

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

Olívia Barrios Petronilho

**DESENVOLVIMENTO E USO DE CENÁRIOS DINÂMICOS  
COMPUTACIONAIS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE  
CENÁRIOS.**

São Paulo  
(Julho/2013)

Olívia Barrios Petronilho

**DESENVOLVIMENTO E USO DE CENÁRIOS DINÂMICOS  
COMPUTACIONAIS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE  
CENÁRIOS.**

Relatório de Pesquisa apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPq/GVpesquisa.

Campo de conhecimento: Administração

Orientador: Professor Dr. Júlio César Bastos de Figueiredo

São Paulo  
(Julho/2013)

Olívia Barrios Petronilho

**DESENVOLVIMENTO E USO DE CENÁRIOS DINÂMICOS  
COMPUTACIONAIS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE  
CENÁRIOS.**

Relatório de Pesquisa apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPq/GVpesquisa.

Campo de conhecimento: Administração

Data da aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Professor orientador – FGV-EAESP

---

Avaliador externo ou interno – Instituição

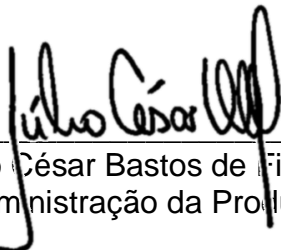
---

Coordenador da Iniciação Científica  
FGV-EAESP

## Declaração

Eu, Júlio César Bastos de Figueiredo, declaro que aceito a aluna OLÍVIA BARRIOS PETRONILHO como orientado no projeto de iniciação científica intitulado “**DESENVOLVIMENTO E USO DE CENÁRIOS DINÂMICOS COMPUTACIONAIS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE CENÁRIOS**”

Atenciosamente,



---

Prof. Dr. Júlio César Bastos de Figueiredo  
Depto. de Administração da Produção e de Operações (POI)  
FGV/EAESP  
Tel.: (5511) 3799-7780

## **RESUMO**

Para que um determinado projeto estratégico possa ser avaliado, seus resultados devem ser antecipados e considerados de acordo com as possíveis mudanças no ambiente de negócios. O uso de modelos mentais e de cenários dinâmicos computacionais no planejamento estratégico visa criar novas fontes de informação que sensibilizem os gestores e planejadores para as implicações dinâmicas de suas decisões sobre a organização.

Esta pesquisa visa trazer, como contribuição, subsídios para que estudos de projetos de planejamento de negócios possam aumentar sua eficácia por meio da flexibilidade e da capacidade de adaptação das estratégias, usando, para isso, técnicas de análise de cenários baseadas no pensamento sistêmico e na metodologia de Dinâmica de Sistemas.

O escopo do estudo, em relação ao ambiente de tomada de decisão empresarial, será de caráter estratégico, envolvendo componentes da administração sistêmica e da administração contingencial. No entanto, as metodologias e técnicas de que tratará podem, eventualmente, ser aplicadas em conjunto ou se sobrepor às técnicas que fazem parte hoje do arsenal disponível aos gestores para minimizar ou responder de maneira antecipada as ameaças e oportunidades do ambiente organizacional.

**Palavras-chave:** Dinâmica de sistemas, pensamento sistêmico, planejamento de cenários, vensim.

## ***ABSTRACT***

In order to a given strategic project be evaluated, its results must be anticipated and considered according to the possible changes in the business environment. The use of mental models and computational dynamic scenarios in strategic planning aims to create new sources of information that may sensitize managers and planners to the dynamic implications of their decisions over the organization.

This research aims to bring, as contribution, subsidies so that the studies of projects of business planning may enhance its effectiveness through the flexibility and strategies adaptation capacity, using, for that, scenarios analyse techniques based on systemic thinking and systems dynamic methodology.

The scope of the study, concerning the business decision making environment, will be strategic, involving components from systemic and contingencial business. However, the methodologies and techniques brought by this study may, eventually, be applied together or overlap the techniques that compose the current available arsenal to managers in order to minimize or anticipate the response to threats and opportunities of the organizational environment.

**Key words:** Systems dynamics, systemic thinking, scenario planning, vensim

## Sumário

RESUMO .....	5
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. A SITUAÇÃO PROBLEMA .....	9
3. CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS .....	9
4. METODOLOGIA.....	10
5. REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
6. CONSTRUÇÃO DO MODELO TEÓRICO.....	19
7. RESULTADOS.....	25
8. CONCLUSÕES.....	32
9. APÊNDICES.....	36
10. BIBLIOGRAFIA.....	39

## ***1. INTRODUÇÃO***

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados finais do projeto “Desenvolvimento e uso de cenários dinâmicos computacionais no processo de planejamento de cenários.” No período de Agosto de 2012 a Julho de 2013, foi realizada a busca e entendimento de bibliografia referente à dinâmica de sistemas e ao pensamento sistêmico. Além disso, foi estudado o funcionamento e linguagem do programa Vensim para simulação de modelos estudados e criados.

A necessidade da aplicação da dinâmica de sistemas no planejamento de cenários se torna clara ao analisar o resultado de soluções relativamente simples para problemas complicados. O principal motivo porque estas ainda são utilizadas é o fato de que o comportamento melhora antes de piorar (GRATULIANO, 1999), ou seja, uma solução simples pode parecer eficiente por um determinado período de tempo, e, ao surgimento de um novo problema, muitas vezes mais crítico que o anterior, este não é visto como feedback de uma solução errônea, mas sim como um novo problema.

Além disso, a dinâmica de sistemas possibilita uma análise contínua de um determinado cenário, ao invés de uma estática, tal como é realizada normalmente. Através da modelagem das interações dos fatores analisados, é possível prever cenários futuros mais acuradamente e, através destes, desenvolver planos mais bem ajustados a estes.

O principal desafio para o planejamento de cenários é enxergar a situação problema como um todo. A estratégia de analisar pequenas partes do sistema para, ao uni-las, entendê-lo como um todo não é eficiente uma vez que um sistema complexo apresenta características que nenhuma de suas partes evidenciará. Para que uma análise obtenha sucesso, é preciso identificar o todo, o contexto do qual o sistema faz parte, entender o comportamento desse todo, e, então, entender o comportamento do sistema em questão.

Neste projeto, foram estudados e desenvolvidos mecanismos que permitam o uso do Pensamento Sistêmico e da metodologia de Dinâmica de Sistemas na criação e execução de simulações contínuas de cenários, a partir do levantamento das relações de impacto entre as variáveis do ambiente em questão.



Por fim, foi escolhido um cenário a ser modelado e analisado através das ferramentas estudadas e habilidades desenvolvidas durante o decorrer do projeto que se segue: o transporte público na cidade de São Paulo. O modelo desenvolvido engloba as características de sistemas complexos descritas no material que se segue, e pode ser considerado um bom exemplo da necessidade da dinâmica dos sistemas como ferramenta de análise.

## **2. A SITUAÇÃO PROBLEMA**

A questão principal que este estudo pretende responder é: **Como o Pensamento Sistêmico e a metodologia de Dinâmica de Sistemas podem auxiliar as empresas na formulação, análise e sustentação de projetos?**

## **3. CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS**

As contribuições esperadas desta pesquisa são:

- Entender os efeitos da ação do ambiente organizacional no planejamento e na implementação de projetos estratégicos;
- Identificar como essas empresas podem responder à interferência do ambiente através do uso de abordagens estruturadas de planejamento com o uso de cenários computacionais, construídos a partir da metodologia de Dinâmica de Sistemas.
- Verificar quais são hoje os métodos e mecanismos de análise ambiental organizacional que são utilizados pelas empresas, particularmente na formulação de projetos estratégicos.
- Levantar as principais teorias e práticas de planejamento orientado por cenários utilizados hoje pelas empresas.
- Avaliar, por meio de simulações, se existe a possibilidade das empresas intervirem em seu ambiente organizacional.
- Otimizar a acuracidade de simulações de cenários pertinentes para o ambiente organizacional.

#### **4. METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste estudo foi escolhido o método hipotético-dedutivo, através da construção de conjecturas ou hipóteses, representadas por modelos mentais e modelos de simulação. Após a formulação das hipóteses, estas foram testadas através da comparação do comportamento dos modelos propostos frente à realidade.

A metodologia para a construção dos modelos teóricos, que serviram de base para a análise de cenários, e sua posterior aplicação prática no processo de planejamento, é a Dinâmica de Sistemas, estudada e explicada mais à frente.

Para a construção desses modelos foi utilizado o software Vensim, o qual permite a formulação e desenho de sistemas dinâmicos, além da análise e comparação de resultados. O software citado fornece ferramentas que tornaram a análise que segue mais dinâmica e conclusiva.

#### **5. REFERENCIAL TEÓRICO**

##### **5.1 O Ambiente Organizacional e o Planejamento**

A prática do planejamento de longo prazo está baseada na crença de que o futuro pode ser melhorado por uma intervenção ativa no presente. Para tanto é necessário estimar o futuro a partir da projeção de indicadores atuais e passados.

Esses indicadores nos fornecem três tipos de previsões:

1. Projeção referência: indica o que pode acontecer a uma organização se nada de novo for feito;
2. Projeção desejável: indica onde a organização poderia chegar se todas as suas aspirações fossem cumpridas;
3. Projeção planejada: descreve onde a organização deverá chegar efetivamente para atingir suas aspirações.

Uma das funções do planejamento estratégico seria então a de preencher a lacuna existente entre a projeção de referência e a projeção desejável.

Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000, pp.13-15), dividem o pensamento e a formulação estratégica em dez escolas, das quais duas são as proeminentes:

1. Escola do design: entende que as estratégias são concebidas após uma análise dos pontos fortes e fracos da organização, e avaliação das oportunidades e ameaças do ambiente (análise SWOT).
2. Escola do aprendizado: entende que as estratégias devem emergir a medida que a organização se adapta e aprende com a situação atual.

Uma forma de “conciliar” essas duas escolas é encarar o processo de formulação estratégica por meio da Abordagem da Contingência (Lawrence e Lorsch, 1968). Sua fundamentação está contida na teoria dos sistemas, defendendo a importância das inter-relações entre as partes de uma organização. As variáveis ambientais são as variáveis independentes, que não se encontram sob o poder do administrador, enquanto as técnicas administrativas são as variáveis dependentes, que são controladas pelo administrador, dentro de uma relação funcional. O que se caracteriza nesta relação funcional, na verdade, é uma relação causal, ou seja, as ações administrativas são contingentes das características situacionais para alcançar os resultados organizacionais.

## **5.2 Planejamento Orientado por Cenários**

Porter (1991, p. 223) considera que o principal aspecto de um setor emergente é a grande incerteza, juntamente com a certeza de que alguma mudança ocorrerá. O emprego de cenários (previsões parciais e internamente consistentes de como o mundo será no futuro e que podem ser escolhidas de modo a limitar o conjunto de circunstâncias que podem vir a ocorrer) é muito utilizado dentro destes setores com o objetivo de diminuir o número de variáveis a serem analisadas em uma previsão.

