

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**DINÂMICA DE SISTEMAS COMO ALTERNATIVA PARA ALOCAÇÃO DE  
PROFESSORES TEMPORÁRIOS: CASO UFSCAR**

CINTHIA SERENOTTI BRIGANTE

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**DINÂMICA DE SISTEMAS COMO ALTERNATIVA PARA ALOCAÇÃO DE  
PROFESSORES TEMPORÁRIOS: CASO UFSCAR**

Cynthia Serenotti Brigante

**Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de São Carlos,  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em  
Engenharia de Produção.**

**Orientador: Prof. Dr. Néocles Alves Pereira**

**São Carlos**

**2004**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B854ds

Brigante, Cinthia Serenotti.

Dinâmica de sistemas como alternativa para alocação de professores temporários: caso UFSCar / Cinthia Serenotti Brigante. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

77 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Gerenciamento estratégico de médias e grandes empresas. 2. Professores temporários. 3. Dinâmica de sistemas. 4. Simulação por computador. I. Título.

CDD: 658.02 (20<sup>a</sup>)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
Rod. Washington Luís, Km. 235 - Caixa Postal 676  
CEP. 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil  
Fones: (016) 3351-8238 – (ramal 232)  
Fax: (016) 3351-8238 (r. 232)  
Email : ppgep@dep.ufscar.br

---

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluna: CINTHIA SERENOTTI BRIGANTE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA E APROVADA EM 13/10/04  
PELA COMISSÃO JULGADORA:

---

PROF. DR. NÉOCLES ALVES PEREIRA  
(Orientador - PPGEp/UFSCar)

---

PROF. DR. MANOEL FERNANDO MARTINS  
(PPGEp/UFSCar)

---

PROF. DR. RENATO VAIRO BELHOT  
(EESC/USP)

---

Presidente da Coordenação de Pós-Graduação  
Prof. Dr. Dário Henrique Alliprandini

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meus pais que sempre me incentivaram a seguir em frente em meus projetos e buscar sempre vencer todos os desafios.

Ao meu orientador Prof. Dr. Néocles Alves Pereira que contribuiu para a produção deste trabalho.

Aos amigos do LDI que sempre estiveram presentes em minha vida auxiliando na produção do trabalho e como grandes amigos que tornaram todos os momentos mais fáceis para enfrentar as dificuldades.

À Jana e ao William que me incentivaram e contribuíram com a confecção deste trabalho não apenas com palavras mas também com soluções mais fáceis e se tornaram amigos especiais ao longo dos anos de convivência na faculdade.

Ao meu namorado Sil que esteve sempre presente como incentivador em todos os momentos e auxiliou buscando materiais quando necessário.

Ao prof. Marco Zabotto, que sem sua colaboração e disponibilização de dados este trabalho não seria possível.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a produção deste trabalho e para minha melhoria não só como profissional mas também como pessoa.

*À minha avó Marina (in memoriam).  
Sem seu incentivo não teria conseguido.*

## RESUMO

A mudança no quadro de docentes das instituições federais de ensino superior vem se dando cada vez mais rápido com aposentadorias e falta de concursos públicos, com isso torna-se necessárias medidas para minimizar este problema e uma dessas medidas é a contratação de professores substitutos. Este trabalho vai tratar da distribuição de vagas de professores substitutos em uma Instituição de Ensino Superior (IES). Dentre os profissionais do ensino existem, no quadro de contratados, os professores efetivos que são concursados e os professores substitutos, que são temporários e cobrem vagas deixadas por diversos motivos pelos professores efetivos. Vale dizer que as vagas abertas em uma IFE, não se restringem aos professores, mas também a todos os outros profissionais que fazem parte do seu quadro de funcionários, tais como administrativos, terceirizados, entre outros. Os professores de uma IFE se dividem entre professores efetivos e substitutos. Os efetivos tem dedicação de 40 horas semanais que se dividem entre ensino, pesquisa, extensão e cargos administrativos, já os substitutos tem dedicação apenas para ensino, não fazendo parte de suas funções a pesquisa e a extensão. A alocação de professores substitutos para os diversos departamentos de uma universidade federal exige uma análise detalhada de suas necessidades combinada com a disponibilidade proporcionada pelo governo. Para isso é utilizado um programa computacional, além de reuniões periódicas na CANOA como formas de melhor satisfazer aos departamentos e minimizar a sobrecarga de trabalho dos professores efetivos. A metodologia utilizada é a metodologia de Dinâmica de Sistemas que trata o problema por meio de relações causais de *feedback* o que facilita o entendimento do problema. É utilizada a simulação em dinâmica de sistemas como alternativa para obtenção de resultados. Associada à metodologia de dinâmica de sistemas é também utilizada a metodologia de estudo de caso para obtenção de informações e resultados desejados.

**Palavras-Chave:** Professores substitutos, simulação, Dinâmica de Sistemas,  
UFSCar

## Sumário

<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE FÓRMULAS .....</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA.....	9
1.2 OBJETIVO .....	10
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	10
1.4 METODOLOGIA .....	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 PENSAMENTO SISTÊMICO.....	12
2.2 DINÂMICA DE SISTEMAS .....	16
2.2.1 TEMPO DE ESPERA OU TIME DELAY.....	17
2.2.2 NÍVEIS/ ESTOQUES.....	19
2.2.3 TAXAS/ FLUXOS.....	20
2.2.4 POLÍTICAS.....	20
2.2.5 MODELO E METODOLOGIA.....	22
2.3 ORGANIZAÇÕES QUE APRENDEM.....	27
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>31</b>
3.1 ANÁLISE DO AMBIENTE INSTITUCIONAL .....	31
3.2 TRATAMENTO DO PROBLEMA EM OUTRAS UNIVERSIDADES FEDERAIS .....	32
3.3 MODELO ATUAL.....	34
3.4 NECESSIDADES DE MUDANÇAS DO MODELO ATUAL.....	37
<b>4. DESENVOLVIMENTO DO MODELO.....</b>	<b>39</b>
4.1 MODELO .....	39
4.2 APRESENTAÇÃO DO MODELO TEÓRICO.....	39
4.3 MODELOS PROPOSTOS.....	42
4.3.1 CENÁRIO 1 - MEP.....	43
4.3.2 CENÁRIO 2 – MEA.....	44
4.3.3 CENÁRIO 3 - MDE.....	47
4.3.4 CENÁRIO 4 - MDEA.....	50
<b>5. SIMULAÇÃO E RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	51
5.2 SIMULAÇÃO.....	51
5.3 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO.....	55
5.4 ANÁLISE .....	57
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ANDIFES – Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior

CANOA – Comissão para Assuntos de Natureza Orçamentária e Administrativa

CCBS – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

CCET – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

CECH – Centro de Educação e Ciências Humanas

GED – Gratificação de Estímulo à Docência

IES – Instituições de Ensino Superior

IFES – Instituições Federais de Ensino Superior

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

LO – Learning Organization ou Organizações que Aprendem

MEP – Modelo com o Esforço Primeiro

MEA – Modelo de Esforço Atual

MDE – Modelo de Docentes Efetivos

MDEA – Modelos de Docentes Efetivos Atual

ProAd – Pró Reitoria de Administração

SD – System Dynamics ou Dinâmica de Sistemas

ST – System Thinking ou Pensamento Sistêmico

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UAC – Unidade de Atendimento à Criança

## **LISTA DE FÓRMULAS**

- [1] – Esforço de cada departamento
- [2] – Esforço de cada departamento para o MEA
- [3] – Fórmula do modelo MDE normalizada
- [4] – Esforço com ensino de graduação
- [5] – Esforço com capacitação dos docentes
- [6] – Normalização do Esforço com Ensino de Graduação

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

Este trabalho vai tratar da distribuição de vagas de professores substitutos em uma Instituição de Ensino Superior (IES). As Instituições de Ensino Superior correspondem ao ensino de terceiro grau e é composta de Universidades Públicas e Privadas. As Universidades Públicas estão divididas em Municipais, estaduais e Federais, estas últimas são as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) e serão o foco deste trabalho. Em uma IFE existem vários tipos de profissionais como, professores, servidores técnicos e administrativos, entre outros. Dentre estes profissionais existem, no quadro de contratados, os professores efetivos que são concursados e os professores substitutos, que são temporários e cobrem vagas deixadas por diversos motivos pelos professores efetivos.

Vale dizer que as vagas abertas em uma IFE, não se restringem aos professores, mas também a todos os outros profissionais que fazem parte do seu quadro de funcionários, tais como administrativos, terceirizados, entre outros. Os professores de uma IFE se dividem entre professores efetivos e substitutos. Os efetivos tem dedicação de 40 horas semanais que se dividem entre ensino, pesquisa, extensão e cargos administrativos, já os substitutos tem dedicação apenas para ensino, não fazendo parte de suas funções a pesquisa e a extensão.

A alocação de professores substitutos para os diversos departamentos de uma universidade federal exige uma análise detalhada de suas necessidades combinada com a disponibilidade proporcionada pelo governo. Para isso é utilizado um programa computacional, além de reuniões periódicas na Comissão para Assuntos de Natureza Orçamentária e Administrativa (CANOA) como formas de melhor satisfazer aos departamentos e minimizar a sobrecarga de trabalho dos professores efetivos.

O processo feito atualmente, embora forneça um certo grau de satisfação, tem sido criticado pela comunidade universitária, uma vez que utiliza critérios que não

representam satisfatoriamente a realidade e, por isso, acaba por beneficiar alguns departamentos em detrimento de outros, já que se trata de um modelo de partição.

Essa necessidade de mudança, que vem sendo estudada pela CANOA, incentivou este estudo, como uma forma de tentar contribuir para uma melhor distribuição de professores substitutos, procurando assim, que os departamentos que efetivamente mais necessitem melhor representação na alocação.

## **1.2 OBJETIVO**

Propor a utilização de um programa de simulação em Dinâmica de Sistemas como alternativa de análise da distribuição de vagas para docentes substitutos e também mudanças no procedimento atual de alocação de professores substitutos na Universidade Federal de São Carlos utilizando um programa de simulação.

## **1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA**

O modelo de alocação de professores substitutos utilizado atualmente pela UFSCar tem recebido muitas críticas e estão sendo analisadas mudanças para uma distribuição mais justa das vagas disponibilizadas pelo governo. Essa forma de distribuição é necessária, pois a necessidade é maior que a disponibilidade.

A principal deficiência do modelo atual é o fato de seus cálculos utilizarem uma fórmula que considera uma relação entre os créditos de cada departamento para cada semestre multiplicando o número de alunos do semestre. Tem boa eficiência para turmas onde o número de alunos é maior que 20, porque o cálculo considera o número de alunos como fator predominante nos cálculos, as outras ficam defasadas.

Para trazer um maior equilíbrio entre os departamentos, mudanças estão sendo discutidas pela CANOA. Essas reuniões e essa necessidade imediata de mudança incentivou este estudo, onde se pretende apresentar um modelo computacional para a análise, com diferentes cenários, de forma que a distribuição possa ser feita de forma

que todos tenham chances, dependendo de critérios determinados pelos membros da CANOA.

O modelo computacional é baseado em técnicas de Dinâmica de Sistemas, onde são considerados aspectos cognitivos dos agentes.

É muito comum agentes deliberarem acerca de determinado mecanismo de alocação baseado no pressuposto intuitivo que a adoção do mesmo levará os agentes a se comportarem de forma a atingirem um determinado objetivo.

