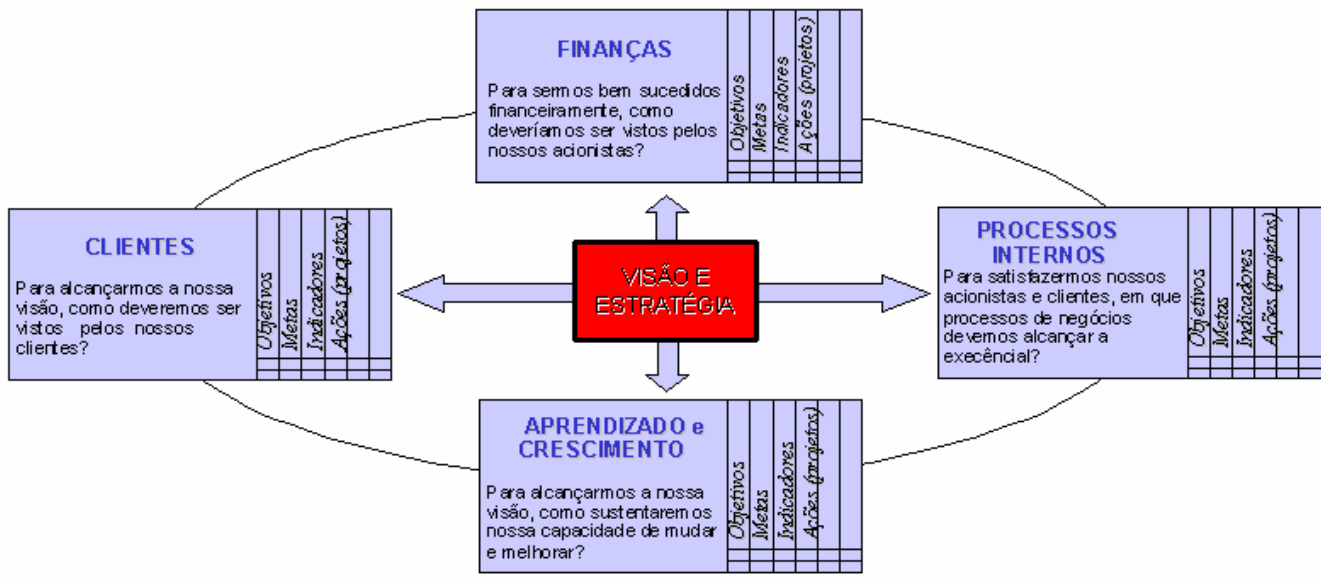


Figura 1 Fonte: Elaborado pelo Autor

A metodologia implementada no BSC gera entre outros documentos o “Mapa Estratégico” (vide exemplo 2), um excelente instrumento para o gestor, que é uma arquitetura genérica para descrição da estratégia.

Exemplo 1 - Empresa aérea

Temas Estratégicos: Eficiência Operacional	Objetivos	Indicadores	Meta	Iniciativa
Perspectiva Financeira Rentabilidade Menos Mais	<ul style="list-style-type: none"> Rentabilidade Mais clientes Menos aviões 	<ul style="list-style-type: none"> Valor de mercado Renda por assento Arrendamento 	<ul style="list-style-type: none"> 30% 20% 05% 	
Perspectiva do cliente \$ mais Voo	<ul style="list-style-type: none"> Voo no horário Preços mais baixos 	<ul style="list-style-type: none"> Chegada pontual Avaliação do cliente (pesquisas) 		<ul style="list-style-type: none"> Gerenciamento da qualidade Programa de Fidelidade
Perspectiva Processos Internos Rápida preparação do avião no solo	<ul style="list-style-type: none"> Rápida preparação em solo 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo em solo Partida pontual 	<ul style="list-style-type: none"> 30 min 90% 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de otimização da duração do ciclo
Perspectiva aprendizagem e crescimento Preparação do pessoal de terra	<ul style="list-style-type: none"> Treinar pessoal de terra 	<ul style="list-style-type: none"> % de equipe em terra treinada 	<ul style="list-style-type: none"> Ano 1: 70% Ano 3: 90% Ano 5: 100% 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de treinamento da equipe de terra

FONTE:Revista eManager Ano 02 / no. 19 / agosto 2001'0 balanço da estratégia'; p.34-38

Segundo Keith Linard e Lubomir Dvorsky o problema da metodologia do BSC é que as relações de causa-efeito são unidirecionais, e não representam os delays (efeito do tempo), veja o artigo escrito por eles conforme original:

“Cause-and-effect in the BSC in practice - fundamentally flawed

More disturbing is the fact that virtually every reference to cause-and-effect in the BSC literature is fundamentally flawed. The cause-and-effect chain is invariably presented as uni-directional causality which totally ignores feedback, and especially delayed feedback.” (LINARD, Keith e DVORSKY, Lubomir 2001).

B. Forecast ou Previsão de Demanda (originados em conceitos estatísticos):

Instrumento indispensável hoje dentro das grandes organizações, utiliza-se de vários métodos para chegar a um resultado final de qual será o comportamento da demanda do mercado. A acuracidade de um forecasting está diretamente relacionado a tipo de método a ser adotado e o correto apontamento dos eventos, correta extração do histórico, influências políticas, influências conjunturais, influências sazonais, alteração no comportamento dos clientes, inovações técnicas, tipos de produtos retirados da linha de produção, alteração da produção, preços competitivos dos concorrentes entre outros fatores.

Exemplos de métodos estatísticos:

Média Móvel Simples, vide figura 2.