O trabalho com cenários, ao tratar da evolução para o futuro, introduz naturalmente as ideias de Pensamento Sistêmico e de Dinâmica de Sistemas. Essa metodologia pode trazer grandes contribuições na realização de análises mais profundas e quantificação desses cenários.

Apesar de o termo cenário conotar a descrição de um retrato estático, um bom cenário deve enfatizar os processos dinâmicos. O uso da Dinâmica de Sistemas na construção de modelos para geração de cenários tem por objetivo justamente construir cenários que descrevam processos causais dinâmicos, que possam evoluir no tempo e sejam plausíveis (gerem conexões racionais entre pontos no tempo).

### **5.3 Dinâmica de Sistemas**

A Dinâmica de Sistemas é uma ferramenta para tornar mais clara a análise do funcionamento de sistemas complexos no tempo. Seu diferencial é a utilização do ciclo de retroalimentação (feedback), e de estoques e fluxos. A ideia fundamental é que o comportamento dinâmico de um sistema obedece ao princípio da acumulação, ou seja, o comportamento dinâmico surge quando algo flui por algum meio, se acumulando (ou escoando) de alguma forma.

Os estoques são variáveis cujo valor (ou estado) depende dos fluxos. Os fluxos representam o transporte dos recursos dentro do sistema, são vazões que são controladas por equações.

A grande vantagem da utilização da dinâmica de sistemas no planejamento de cenários está no fato de que esta idealiza sistemas não lineares, eliminando o estereótipo de causa e consequência tão frequente na abordagem de problemas e previsões administrativas. Outro ponto previsto pela dinâmica de sistemas é o atraso entre os relacionamentos de alguns componentes que pode existir, ou seja, algumas interações entre componentes do sistema podem apresentar latência na manifestação de seus resultados, o que muitas vezes seria ignorado por uma análise linear de causa e consequência.

Para fazer uso desta ferramenta na construção de cenários dinâmicos, é necessária uma breve introdução às cinco disciplinas estudadas por Peter Senge (1998). São enumeradas as

qualidades que uma organização deve possuir para que possa praticar o aprendizado contínuo e decorrentes crescimento e melhora dos resultados de uma organização. São elas:

- i. **Pensamento sistêmico:** capacidade de perceber o mundo como uma rede integrada de relacionamentos e não como cenários isolados e independentes. Quando é implementado, permite melhor análise do ambiente e decisões de mudanças mais assertivas.
- ii. **Domínio pessoal:** capacidade de um indivíduo de perseguir seus próprios valores, ao invés de ser levado simplesmente pelas circunstâncias. Para que seja possível, é necessária uma percepção clara da realidade e ciência de seus próprios propósitos. Quando se possui o domínio pessoal, um indivíduo age, ao invés de simplesmente reagir.
- iii. **Modelos mentais:** hipóteses e generalizações que afetam o julgamento; a maneira como se vê o mundo e como se age. Com o passar do tempo, podem se tornar inadequados, prejudicando assim a capacidade de entendimento a ação do indivíduo. Senge sugere métodos de explicitação desses modelos, para que possam ser avaliados e transformados pelo próprio indivíduo.
- iv. **Construção de uma visão compartilhada:** é o fator responsável pela união de grupos na ação. Quando ocorre, as pessoas se sentem estimuladas e unidas na busca de um mesmo ideal, por se identificarem com a identidade do grupo. Para que uma visão seja realmente compartilhada, deve se relacionar com as visões pessoais dos membros que compõem o grupo.
- v. **Aprendizagem em grupo:** tem início com o diálogo, que, diferente da ideia que temos hoje da palavra, significa a capacidade de membros de um time ignorar hipóteses prévias e entrar em um verdadeiro processo de “pensar juntos”. Isso permite que o grupo atinja resultados que não seriam possíveis individualmente.

Este estudo está bastante focado na terceira disciplina: modelos mentais. Através desses modelos serão desenvolvidos sistemas dinâmicos objetivando o planejamento e resolução de problemas.

A importância desses modelos na dinâmica dos sistemas está no fato de que estes formam o esqueleto do sistema que será formatado e aplicado a uma realidade. Se este for desenhado erroneamente, todo o sistema será calculado incorretamente.

Visto isso, a parte mais importante do desenvolvimento de sistemas dinâmicos está no desenho do modelo mental que será utilizado. Este só poderá ser desenvolvido corretamente se houver grande conhecimento do setor ou problema em questão.

Como qualquer outra ferramenta da administração, é preciso conhecer o ambiente na qual esta está sendo aplicada. Somente assim um modelo mental verossímil à realidade poderá ser desenvolvido e a dinâmica de sistemas poderá apresentar resultados aplicáveis ao ambiente estudado.

Para que uma organização se torne uma organização de aprendizagem é essencial que as cinco disciplinas estejam simultaneamente em vigor. Por este motivo o pensamento sistêmico é considerado a quinta disciplina. É ele o responsável pela integração das outras disciplinas. Para que ele possa ser implementado de maneira eficiente, é preciso que o administrador tenha em mente as chamadas “leis da quinta disciplina”.

Cada uma destas leis está atrelada a um arquétipo de sistema dinâmico, ou seja, os problemas que estas trazem são extremamente comuns na administração e, normalmente, abordados incorretamente. A dinâmica dos sistemas objetiva encontrar a maneira correta de solucioná-los.

São elas:

1. **Os problemas de hoje vêm de “soluções” de ontem**, ou seja, soluções que simplesmente mudam a alocação do problema no tempo podem, muitas vezes, passar despercebidas, pois aqueles que resolveram o problema não são os mesmos que herdarão o problema.
2. **Quanto mais se força, mais o sistema força de volta**, ou seja, algumas intervenções podem mostrar resultados que se tornam obstáculos para os benefícios esperados. Algumas pessoas tendem a fortalecer essa intervenção, com a esperança de que mais forte ela funcione, mas estão somente alimentando o sistema do que se chama de “**feedback compensador**”.

3. **O comportamento melhora antes de piorar**, ou seja, esse feedback compensador normalmente envolve um delay, e nem sempre que recebe o problema de volta é a mesma pessoa que o “solucionou”, uma vez que este delay pode ser maior do que a estadia da pessoa no posto de tomada de decisão.
4. **A solução mais fácil, normalmente, te leva de volta ao problema**, ou seja, soluções simples costumam afetar a consequência dos problemas ao invés da causa. Deve-se procurar uma solução menos aparente, porém mais eficaz.
5. **A cura pode ser pior que a doença**, ou seja, soluções não-sistêmicas para problemas podem, não somente se mostrarem ineficientes, como também se tornarem viciantes e perigosas. A partir deste ponto, o problema se torna dependente da “solução”, que continua alimentando o problema, criando-se um ciclo vicioso.
6. **O mais rápido é, na verdade, mais devagar**, ou seja, quando se está lidando com um sistema social complexo, e existem aspectos deste sistema que não estão corretos, não se pode atacar o problema com pressa e acreditar que a solução será eficiente. É preciso encontrar uma solução real e não um feedback compensador.
7. **Causa e efeito não estão estritamente ligados no tempo e no espaço**, ou seja, existe um desencaixe entre a natureza da realidade em sistemas complexos e nossa maneira de pensar sobre a realidade. O primeiro passo para corrigir este desencaixe é não se ater a idéia de que causa e efeito devem estar ligados no tempo e no espaço.
8. **Pequenas mudanças podem gerar grandes resultados, mas as regiões de maior alcance são, normalmente, as menos óbvias**, ou seja, as soluções de fato eficientes são as menos óbvias e que precisam de mais estratégia para serem encontradas.
9. **Você pode ter o bolo e comê-lo, mas não ao mesmo tempo**, ou seja, dilemas só existem se o indivíduo se estabiliza em um ponto no tempo. A partir do momento que este percebe que o benefício de fato está no fato de que ambas as possibilidades são possíveis ao longo do tempo, uma solução ótima pode se tornar visível.

10. **Dividir um elefante em dois não gera dois elefantes pequenos**, ou seja, dividir um problema em dois não cria problemas menores, pelo contrário, pode criar uma situação na qual uma solução efetiva não é visível por esta estar nas interligações das partes do problema como um todo.
11. **Não há culpa**, ou seja, não há fatores externos causando um problema. Para o pensamento sistêmico, o indivíduo e a causa de seus problemas estão dentro de um mesmo sistema. A solução está no relacionamento entre os dois.

As onze regras acima representam os erros ou problemas mais comuns solucionados pela dinâmica de sistemas. Mais abaixo encontra-se a diagramação de um deles (mais especificamente o caso nº4: quanto mais se força mais o sistema força de volta).

#### 5.4 O pensamento sistêmico

A grande vantagem do pensamento sistêmico está na nova forma de compreender e articular os elementos das inter-relações da realidade. A partir do momento que se abandona o pensamento linear de causa e efeito, enxerga-se a existência de cadeias circulares de causalidade, ou seja, processos de mudanças.

Quando esses ciclos são formados, é possível enxergar diversas relações entre os fatores analisados que não eram consideradas anteriormente. Desse modo, novas soluções mais eficientes podem ser sugeridas para problemas, ou previsões mais reais para o estado futuro do sistema em questão podem ser feitas.

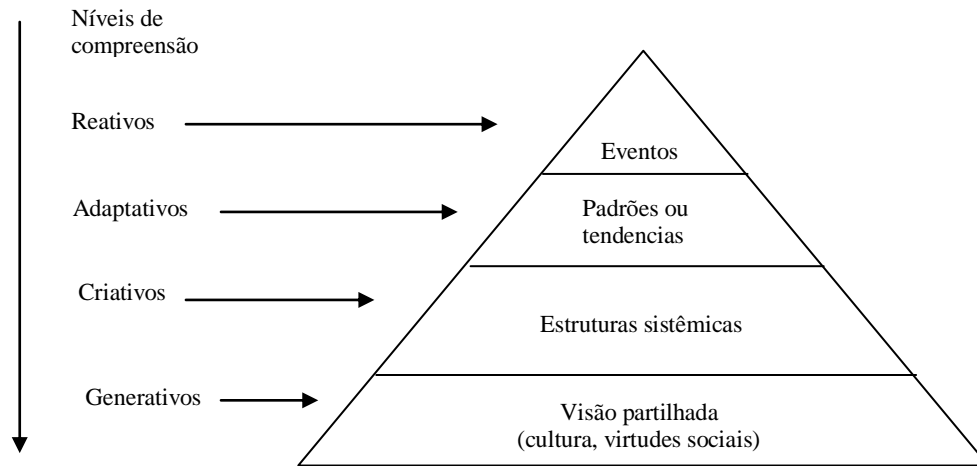
Primeiramente é necessário entender os níveis de compreensão da realidade. São eles:

1. **Reativo:** reação imediata, focado exclusivamente nos eventos.
2. **Adaptativo:** comportamento preventivo após elaboração de predição sobre eventos futuros através das tendências presentes.
3. **Criativo:** capacidade de compreender e modificar modelos mentais que provocam tendências.
4. **Generativo:** Capacidade de raciocinar e se comportar de modo a intervir sobre a visão compartilhada que nasce das visões comuns do mundo, que está implícita nos modelos mentais discutidos anteriormente.