Em geral, esta questão envolve agentes tomando decisões dentro de uma conjuntura dinâmica, o que é impossível ser analisado simplesmente e exclusivamente pelo cérebro humano devido a suas limitações cognitivas.

Dinâmica de Sistemas aliada ao Pensamento Sistêmico possui instrumentos que podem auxiliar a análise de questões desta natureza. Muitas vezes decisões baseadas somente na intuição pode levar a resultados opostos aos pretendidos no objetivo original.

#### **1.4 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de estudo de caso, tendo sido estudado o caso da UFSCar. Essa escolha foi feita devido à grande quantidade de instituições federais de ensino superior (IFES), torna a análise tão complexa que acaba por não representar a realidade de nenhuma das IFES de forma completa e satisfatória.

Além disso, a obtenção de dados também é dificultada, uma vez que os contatos com outras instituições são demorados por vários motivos como, a distância, dificuldade em se conseguir contatos com os responsáveis pela análise e distribuição de vagas de professores substitutos, obtenção de dados por e-mail, entre outros.

Outra metodologia utilizada foi a de dinâmica de sistemas, que permite uma análise dos relacionamentos de causa e efeito, assim como as suas influências em outras variáveis do sistema e as recebidas dessas. A Dinâmica de Sistemas será detalhada no próximo capítulo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta conceitos clássicos de sistemas, segundo a Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1972) e conceitos metodológicos relativos a Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics*), Pensamento Sistêmico (*System Thinking*) e Organizações que Aprendem (*Learning Organization*) (FORRESTER, 1961). Usualmente esses nomes são utilizados em inglês, pois não se possui uma tradução exata para o português, embora estejam sendo utilizadas cada vez mais as traduções apresentadas neste trabalho.

As siglas utilizadas para abreviar os nomes dos conceitos metodológicos são em inglês, pois é o usual, uma vez que há pouco tempo começou a se utilizar os nomes em português, mas preferindo-se manter as siglas em inglês para mais fácil identificação.

### 2.1 PENSAMENTO SISTÊMICO

Segundo FLOOD & JACKSON, 1997, o conceito de “sistema” não deve ser usado somente para se fazer referências a coisas do mundo, mas sim para uma maneira particular de organizar nossos pensamentos sobre o mundo. E também, temos que considerar a noção de “sistema” como um conceito de organização.

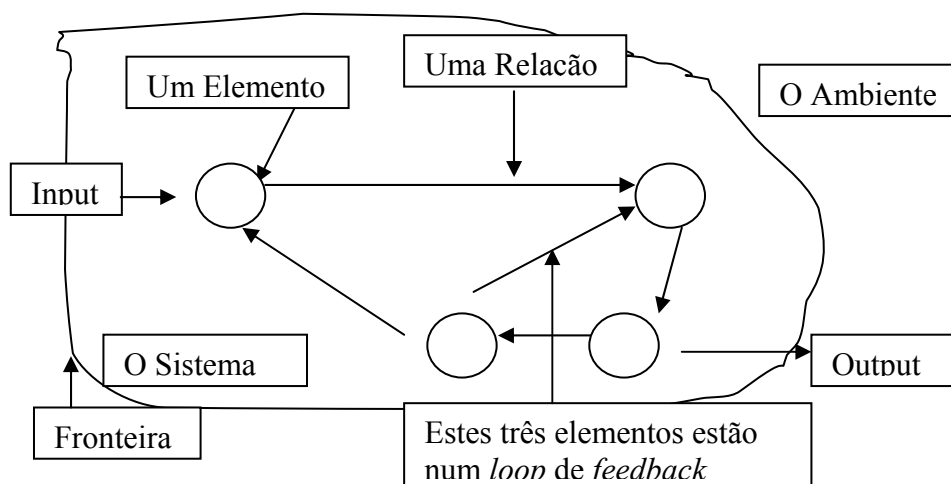


Figura 2.1: Um Sistema (SAITO, 2000).

Um sistema é constituído por alguns elementos e as relações existentes entre estes elementos. É capaz de manter a identidade se conseguir manter-se num estado dinamicamente estável em um ambiente em constantes mudanças. Isto não significa que nada está acontecendo no sistema, todos os elementos se adaptam ou mudam num processo de transformação contínua. Um sistema que mantém sua identidade e se mantém estável num processo de transformação ao longo do tempo, em circunstâncias de mudanças, exhibe algum tipo de controle. Essencial para isso é a comunicação existente entre os elementos.

Uma organização é muito complexa para ser compreendida por apenas um modelo. Para entender melhor o funcionamento de uma organização pode-se fazer uso de metáforas. Uma das metáforas utilizadas é o de Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics*) ou Sistemas que Aprendem.

O Pensamento Sistêmico emergiu na década de 40 como sendo uma resposta para falhas de mecanismos que aprendiam (*mechanistic thinking*) para explicar um fenômeno biológico, e provou ser mais satisfatório para explicar não somente complexos biológicos, mas também fenômenos sociais. Desde então, organismos passaram a ser tratados como entidades, ou sistemas, cuja identidade e integridade deveriam ser respeitadas. Isso os tornou mais “abertos” do que “fechados” em relação ao meio ambiente. Este tipo de pensamento logo foi transferido para estudos em sistemas tais como organizações (SENGE, 1998).

A metodologia baseada no Pensamento Sistêmico (*System Thinking* (ST)), geralmente, envolve a construção de modelos para facilitar a compreensão e comunicação a um plano individual e um de grupo. Como indivíduos, o ser humano tem uma visão diferente do outro indivíduo, e isto é esperado, pois vive condicionado aos aspectos culturais, experiências pessoais e educação. Por um lado, esta diversidade tem um valor latente, mas por outro, pode se tornar uma enorme fonte de desentendimentos, aumentando ainda mais a complexidade dos sistemas sociais. Sistemas sociais referem-se a pessoas em organizações públicas ou privadas, comunidades, trabalho em equipe num ambiente compartilhado, entre outros.

Portanto, pode-se dizer que ST permite que as pessoas consigam compreender explicitamente os sistemas sociais e fazer melhorias a eles, da mesma

maneira que as pessoas podem utilizar princípios de engenharia para explicitar e melhorar sua compreensão em sistemas mecânicos (ARONSON, 2000, html).

Um bom exemplo do uso de pensamento sistêmico é o modelo de uma pessoa enchendo um copo com água, esse modelo será chamado de regulação do nível de água. As cinco variáveis do sistema “regulação do nível de água” estão organizadas em um círculo ou *loop* de relacionamentos de causa-e-efeito, chamado de “*loop de feedback*”. O *loop* funciona continuamente para fazer com que a água alcance o nível desejado. No pensamento sistêmico, *feedback* é um conceito amplo. Significa qualquer fluxo recíproco de influência. No pensamento sistêmico existe o axioma de que toda influência é ao mesmo tempo causa e efeito. Nada é sempre influenciado em apenas uma única direção, por exemplo, o nível de água é influenciado pela pessoa, que por sua vez é influenciada pelo nível de água presente no copo até o momento.

A metodologia de *System Thinking* (ST) envolve mudanças de paradigmas a respeito de como é o mundo, suas corporações e o ser humano. O livro *A V Disciplina* (SENGE, 1998), tenta mostrar como ver as inter-relações dentro de um sistema e seus elementos. É esta compreensão dos sistemas com suas propriedades e características emergentes que facilitarão resultados na gestão de mudanças ou resolução de problemas numa organização (GILL, 2000, html).

A Dinâmica de Sistemas se originou de uma ramificação da Teoria dos Sistemas, onde se observou que as ferramentas utilizadas não eram suficientes para a análise dos problemas e suas resoluções. Essa interligação entre as duas partes está demonstrada na figura 2.2 e geralmente não é exemplificada em trabalhos que tratem de Teoria dos Sistemas ou de Dinâmica de Sistemas.



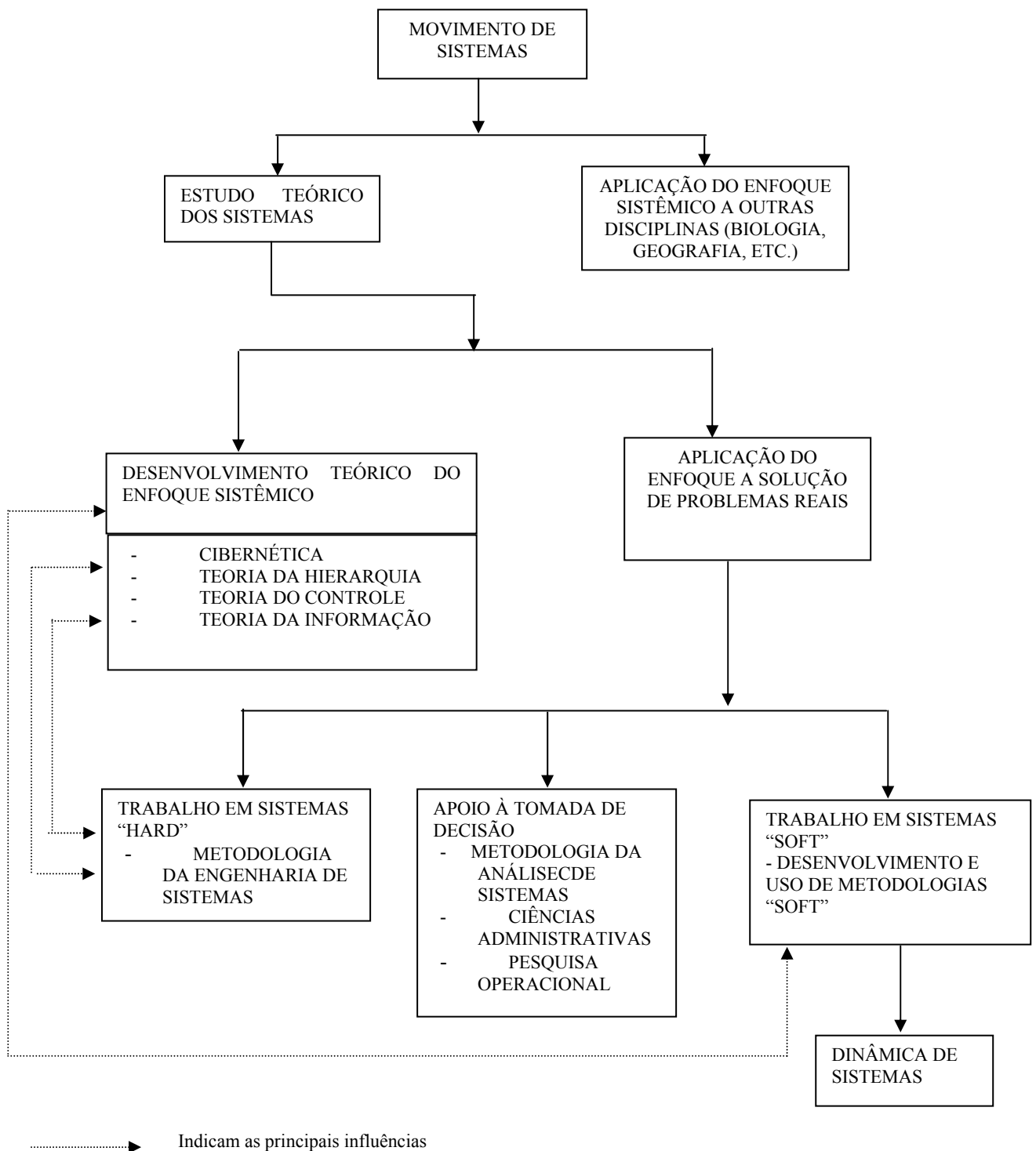


Figura 2.2: Fases do Movimento de Sistemas Adaptado (BELHOT, 1998)

## 2.2 DINÂMICA DE SISTEMAS

As idéias de Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics* (SD)) surgiram inicialmente na década de 60, com o trabalho de Jay Forrester no MIT (Massachusetts Institute of Technology). Sua teoria foi baseada em sistemas de *feedback* e de controle com a finalidade de avaliar negócios e contextos organizacionais e sociais. Isto fez com que fosse desenvolvida uma metodologia analítica de modelagem (FLOOD & JACKSON, 1997).