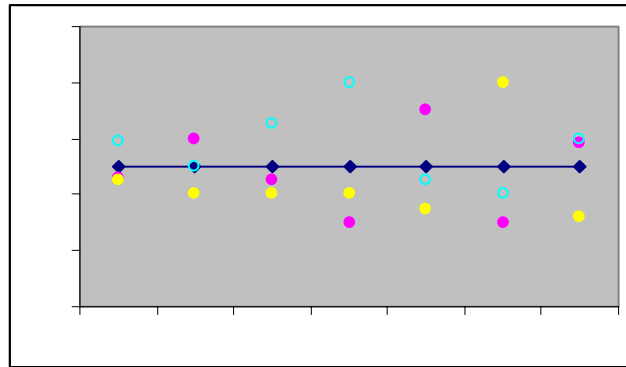


Figura 2 Fonte: Elaborado pelo autor

Suavização Exponencial Simples, vide figura 3

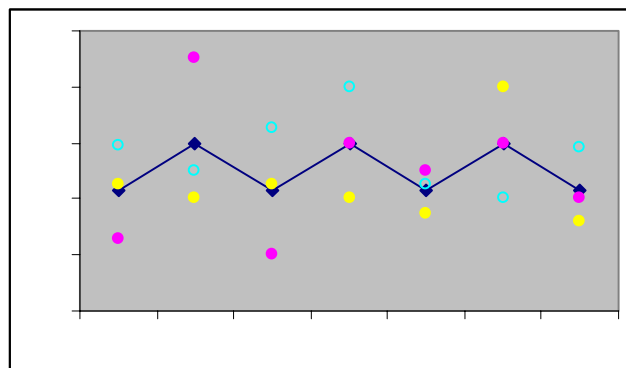


Figura 3 Fonte: Elaborado pelo autor

Suavização Exponencial Dupla (Método de Holt aditivo), Vide figura 4

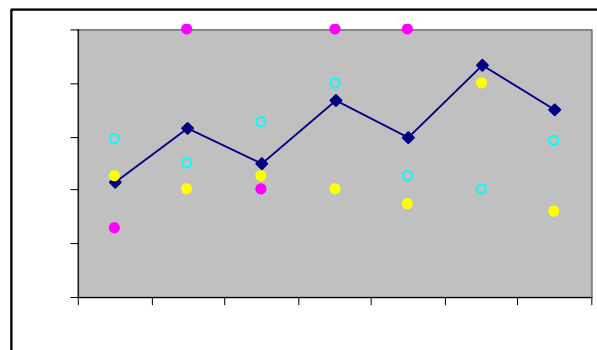


Figura 4 Fonte: Elaborado pelo autor

Suavização Exponencial Tripla (Método de Holt multiplicativo), vide figura 5

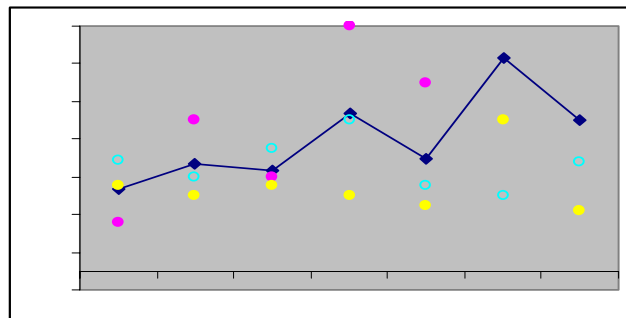


Figura 5 Fonte: Elaborado pelo autor

Estes métodos estatísticos servem para prever o comportamento de consumo ao longo do tempo, a seguir segue alguns exemplos de formas de evolução de consumo:

Evolução horizontal

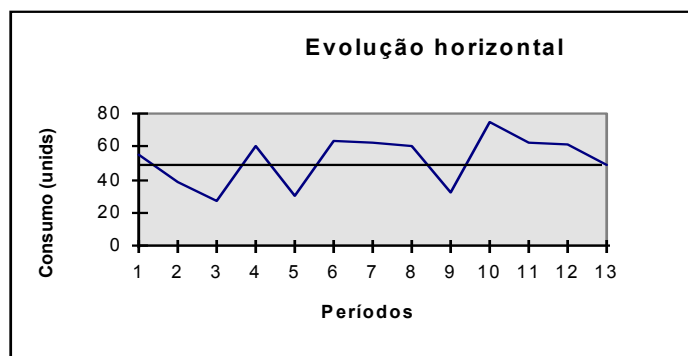


Figura 6 Fonte: Elaborado pelo autor

Evolução sujeita à tendência.