Cada um destes níveis é mais difícil de ser atingido do que o anterior, permitindo maior liberdade para manobras e decisões. (FIGURA 1)

FIGURA 1: NÍVEIS DE COMPREENSÃO DA REALIDADE



Basicamente, pode-se afirmar que os objetivos do pensamento sistêmico são fazer com que as inter-relações, as causas estruturais e os processos de mudanças para lidar com a complexidade dinâmica se tornem mais claros; e alavancar mudanças na maneira como hoje a realidade é compreendida.

Toda a teoria do pensamento sistêmico está baseada em dois componentes essenciais: o **holismo** (o próprio indivíduo, os outros e o mundo são partes interdependentes e agentes causadores de seus próprios problemas) e a **interligação** (a habilidade de estabelecer uma relação de causa e influência entre eventos, mesmo que não estáveis no tempo e no espaço).

## 5.5 Modelando o pensamento sistêmico

O uso prático e funcional da Dinâmica de Sistemas pressupõe o uso de modelagem computacional e simulação (Forrester, 1969; Roberts et al., 1983; Fahey e Randall, 1998; Sterman, 2000). Isso nos permitirá a avaliação dos efeitos das alterações nas variáveis externas e internas que afetam a situação estratégica de uma empresa. Torna-se assim possível a experimentação de alternativas e seu acompanhamento através da visualização do

comportamento dessas variáveis. A partir dos modelos criados, podem-se definir vários cenários e testar seus impactos sobre o comportamento do sistema (Fahey e Randall, 1998, p. 157).

Para a modelagem do pensamento sistêmico utilizaremos o software Vensim. Este se trata de um software de simples manipulação, criado para o desenho de sistemas dinâmicos. Já apresenta todas as ferramentas necessárias para o desenho de sistemas, atribuição de funções aos fluxos e estoques, desenho de gráficos de análise dos ciclos, nomenclaturas, etc. O software foi escolhido por ser especialmente criado para este tipo de utilização, e pela simplicidade e fácil aprendizagem de seus comandos e ferramentas.

A partir dele poderemos desenhar ciclos de processos de mudanças e quantificar seus fluxos e estoques. Para que esse processo possa ser feito, é necessário dominar a linguagem a ser utilizada para esta finalidade.

Cada problema esquematizado, com suas soluções, feedbacks e qualquer fator que influenciá-lo será chamado de **loop de causalidade**. Este apresentará símbolos que representam diferentes tipos de interação e relação.

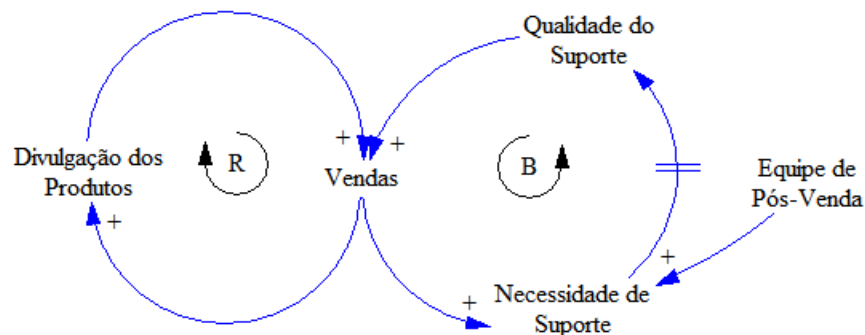
- a. **Relações:** as relações entre as variáveis serão indicadas por setas, sinalizando a direção ou tendência da variável. Essa relação pode ocorrer no mesmo sentido ou no sentido oposto. Tais alternativas serão representadas por um sinal de + ou um **m**, no caso de mesmo sentido, e por um sinal de - ou um **o**, no caso de sentido oposto.
- b. **Atrasos ou retardos:** efeitos que sofrem delay são simbolizados por uma ou duas barras paralelas cortando uma seta ( $\rightarrow$ ,  $\#$ )
- c. **Ciclos de reforço ou equilíbrio:** feedbacks positivos serão representados por um **R** (reforço) e os de feedbacks negativos por um **B** (balanceamento).

Para exemplificar um ciclo de causalidade utilizando o pensamento sistêmico, mapearemos no software escolhido (Vensim) um arquétipo famoso já citado neste estudo. Trata-se da regra nº 4 do pensamento sistêmico: Quando mais se força, mais o sistema força de volta.

Utilizaremos um exemplo de uma empresa, que, ao divulgar seus produtos, aumenta a quantidade de vendas destes. Este aumento das vendas auxilia na divulgação dos produtos, criando assim um ciclo de reforço. Este aumento nas vendas é responsável por uma maior necessidade de suporte, sendo que esta é limitada pelo tamanho da equipe de pós-vendas. A

necessidade cada vez maior de suporte, com o tempo, diminuirá a qualidade do suporte, diminuindo a quantidade de vendas. Esta segunda sequência de eventos cria um segundo ciclo, sendo este de balanceamento (Figura 2).

FIGURA 2: EXEMPLO DA DIAGRAMAÇÃO DE UM CICLO DE CAUSALIDADE



Com essa diagramação é possível perceber facilmente como os dois ciclos se interligam através do fator vendas. Além disso, a diminuição na qualidade do suporte é percebida mesmo apresentando um delay, o que não ocorreria em uma análise simples de causalidade e consequência.

O objetivo do pensamento sistêmico e da dinâmica de sistemas é se utilizar deste tipo de mapeamento para que o desencaixe de eventos no espaço e no tempo não seja uma barreira na tomada de decisão eficiente. A tradicional causalidade linear não é capaz de explicitar a verdadeira causa dos problemas, encontrando, as vezes, soluções momentâneas para as consequências. Com uma visão integral do problema, sem limitações de espaço e tempo, é possível enxergar a real característica e raiz da situação problemática que se enfrenta.

## 6. CONSTRUÇÃO DO MODELO TEÓRICO

### 6.1 O setor escolhido

Frente aos movimentos populares que vêm ocorrendo por todo o país, o cenário escolhido para o desenvolvimento de simulação foi o do transporte público. O objetivo da simulação que se segue é entender como se dá a manutenção e/ou crescimento do transporte público na cidade de São Paulo, considerando-se diferentes cenários de investimentos e níveis de preço da passagem. O primeiro passo para a realização deste processo é o desenvolvimento do modelo mental que será utilizado como base para se equacionar as relações a serem estudadas.

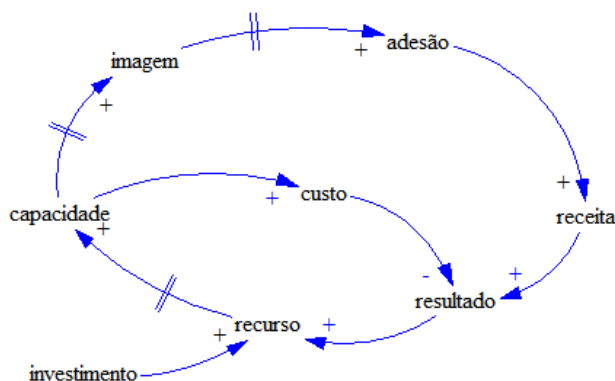
## 6.2 O modelo mental (ciclo de causalidade)

O modelo mental desenvolvido para o estudo do transporte público está explicitado abaixo (Figura 3). Este nos mostra relações causais entre alguns fatores do setor, ou seja, a ocorrência de um primeiro evento é condição necessária para a ocorrência de um segundo evento (Figueiredo, 2009).

O modelo estabelece que a capacidade de atendimento do sistema de transporte público em São Paulo depende dos recursos disponíveis para tal, sendo que estes recursos provêm de investimentos externos. Por outro lado, esta capacidade afeta a imagem do transporte público, que, por sua vez, afeta a adesão do público ao serviço. Esta adesão, então, é responsável por gerar receita, que, finalmente, juntamente com os investimentos externos, comporá os recursos disponíveis.

A capacidade, no entanto, também é responsável pela geração de custos, sendo que estes afetam negativamente a receita, consequentemente diminuindo os recursos.

FIGURA 3: MODELO MENTAL PARA O FUNCIONAMENTO DO TRANSPORTE



A função deste modelo mental é mostrar, de forma genérica, quais são as relações causais existentes dentro do sistema analisado. O que este não nos mostra é como se dão essas relações. Por esse motivo, tomando como base o modelo mental acima, é necessário modelar todas as interações indicadas por este. Este é o próximo passo desta análise.

### **6.3 O modelo formal**

O modelo formal adiciona ao modelo mental as relações matemáticas e temporais existentes dentro do sistema. Isso o torna mais apropriado para análises práticas e funcionais. Através da modelagem computacional, poderão ser analisados os efeitos de alterações em todas as variáveis que compõem o modelo, sejam estas externas ou internas.

A principal dificuldade no desenvolvimento do modelo formal é a exigência deste de profundo conhecimento das relações quantitativas entre as variáveis do modelo. (Figueiredo, 2009). Isso torna o processo de modelar estes sistemas um trabalho conjunto entre o programador e um especialista na área que o modelo aborda. Neste ponto vale ressaltar uma vantagem do software escolhido para o desenvolvimento do projeto – o Vensim. Como será mostrado mais adiante, o software permite a alteração dos valores das variáveis dentro do modelo, adequando os resultados obtidos simultaneamente. Ou seja, não só o software permite a adequação do modelo depois de construído, como também possibilita a realização de suposições de forma simples e completa, uma vez que fornece os resultados para qualquer situação simulada dentro de um range de valores determinado inicialmente.

Neste trabalho será utilizado um método de modelagem formal que busca estabelecer formulação algébrica mais simples entre as relações causais do modelo proposto por Júlio Figueiredo (Figueiredo, 2009). O objetivo de tal método é diminuir a necessidade acima descrita de um especialista sobre o tema abordado, sem abrir mão de resultados plausíveis e conclusivos quanto ao mundo real.

O método se utiliza dos fluxos e estoques do software Vensim para criar funções de transferência entre as variáveis de causa e efeito, pesando cada uma delas com um coeficiente que seja capaz de tornar a relação mais próxima possível da realidade. Cada variável no modelo é representada por um estoque, sendo que a variação desse estoque ao longo do tempo será a variação percentual acumulada. As transferências que definem essa variação ao longo do tempo

são definidas através de um coeficiente de impacto entre duas variáveis, e pelo intervalo de tempo que este impacto demora a se realizar.