As idéias essenciais são muito básicas. O argumento principal é o de que qualquer situação pode ser considerada complexa, principalmente em termos de elementos e seus fluxos, fluxos sendo as relações entre os elementos. Todos os elementos devem ser incluídos dentro de uma fronteira. Conectando-se os elementos, os mesmos devem formar *loops* e conseqüentemente as análises de *feedbacks* são muito importantes. De fato, o modelo de Dinâmica de Sistemas pode ser muito parecido com a figura 2.1, entretanto, nota-se que os *inputs* e *outputs* são restritos em Dinâmica de Sistemas.

Uma visão do que representa Dinâmica de Sistemas pode ser expressa como aquela que tem sua ênfase na estrutura e no processo dentro da estrutura, assumindo que essa é a melhor maneira que o comportamento dinâmico no “mundo real” pode ser caracterizado. Dinâmica de Sistemas, então, considera o comportamento sendo causa principalmente de sua estrutura. Estrutura, neste caso, consiste não somente em aspectos físicos de plantas e processos de produção, mas também faz referências importantes a políticas e tradições, ambas tangíveis e intangíveis, que dominam as tomadas de decisões.

Partindo deste ponto de vista, SD assume que análises de uma situação pode ser compreendida de um ponto de vista objetivo externo e que a estrutura e o processo dinâmico do “mundo real” pode ser recriado em ambos os sistemas de diagramas e os modelos matemáticos.

Essas idéias podem ser transmitidas para um contexto organizacional. Muitas situações sociais e de negócios podem ser caracterizadas pela complexidade de seus elementos de estrutura e de *loops* de *feedback* multi-causal que existe entre os elementos. O output, ou saída, de um elemento tornar-se-á um input de outro elemento e

assim, essa extensão se tornará complexa com esses intercâmbios, os quais podem explicar um fenômeno de mudança. Agora, representar num modelo de SD é um passo para a codificação mais adiante num computador, para que possa rapidamente haver simulações dessas interações e interconexões dos *loops*, e, desta maneira, criando novos cenários para futuros negócios.

Para analisar sistemas de *feedback* em termos de Dinâmica de Sistemas é normal concentrar-se em quatro aspectos da estrutura do sistema (FORRESTER, 1961):

- Tempo de espera (*Time Delay*)
- Níveis/ Estoques
- Taxas
- Políticas

O significado destes serão discutidos nas seções seguintes.

### **2.2.1 TEMPO DE ESPERA OU TIME DELAY**

É importante notar que informações e materiais (ou o que quer que seja para preparar o “início” do sistema) são raramente transmitidos e recebidos instantaneamente. Para dar um exemplo simples, pedidos devem ser mandados pelos clientes para seus fornecedores via correio, desta maneira, introduzindo um tempo de espera de pelo menos um dia. Similarmente, uma companhia deve ter uma boa razão para aumentar a produção em 20% mas também enfrenta, como consequência, um tempo de processo de quatro semanas para fazê-lo, pois precisa de mais treinamento de pessoal. Tempos de espera ocorrem devido a um conjunto de fatores legítimos e, freqüentemente, estes devem ser reduzidos a custo. Por exemplo, uma companhia com armazém de distribuição, geograficamente disperso, deve escolher para transmitir informações sobre seus níveis de estoque por transferência via fax ao invés de utilizar o correio normal.

Tempos de espera (*time delay*), de qualquer tipo, podem ter efeitos profundos dentro de sistemas de *feedback*. Como um exemplo trivial, a maioria das pessoas tem tido experiências de angústia, aflição tentando controlar a temperatura de um chuveiro que tem válvula manual de mistura. Tipicamente, tal válvula mistura água quente e fria de fontes separadas. O misturador passa água para a cabeça do chuveiro e

dali para a pessoa. Infelizmente, leva um certo tempo para a água atravessar desde a válvula misturadora até a cabeça do chuveiro. Conseqüentemente, o modelo familiar de eventos desdobra-se em:

1. O banhista entra no boxe do chuveiro e liga a saída de água, mas a água está muito fria porque o chuveiro foi usado a um certo tempo atrás;
2. O banhista liga a válvula misturadora para o quente a fim de aumentar a temperatura da água;
3. O efeito imediato, assim que o banhista ligou a válvula misturadora, é o de esquentar mais;
4. Água escaldante alcança o banhista agora, que furiosamente liga a válvula misturadora para o lado frio;
5. A água ainda está quente, então, o banhista ainda vira mais a válvula misturadora para o lado frio;
6. O banhista agora é alcançado por água fria. Logo, o banhista vira a válvula misturadora para o quente, mas não com efeito imediato.

E o processo continua.

A figura 2.3 mostra o modelo deste processo com as suas relações e *loops*.

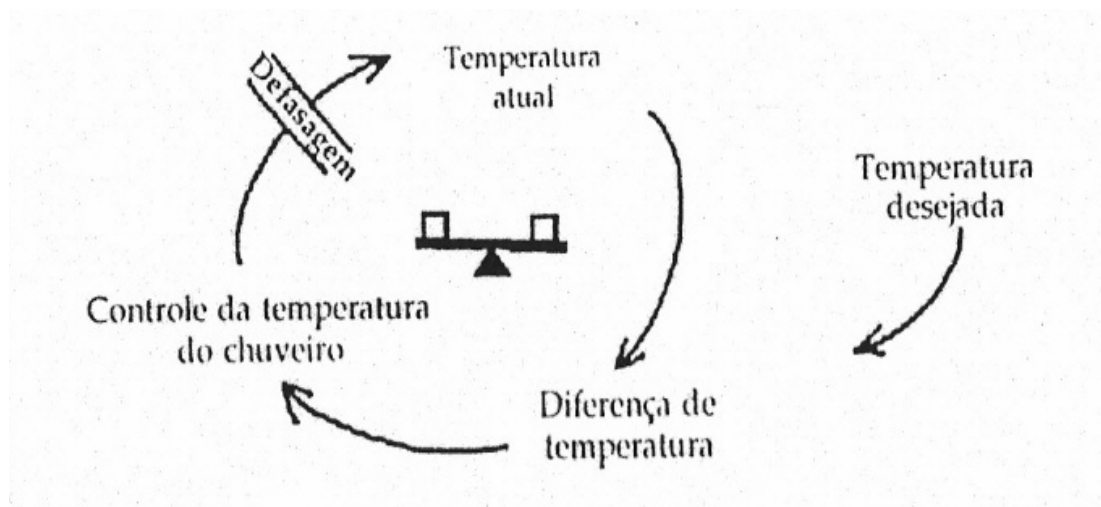


Figura 2.3: Modelo do controle de temperatura do chuveiro (SENGE, 1998).

Com o fluxo de água estável e um banhista inteligente, as oscilações de temperatura diminuem de amplitude até a temperatura correta ser alcançada. Tudo isso porque o tempo de espera é um sistema simples. A figura 2.4 mostra as oscilações de temperatura e suas eventuais amortecidas. Para permitir tais oscilações, a resposta é reduzir o tempo de espera. Deste modo, a temperatura deveria ser sentida tão perto da válvula misturadora quanto possível. Por esta razão, se o termostato é usado, deveria ser localizado no circuito imediatamente depois da válvula.

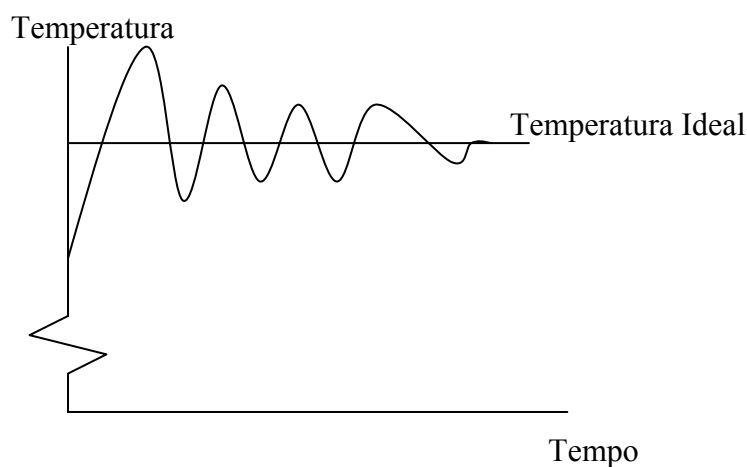


Figura 2.4: Variações de temperatura sob o chuveiro

### 2.2.2 NÍVEIS/ ESTOQUES

Sistemas organizacionais contém acumulações. Em Dinâmica de Sistemas, estes são geralmente chamados de níveis. As condições correntes dos níveis dentro de um sistema corresponde ao estado do sistema. Com frequência, os níveis são claramente reconhecíveis tais como (por exemplo, estoques de vários tipos). Outro exemplo ocorre no controle de fluxo de caixa os quais são produzidos por entradas e saídas de fundos (FORRESTER, 1961).

Na modelagem de sistemas de *feedback* é importante identificar os níveis relevantes do sistema. Geralmente, estes níveis estão sujeitos a algum controle pelo gerenciamento da organização. Examinando estes níveis dentro do sistema, o estado do sistema pode ser compreendido e ter uma ação de correção apropriada.

Como exemplo de estoques, tem-se qualquer estoque de uma empresa, ou no caso deste trabalho, pode-se considerar com estoque a quantidade de docentes efetivos da universidade ou qualquer quantidade de funcionários ou outra coisa que se acumule. O nível é a quantidade de pessoas ou materiais que se encontra no estoque.

### **2.2.3 TAXAS/ FLUXOS**

Atividades estão presentes em qualquer sistema dinâmico. Esta atividade deve ser representada por um fluxo/ taxa pelo qual controla os níveis do sistema. Deste modo, os balanços de caixa são afetados pela taxa com que o fluxo de moeda entra e sai da organização. Estas taxas de fluxo variam continuamente e devem ser representadas de tal forma que se possa capturar esta variação. Fluxos ocorrem instantaneamente, mas podem ser medidas úteis tais como taxas médias sobre um período. Se o período for pequeno o suficiente, então, as mudanças na taxa irão ocorrer suavemente e, desta maneira, captar alguma coisa da variação da continuidade. As taxas e fluxos representam, por exemplo, tudo o que entra ou sai de um estoque. No caso dos professores, existe o fluxo de saída que são os professores aposentados ou afastados e o de entrada que são os concursos ou professores substitutos. E a taxa é a quantidade de entrada e saída do fluxo, ou seja, o número de professores contratados e o número de professores aposentados, afastados entre outros. Essa taxa não é igual para a entrada e saída, modificando, assim, o estoque.