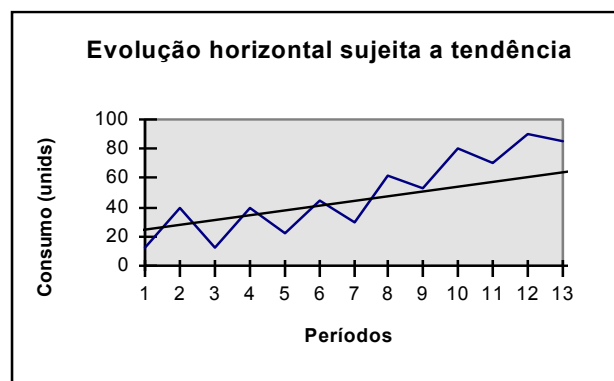


Figura 7 Fonte: Elaborado pelo autor

Evolução sazonal

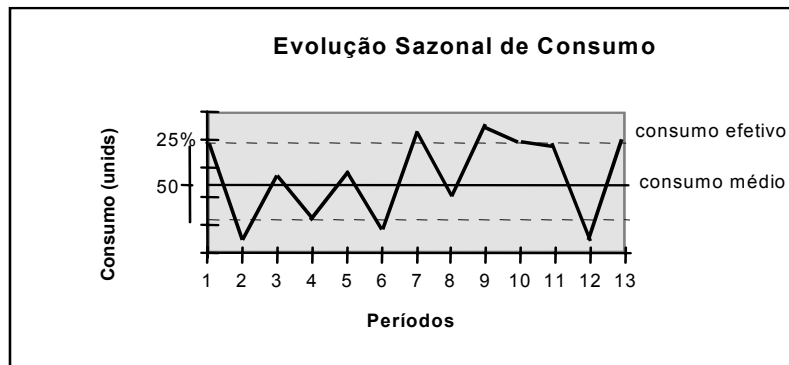


Figura 8 Fonte: Elaborado pelo autor

Combinações dos Modelos de Evolução de Consumo

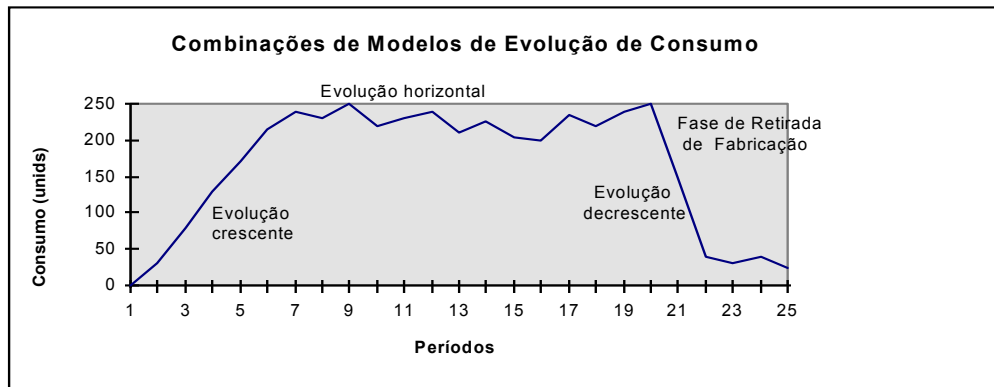


Figura 9 Fonte: Elaborado pelo autor

- C. Modelos de Simulação, de Jaw W. Forrester: A utilização desta técnica possibilita entender melhor como se dá às relações de causa efeito que a empresa possui e como se dá esta relação. Este conhecimento está diluído entre os vários talentos da empresa que por sua vez não dispõem de mecanismo para compartilhar com os demais colegas de trabalho o seu conhecimento. Com o auxílio do computador aliado à técnica de modelos de simulação, no entanto, é possível explicitar, representar, combinar e formalizar estas relações e disseminar este conhecimento, ou seja transformar o conhecimento tácito em explícito. Modelos de simulação podem ser utilizados para investigar os relacionamentos de causa efeito entre as variáveis, efeitos relacionados no tempo, loops de feedback e efeitos no tempo (atrasos).

A proposta deste trabalho é demonstrar através da metodologia de sistemas dinâmicos, desenvolvidos por Jaw W. Forrester e seus colegas da Sloan School of Management at the Massachusetts Institute of Technology (MIT), é uma ferramenta que proporciona vantagem competitiva para a organização.

2. DESENVOLVIMENTO

“System dynamic is a method to enhance learning in complex systems. Just as airline uses flight simulators to help pilots learn, system dynamics is, partly, a method of developing management flight simulators, often computer simulation models, to help us learn about dynamic complexity, understand the sources of policy resistance, and design more effective policies. (...) system dynamics draws on cognitive and social psychology, economics, and other social sciences.” (STERMAN, J.D.,2000, p.4)

Forrester afirma que todos os modelos são imperfeitos porque eles são uma simplificação do mundo real, W.E.Deming afirma também que “Todos os modelos estão errados... alguns modelos são úteis”, J. Hawkins também afirma “Nenhum modelo jamais será completo”. Barry Richmond (da empresa HPS nos USA especializada em System Dynamics – proprietária do software iThink que permite desenvolver modelos dinâmicos) afirma “Apesar de todos os modelos estarem errados, e nenhum modelo jamais ser completado, nós não temos escolha à não ser usá-los”.

Estas palavras de Barry Richmond têm se confirmado na prática nos últimos 3 anos o que nos leva a crer nisto é justamente algumas das requisições das empresas que são:

Testar a estratégia empresarial em um ambiente de experimentação, para não colocar em risco o negócio,

Saber o comportamento do negócio frente a um novo cenário e conhecer todas as relações de causa/efeito da organização,

Manter vivo o conhecimento empresarial e disseminar este conhecimento para os demais executivos da organização.

Estas necessidades dentre outras fazem com que modelos de simulação se torne um importante instrumento a ser utilizado dentro das organizações.

Robert S. Kaplan e David P. Norton, criadores do revolucionário Balanced Scorecard (BSC), recomendam a construção de modelos dinâmicos para que o grupo diretivo da empresa possa avaliar a estratégia sem colocar em risco a organização, estes

modelos permitem você testar o BSC (uma regra importante dentro do BSC é testar inúmeras vezes a sua estratégia). Dentro do ambiente de implantação de BSC que utilizaram a simulação dinâmica como conceito e ferramenta de apoio em seu programa podemos citar o Grupo Bal (Grupo que trabalha com Mineração, seguros, varejo e serviços financeiros – mercado Mexicano – faturamento US\$2,5bilhões). A utilização de modelos dinâmicos foi necessária pois os mapas estratégicos, do BSC, não incorporavam “loops de feedbacks e atrasos”. A construção deste modelo permitiu visualizar as defasagens entre as mudanças em uma variável indutora e os efeitos daí decorrentes em variáveis de resultado (relação de causa efeito), além de incorporar “loops de feedback” entre os indicadores e perspectiva. Modelos desta natureza permitiram aos gestores simular a vida da empresa em vários anos à frente (que nada mais é do que testar a estratégia).

“O primeiro benefício do modelo dinâmico de simulação resultou dos diálogos construtivos agora possíveis entre os executivos corporativos e de unidades de negócio, na avaliação do impacto de diferentes estratégias sobre a dinâmica do negócio.

Ele retirou o componente de emoção das discussões, ao converter uma ferramenta analítica formal em linguagem da estratégia e de sua evolução.

Assim, os gerentes eram capazes de melhor compreender a trajetória de criação de valor de determinada estratégia e tinham condições de avaliar em profundidade as alternativas estratégicas, antes de comprometer recursos em novos investimentos e programas.

O CEO sabia onde devia intervir para ajudar a unidade de negócio a criar mais valor econômico futuro.

Quando um novo gerente ingressou na empresa, constatou-se um benefício inesperado.

Trabalhando com as simulações, o gerente ganhou velocidade em menos de um dia no modelo de negócio da empresa.

O segundo benefício, o modelo explicitou os principais vetores operacionais de criação de valor. Ele identificou as 20% de variáveis que geravam 80% dos resultados. Assim, os gerentes compreenderam as implicações em termos de feedback e defasagens

entre as principais variáveis operacionais. O modelo de simulação também facilitou a compreensão das interdependências entre os recursos estratégicos e os objetivos estratégicos das unidades de negócio.” (KAPLAN e NORTON, 2000 p324).

Norton escreveu recentemente (julho de 2001), em seu artigo “Is Management Finally Ready for the System Approach?” que a dinâmica de sistemas é o framework perfeito e a ciência subjacente para o BSC.