A figura 4 mostra todas essas relações de maneira clara, podendo ser considerada uma evolução do modelo mental desenvolvido acima. Pode-se perceber em ambas as figuras (3 e 4) que a única variável de estoque exógena considerada no modelo são os investimentos. Além disso, o preço da passagem também será variável de grande importância na análise do modelo proposto, apesar de não ser um estoque, também podendo ser considerada uma variável exógena. Todo o objetivo deste trabalho é entender os impactos dessas variáveis externas sobre o ambiente interno do modelo em questão.

Foram criados três cenários diferentes para os investimentos realizados (Curva 1, Curva 2 e Curva 3). As variáveis  $c_1$ ,  $c_2$  e  $c_3$  são “chaves” binárias, responsáveis por indicar qual o cenário de investimentos que deve ser considerado na simulação. Os três cenários diferentes podem ser vistos na figura 5 (os gráficos apresentam o total de investimentos acumulados ao longo do período de 48 meses, espaço de tempo definido para a simulação).

Foi estabelecido um espaço de tempo de 48 meses para a simulação estudada por este se tratar do tempo que dura um mandato da prefeitura da cidade de São Paulo. O primeiro cenário sugere investimentos crescendo em 100% a cada seis meses. O segundo cenário sugere crescimento de 100% do investimento nos primeiros 12 meses, seguido de aumento de 20% de 12 em 12 meses durante o resto do período. Por fim, o terceiro cenário sugere uma curva oposta àquela do segundo cenário, com crescimentos de 20% de 12 em 12 meses durante os primeiros três anos, sendo que no último ano o crescimento é de 100%.

Uma vez finalizado o desenvolvimento do modelo formal, resta analisar os resultados obtidos e entender quais são os maiores obstáculos a serem vencidos no cenário em questão. Isso pode ser feito através de testes de sensibilidade das variáveis quanto às relações de impacto e retardo. Deve ser escolhida uma variável relevante (Capacidade, por exemplo), e esta deve ser analisada em diversos cenários diferentes, tanto através da alteração das curvas de investimento, quanto através de alterações nas variáveis de relação do modelo. Vale lembrar que uma variável bastante relevante para o modelo é a variação do preço da passagem, que também pode ser alterada para simulações de cenários.

FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO DOS FLUXOS E ESTOQUES DO MODELO MENTAL APRESENTADO NA FIGURA 3

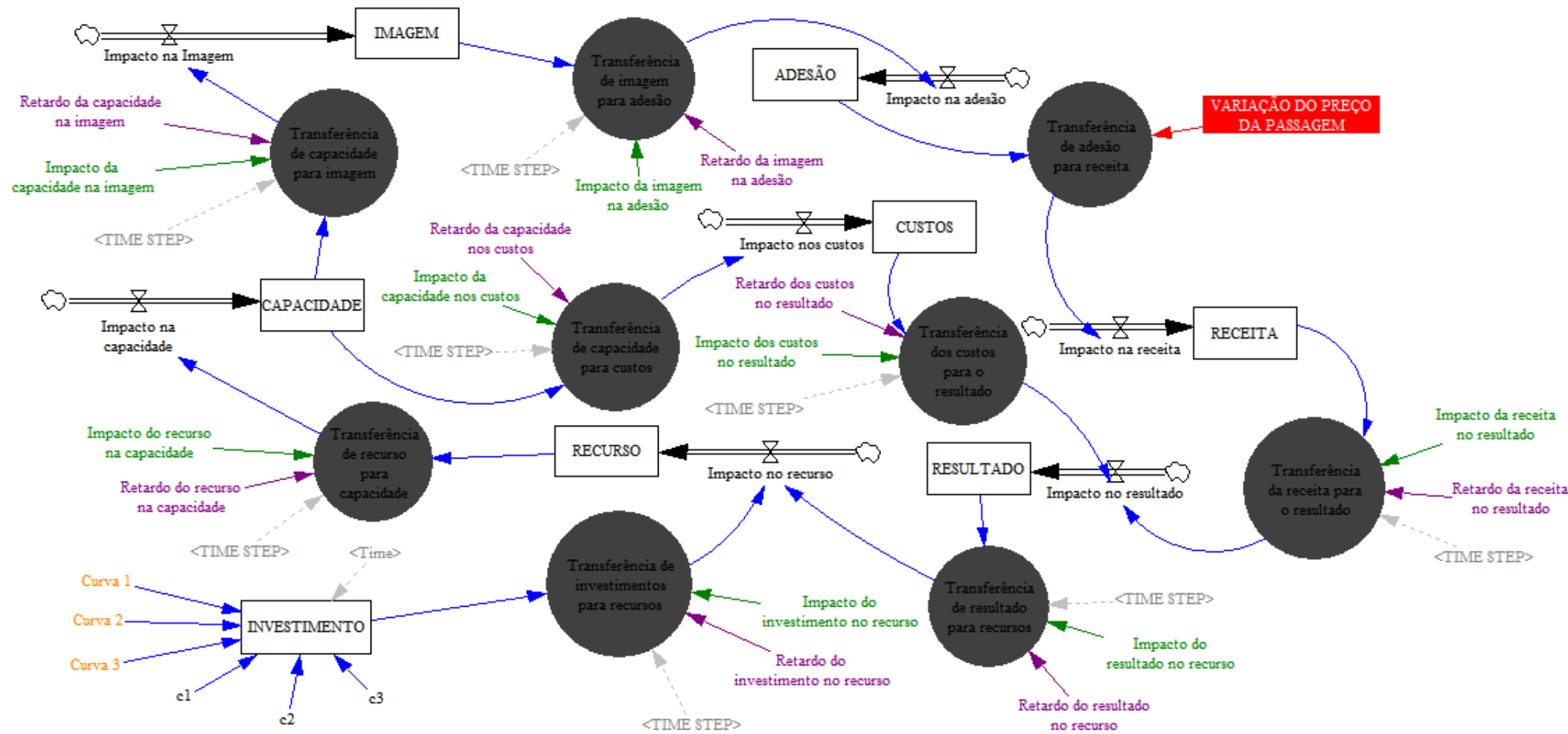
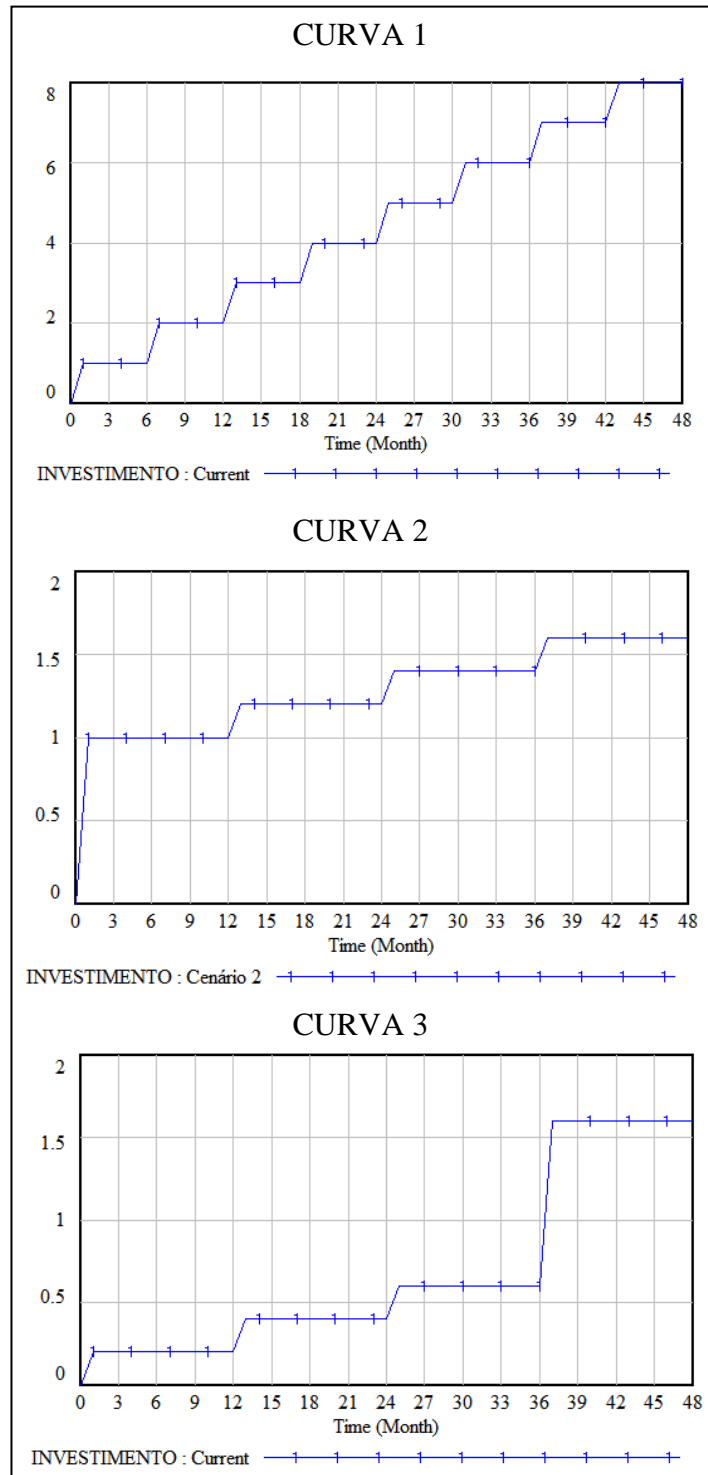