### **2.2.4 POLÍTICAS**

Os métodos de Dinâmica de Sistemas vêem os sistemas de *feedback* como seqüências interconectadas de níveis e fluxos. Fluxos de matéria e de informações de um nível para outro. Desta forma, os níveis são afetados por uma taxa, e as taxas podem ser afetadas pelos estoques. Como um exemplo, os estoques de produtos acabados do fabricante são determinados por, pelo menos, duas taxas de fluxo.

1. Taxa de expedição para os consumidores

## 2. Taxa de produção de produtos finais bons

Por sua vez, a produção e taxas de expedição são afetadas pelo nível de estoques acabados. Os produtos acabados não podem ser despachados se eles não foram produzidos. Desta forma, a taxa de despacho depende, de certa forma, dos níveis de estoque dos produtos acabados. Similarmente os estoques de produtos acabados são muito altos, o gerenciamento deve decidir cortar a produção.

Assim sendo, em termos de Dinâmica de Sistemas, as políticas são declarações explícitas de como os níveis afetam as taxas e como as taxas afetam os níveis. Nos sistemas de *feedback*, as políticas são expressas como regras específicas de decisões nas quais as ações devem ser tomadas para alcançar um dado estado. Por esta razão, eles devem especificar a taxa de fluxo necessário para alcançar um certo nível.

Considera-se todo sistema como complexo, definindo seus componentes como elementos e fluxos, sendo que esses segundos constituem-se nos relacionamentos entre os primeiros. Todos os elementos importantes devem ser incluídos dentro de um campo delimitado. Conectando-se os elementos formam-se *loops*, tornando possível uma análise da realimentação tipo causa e efeito (ZAMBON, 1999).

Dinâmica de Sistemas surge, então, com a proposta de resolução de problemas complexos, utilizando simulação computacional, e ainda, conjuntamente com idéias de Pensamento Sistêmico. Sua representação é em forma de diagramas de estoques e fluxos. Como mostra a figura 2.4.

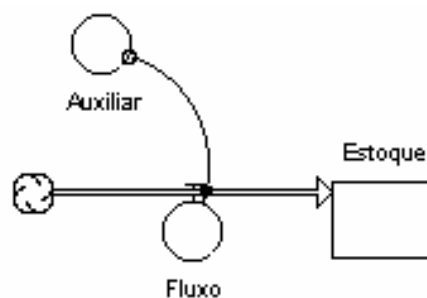


Figura 2.4: Representação de um fluxo e estoque utilizado em Dinâmica de Sistemas (SAITO, 2000).

Os diagramas de estoque e fluxo não são tão difíceis de aprender como se poderia imaginar, e, a utilização de um *software* de simulação torna mais branda a tarefa de concepção de modelos, auxiliando o analista a vencer as etapas de modelagem matemática e lógica, pois disponibiliza ferramentas para a criação interativa de modelos. A partir da criação do diagrama, o próprio sistema checa a consistência lógica e cria as equações matemáticas necessárias (ZAMBON, 1999).

A maioria das pessoas acredita que o melhor processo de aprendizagem é a experiência no ambiente de trabalho. Entretanto, o processo de aprendizagem por meio da experiência é limitado. Essa limitação ocorre devido a vários fatores, dentre eles pode-se destacar, por exemplo, o tempo de resposta em relação a uma tomada de decisão. Quando os resultados de nossas decisões extrapolam os limites de uma extensão temporal e espacial estreita o bastante para serem apreendidos pela nossa percepção, ou seja, quando as conseqüências dos nossos atos ocorrem além das fronteiras do nosso horizonte de aprendizagem, torna-se impossível aprender por meio da experiência direta. A simulação é uma parte essencial do treinamento em pensamento sistêmico. Quando criamos um mapa de um sistema, através de arquétipos, diagramas de enlaces causais, ou estoques e fluxos, não fazemos nada mais do que propor hipóteses. Essas hipóteses necessitam ser provadas.

A simulação é o único modo prático de testar as teorias que são propostas através das análises de sistemas, sendo assim, o único modo prático de aprender acerca da relação entre a estrutura desses sistemas e a dinâmica que eles produzem (SENGE, 1998).

### **2.2.5 MODELO E METODOLOGIA**

Existem muitas versões de como um modelo com qualidade pode ser formulado. A maioria delas concentra-se na formulação e simulação, e esquece de lidar explicitamente com questões de utilidade pragmática, e assim correm o risco de alcançarem soberba científica e, no entanto serem elefantes brancos praticamente inúteis. Por esta razão será apresentada uma compilação metodológica de modelagem. A metodologia de modelagem em estudo é exposta na figura 2.4.



Inicialmente existe uma situação de problema organizacional que foca a atenção daqueles envolvidos em tomadas de decisões, e que os leva para as atividades do objetivo em mãos.

É essencial no começo efetuar formulação de tarefas, que ajude a considerar o que possa ser um caminho apropriado a *posteriori*.

Em Dinâmica de Sistemas é preciso organizar uma forma de identificar os propósitos nos modelos. Estes determinam em termos unitários as características essenciais do modelo a ser formulado.

Uma investigação potencialmente merecedora neste estágio é empreender uma revisão crítica dos modelos existentes. Em alguns casos dificuldades particulares talvez já tenham sido rigorosamente tratadas e as descobertas reportadas em jornais ou outras formas de literatura. Por exemplo, muitas dificuldades na área dos serviços de saúde já foram tratadas por meio de técnicas de pesquisa operacional e métodos de simulação (SAITO, 2000). Ao executar uma revisão deste gênero, investigadores talvez sejam capazes de incorporar um elemento pragmático nos seus estudos de acordo com descobertas anteriores.

A figura 2.5 mostra os passos que serão seguidos para a confecção deste trabalho, partindo da situação problema e mostrando os passos seguidos até chegar às hipóteses e o modelo proposto para uma melhor análise das variáveis da situação problema inicial.

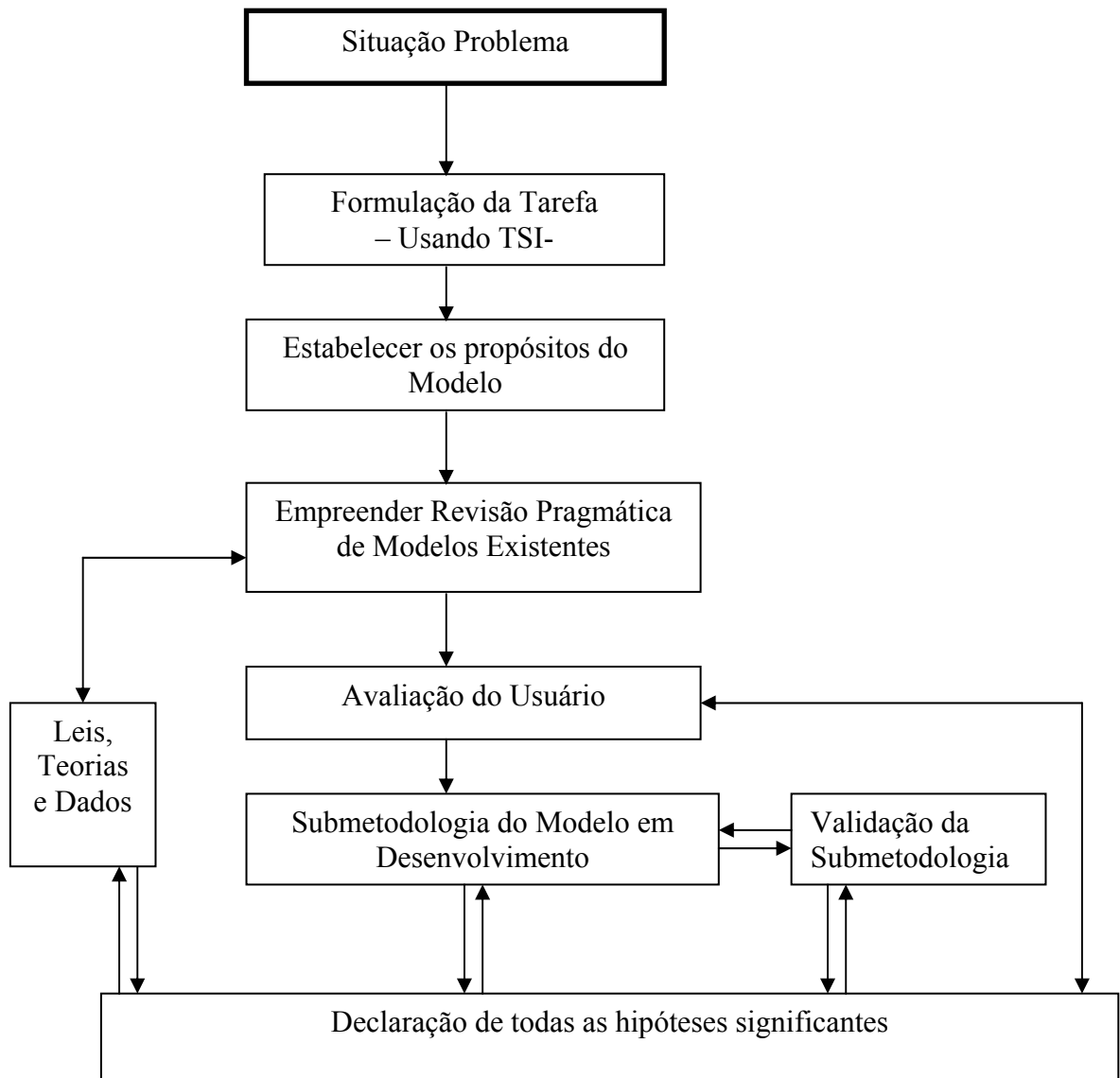


Figura 2.5: Metodologia de Modelagem que integra o processo lógico do Processo de TSI (Total Systems Intervention). Flood e Jackson, 1997. P.66

Onde:

- *Situação Problema*: é a situação ou o ambiente a ser analisado, com seus problemas e qualidades. Observa-se o que está funcionando bem naquela situação e quais as variáveis que possibilitam uma análise satisfatória e também as variáveis que precisam ser melhoradas;

- *Formulação da Tarefa:* Depois de analisada a situação problema, define-se as atitudes a serem tomadas e as variáveis que necessitam de alterações bem como quais alterações são necessárias;
- *Estabelecer os Propósitos do Modelo:* Uma vez definido o problema e o que será alterado, define-se o modelo e as variáveis a serem utilizadas neste para que não altere o propósito da situação problema, mas que permita que os resultados sejam mais próximos possíveis da realidade;
- *Empreender Revisão Pragmática de Modelos Existentes:* Revisar todas as variáveis e relações do modelo de forma que o objetivo seja mantido e se corrijam as falhas existentes;
- *Avaliação do Usuário:* O usuário testa o programa, de forma a avaliar a utilidade do modelo e sua eficiência para o fim a que se objetiva;
- *Submetodologia do Modelo em desenvolvimento:* É a forma como a metodologia foi utilizada para o desenvolvimento do modelo e a resolução da situação problema, onde da utilização de Dinâmica de Sistemas e de estudo de caso;
- *Leis, Teorias e Dados:* Tudo o que é necessário se analisar e utilizar no modelo para que este seja o mais fiel possível à realidade;
- *Validação da Submetodologia:* Analisar e aprovar o modelo, suas variáveis e a sua significância para a resolução da situação problema;
- *Declaração de Todas as Hipóteses Significantes:* Documentação de todas as hipóteses e dados importantes para o modelo e a documentação do próprio modelo.