“Sophisticated tools such as dynamic simulation exist to support this framework. It's time to bring back the systems approach.

Balanced Scorecards, and the strategy maps on which they are based, reflect the philosophy of the systems approach. The view of strategy as a linked set of actions and outcomes which take place over time describe the system. The double-loop management process on which the Strategy-Focused Organization is based is derived from the principles of cybernetics (feedback and control), which are fundamental to systems ... The systems approach is the perfect discipline to describe and evaluate business strategy ... Systems engineering should be a required course in every business school and executive program. It is the management framework that meets the needs of the times.” (NORTON DP, Jul 2001 – Harvard Business School).

Minha experiência profissional no ramo de simulação, uma empresa de faturamento anual de R\$ 1,2 Bilhão por ano e uma das líderes em seu segmento no mercado Brasileiro, se deu quando deparamos com o seguinte problema / requisição:

Necessidade de treinar os talentos da organização, em especial aqueles que são considerados potenciais diretores e/ou presidentes, este treinamento deveria contemplar não somente a exposição didática tradicional (apresentação expositiva como em sala de aula) dos fundamentos organizacionais, políticas e regras de negócio mas também medir o conhecimento adquirido deste treinamento e mostrar de forma clara como tudo acontece com aqueles que estão envolvidos dentro dos processos, era preciso criar um ambiente de profundo aprendizado e crescimento para estes executivos.

Para atender esta solicitação foi necessário construir um grande simulador, o maior em número de variáveis tratadas que se sabe até o momento no Brasil e no mundo, onde pudéssemos contemplar todas as áreas da empresa como por exemplo:

- Portifólio de produtos e Preço,
- Definir Amostragem,
- Definir a Estratégia das Promoções,
- Força de Vendas
- Planejamento da Força de Vendas,
- Definir Campanhas ,
- Definir Treinamento,
- Reuniões Estratégicas,
- Plano de Carreira,
- Planejamento do Orçamento,
- Projeção da Demanda por Produto,
- Planejar Capacidade de Atendimento,
- Dimensionar Capacidade de Entrega,
- Material de Comunicação,
- Material de Apoio,
- Investimentos em Lançamentos Produtos e Serviços,
- Programar Eventos,
- Definir Propaganda,
- Entre outras.

Algumas características exigidas para o projeto:

Análise de indicadores muitas vezes não tangíveis (valor da marca, nível de satisfação e afins), estes mesmos deveriam ser mensuráveis sobre lógica fuzzy (exemplo: bom – ruim – ótimo – satisfatório – alto – baixo e afins).

Fonte de inspiração: O fruto final do projeto deveria ser inspirador para os usuários, ser claramente entendido e ter sentido para os usuários.

Tempo: O usuário estará simulando a gestão da empresa por pelo menos 3 anos.

Tendo em vista este panorama a dificuldade encontrada para atender a estes requisitos estudamos qual seria melhor metodologia e/ou técnica para desenvolver a solução de forma que a mesma pudesse contemplar estes e outros requisitos.

Frente a estas questões iniciou-se um trabalho de pesquisa que culminou nos conceitos de Jaw W. Forrester, que respondia estas e outras questões que até então nenhuma outra ferramenta e/ou técnica respondia. Iniciado o trabalho utilizando a dinâmica de sistemas como ferramenta de apoio à solução do problema.

O sucesso deste trabalho se deve também ao fato de entendermos que as atividades não poderiam ser feitas por indivíduos, era exigido o trabalho de equipe, gerando assim um comprometimento entre áreas dos processos analisados.

Dividimos o projeto nas seguintes fases:

Fase 1: Escopo

Entender claramente o problema, ou seja desenhar o escopo do trabalho; esta fase deve gerar um documento claro para que se possa saber exatamente o que se quer modelar, não pode ficar dúvidas do que será incorporado no modelo, variáveis, indicadores e afins. Esta fase assegurará a acuracidade da estimativa de tempo e de custo para o desenvolvimento do projeto.

Fase 2: Análise

Conhecer detalhadamente cada área a ser modelada, é impossível construir um modelo sem conhecer perfeitamente o funcionamento do sistema. Davenport define as atividades-chave no desenvolvimento de visões de processo, nós utilizamos a mesma abordagem, porém não para definição e sim para o estudo destas atividades em cada processo. “... como a estratégia da empresa deve dar forma às visões de processo e que papel as perspectivas do cliente e benchmarking externo devem ter na sua formulação, e examinamos em profundidade qual deve ser o seu contexto, incluindo objetivos de desempenho e atributos específicos do processo” (DAVENPORT, Thomas H, 1994, p141). Esta fase de deu com pesquisa nos documentos que tratam o assunto e entrevistas com os profissionais das áreas, esta atividade trouxe um grande valor agregado à empresa que foi a documentar todo este conhecimento que até então estava disperso dentro da organização. Este conhecimento muitas vezes é mais valioso do que o próprio capital financeiro ou capital imobilizado, não pode ser mensurável oficialmente pois não existe uma norma contábil que permita incorporá-lo dentro do valor de mercado.

“O capital intelectual também é usado nas empresas mais tipicamente representativas da era industrial e pós-industrial, há muitas décadas. Ele é representado pela experiência acumulada, como é o caso da Usiminas, que exporta tecnologia de fabricação do aço para outros países. É representado pelo esforço de pesquisa em novos métodos, como é o caso da produção de petróleo em águas profundas, desenvolvida pela engenharia da Petrobrás. É também o talento e o nível de eficiência atingida pelos Bancos Itaú e Bradesco no uso de computação bancária. E também é o esforço de capacitação de antigos e novos médicos, realizados pelos Institutos do Coração e Hospital Albert Einstein, em São Paulo. O capital intelectual reside na cabeça das pessoas, nos bancos de dados corporativos, nas metodologias de trabalho, no domínio de tecnologias emergentes e no aprimoramento de processos.” Vieira, Carlos G. Artigo “Capital Intelectual – a nova riqueza das nações”;

Fase 3: Definição das variáveis do sistema (variáveis indutoras) e variáveis do sistema (variáveis de resultado)

Definir quais são as variáveis mais importantes de cada área; a simulação é um recorte do mundo real, é impossível você modelar a realidade, nesta fase é importante identificar quais são os principais indicadores da empresa, que permite analisar o resultado global da empresa. Estes indicadores não são somente financeiros e podemos ter indicadores que não são mensuráveis (exemplo valor da marca, nível de satisfação do cliente). O fruto desta fase também é o conhecimento de todas as importantes variáveis específica de um determinado processo.