FIGURA 5: CENÁRIOS DE INVESTIMENTO ACUMULADO





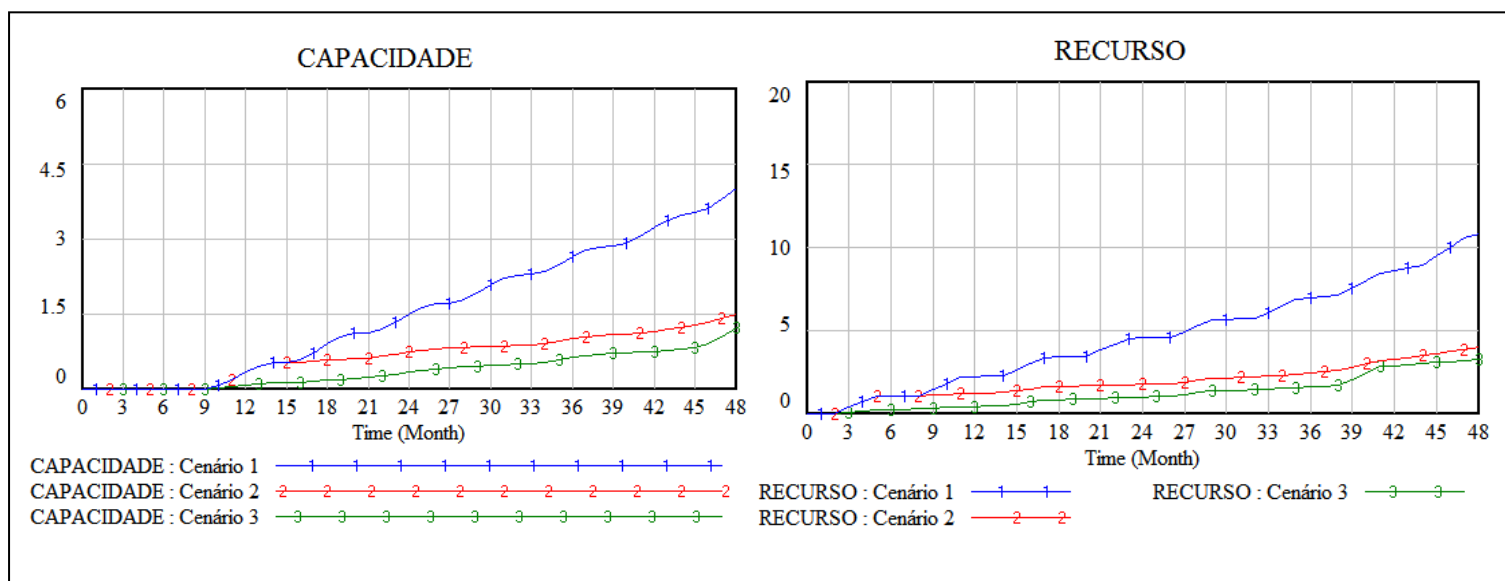
## 7. RESULTADOS

Após serem realizadas simulações para as três curvas de investimento sugeridas acima, foram obtidos resultados que serão analisados no que se segue. Foram escolhidas como variáveis de maior relevância para a análise do modelo os recursos e a capacidade.

A figura 6 mostra os resultados obtidos para estas variáveis após realizadas as simulações citadas acima. Pode-se perceber que a primeira curva de investimento é a que resulta no melhor cenário futuro. Isso, no entanto, já era esperado ao analisar as curvas de investimentos utilizadas. O resultado mais interessante se mostra na análise dos resultados das outras duas curvas de investimento.

O investimento acumulado de ambas as curvas 2 e 3 somam 160%. No entanto, podemos observar resultados de capacidade e recurso maiores para a curva 2 quando comparados à curva 3. O motivo para este fenômeno pode ser explicado principalmente pelos retardos presentes no

FIGURA 6: RESULTADOS OBTIDOS NAS SIMULAÇÕES REALIZADAS



modelo. A figura 7 nos mostra o modelo analisado com todos os valores de retardos e impactos considerados nas simulações realizadas. Pode-se perceber que a capacidade do transporte público

está atrelada a um grande retardo se considerado o período inicial. O baixo investimento no início do período abordado apresentado pela curva 3 acaba por inibir o desenvolvimento dessa capacidade, gerando uma “reação em cadeia”, que resulta no lento desenvolvimento da imagem e, conseqüentemente, da adesão da população ao transporte público.

Já a curva 2 mostra um alto investimento no início do período, seguido de pequenos investimentos durante os três anos finais. O alto investimento inicial é capaz de desenvolver capacidade para o transporte público, melhorando sua imagem, gerando adesão da população.

Basicamente, pode-se dizer que os retardos presentes nas transformações das variáveis do modelo podem exercer papel de propulsão ou de ruína do modelo de investimento escolhido, logo devem ser fortemente analisados.

O mesmo pode ser dito dos impactos apresentados no modelo acima. Apesar de se tratarem de variáveis endógenas e menos aparentes nos resultados, a análise destas deve ser levada fortemente em consideração. A otimização dos processos dentro do modelo podem diminuir os retardos entre cada etapa, além de aumentar (diminuir no caso do impacto no custo) os impactos entre as variáveis, aumentando a velocidade de crescimento dos resultados visados.

Além disso, é preciso ressaltar o papel da variação do preço da passagem no modelo. O nível inicial foi estabelecido em 6,6% por este ter sido o aumento implementado na cidade de São Paulo antes do início dos protestos durante o primeiro semestre de 2013. Tais protestos foram liderados pelo MPL (Movimento Passe Livre), que luta pelo transporte gratuito no país. A figura 8 nos mostra os resultados de uma simulação considerando uma variação de -100%, ou seja, o custo da passagem seria zero.

Pode-se perceber que, em termos percentuais, a primeira curva de investimento é a que gera o melhor resultado no que se trata de geração de capacidade, mesmo considerando que a capacidade esta variando negativamente. Novamente deve-se levar em consideração o “gatilho” que pode se enxergar no investimento inicial alto.

Por ser o cenário que sugere maior investimento, a curva 1 acaba trazendo a maior adesão da população ao transporte público. Em um cenário de passe livre, cada cidadão que utiliza o serviço apresenta, na realidade, um custo (vale ressaltar que os resultados apresentados mostram a variação percentual das variáveis analisadas). Esse é o motivo pelo qual a capacidade, após certo ponto, acaba sendo consumida, ao invés de gerada.

FIGURA 7: MODELO FORMAL COM IMPACTOS E RETARDOS

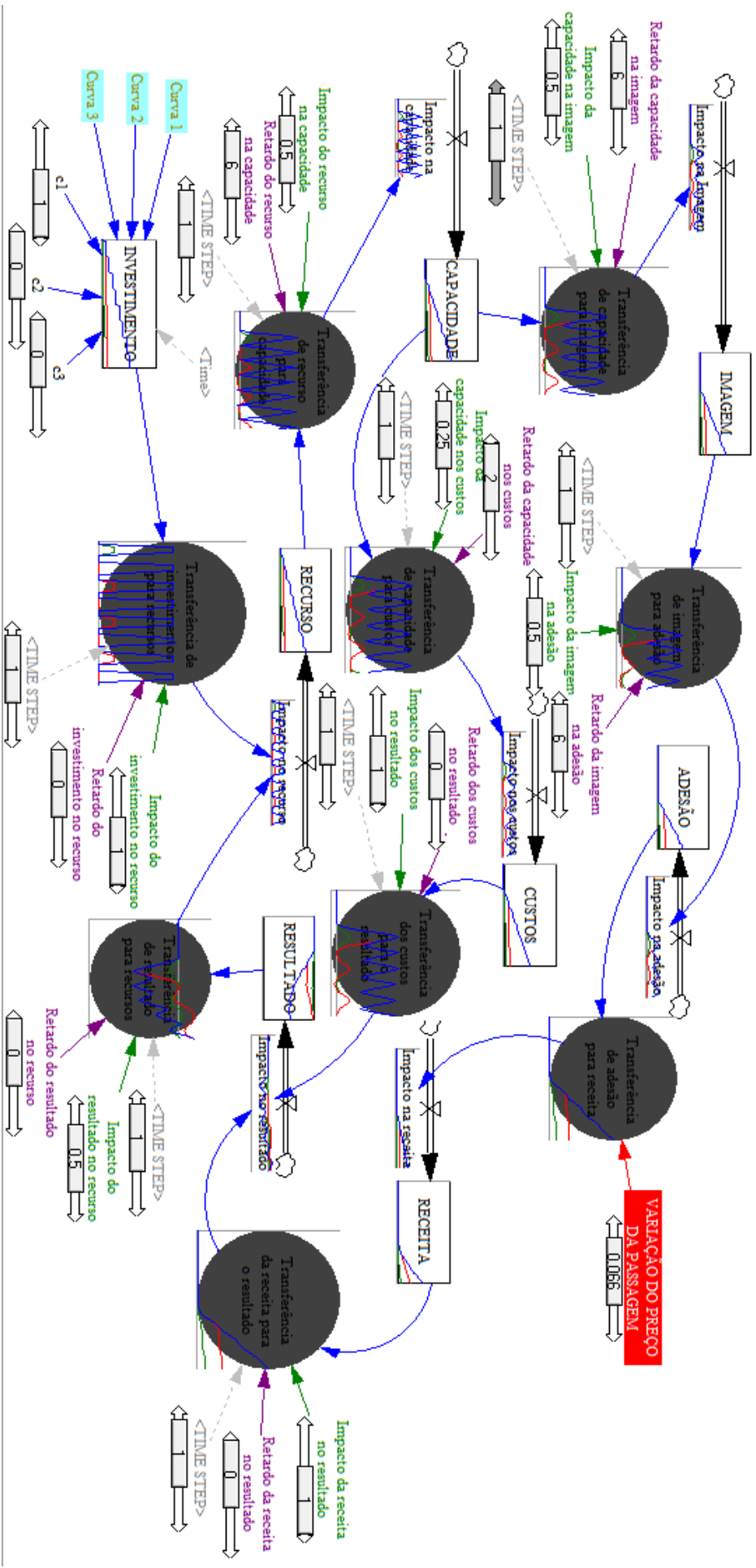
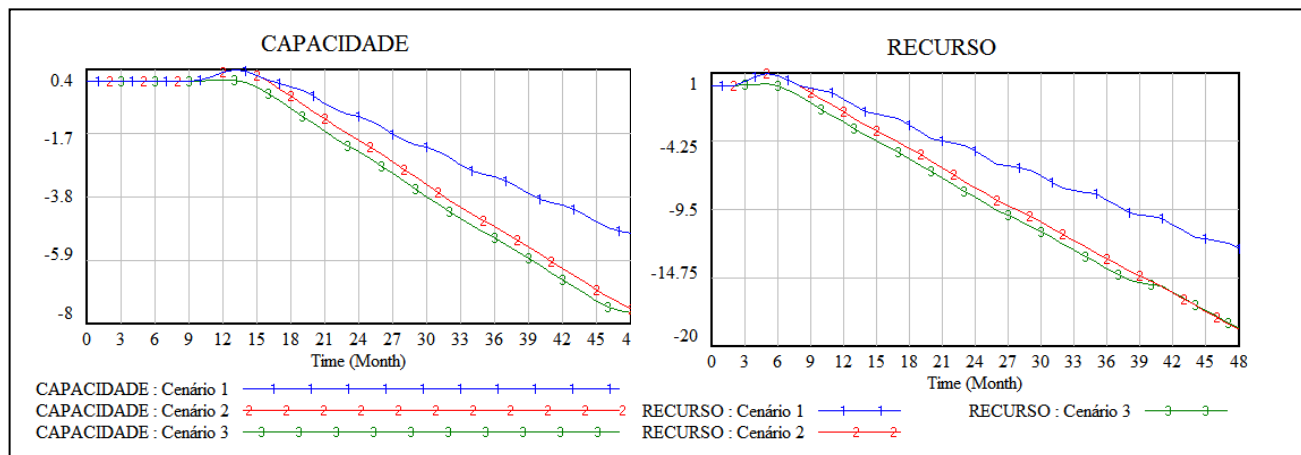
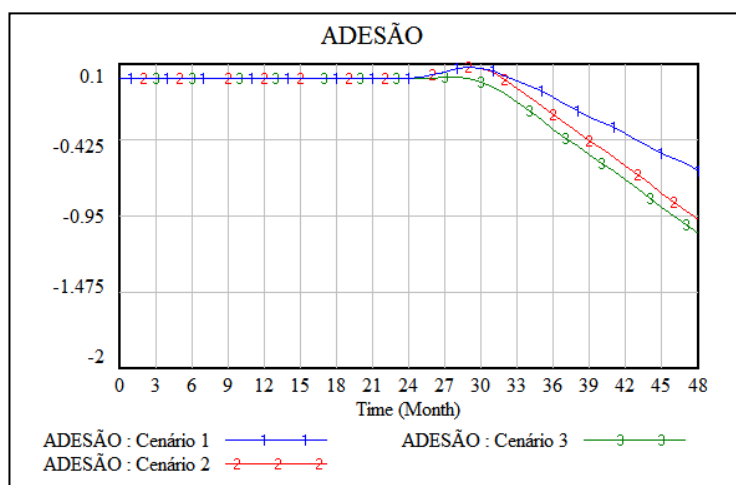