Apesar de ter sido discutido usando modelos como maneira de fazer previsões, isto não exclui a idéia de que a estrutura de modelos pode por ela mesma representar propostas de projetos organizacionais, e assim um conhecimento profundo dos usuários (aqueles afetados pelo projeto) talvez seja necessário para que projetos “relevantes” sejam estabelecidos. Não se trata de questionar os propósitos, lidando através da lógica e do processo de TSI, mas resume-se a levantar questões acerca da praticabilidade. O projeto deve ajudar as pessoas a atingir os objetivos propostos.

A revisão de modelos existentes e análises de usuários são importantes precursores para a formulação do modelo.

A construção de modelos começa com o desenho usando uma submetodologia de desenvolvimento de modelos (uma parte do esquema da figura 2.4). Existe um número de questões-chaves que temos de refletir, sendo importante incluir a disponibilidade dos dados, teorias significativas na área de interesse e quaisquer leis que cuja origem tenha sido uma derivação da explicação de dado fenômeno. Também, uma miríade de suposições serão elaboradas, com qualquer esforço de modelagem. Estas devem ser declaradas com vista a aumentar a transparência do modelo e diminuir falseabilidade. O número, importância e controvérsia destas suposições serão ligadas com qualidade e disponibilidade dos dados, teorias e leis.

Em Dinâmica de Sistemas, a variação é um processo de estabelecimento de confiança na solidez e utilidade de um modelo. Porém, tal validação é dificultada devido aos diversos públicos interessados, cada um tendo seus próprios objetivos e critérios para avaliação de um modelo. Para um cientista, um modelo pode ser considerado útil se ele gera compreensão sobre a estrutura do sistema real, e, estimula questões significativas para pesquisas futuras. Para o público e líderes políticos, a utilidade do modelo estaria em esclarecer as causas de problemas importantes e proporcionar uma base para planejar políticas que possam aperfeiçoar comportamentos no futuro.

A natureza dos modelos em Dinâmica de Sistemas permite a aplicação de muitos testes de estrutura e de comportamento que não são possíveis em outros tipos de modelos e simulação. Por outro lado, alguns testes amplamente usados, tais como os testes estatísticos de hipótese, são ou impróprios ou suplementares aos testes aplicados em modelos em Dinâmica de Sistemas (FORRESTER, 1961).

A primeira prova de um modelo é exigir que seu comportamento não seja evidentemente impossível, ou seja, deve mostrar consistência com nosso conhecimento do sistema real. Exemplos de comportamentos inconsistentes são: estoques físicos de itens negativos ou variáveis que podem crescer acima do concebido no sistema real.

Outro teste efetivo do modelo consiste em verificar seu comportamento mediante entradas de valores de prova críticos, sejam eles consistentes ou inconsistentes.

Forrester recomenda que o conjunto de testes de estrutura sejam realizados, pois eles são intrinsecamente parte do processo de construção de modelos em Dinâmica de Sistemas.

### 2.3 ORGANIZAÇÕES QUE APRENDEM

A empresa é um macro-sistema, ou sistema complexo, cuja responsabilidade é definir os fluxos de materiais, valores, e pessoal existentes, produzindo também, uma gama muito grande de informações, que possibilitam o planejamento, coordenação e controle de suas atividades e que esses sistemas complexos podem ser subdivididos, com a finalidade de análise, em vários subsistemas. Esses subsistemas agregam informações qualitativamente iguais, ou similares, cuja ação converge para um mesmo fim, como por exemplo, gerir bens patrimoniais.

A citação do parágrafo anterior mostra, num espectro mínimo, um pouco da complexidade de uma organização. Para as pessoas que vivem esta realidade, tentar compreender a organização de maneira completa passa a ser uma tarefa quase impossível, pois além da dimensão da mesma, outros fatores interferem neste processo, como por exemplo o fato das próprias pessoas não estarem dispostas a isso. Entretanto, uma empresa que realmente estiver disposta a adotar a filosofia das Organizações que Aprendem (*Learning Organization* (LO)) irá se deparar com a dificuldade de transmissão do conhecimento, e principalmente do consenso quanto aos problemas envolvidos na organização, afinal, cada indivíduo é único e isso faz com que seus modelos mentais não, necessariamente, sejam exatamente iguais aos do resto da organização.

Para este problema, uma das possíveis soluções é a utilização das metodologias de Dinâmica de Sistemas e Pensamento Sistêmico em conjunto com LO. Segundo o trabalho desenvolvido no Laboratório de Dinâmica Industrial (DEP/UFSCar), a utilização de diagramas de *loops* e enlances causais, aliados a utilização de simulação vivencial (jogos de empresa) e computacional (*software* de Dinâmica de Sistemas, como POWERSIM E STELLA) deve reduzir esta dificuldade de visualização do todo, da identificação dos problemas vividos pela organização, e ainda, permitir que os indivíduos da organização tenham o mesmo modelo mental, e, quando

isto ocorre, as pessoas começam a descobrir as reais dificuldades de gestão e passam, então, a aprender mais e mais. Essa relação pode ser mostrada na figura 2.6.

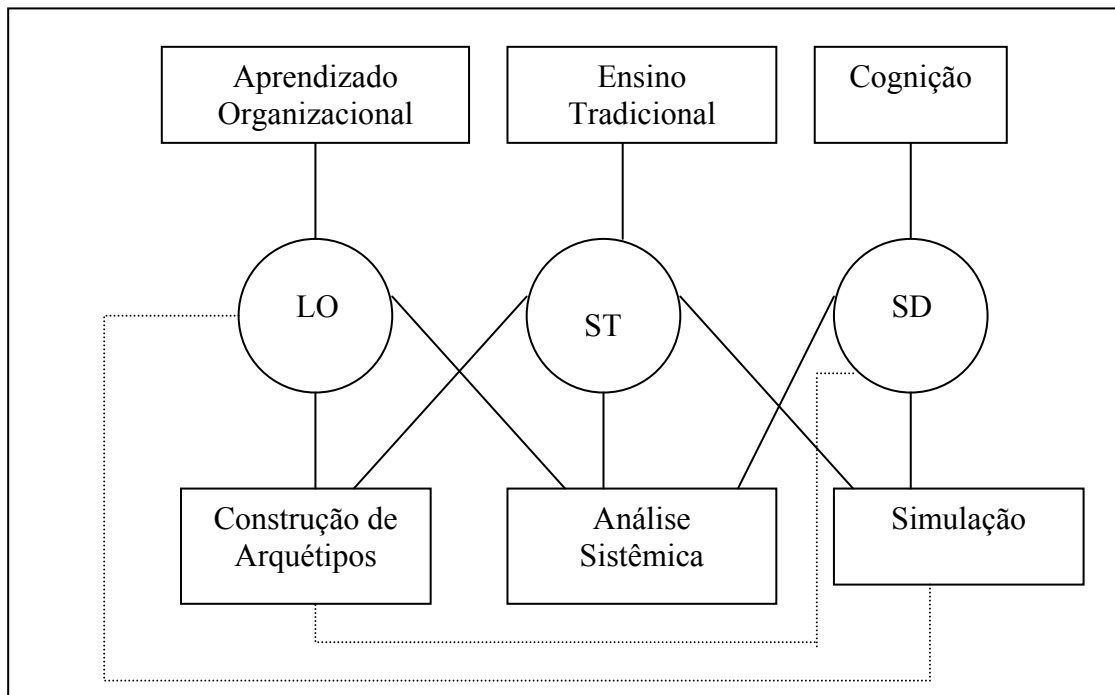


Figura 2.6: Inter-relação entre as metodologias de Dinâmica de Sistemas, Pensamento Sistêmico e Organizações que Aprendem, (LABORATÓRIO DE DINÂMICA INDUSTRIAL, 1999).

Organização que Aprende (LO), como conceito e filosofia, está aumentando em larga escala nas empresas, sejam elas gigantescas multinacionais ou pequenas fábricas. Os resultados positivos desta filosofia dependem consideravelmente da interpretação e comprometimento com a mesma. Uma definição para LO: uma organização que aprende e ensina as pessoas a aprenderem, com isso, promove trocas de informações entre os funcionários, e, com isso, cria uma força de trabalho com maior conhecimento, ou seja, o homem é o principal meio de alavancagem para o processo de mudanças e desenvolvimento organizacional (SENGE, 2000).

A filosofia das Organizações que Aprendem busca mostrar com suas ferramentas, a importância do conhecimento não fragmentado, mostrar a ilusão de que o mundo é feito de forças separadas, sem relação entre si. Segundo SENGE, 1998, as

Organizações que Aprendem tem cinco pilares principais: o pensamento sistêmico, modelos mentais, domínio pessoal, aprendizagem em equipe e visão compartilhada.

1. *Pensamento Sistêmico*: as empresas, assim como outros feitos humanos também são sistemas, e, estão conectados por fios invisíveis de ações inter-relacionadas, que por muitas vezes levam anos para manifestar seus efeitos sobre as outras, ou seja, o ser humano tem uma limitação cognitiva que não permite conhecer os resultados de todas as suas ações, e como suas forças estão inter-relacionadas com o ambiente.
2. *Modelos Mentais*: pressupostos, generalizações ou mesmo imagens que influenciam a forma do ser humano ver o mundo. Os modelos mentais influenciam a ação do indivíduo, sendo sua interpretação da realidade. Os seres humanos não possuem modelos mentais idênticos entre si, ou seja, cada pessoa compreende a realidade à sua maneira. Isso pode dificultar na hora de um trabalho em equipe, pois cada um está vendo o mundo através do seu exclusivo modelo mental.
3. *Domínio Pessoal*: a disciplina de continuamente esclarecer e aprofundar a visão pessoal, de concentrar as energias, de desenvolver paciência e de ver a realidade subjetivamente. Essa disciplina diz respeito também ao comprometimento com as decisões que serão transformadas em ações, ou seja, estar o tempo todo com o foco no problema em questão.
4. *Aprendizagem em Equipe*: o aprendizado em equipe pressupõe a capacidade do ser humano em deixar de lado as idéias pré-concebidas e participar de um “pensamento em conjunto”. Para isso acontecer tem que haver a prática do diálogo, que envolve também o reconhecimento dos padrões de interação que dificultam a aprendizagem nas equipes. Os padrões de defesa frequentemente são profundamente enraizados na forma de operação da equipe, e, se não forem detectados, minam a aprendizagem.
5. *Visão Compartilhada*: esta prática envolve as habilidades de descobrir “imagens do futuro” compartilhadas que estimulem o

compromisso e o envolvimento, em lugar de mera aceitação, ou seja, trata-se de questão de liderança. A liderança maior ocorre quando seu líder permite que todos os demais também sejam líderes, sendo assim, o comprometimento e o estímulo para o cumprimento das metas serão mais eficientes.

As organizações que aprendem são organizações nas quais as pessoas expandem continuamente sua capacidade de criar os resultados que realmente desejam, onde se estimulam padrões de pensamento novos e abrangentes, a aspiração coletiva ganha liberdade e onde as pessoas aprendem continuamente juntas (SENGE, 1998).

Essa aprendizagem na organização a leva a um patamar mais elevado, onde a flexibilidade é possível, pois as pessoas estão constantemente aprendendo, ou seja, a organização poderá ser mais competitiva respondendo às rápidas mudanças no ambiente tecnológico, social e econômico.

A prática das Organizações que Aprendem leva a um aprendizado em conjunto nas organizações, ou até mesmo entre organizações, dependendo de como for aplicada. A participação de pessoas de diferentes áreas e setores, no caso de cadeias produtivas, possibilita que cada parte se envolva na construção de um modelo que represente não só a sua realidade, mas também a realidade dos demais participantes. Neste caso, estaria se construindo um modelo de cadeia produtiva com as diferentes visões de cada agente, de tal maneira que o modelo final seria um modelo com visão compartilhada.