Fase 4:

Identificar quais são as relações de causa efeito destas variáveis e seus loops de feedbacks; nesta fase você estará inter-relacionando todas as variáveis de um processo e estas com os indicadores globais da empresa.

Fase 5:

Transformar este conhecimento tácito em explícito, e validá-los junto com as áreas envolvidas, a melhor metodologia para atender a este requisito e o desenho dos modelos causais. Onde a leitura do mesmo é simples e gera um ambiente e discussão sobre o tema em questão. A seguir segue um exemplo de um modelo causal (veja figura 10), logo abaixo podemos observar o exemplo do modelo causal da empresa aérea (mapa estratégico do BSC figura 1).

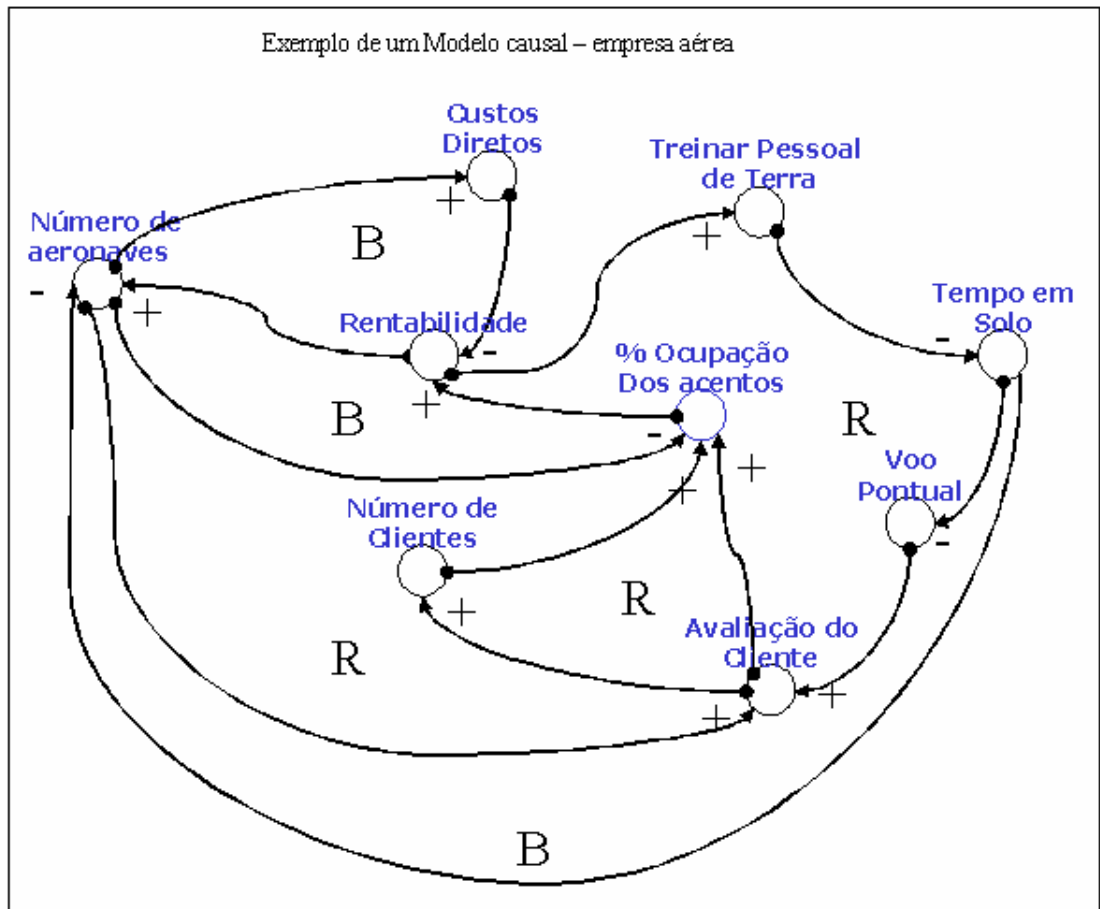


Figura 10

Fonte: Elaborado pelo autor

Os feedbacks são referenciados com as Letras R ou B, sendo R um loop de Reforço e B de balanço.

Feedback Positivo: Loops positivos são de auto-reforço. Segundo Sterman estes loops “Tendem a reforçar ou ampliar o que esta acontecendo no sistema” Business Dynamics P12.

Na figura 11, de Sterman, podemos entender claramente este conceito de loops positivos

Neste caso quanto mais galinhas MAIOR é o número de ovos.

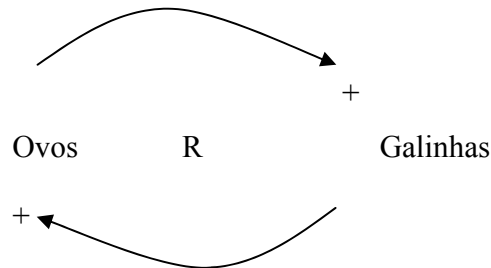


Figura 11 Autor: Sterman P13

Feedback Negativo: Loops negativos são de autocorreção.

Na figura 12, de Sterman, podemos entender claramente este conceito de loops positivos

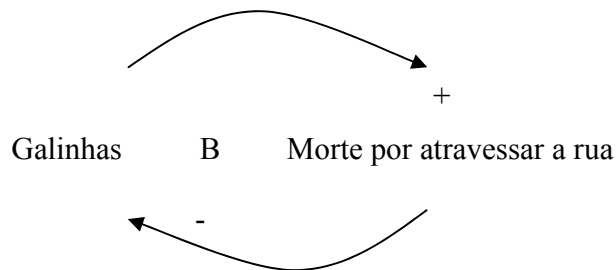


Figura 12 Autor: Sterman P13

Sobre loops de Feedback o psicólogo Powers (1973, p351) escreveu:

“Feedback is such an all-pervasive and fundamental aspect of behavior that it is as invisible as the air that we breathe. Quite literally it is behavior – we know nothing of our own behavior but the feedback effects of our own outputs.”