FIGURA 8: RESULTADOS DA SIMULAÇÃO CONSIDERANDO PASSE LIVRE



Antes de tirar conclusões quanto a isso, é preciso analisar quanto cada cenário atende ao público consumidor. Para isso, é necessário observar a adesão ao serviço de transporte público que cada cenário foi responsável por criar. A figura 9 nos mostra estes resultados.

FIGURA 9: VARIAÇÃO DA ADESÃO CONSIDERANDO O PASSE LIVRE



A queda da capacidade vista na figura 8 justifica a queda na adesão apresentada pela figura 9. O que isso nos diz é que, quando instalado o passe livre, os mesmos investimentos considerados anteriormente não são capazes de suprir as necessidades do transporte público. Na realidade, a redução da capacidade está diminuindo o público que se utiliza destes meios.

Para suprir as necessidades do transporte considerando o passe livre, seria necessária a construção de uma nova curva de investimento. Buscando cumprir tal objetivo, foi criada uma nova curva de investimento que torna tanto a adesão de novos usuários, quanto a geração de capacidade positivas, mesmo considerando o passe livre. Esta curva pode ser vista na figura 10.

Foi escolhido um investimento maior no início do período analisado para que o efeito dos retardos presentes no modelo pudessem ser minimizados, como já discutido anteriormente. Pode-se perceber que o total investido é 2,5 vezes maior do que a curva 1 sugerida na figura 5. Além de tal curva, estão expostos na figura 11 os resultados para capacidade e adesão obtidos com esta nova curva.

FIGURA 10: CURVA DE INVESTIMENTO SUGERIDA PARA O PASSE LIVRE

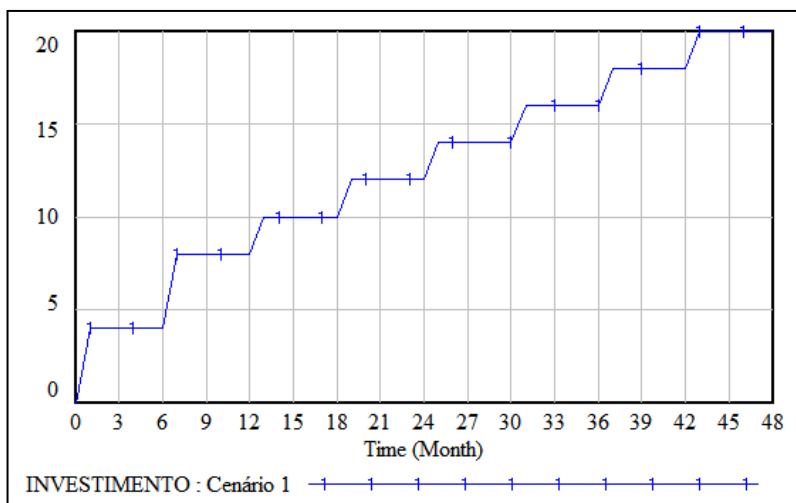
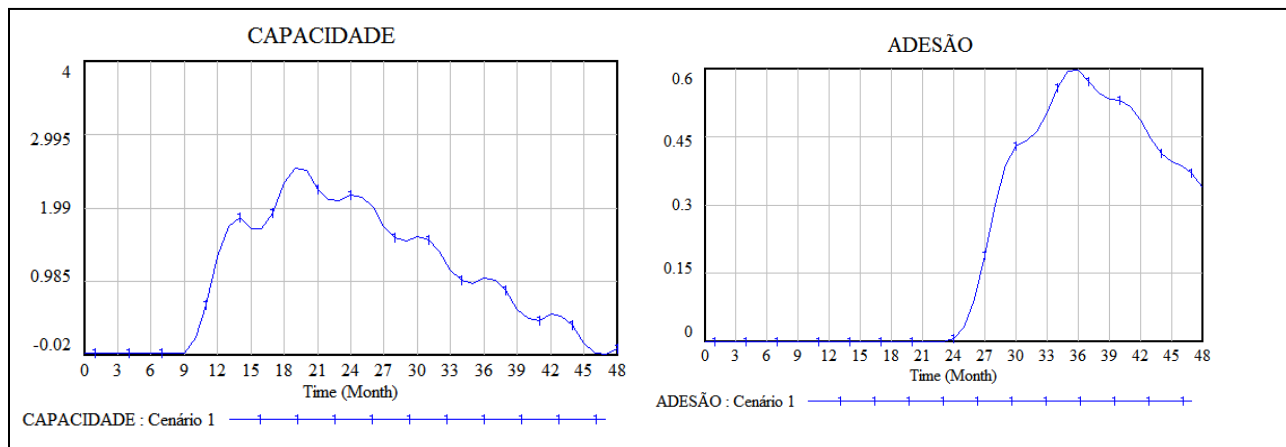


FIGURA 11: RESULTADOS DE CAPACIDADE E ADESÃO OBTIDOS PARA A CURVA ACIMA



Com tal investimento, em alguns momentos a geração de capacidade se mostra negativa, além de, no final do período, esta mostra tendências de redução. A adesão mostra alto crescimento no terceiro quarto de período e, após esta tendência, começa a decrescer, apesar de estar longe de apresentar adesão negativa (redução do público consumidor). Lembrando, novamente, que os resultados apresentados são variações percentuais, pode-se entender que a tendência de baixa variação da capacidade pode estar no fato de esta se encontrar em processo de estabilização, confirmado pela tendência de baixo crescimento da adesão que se mostra acima.

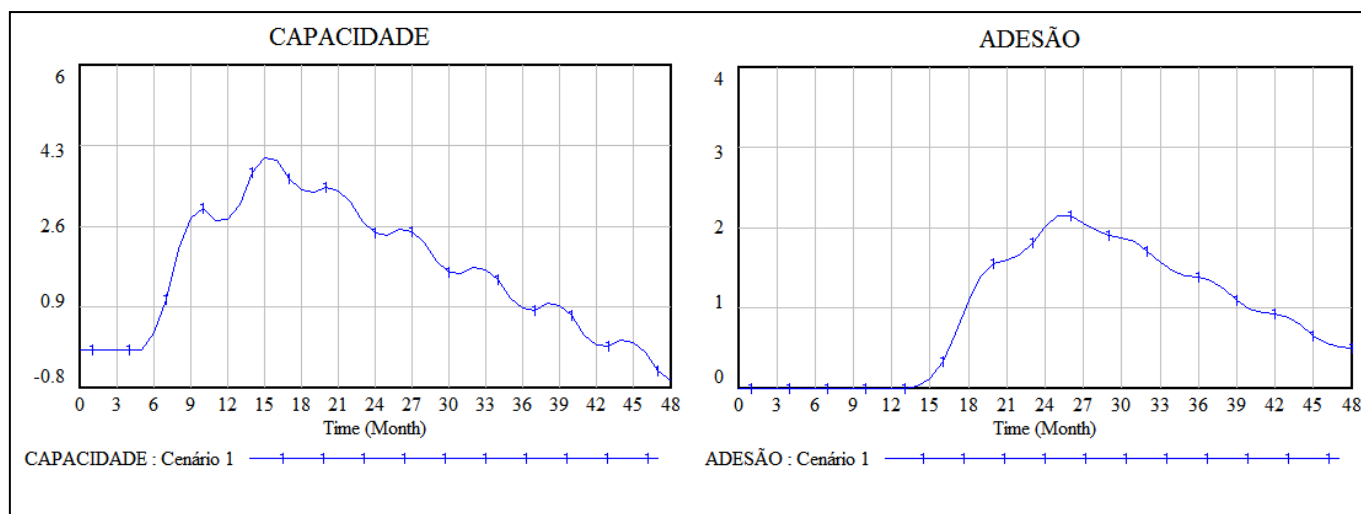
Outro ponto a ser considerado neste estágio desta análise é o quanto o aumento da eficiência no modelo seria capaz de diminuir os investimentos necessários para a execução do passe livre m São Paulo. Para isso, foi realizada uma nova simulação, considerando a mesma curva de investimento da figura 10, no entanto alguns coeficientes do modelo foram alterados. São eles:

- Retardo do recurso para a capacidade:  $6 \rightarrow 2$
- Retardo da capacidade para a imagem:  $6 \rightarrow 3$
- Retardo da imagem para a adesão:  $6 \rightarrow 3$
- Retardo da capacidade para o custo:  $2 \rightarrow 1$
- Impacto do recurso na a capacidade:  $0.5 \rightarrow 0.8$
- Impacto da capacidade na a imagem:  $0.5 \rightarrow 0.75$
- Impacto da imagem na a adesão:  $0.5 \rightarrow 0.75$
- Impacto da capacidade no custo:  $0.25 \rightarrow 0.1$

Essas alterações sugerem aumento da eficiência do funcionamento do sistema de transporte público em São Paulo, através da aceleração ou otimização de processos. Após essas alterações novos resultados foram obtidos para a simulação anteriormente realizada. Estes são apresentados na figura 12.

A importância de realizar esta análise está em otimizar a forma como os investimentos realizados irão refletir no objetivo esperado. Por se tratar de um modelo cíclico, cada otimização de impacto ou retardo age inúmeras vezes sobre o mesmo investimento. Por esse motivo, esses coeficientes se tornam de essencial importância na análise de sistemas dinâmicos.