### **3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA**

#### **3.1 ANÁLISE DO AMBIENTE INSTITUCIONAL**

A gestão e atividades de planejamento de universidades públicas diferem de modo significativo das gestões de universidades privadas, pois seus objetivos e estratégias são distintos.

As universidades federais possuem algumas características particulares na sua gestão, especialmente com relação ao financiamento e autonomia. Esses fatores influenciam no funcionamento da universidade e conseqüentemente na contratação de professores substitutos.

O financiamento das instituições federais de ensino superior (IFES) é estabelecido pelo artigo 212 da Constituição Brasileira, no qual mostra que a União aplica, anualmente, não menos que 18% da receita resultante de impostos, excluída a parcela que é transferida aos estados, Distrito Federal e municípios, na manutenção e desenvolvimento do ensino. No artigo 211 é estabelecido que a União organizará e financiará o sistema federal de ensino e prestará assistência técnica e financeira aos estados, Distrito Federal e aos municípios para o desenvolvimento de seus sistemas de ensino e o atendimento prioritário à escolaridade obrigatória (SANTOS, 2001). Assim sendo, os recursos direcionados para as IFES provém da arrecadação de impostos e contribuições federais à União.

Com relação à autonomia universitária, o Artigo 207 da Constituição Federal discorre sobre a questão: “As universidades gozam da autonomia didático-científica e de gestão financeira e patrimonial e obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão”.

O Artigo 207 do estatuto universitário diz: “a autonomia pode ser exercida em diversas esferas: no plano político, com o direito de as universidades e faculdades elegerem a sua lista sêxtupla de reitores ou diretores; no plano administrativo, dentro dos limites do seu peculiar interesse; no plano financeiro, com

suas verbas e patrimônio próprio; no plano didático, estabelecendo os currículos; no plano disciplinar, a fim de manter a estrutura da sua ordem”.

A seguir podem ser observadas as três competências citadas pela ANDIFES:

- *Didático-Científica*: liberdade de estabelecer políticas e concepções pedagógicas em relação à geração, organização, sistematização, transmissão e disseminação do conhecimento;
- *Administrativa*: capacidade de auto-organização e de edição de normas próprias, no que concerne à escolha de seus dirigentes e à administração de recursos humanos;
- *Gestão Financeira e Patrimonial*: capacidade de gerir recursos financeiros e patrimoniais, disponibilizados pela União ou recebidos em doação, bem como os gerados por ela própria.

A autonomia universitária gera muitos debates e discussões, o que não será tratado neste trabalho, o objetivo deste item é apenas dar um panorama da gestão universitária.

### **3.2 TRATAMENTO DO PROBLEMA EM OUTRAS UNIVERSIDADES FEDERAIS**

Para esta análise foram feitos contatos por meio da ProAd com todas as outras universidades federais por meio e correio eletrônico e das 30 IFES apenas 6 (UFAM, UFLA, UFMG, UFOP, UFPR, UFRN) enviaram respostas de como tratam o problema de professores substitutos. Por esse motivo não serão discutidos e analisados os casos de todas as IFES.

Das respostas obtidas, apenas 2, a UFPR e a UFAM apresentaram um modelo de alocação de professores substitutos e as outras 4 fazem a distribuição por meio de reuniões, de acordo com os pedidos recebidos dos departamentos que são analisados e discutidos quanto à maior necessidade de um departamento ao invés do outro e a dificuldade na distribuição não é grande, pois o número necessário é praticamente constante e, segundo os diretores das ProAds responsáveis pelo envio das informações, a distribuição das vagas tem sido satisfatória, não causando muitas

discussões entre os representantes dos departamentos que acreditam nessa forma como a que melhor satisfaz as suas necessidades. É uma forma de distribuição e alocação que funciona bem para IFES com numero de professores estável e com as necessidades próximas às vagas que a verba recebida permite alocar. Apesar da alocação estar sendo considerada satisfatória, não é a ideal, pois utiliza critérios subjetivos para esta alocação.

A forma de alocação na UFAM é a seguinte, utiliza-se uma matriz lotacional dos docentes por departamento. Aloca-se os substitutos de acordo com as necessidades da matriz de oferta das disciplinas de graduação constante no sistema acadêmico, ofertadas a cada período.

Já a UFPR verifica a quantidade de professores efetivos de cada departamento nos dois anos anteriores. Depois a quantidade de professores efetivos no ano anterior, não considerando afastamentos para capacitação nem para assumir cargos em outros órgãos. Feita a diferença entre os dois anos, chaga-se à quantidade de faltas de professores em cada unidade. Após verifica-se o orçamento disponibilizado para o ano em discussão e utiliza-se o valor definido em torno de 90% do orçamentário para atender aos departamentos. O número de professores para cada unidade é definido fazendo uma regra de três entre o número ideal de substitutos (pela diferença entre os dois anos anteriores) e o possível limitado pelo orçamentário. Considerando-se um número possível pelo orçamentário dividindo o total disponível pelo valor médio de salário de professor substituto de 20 horas, define-se então o máximo para atender às necessidades. Por exemplo, o ideal seria em torno de 380 professores, mas o orçamentário possibilita apenas 350 professores de 20 horas. Faz-se então a proporção para cada departamento com os ajustes necessários. Cada departamento tem X professores de 20 horas. No caso de querer contratar um de 40 horas, ele usa duas vagas do seu departamento. Os 10% restantes do orçamento ficaram numa reserva para atender emergências que sempre ocorrem durante o ano letivo.

Como se pode observar, são critérios diferentes entre si e também diferentes do utilizado na UFSCar, mas que têm atendido às necessidades das IFES com relação aos professores substitutos. Não é possível com esses dados fazer uma análise de qual modelo das universidades é o mais eficiente para alocação, mas o utilizado na UFSCar é de mais fácil entendimento, pois utiliza dados do mesmo ano e não apenas o

número de professores como também outros fatores que influenciam a contratação do substituto.

### 3.3 MODELO ATUAL

Para se entender o modelo a ser apresentado faz-se necessárias algumas definições.

- *Professor Efetivo*: é o professor que prestou concurso para ingressar no quadro de docentes da universidade. Este possui estabilidade, sendo sua a vaga até a aposentadoria ou seu desligamento espontâneo. Os professores efetivos têm como parte de seu trabalho além das aulas, a orientação de alunos e pesquisa.
- *Professor Substituto*: é o professor contratado temporariamente pela universidade para cobrir defasagens no seu quadro de docentes. O contrato destes professores é de 6 meses a um ano, e após esse período eles são automaticamente desligados do quadro de docentes da universidade. As matérias são semestrais, mas devido à necessidade o contrato destes professores pode ser de um ano quando o professor a ser substituído está afastado por esse período ou maior de tempo. Neste caso, na hora da distribuição de vagas para o semestre seguinte ao da contratação, esta vaga contará como preenchida, ou seja, como se estivesse ocupada pelo docente efetivo, pelo menos naquele semestre. O professor substituto é contratado apenas para ministrar aulas, não tendo compromissos com pesquisa e orientação de alunos.

Com o passar dos anos, o número de professores efetivos tem diminuído significativamente por causa de aposentadorias e falta de concursos públicos para contratação de professores para assumir as vagas desses professores que se aposentaram. Essa diferença entre a quantidade de professores e a necessidade está sendo suprida parcialmente pelos professores substitutos. Nem todas as vagas deixadas pelos professores efetivos que se aposentam são preenchidas, pois existe uma cota de verba do governo para contratação de professores substitutos, que não contempla toda a necessidade, motivo pelo qual são utilizadas fórmulas e análises para melhor

distribuição das vagas entre os departamentos que possuem defasagem de professores em seu quadro.

Uma implicação dessa defasagem de professores efetivos está no fato de que com a diminuição de professores efetivos, diminuem também as pesquisas e orientações de alunos, o que pode acarretar em uma formação desses alunos não tão satisfatória, pois os professores substitutos apenas ministram aulas, não tendo horário para outras atividades como tirar dúvidas fora da sala de aula.

Apesar dessas implicações, é necessário que se minimize a falta de professores com professores substitutos. Como dito anteriormente, a necessidade de docentes é maior que o número de vagas que o orçamento permite, portanto é utilizado um modelo computacional para se fazer essa distribuição.

Antes das vagas serem distribuídas pelo modelo, são separadas vagas consideradas de substituição automática e os critérios para isso estão descritos a seguir. O modelo de distribuição de vagas de professores substitutos utilizado atualmente pela UFSCar tem como parâmetros, o número de professores de cada departamento para o semestre, o número de créditos e de alunos no semestre, a necessidade de cada departamento e o número de vagas disponibilizadas pelo orçamento.

As vagas disponibilizadas são determinadas pela verba enviada pela União para este fim específico. A distribuição dessas obedecem aos critérios seguintes:

1. Atendimento a cursos novos, ou seja, aqueles que ainda não realizaram um ciclo completo, os departamentos mais fortemente envolvidos com a oferta de disciplinas estejam em déficit de docentes, ou que estes não possuam conhecimentos específicos.
2. Atendimentos às disciplinas que o departamento por elas responsáveis não possuam em seus quadros professores qualificados para as ministrarem. Os departamentos deverão justificar tais situações em seus pedidos e se comprometerem a treinar seus docentes para sanar essa necessidade.
3. Substituição de docentes com Cargos de Direção na universidade, direito a afastamento compulsório ou reposição legal. Entende-se pelo último, doenças, gravidez, cargo eletivo, entre outros.

4. Para as vagas remanescentes dos critérios anteriores será aplicado um novo critério, de *esforço* do departamento, calculado com base na oferta de disciplinas de graduação para o período (são utilizados os dados dos dois semestres anteriores ao da alocação).
5. Prevê-se também, a alocação de vagas de professores substitutos para atuação junto a UAC e em projetos especiais da Administração.

O cálculo do esforço, que é o critério analisado neste trabalho, é dado pela seguinte fórmula:

$$E = \sum \frac{\text{Créditos} * \text{Alunos}}{\text{DocentesEfetivos}} \quad [1]$$

Fórmula 1: Esforço de cada departamento.

O cálculo do esforço dos departamentos é feito da seguinte forma, multiplica-se o número de créditos de cada departamento no semestre pelo número de alunos do mesmo departamento no mesmo período e divide-se pelo número de docentes efetivos, inicialmente, desse departamento. O resultado é o chamado esforço do departamento que é comparado com o esforço dos demais departamentos e o maior é o que recebe uma vaga de professor substituto.

Essa fórmula mostra como é feito o cálculo das vagas para docentes substitutos após a utilização dos critérios anteriores, ela é utilizada como forma de se definir qual departamento está “se esforçando mais” para manter o nível de ensino. Esse departamento com maior índice vai receber um professor substituto, após isso, seu número de professores será acrescido de um e o esforço de todos os departamentos será recalculado e o maior esforço receberá um professor, e assim por diante.

Antes de serem feitos esses cálculos cada departamento envia à administração os dados de número de créditos, de alunos, de docentes e também o número de professores substitutos necessários para que os outros docentes não fiquem sobrecarregados e o ensino não seja prejudicado.