Um feedback de Reforço determina a constante evolução das variáveis ou seja o acréscimo infinito de seus valores, um loop é de reforço quando na contagem do número de sinais (positivo ou negativo) for ou somente positivos ou se a quantidade de sinais negativos for um número par, exemplo:

Quanto maior a Rentabilidade **MAIOR** é o Treinamento da Equipe de Terra
Quanto maior Treinamento da Equipe de Terra **MENOR** é o Tempo em Solo
Quanto maior o Tempo em Solo **MENOR** é a Partida Pontual
Quanto maior número de Partidas Pontuais **MELHOR** será a Avaliação do Cliente
Quanto melhor Avaliação do Cliente **MAIOR** o % de Ocupação dos Acentos
Quanto maior o % de Ocupação dos Acentos **MAIOR** a Rentabilidade
Total = 2 sinais negativos que são:

Quanto mais Treinamentos da Equipe de Terra **MENOR** é o Tempo em Solo
Quanto maior o Tempo em Solo **MENOR** é a Partida Pontual
Isto determina um loop de reforço.

Os loops de balanço (B) como o próprio nome diz tem a função de desacelerar o crescimento infinito trazendo variáveis que tem a função de equalizar o modelo, um loop é de balanço se na contagem do número de sinais (positivo ou negativo) a quantidade de sinais negativos for um número ímpar, exemplo:

Quanto maior o Número de aeronaves **MAIORES** são os Custos Diretos,
Quanto maior os Custos diretos **MENOR** a Rentabilidade
Quanto maior a Rentabilidade **MAIOR** é o Número de aeronaves
Total = 1 sinal negativos que é:

Quanto maior os Custos diretos **MENOR** a Rentabilidade
Isto determina um loop de balanço.

A construção dos modelos causais sempre encontrará loops de reforço e de balanço, pois tudo sistema na vida real funciona desta forma, a não identificação destas naturezas tende a criação de um modelo sistêmico incompleto e/ou não rico para análise;

Fase 6:

Construção dos modelos dinâmicos em uma ferramenta computacional, foram pesquisadas as diversas ferramentas que implementamos os conceitos de J.W. Forrester com por exemplo: iThink, PowerSim, VenSim, a ferramenta que atendeu os requerimentos de nossa necessidade foi o PowerSim.

J.W. Forrester quando desenvolveu a metodologia de sistemas dinâmicos considerou de extrema importância a utilização de uma simbologia que visualmente ajudasse a entender de forma clara a formulação do sistema. Sua experiência acadêmica diz que o entendimento através de símbolos é mais fácil do que uma lista de textos descritivos. A equação de comportamento do fluxo de informação deve ser desenvolvida em conjunto com os diagramas de fluxos.

A metodologia apresentada por Forrester publicada em seu livro no ano de 1961 sofreu modificações devido à informatização da metodologia, os sistemas desenvolvidos possuem mecanismos que fazem com que o modelo seja ainda mais claro e facilita a interpretação do sistema, as alterações foram:

Não necessita estar referenciando no diagramas as equações que as mesmas possuem;

Forrester discrimina diferentes tipos de fluxos categorizando em 4 grupos: informação, material, pedidos, monetário, pessoas (mudança de população) e capital de equipamentos (ferramentas e fatores), atualmente os fluxos são únicos não havendo distinção em nenhum deles, algumas ferramentas implementam a unidade de medida do fluxo de informação (toneladas por hora ou monetária por mês – ou seja qualquer unidade de medida dividida na unidade de tempo);

Função de decisão, você pode implementar esta função dentro de qualquer símbolo, não necessita criar um próprio.

A seguir descrevemos a simbologia de diagramas de fluxos desenvolvida por Forrester:

Níveis ou também chamados de *Estoques*, são representados por um retângulo, veja figura 13:



Figura 13

Os Estoques devem ser utilizados quando você necessita estar acumulando uma determinada informação no tempo e/ou entender o seu comportamento no tempo.

Exemplo de um estoque, conta corrente, backlog de clientes, estoque de materiais.

Variáveis auxiliares, são identificadas por um círculo, veja figura 14:



Figura 14

As Variáveis são informações dinâmicas que não possuem ação comportamental no tempo, geralmente são cálculos que por sua vez podem sofrer inúmeras alterações durante o processo de simulação. Exemplo: Share (vendas de um produto / total do mercado).

Constante e/ou Parâmetros, identificado por um retângulo, veja figura 15:



Figura 15

Os Parâmetros são informações que o usuário do sistema tem acesso durante o processo de simulação, o usuário pode a qualquer momento alterar este valor para verificar a relação de causa efeito no sistema, as variáveis indutoras (são as variáveis que o usuário do sistema que permitem serem alteradas) serão representadas por este sinal. Exemplo: Investimento em equipamentos, Preço de produto.

As Informações “*fora do escopo*” da simulação são definidos através de uma nuvem, veja figura 16:



Figura 16

Os *Fluxos*, identificados por uma linha com uma seta apontando a direção que a informação percorre, veja figura 17:

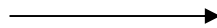


Figura 17

Os Fluxos serão extremamente utilizados pois toda a ligação entre os demais símbolos será efetuada a partir deste;

Os *Delays*, são efeitos do sistema cuja origem se deu no passado, seu símbolo é representado pela seta cortada, veja figura 18:

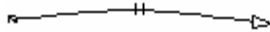


Figura 18

Com esta simbologia é possível descrevermos qualquer sistema, a figura 19 mostra a transição de um modelo mental na metodologia definida por Forrester.