FIGURA 12: RESULTADOS OBTIDOS SEGURINDO O PASSE LIVRE, APÓS AS ALTERAÇÕES DE COEFICIENTES

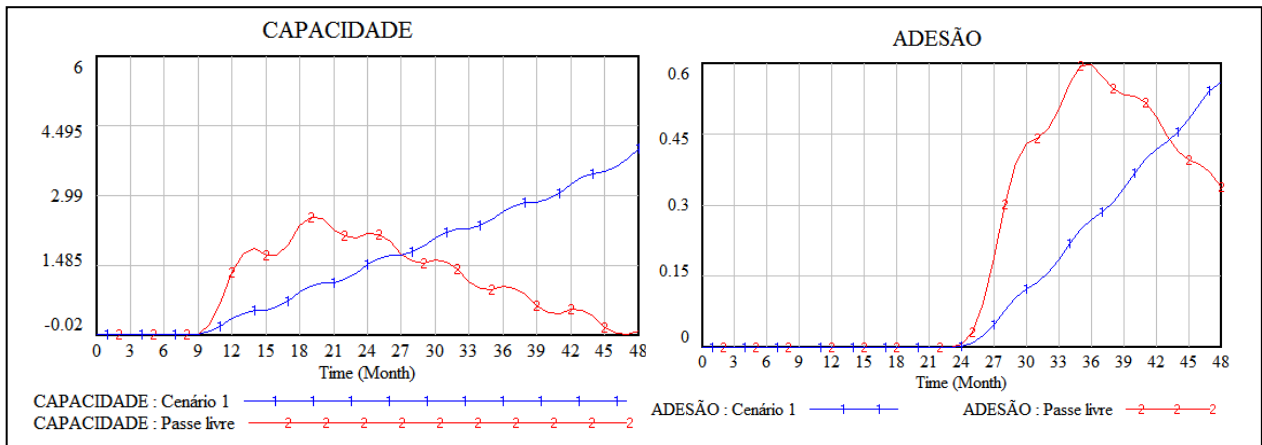


Analisando os gráficos acima, pode-se perceber que a otimização do processo suposta nesta última simulação foi responsável por aumentos significativos da capacidade e da adesão. Anteriormente o pico do aumento da capacidade estava em torno de 2,5%, enquanto o da adesão estava em 0,6%. Na nova simulação, o pico do aumento de capacidade se mostra em aproximadamente 4%, enquanto o da adesão está em 2,2%.

Basicamente, as duas últimas simulações realizadas provam que, com o investimento correto, o passe livre é algo tangível. A questão que deve ser abordada então é se o nível de investimento necessário é factível dentro do orçamento municipal.

No entanto, há ainda um último ponto a ser discutido. O MPL busca o transporte público sem custo, na entanto não esclarece em seu discurso o aumento da qualidade/capacidade e consequente adesão deste. O último passo desta análise busca comparar a adesão alcançada com o passe livre estabelecido, assim como a curva de investimento definida para tal, com a adesão gerada no cenário anterior, considerando aumento de 6,6% da passagem. Ambos os valores analisados serão anteriores ao aumento da eficiência realizado, ou seja, os valores comparados levam em consideração os retardos e impactos inicialmente estabelecidos. A figura 13 apresenta tais resultados.

FIGURA 13: COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DA PRIMEIRA CURVA DE INVESTIMENTOS E DO PASSE LIVRE



Analisando os gráficos acima, é possível perceber que a implementação do passe livre não estabelece ganhos de capacidade e adesão da população ao transporte público, enquanto estas tendências podem ser facilmente percebidas quando estabelecidos investimentos contínuos e aumento da passagem. Foram descartadas as curvas 2 e 3 nesta última etapa de análise por terem se mostrado as opções menos eficientes/eficazes de investimento analisadas.

## 8. CONCLUSÕES

A modelagem sempre foi vista como uma ferramenta de grande auxílio à tomada de decisão. O método utilizado neste estudo, a dinâmica de sistemas, no entanto, se alia à modelagem buscando tornar o processo de simulação mais preciso através de sistemas cíclicos ao invés de lineares.

Tema estudado por diversos pensadores influentes, não há dúvidas de que a dinâmica de sistemas realmente cumpre seu papel, criando modelos bastante fiéis à realidade. No entanto, um problema trazido por tal método é a necessidade de conhecimento necessária para equacionar o modelo. O conhecimento da área trabalhada é essencial ao desenhar um modelo através da dinâmica dos sistemas. Todas as relações entre variáveis devem ser conhecidas e compreendidas. Este é um problema que o software escolhido para desenvolvimento do projeto acaba



diminuindo, ao permitir que todas as constantes do modelo construído sejam ajustadas de acordo com o desejo do programador, mesmo após a realização de simulações.

O método adotado para o desenvolvimento deste projeto adiciona mais uma solução ao problema mencionado, ao tratar exclusivamente de variações percentuais. Este fato, atrelado à livre alteração dos valores dentro do modelo desenhado, tornam a utilização do método citado e do software escolhido uma ótima combinação para a previsão de cenários futuros.

O sistema escolhido para a aplicação do método descrito acima foi o transporte público na cidade de São Paulo. Foi desenvolvido um modelo mental que descreve o funcionamento de tal sistema e, posteriormente, este foi equacionado em um modelo formal. Com o modelo totalmente desenvolvido, foram realizadas diversas simulações de cenários futuros relevantes. Os resultados obtidos foram apresentados acima.

A primeira conclusão que conseguimos obter do modelo desenhado é que este apresenta diversos retardos e impactos em seu funcionamento, o que faz com que investimentos demorem a mostrar efeito. Além disso, existem etapas do sistema que precisam ser incentivadas para desencadear o crescimento do sistema como um todo. Por esse fato, investimentos altos devem ser feitos para que o sistema comece a crescer como um todo, o que explica porque planos de investimentos simétricos (sendo um o inverso do outro no que diz respeito à quantidade de dinheiro injetada no sistema) não obtém os mesmos resultados.

Além disso, ainda abordando os retardos e impactos existentes no sistema, é necessário estudá-los a fundo. Estes são indicadores de eficácia e eficiência do sistema em questão, e muito pode ser obtido trabalhando na otimização destes. Visto que não é possível o aumento ilimitado dos investimentos, o aumento da eficiência dentro do sistema torna-se essencial para o crescimento deste, assim como para a maximização dos ganhos trazidos pelo capital investido.

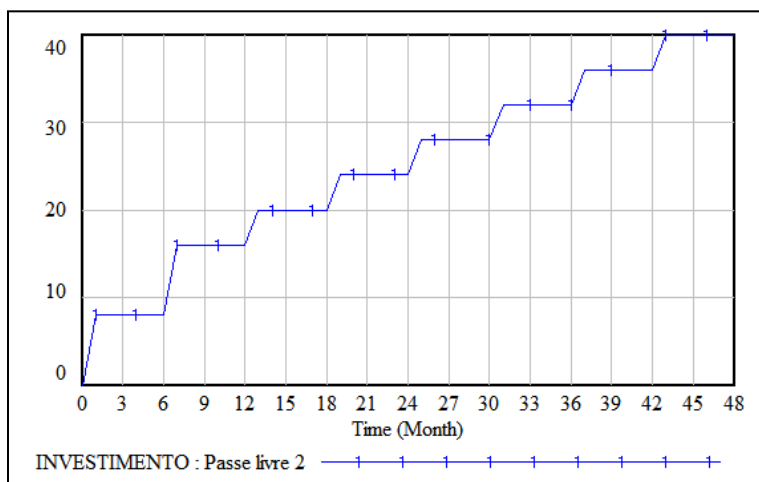
Mais especificamente, foram analisadas duas situações bastante opostas: o aumento da passagem do transporte em 6,6% (aumento ocorrido antes do início das manifestações populares na cidade) e redução de 100% no preço da passagem (equivalente ao passe livre reivindicado pelo MPL). Basicamente foram encontrados resultados bastante divergentes para cada uma dessas alternativas.

Primeiramente, os resultados mostraram que o investimento necessário para sustentar o passe livre, pelo menos pelos 48 meses simulados, é 2,5 vezes o investimento que geraria aumento praticamente linear de capacidade quando cobrada a tarifa com o aumento de 6,6%. Isso

não quer dizer que o passe livre deve ser descartado, nem que o aumento da passagem deve ser efetivado. A conclusão que esses dados nos fornecem é que o aumento da passagem pode contribuir com a geração de maior capacidade com considerável menor investimento quando comparado ao passe livre. Além disso, quando estabelecido o passe livre, o aumento na adesão ao transporte público, apesar de não linear, tende a ser baixo, enquanto o mesmo indicador considerando o aumento do preço da passagem apresenta crescimento linear e praticamente constante.

Dobrando o investimento sugerido na curva utilizada para a simulação do passe livre (figura 10), criando uma curva de investimentos como sugerida na figura 14, os resultados para capacidade e adesão gerados (figura 15), mesmo com o passe livre são bastante comparáveis àqueles obtidos pela curva 1 (figura 6).

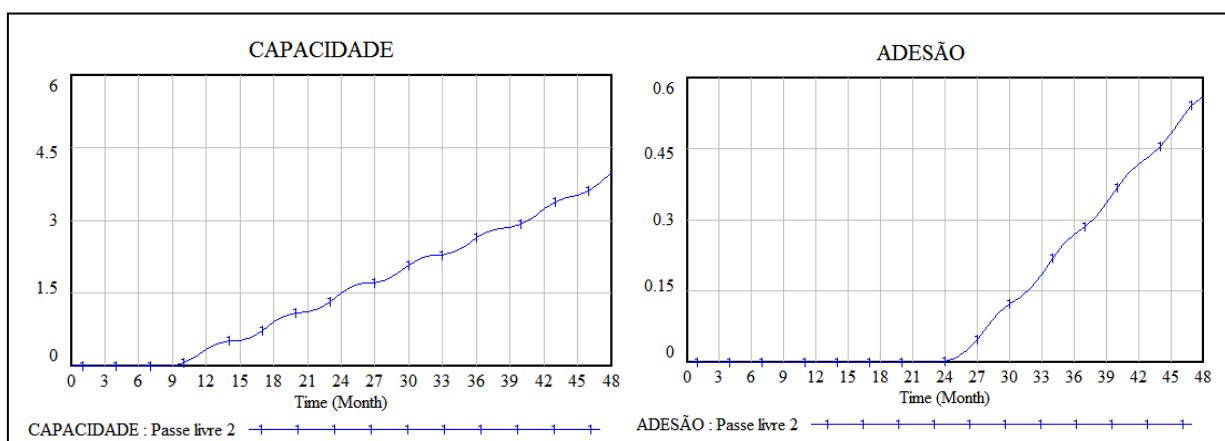
FIGURA 14: SEGUNDA SUGESTÃO DE INVESTIMENTO COM O PASSE LIVRE



No entanto, apesar da eficiência apresentada por esta última curva de investimento, esta requer 5 vezes mais investimentos do que a primeira curva sugerida, beirando a inviabilidade. A recomendação que este estudo parece deixar clara é que, enquanto ainda em desenvolvimento e apresentando necessidade de geração de capacidade, o transporte público deve ser cobrado, com o objetivo de incrementar o investimento na criação desta capacidade e incentivo à adesão da população ao transporte público, o que é o caso de São Paulo.