Quando feito o cálculo, o departamento com maior esforço recebe uma vaga para professor, e esta é subtraída da vagas requeridas. Se por acaso um departamento pediu 5 vagas e com o cálculo do esforço ele recebe todas as requisitadas,

automaticamente seu esforço é zerado no programa, para que não aconteça dele receber um sexto professor e outro departamento que ainda não completou seu quadro, portanto necessita mais dessa vaga fique prejudicado. Por exemplo:

Foram pedidas 35 vagas por todos os departamentos, o departamento de Matemática pediu 8 professores e o de Enfermagem 3 e a universidade possui 30 vagas para distribuir, portanto, 5 vagas ficarão sem serem preenchidas. Fazendo-se os cálculos e a distribuição das vagas, o departamento de matemática consegue completar as 8 vagas pedidas, se este departamento continuar a fazer parte das comparações de esforço e seu esforço for maior que o da enfermagem, a matemática estaria recebendo um nono professor, enquanto que a enfermagem não estaria conseguindo uma das três vagas que para ela seria necessária e a matemática estaria com professores a mais do que o necessário.

Além disso, departamentos que tem como característica atender além de seus alunos também alunos de outros cursos, podem designar os professores efetivos apenas para disciplinas cursadas por seus alunos e professores substitutos para atender os outros cursos podendo causar assim, uma diferença muito grande entre o ensino recebido pelos alunos dos diferentes cursos.

### **3.4 NECESSIDADES DE MUDANÇAS DO MODELO ATUAL**

O modelo atual de alocação de docentes para os departamentos da UFSCar é, de certa forma eficiente, pois este é um critério que evita que um departamento seja beneficiado por interesses individuais. Por outro lado, este é muito questionado por beneficiar departamentos nos quais as turmas de alunos são maiores do que 20, uma vez que para o cálculo se considera o número de alunos e de créditos de cada departamento.

O número de 20 alunos por turma é um valor considerado pela administração da universidade como valor ótimo de uma turma de graduação, pois o esforço do professor no ensino não é tão grande como em turmas maiores e o rendimento dos alunos é maior por eles receberem uma atenção maior dos professores e poderem tirar dúvidas no momento em que a aula está sendo ministrada.

Outro problema é a não se ter possibilidade de obter o histórico dos semestres de forma rápida para comparação das alocações anteriores.

Apesar dos problemas apresentados representantes dos departamentos, bem como outros participantes da CANOA, vêm discutindo uma mudança nos critérios de alocação, e algumas mudanças já foram feitas. No início era utilizada a fórmula da figura 3.1 simplesmente, o que prejudicava departamentos como a enfermagem que necessita em algumas turmas pequenas. Com as discussões ficou aprovado um índice de 12% a mais no esforço para essas matérias com peculiaridades, mas mesmo assim não foi o suficiente para que se suprisse a necessidade completamente.

Para exemplificar o problema temos departamentos como a enfermagem, por exemplo, que necessita de turmas de no máximo 5 alunos em algumas matérias ministradas nos hospitais, onde por motivos de segurança e evitar contaminação do paciente, poucas pessoas são permitidas na sala de exame ou cirurgia ou turmas de 2 alunos no caso de fisioterapia, onde é necessário o acompanhamento do professor durante todo o atendimento. Nesse caso, são necessários vários professores para acompanharem cada turma, quando que em matérias de departamentos como a matemática, que são ministradas para todos os outros departamentos da área de exatas, a turma normalmente varia de 30 a até 60 alunos. Embora os professores atendam bem a essas turmas, seu esforço como calculado atualmente é muito maior.

Essa discussão é complexa, pois todos os departamentos têm necessidade de mais professores, o que torna uma solução, apesar de necessária, difícil de ser encontrada. Apesar disso, houve progressos e algumas soluções estão sendo discutidas. Neste trabalho, são comparadas a situação atual e uma das possibilidades de mudança para esta alocação, possibilitando uma comparação entre estas e também uma observação do histórico.

Esta comparação é possível pela utilização de um programa de simulação, que permite, inclusive, que se faça projeções das necessidades futuras de docentes, podendo, assim, se tomar atitudes como qualificação de docentes efetivos, minimizando a contratação de substitutos e a defasagem dos departamentos.



## **4. DESENVOLVIMENTO DO MODELO**

### **4.1 MODELO**

Um modelo é uma representação da realidade (FIGUEIREDO, 1993), procurando a maior proximidade possível com esta, de forma que se possa entender e fazer previsões para que as atitudes tomadas tenham o efeito desejado.

A grande dificuldade está em se conseguir, de forma simplificada, representar todas as variáveis relevantes na situação a ser modelada e também todas as interações e influências que estas exercem umas sobre as outras. Outra dificuldade é a de que cada pessoa possui um modelo da realidade que a cerca. Unificar estas visões em uma mais lógica e próxima do que todos concordem como sendo real é o que dificulta uma utilização mais massiva dos modelos.

Apesar das dificuldades, os modelos vêm sendo cada vez mais utilizados e procurados principalmente por empresas e pelo governo, por sua facilidade de entendimento e possibilidade de discussões e mudanças sem que com isso, se gaste muito tempo e dinheiro.

### **4.2 APRESENTAÇÃO DO MODELO TEÓRICO**

Neste trabalho está sendo apresentado um modelo, do que é considerado pelo autor ser a melhor representação das influências e relações importantes para a alocação dos professores substitutos.

A seguir está representado o modelo teórico com suas influências positivas ou negativas e as relações mais importantes.

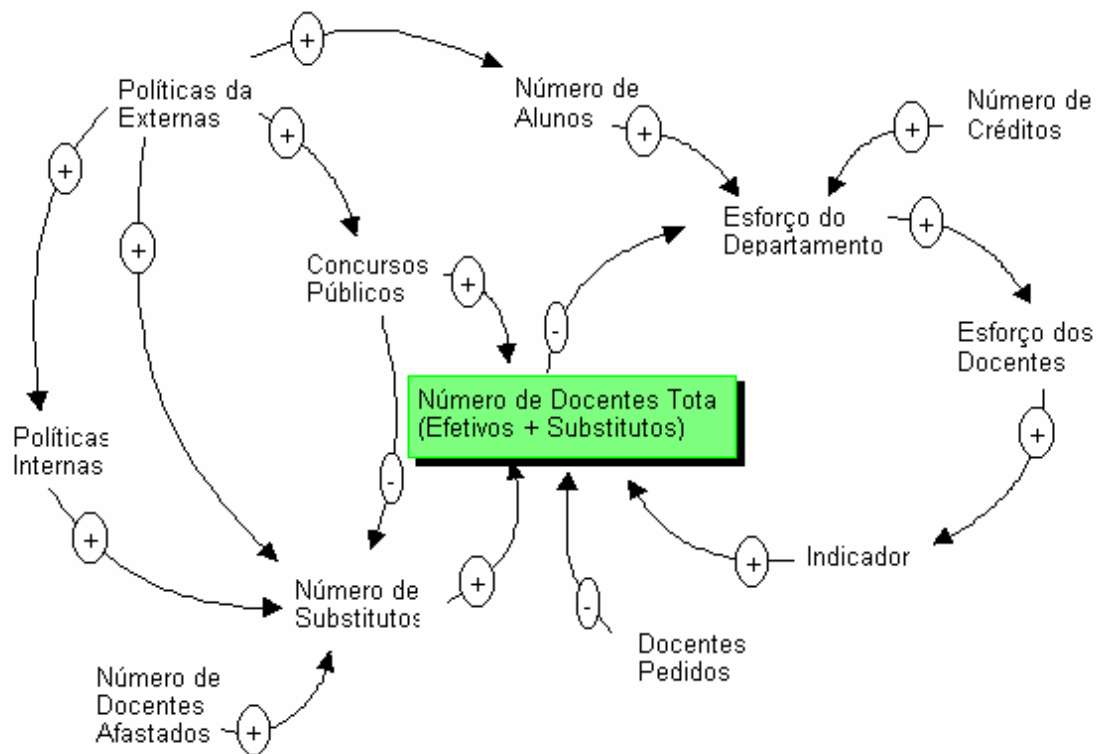


Figura 4.1: Modelo teórico da alocação de professores substitutos.

As políticas externas dizem respeito, por exemplo, às diretrizes de alocação de recursos do MEC para as IFES, à LDB e à GED e, por outro lado, as políticas internas são as diretrizes dos órgãos superiores da UFSCar com relação às suas atividades, gerando variáveis que exercem influência sobre a contratação de professores substitutos. Algumas dessas diretrizes são LDB, GED e professores efetivos afastados da graduação para ministrar aulas na pós-graduação.

Como se pode observar, a alocação de professores substitutos é influenciada pelos pedidos de docentes feito pelos departamentos, o número de substitutos já existentes nos departamentos, indicadores que consideram o esforço do departamento e também do departamento. Cada item é também influenciado por outras variáveis como professores afastados por doenças ou cargos administrativos, gestantes, entre outros.

As influências de uma variável sobre a outra pode ser positiva ou negativa. As influências positivas significam que com o aumento daquela variável, ou sua diminuição, a influenciada por ela irá aumentar ou diminuir da mesma forma. Já a

influência negativa significa que quando a variável aumenta, a influenciada diminui e quando ela diminui, a influenciada aumenta. Essas influências são exemplificadas a seguir.

O número de docentes total é influenciado pelo número de concursos públicos de forma positiva, pois quanto mais concursos houver maior será o número de docentes efetivos, portanto maior será o número de docentes total já que este é o número de docentes efetivos mais o número de docentes substitutos. Da mesma forma, se aumentar o número de concursos públicos, diminuirá o número de docentes substitutos, pois aumentará o número de docentes efetivos.

O número de docentes total influencia de forma negativa o esforço do departamento, pois quanto mais professores o departamento tiver à disposição, menor será o seu esforço que, segundo o modelo apresentado na seção 3.3, é calculado multiplicando-se o número de alunos pelo número de créditos ou pelo o número de turmas multiplicado pelo número de créditos divididos pelo número de docentes que no início é o número de docentes efetivos e a medida que vai se alocando os docentes substitutos este valor passa a ser o número de docentes total (efetivos mais substitutos), então quanto maior esse valor dos docentes totais, menor o esforço.

O esforço do departamento influencia de forma positiva o esforço do docentes porque quanto maior o esforço, mais cada professor está trabalhando, ou seja, mais ele está se esforçando para manter os trabalhos do departamento. O esforço do docentes influencia de forma positiva o indicador, que é uma forma de se mensurar qual departamento possui o maior esforço.

O indicador influencia de forma positiva o número de docentes total, pois quanto maior ele for, maior será também a defasagem entre o número de docentes atual e o número de docentes necessários no departamento, portanto maior a necessidade de receber docentes substitutos e maiores as chances de consegui-los.

No modelo da figura 4.1 pode-se observar que as políticas externas, ou seja, do governo para a graduação influenciam o número de alunos, uma vez que este só pode ser alterado com a permissão do governo, e também o número de professores substitutos, pois é enviada verba específica pelo governo para estas contratações. Sua influência é positiva nos dois casos, pois se aumenta o incentivo para novos cursos, aumenta o número de alunos e a verba enviada para contratação de professores

substitutos quando aumenta permite a contratação de mais docentes e quando diminui a contratação também diminui da mesma forma.

Os números de alunos e de créditos influenciam positivamente o esforço de cada departamento, pois quanto maior o número de alunos, mais os docentes e departamentos terão que se esforçar para um melhor atendimento. Da mesma forma o número de créditos, que determinará o quanto cada departamento terá que se esforçar para que todos sejam cumpridos sem queda na qualidade. O esforço do departamento é influenciado também pelo número de docentes efetivos, desta vez negativamente, pois quanto maior o número de docentes, menor será o esforço individual para que se cumpram os créditos e o atendimento dos alunos.