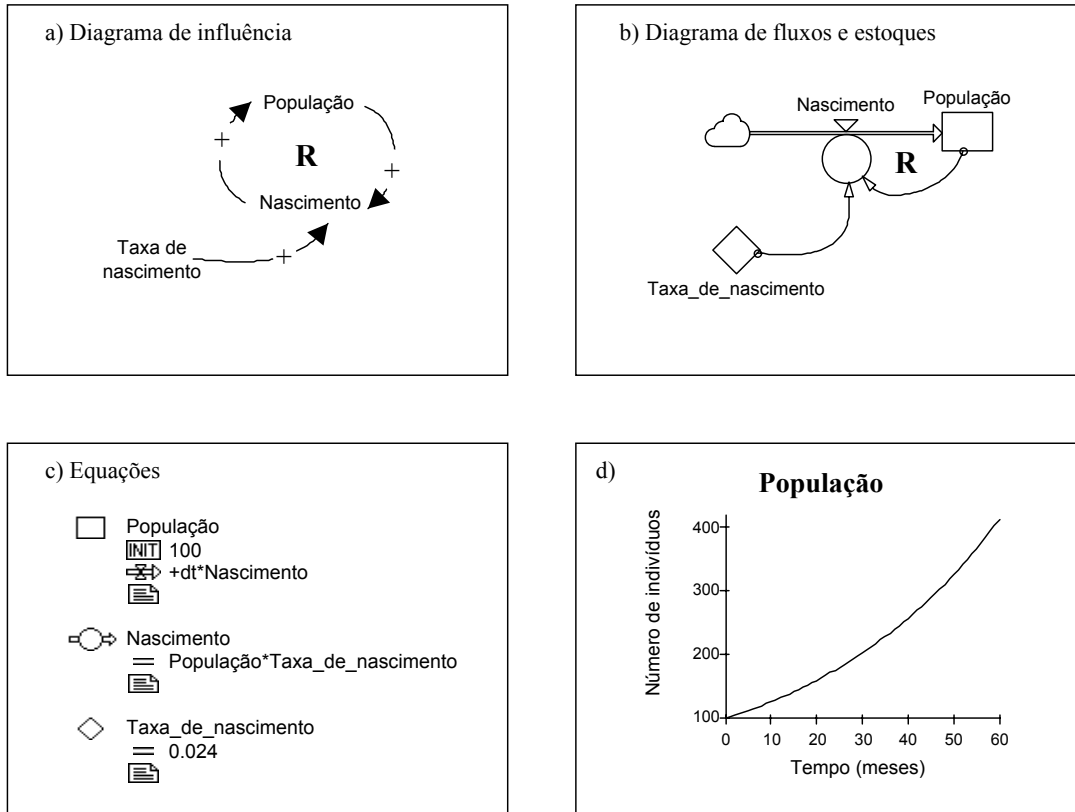


Figura 19 Fonte: Baseado em MARTIN (1997) e FORD (1999).

Fase 7:

Definição junto à alta diretoria o peso de cada indicador, entendemos nesta fase que muitas das relações de causa efeito entre as diversas áreas da empresa não poderiam ser mensuradas pelas áreas envolvidas e somente o corpo diretivo poderia estar determinando o real comportamento destas, geralmente você estará tratando de relações de causa efeito que estão vinculadas ao plano estratégico da empresa;

Fase 8:

Testes e Homologação do Simulador, é necessário que você homologue com cada área envolvida individualmente o funcionamento do simulador e por final com a direção da empresa o sistema completo.

Fase 9:

Revisões: O modelo desenvolvido sofre constante atualização de acordo com as alterações ocorridas na empresa, este plano foi desenvolvido para que o modelo dinâmico para não cair no mesmo erro apontado por Barry Richmond: “Different Parts of the organization move at different speeds, but strategy diagrams typically don’t reflect this” (RICHMOND, BARRY – Harvald Business School Publishing, Vol.3 No.1, January-February 2001).

A empresa é viva e desta forma o simulador necessita ser atualizado.

A abordagem de sistemas dinâmicos permitiu tornar explícito grande parte dos conhecimentos da empresa, Davenport cita em seu livro que existem quatro motivos para se fazer a documentação dos processos antes de proceder à inovação:

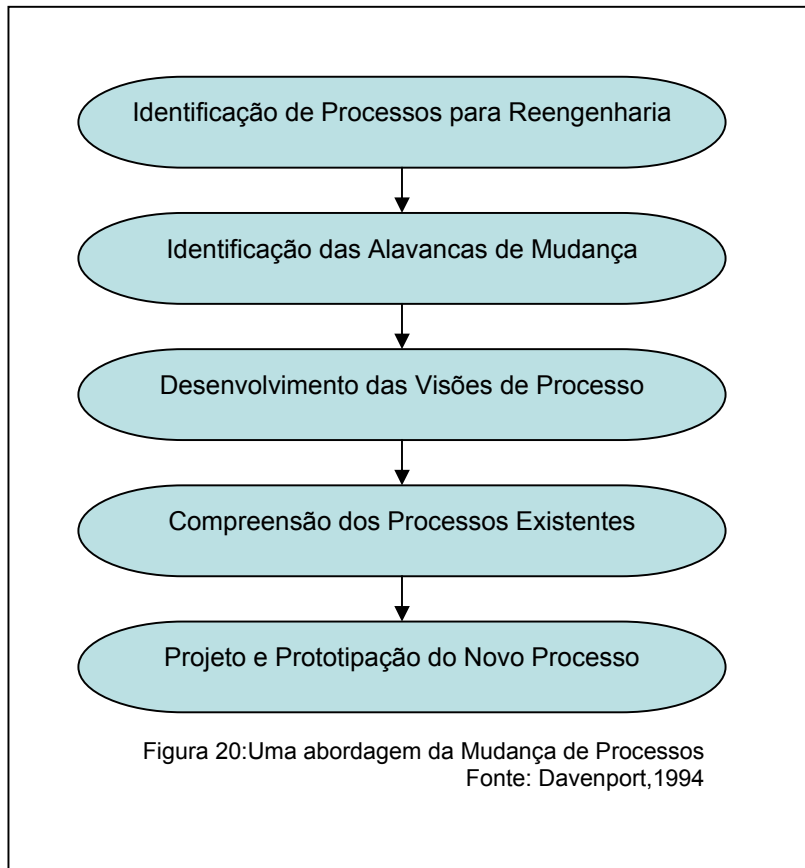
“1) O entendimento dos processos existente facilita a comunicação entre os participantes. Os modelos e documentação dos processos existente capacitam os que participam das atividades submetidas à reengenharia a desenvolver um entendimento comum do estado existente.

2) Na maioria das organizações complexas não há como passar para um novo processo sem compreender o processo existente....

3) O reconhecimento dos problemas de um processo existente pode ajudar a evitar a sua repetição no novo processo....