No caso de uma cidade que já apresenta o transporte público satisfatoriamente desenvolvido, esta pode escolher por adotar o passe livre, no entanto ciente do fato de que o custo desta implementação será bastante alto, e não trará desenvolvimento para tal setor. Neste caso este fato não seria um problema uma vez que tal cidade já atingiu seu nível ótimo de funcionamento do transporte público.

FIGURA 15: RESULTADOS OBTIDOS COM A SEGUNDA CURVA SUGRIDA PARA O PASSE LIVRE



Por fim, resta entender que os desenvolvimentos e conclusões acima descritos foram facilitados pela utilização da dinâmica de sistemas aliada ao software Vensim. Tal combinação permitiu uma análise ampla e dinâmica de diversos cenários relevantes para o setor escolhido para o desenvolvimento do projeto.

Tal combinação se mostrou extremamente eficiente e facilitadora da análise de cenários específicos e complexos. É sempre importante lembrar que simplificações existem no modelo apresentado, no entanto, através do software utilizado, estas foram reduzidas ao mínimo, tornando os resultados o mais próximo da realidade o possível, atingindo o objetivo inicial do projeto proposto.

## 9. APÊNDICES

### A – EQUAÇÕES DO MODELO VENSIM APRESENTADOS NESTE TRABALHO

$$c1= 1 [0,1,1]$$

$$c2= 0 [0,1,1]$$

$$c3= 0 [0,1,1]$$

Curva 1([(0,0)-(49,10)], (0,0), (1,1), (6,1), (7,2), (12,2), (13,3), (18,3), (19,4), (24,4), (25,5), (30,5), (31,6), (36,6), (37,7), (42,7), (43,8), (48,8), (49,8))

Curva 2([(0,0)-(49,3)], (0,0), (1,1), (12,1), (13,1.2), (24,1.2), (25,1.4), (36,1.4), (37,1.6), (48,1.6), (49,1.6))

Curva 3([(0,0)-(49,10)], (0,0), (1,0.2), (12,0.2), (13,0.4), (24,0.4), (25,0.6), (36,0.6), (37,1.6), (48,1.6), (49,1.6))

ADESÃO= INTEG ( Impacto na adesão, 0)

CAPACIDADE= INTEG (Impacto na capacidade, 0)

CUSTOS= INTEG (Impacto nos custos, 0)

IMAGEM= INTEG ( Impacto na Imagem, 0)

INVESTIMENTO=GAME (c1\*Curva 1(Time)+c2\*Curva 2(Time)+c3\*Curva 3(Time))

RECEITA= INTEG ( Impacto na receita,0)

RECURSO= INTEG (Impacto no recurso, 0)

RESULTADO= INTEG (Impacto no resultado,0)

VARIAÇÃO DO PREÇO DA PASSAGEM= 0.066 [-1,2,0.001]

Impacto da capacidade na imagem= 0.5 [0,1,0.01]

Impacto da capacidade nos custos= 0.25 [0,1,0.01]

Impacto da imagem na adesão=0.5 [0,1,0.01]

Impacto da receita no resultado=1 [0,1,0.01]

Impacto do investimento no recurso=1 [0,1,0.01]

Impacto do recurso na capacidade= 0.5 [0,1,0.01]

Impacto do resultado no recurso=0.5 [0,1,0.01]

Impacto dos custos no resultado=1 [0,1,0.01]

Impacto na adesão=Transferência de imagem para adesão

Impacto na capacidade=Transferência de recurso para capacidade

Impacto na Imagem= Transferência de capacidade para imagem

Impacto na receita=Transferência de adesão para receita

Impacto no recurso= Transferência de investimentos para recursos+Transferência de resultado para recursos

Impacto no resultado=Transferência da receita para o resultado - Transferência dos custos para o resultado

Impacto nos custos= Transferência de capacidade para custos

INITIAL TIME = 0

Units: Month

The initial time for the simulation.

FINAL TIME = 48

Units: Month

The final time for the simulation.

TIME STEP = 1

Units: Month [0,?]

The time step for the simulation.

Retardo da capacidade na imagem= 6 [0,48,1]

Retardo da capacidade nos custos= 2 [0,48,1]

Retardo da imagem na adesão=6 [0,48,1]

Retardo da receita no resultado=0 [0,48,1]

Retardo do investimento no recurso=0 [0,48,1]

Retardo do recurso na capacidade= 6 [0,48,1]

Retardo do resultado no recurso=0 [0,48,1]

Retardo dos custos no resultado=0 [0,48,1]

Transferência da receita para o resultado= DELAY FIXED(Impacto da receita no resultado\*(RECEITA-DELAY3I(RECEITA, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP) ,Retardo da receita no resultado, 0 )

Transferência de adesão para receita= VARIACÃO DO PREÇO DA PASSAGEM+(1+VARIACÃO DO PREÇO DA PASSAGEM)\*ADESÃO

Transferência de capacidade para custos= DELAY FIXED(Impacto da capacidade nos custos\*(CAPACIDADE-DELAY3I(CAPACIDADE, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP) ,Retardo da capacidade nos custos, 0 )

Transferência de capacidade para imagem= DELAY FIXED(Impacto da capacidade na imagem\*(CAPACIDADE-DELAY3I(CAPACIDADE, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP) ,Retardo da capacidade na imagem, 0 )

Transferência de imagem para adesão= DELAY FIXED(Impacto da imagem na adesão\*(IMAGEM-DELAY3I(IMAGEM, 3\*TIME STEP , 0 ))/(3\*TIME STEP ) ,Retardo da imagem na adesão, 0 )

Transferência de investimentos para recursos= DELAY FIXED(Impacto do investimento no recurso\*(INVESTIMENTO-DELAY3I(INVESTIMENTO, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP) ,Retardo do investimento no recurso, 0 )

Transferência de recurso para capacidade= DELAY FIXED(Impacto do recurso na capacidade\*(RECURSO-DELAY3I(RECURSO, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP ) Retardo do recurso na capacidade, 0 )

Transferência de resultado para recursos= DELAY FIXED(Impacto do resultado no recurso\*(RESULTADO-DELAY3I(RESULTADO, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP) ,Retardo do resultado no recurso, 0 )

Transferência dos custos para o resultado= DELAY FIXED(Impacto dos custos no resultado\*(CUSTOS-DELAY3I(CUSTOS, 3\*TIME STEP, 0 ))/(3\*TIME STEP ) ,Retardo dos custos no resultado, 0 )

## **B – CRONOGRAMA DO TRABALHO APRESENTADO**

Abaixo se encontra o cronograma do desenvolvimento do trabalho acima apresentado

Atividade	Meses											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Pesquisas Bibliográficas	■	■	■	■	■	■	■					
Pesquisas Específicas sobre Simulação Dinâmica			■	■	■	■	■	■				
Desenvolvimento e Teses de Modelos								■	■	■		
Estudos e Alterações nos Modelos										■	■	■
Preparação Final do Relatório de Pesquisa											■	■

## 10. **BIBLIOGRAFIA**

ANSOFF, H. Igor, A Nova Estratégia Empresarial. São Paulo: Atlas, 1990.

BIRKINSHAW, J; HOOD, N. Multinational subsidiary evolution: Capability and charter change in foreign-owned subsidiaries companies. Academy of Management Review, vol 23, n.4, p.773-795, 1998

CHILD, J; FAUKNER, D. Strategies of co-operation: managing alliances, networks, and joint ventures. New York: Oxford University Press, 1998.

CHURCHMAN, C. West, Introdução à teoria dos sistemas. Petropolis: Editora Vozes Ltda, 1972.

FAHEY, Liam e RANDAL, Robert M.; Learning from the Future. New York: John Wiley & Sons, 1998.

FERRARA, Nelson F. e PRADO, Carmem P. C. Caos: Uma Introdução. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

FIGUEIREDO, Júlio C. B. Planejamento orientado por cenários com o uso de modelos causais lineares e diagramas de estoque e fluxo. Santa Catarina: UFSC, 2009.

FORD, A. Modeling the environment: an introduction to system dynamics modeling of environmental systems. Washington: Island Press, 1999-

FORRESTER, J. W. Urban Dynamics. Cambridge: Pegasus Communications, 1969.

- GEORGANTZAS, Nicholas e ACAR, William. Scenario-Driven Planning: Learning to Manage Strategic Uncertainty. Westport: Quorum Books, 1995.
- GRATULIANO, João. Pensamento sistêmico: 25 aplicações práticas. Recife: Valença & Associados, 1999.
- HEIJDEN, Kees van der - Scenarios, the art of strategic conversation; John Wiley, 1996 Holstius, K. & Malaska, P. – Advanced Strategic Thinking: Visionary Management; 2004
- HITT, M. A.; IRELAND, R. D. and HOSKISSON, R. E. Administração Estratégica – Competitividade e Globalização. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001
- KHAN, H. & Wiener, A. – The Year 2000: A Framework for Speculation on the next Thirty-Three Years; The Macmillan Co., 1967
- LAWRENCE, Paul R. & LORSCH, Jay W. As Empresas e o Ambiente: Diferenciação e Integração Administrativas. Petrópolis: Editora Vozes, 1973.
- LIAM, F. & Randall, R. - Learning from the Future; John Wiley, 1998 Rattner, H -Brasil 1990, Caminhos Alternativos do Desenvolvimento; Editora Brasiliense, 1979
- MINTZBERG, Henry, AHLSTRAND, Bruce, LAMPEL, Joseph. Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- MINTZBERG, Henry & QUINN, James B. (org.), O Processo da Estratégia. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- PIDD, Michael. Modelagem Empresarial: Ferramentas para a tomada de decisão. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- PORTER, Michael E., A Vantagem Competitiva das Nações. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989.
- PORTER, Michael E., Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.
- ROBERTS, N., ANDERSEN, D.F., DEAL, R.M., GARET, M.S. e SHAFFER, W.A. Intoduction to computer simulation: A system Dynamics modeling approach. Massachusetts: Addison-Wesley, 1983



SENGE, Peter. A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende. São Paulo: Best Seller, 1998

STERMAN, John D. Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill, 2000.

VAN DER HEIJDEN, Kees. Planejamento de Cenários. São Paulo: Bookman, 2004.

VENSIM. Vensim Help Manual. Vensim 5.3<sup>a</sup>. Disponível em <http://www.vensim.com>. Acessado em 18.nov.2012.