4) O entendimento dos processos existentes proporciona uma medida do valor da reengenharia proposta. A coleta de dados para comparação é uma faceta da atual análise da situação.” (DAVENPORT, 1994, p161-163).

Dinâmica de Sistemas pode estar presente não só para trazer o conhecimento da empresa mas também para a construção de protótipos do novo processo que na abordagem de Davenport se faz necessário. Na figura 20 descrevemos as 5 etapas principais na reengenharia de processos definidas pelo autor.



Com a utilização da Dinâmica foi possível solucionamos o problema do cliente, o resultado foi além do esperado pois a integração no tempo não era um elemento requerido no início do projeto porém na conclusão mostrou-se como uma variável imprescindível, além de permitir conhecer o presente e documentar de forma metodológica as relações de causa-efeito das variáveis do processo e entre os processos. A utilização do simulador por parte dos usuários fez com que eles pudessem re-pensar o funcionamento da organização. Os usuários conseguiram entender melhor o impacto de uma determinada ação no próprio processo e/ou departamento bem como nos outros processos e/ou departamentos e o

conjunto destas ações no resultado geral da empresa. Os delays, que geralmente não são percebidos foram demonstrados na prática. A simulação trouxe muitos questionamentos sobre o resultado (principalmente quando o simulador apresentava como resultado uma avaliação abaixo do esperado do usuário), estes questionamentos permitiram elucidar muitos conceitos que o usuário do simulador desconhecia ou havia se esquecido. Todas as pessoas que participaram da simulação receberam um feedback de suas ações, mostrando seus pontos fortes e os que necessitavam de atenção, desta forma a organização poderia direcionar um treinamento específico para cada pessoa, a fim de aprimorar o conhecimento de seus funcionários. Após a elucidação dos resultados os usuários apresentavam-se entusiasmados com o simulador provocando desejo de fazer novas combinações e estudar ainda mais as áreas que foram apontadas como deficitárias de conceitos, a busca de auto-superação ficou latente.

O grande desafio da utilização da dinâmica de sistemas é provar que o modelo está correto para as pessoas que não participaram do processo de construção do mesmo, esta tarefa é tão mais difícil quanto maior for o modelo e quanto mais abrangente e a área de atuação (em número de processos).

Este projeto continha todas as variáveis que dificultavam esta tarefa de convencimento da veracidade do modelo, para conseguirmos resolver esta questão utilizamos a seguinte metodologia:

Construir o modelo em módulos (cada módulo representa um processo), cada módulo pode ser executado independentemente dos outros, e a análise do resultado tem que ser vista por módulo. Desta forma o usuário que não participou da construção do modelo que necessita ser convencido de sua veracidade, deverá testar o módulo do qual ele é especialista (processo em que ele trabalha e/ou que conheça todas as regras de negócio), quando conhecemos as variáveis envolvidas facilita a interpretação do resultado (ações e reações do modelo dinâmico).

3. CONCLUSÃO

Um dos grandes problemas encontrados quando se deseja estabelecer uma nova estratégia para a empresa é conseguir transmitir para a organização (do corpo diretivo até operacional) as relações de causa efeito da organização. Promover uma mudança organizacional sem conhecer como é o real funcionamento da empresa é sinônimo de risco, além disto não conseguiremos mensurar o resultado das mudanças propostas (não haverá comparativo passado x presente). Testar a estratégia é um requisito básico para se obter o sucesso e/ou minimizar as perdas.

As necessidades acima citadas são integralmente solucionadas através da abordagem de dinâmica de sistemas apresentada neste trabalho. Mostramos que através de uma linguagem simples (e não simplista), um conjunto de símbolos, que podemos transformar o conhecimento tácito em explícito. A criação de modelos dinâmicos através de recursos computacionais permite gerar um ambiente de treinamento e aprendizado, permitindo conhecer ainda mais como funciona e se inter-relaciona os diversos setores da organização.

Mostramos que através da dinâmica de sistemas é possível construir um simulador onde é possível testar a estratégia ou seja realizar um conjunto de ações (tomada de decisão) e saber qual será o comportamento destas ações frente ao mercado sem colocar em risco a organização.

Os conceitos apresentados não eliminam a necessidade de se ter um sistema de previsão de demanda e/ou a implantação do BSC e sim compor juntamente com estes e/ou outras metodologias existentes na organização para formar uma rica e eficaz suíte de soluções de ferramentas de apoio à decisão.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAVENPORT, Thomas H.. Reengenharia de Processos: Como inovar na empresa através da tecnologia da informação. Rio de Janeiro:Editora Campus, 1994. 391p
- FORD, Andrew. Modeling the Environment: Na Introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems. Washington: Island Press, 1999. 401p
- FORRESTER, Jaw W. Industrial Dynamics. USA: Productivity Press (Originally published by MIT Press, Cambridge, Mass), 1961. 464p
- TAPSCOTT, Don ; CASTON, Art. Mudança de Paradigma: A Nova Promessa da Tecnologia de Informação. São Paulo: Makron Books, 1995. 433p
- STERMAN, D. John. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for Complex World. USA: McGraw-Hill, 2000. 982p
- KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. Organização Orientada para a Estratégia. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 410p
- KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. A Estratégia em Ação. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 344p
- NORTON DP, "Is Management Finally Ready For the Systems Approach?" Balanced Scorecard Report, vol. 2, no. 5., Jul 2001. Harvard Business School.
- KAZMIER, Leonard J. Kazmier. Estatística Aplicada a Economia e Administração. São Paulo: McGrawHill, 1982. 376p
- RICHMOND, Barry – A New Language for Leveraging Scorecard-Driven Learning
Harvald Business School Publishing, Vol.3 No.1, January-February 2001
- STELLWAGEN, Erid A., GOODRICH, Robert L. ForecastPRO Fast, easy, accurate forecasting.
USA:Manual Last Revised: December 16,2001. 207p
- POWERS, W (1973) Feedback: Beyond behaviorism, Science 179 (26 jan) 351-356.
- LINARD, Keith.; DVORSKY, Lubomir. People - Not Human Resources: The System Dynamics of Human Capital Accounting. Or43 – Operations Research Society Conference - University of Bath uk. Sept 2001. disponivel on-line em www. <http://www.new-academy.ac.uk/orsi/papers.htm>