O número de docentes efetivos é influenciado positivamente pelo esforço de cada docente, do número de substitutos e do número de docentes pedidos. As duas primeiras influências são positivas, uma vez que quanto maior o esforço dos docentes, maior seu número e quanto maior o número de substitutos, maior o número de docentes no quadro da universidade. Já o número de docentes pedidos tem influência negativa, pois quanto mais pedidos houver, menos professores existem no quadro.

O professores substituto é influenciado pelas políticas de graduação como já mostrado. Positivamente pelos professores afastados por qualquer motivo, seja doença, cargos, entre outros e negativamente pelos concursos públicos que aumentam o quadro de professores da universidade diminuindo a necessidade de substitutos.

### **4.3 MODELOS PROPOSTOS**

O modelo teórico mostra as influências entre as variáveis relevantes para a alocação de professores substitutos. A partir deste modelo é possível analisar o modelo utilizado atualmente e o modelo proposto pela CANOA com variações para torná-lo mais eficiente.

A seguir serão representados esses modelos que estarão em forma de cenários no programa computacional utilizado, portanto, o modelo já existente será

representado e referido como cenário 1, o modelo existente e com variações na forma do cálculo do esforço como cenário 2 e a nova proposta como cenários 3 e 4.

#### **4.3.1 CENÁRIO 1 - MEP**

O cenário 1 será chamado de MEP, que significa modelo com o esforço primeiro, ou seja, que utiliza a primeira forma de se calcular os esforços, utilizando número de alunos.

O MEP tem como cálculo inicial a somatória do número de alunos multiplicado pelo número de créditos dividido pelo número de docentes efetivos de cada departamento inicialmente. O número de créditos multiplicado pelo número de alunos é constante para cada departamento em cada semestre e dividido pelo número de docentes, efetivos no início e depois pelo número de docentes efetivos mais os docentes substitutos já alocados, forma uma variável chamada de esforço, que é característica de cada departamento. O número de docentes necessários varia, pois este aumenta ou permanece constante de acordo com o esforço do departamento. O departamento que possui o esforço maior que dos outros recebe uma vaga de professor substituto, depois o esforço é recalculado com o novo valor de docentes para se definir o próximo a receber mais um docente. Isso é feito até que o número de vagas para docentes substitutos disponibilizadas pelo governo sejam completadas. Cada departamento envia para a coordenação da UFSCar o número de docentes necessários para completar seu quadro no semestre, por isso, quando atingido esse valor, seu esforço não entra mais no cálculo do esforço para evitar que departamentos recebam docentes além do que julgam necessário e outros fiquem com deficiência maior do que a real aplicando-se os critérios da forma definida.

A figura 4.2 está representado o MEP:

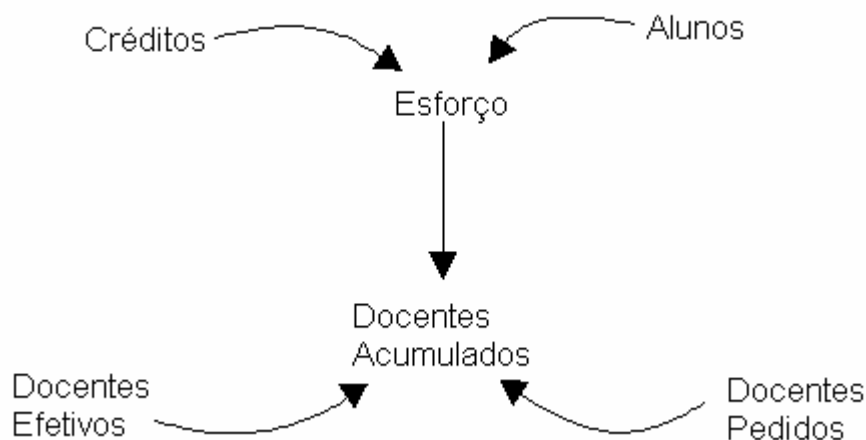


Figura 4.2: MEP

Essa é uma representação simples do modelo que permite observar as relação entre as variáveis por meio das setas que mostram qual variável influencia e qual é influenciada.

### 4.3.2 CENÁRIO 2 – MEA

O cenário 2, também chamado de MEA, modelo de esforço atual, recebe este nome por ser o modelo utilizado atualmente e utilizar os dados do semestre seguinte como será explicado posteriormente, mas que utiliza os dados atuais.

Como visto, o cálculo do esforço para o cenário 1 se dá de forma simples com apenas uma multiplicação. Já no MEA esse cálculo se torna mais complexo e mais próximo das necessidades e exigências apresentadas pelos departamentos nas reuniões do CANOA.

Nesse caso, ao invés de se considerar o número de alunos de cada departamento considera-se o número de turmas oferecidas no semestre. Essa mudança a princípio pode parecer que não é muito significativa, uma vez que as turmas são proporcionais ao número de alunos dos departamentos mas é uma mudança muito importante, pois o tamanho das turmas que é o principal problema discutido para o cenário 1 é colocado como parte integrante do modelo. Esse número de turmas não simplesmente considera quantas turmas o departamento está oferecendo no semestre, mas é feito um trabalho de normalização onde se utiliza fatores de correção para os tamanhos de turmas, ou seja, turmas que necessitam ser pequenas como as do

departamento de enfermagem recebem um peso e departamentos que necessitam de turmas grandes como a matemática que atendem a outros departamentos recebem um outro peso.

É importante ressaltar que os pesos são para as turmas e não para os departamentos ou para as matérias, então departamentos como a matemática e a enfermagem que nos exemplos parecem ser muito distintos em termos de turmas podem ter o mesmo índice de correção em certas turmas oferecidas em determinado semestre, pois apesar da enfermagem possuir necessidade de turmas pequenas em algumas matérias em outras as turmas são do tamanho padrão considerado o ideal. O mesmo ocorre com o departamento da matemática que possui turmas grandes e também turmas do tamanho padrão de matérias mais específicas do curso. Essa padronização e utilização de índices para o tamanho das turmas minimiza os problemas de se utilizar apenas o número de alunos e faz com que a distribuição das vagas seja mais justa.

Outra mudança que podemos observar é a utilização do número de docentes efetivos para o semestre seguinte e não os do passado como no cenário anterior. Essa mudança pode parecer simples e que não trará mudanças significativas, mas essa utilização faz com que os departamentos definam sua necessidade real para o semestre que irá utilizar este professor substituto e não a necessidade que tinha no semestre anterior.

Vale lembrar que os dados para o semestre futuro não são apenas de docentes e sim todos os dados, tanto de número de créditos, turmas, alunos, etc.

Entende-se por semestre futuro o semestre para o qual está sendo feita a alocação, ou seja, aquele semestre onde se irá utilizar o professor substituto alocado. E semestre passado, o semestre que está em curso, ou seja, aquele para o qual a alocação foi feita no semestre anterior e os docentes já estão alocados e ministrando aulas, portanto, esse semestre já possui o seu quadro de professores (substitutos e efetivos) completo ou, pelo menos, da melhor forma que o modelo conseguiu alocar as vagas disponíveis. Essa mudança, a exemplo da mudança de número de alunos para número de turmas, foi aprovada pela CANOA e foi colocado em uso para a alocação.

Os resultados obtidos têm sido satisfatórios e a alocação passou a gerar menos discussões nas reuniões, pois estas eram mudanças há muito desejadas para análise da melhor forma de se alocar os professores.

$$D_j = \frac{(NTD_j * NC) * (\sum p_i)}{NDoc} \quad [2]$$

Fórmula 2: Esforço de cada departamento para o MEA.

Onde:

j - Departamentos

D<sub>j</sub> – Índice de esforço do Departamento j

NTD<sub>j</sub> – Número de turmas do departamento j

NC – Número de créditos do departamento j

P – Número de disciplinas

i- Tamanho das turmas

NDoc – Número de docentes do departamento

Este cálculo é a base para a distribuição de vagas de docentes substitutos, mas não é o único, pois existe ainda a normalização. Esta normalização é feita e depois os resultados obtidos são distribuídos em um gráfico e neste gráfico ele são analisado de acordo com as definições aprovadas pela CANOA . É feito um cálculo de  $1,5\sigma$  e os dados que estão dispostos acima deste valor são os de maior esforço, portanto os que irão receber professores substitutos primeiro. Os que se encontram na faixa entre  $1,5\sigma$  e  $-1,5\sigma$ , têm chances de conseguir uma vaga, mas são menores que na faixa anterior e os que estão abaixo de  $-1,5\sigma$  não irão receber vagas e precisarão tomar alguma atitude para mudar essa situação, uma vez que estando nesta faixa esses departamentos são considerados aqueles que estão se esforçando abaixo do necessário e por esse motivo não estão interessados em receber professores substitutos.

A figura 4.3 está representado o MEA:



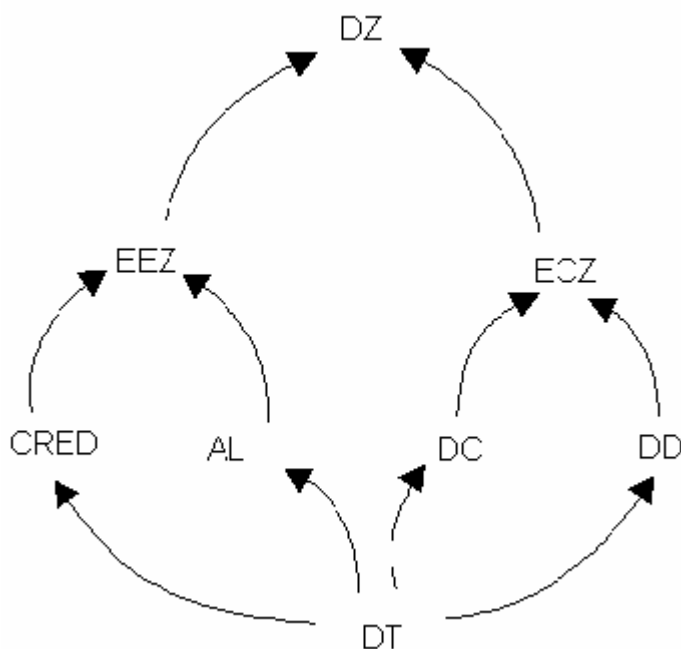


Figura 4.3: MEA

O MEA é muito semelhante ao MEP, mas pode-se observar que suas relações consideram o número de créditos pelo número de turmas e não de alunos, sendo esta a principal diferença entre os cenários mostrados.

### 4.3.3 CENÁRIO 3 - MDE

O cenário 3, chamado de MDE, modelo de esforço efetivo, recebe este nome por ser uma variação do modelo utilizado atualmente para alocação de docentes efetivos na UFSCar.

O MDE é utilizado da mesma forma que o MEP, onde o esforço de cada departamento é calculado e normalizado para evitar que departamentos com turmas maiores ou os com matérias muito específicas sejam privilegiados. Neste cenário, o esforço dos docentes é dado pela somatória normalizada de dois fatores: Esforço normalizado com ensino de graduação e esforço normalizado com capacitação.

Chegou-se a esse cenário como uma proposta das reuniões da CANOA a partir do modelo utilizado na UFSCar para os professores efetivos. O modelo dos professores efetivos além das variáveis adaptadas para o modelo dos professores substitutos, possui também uma variável que considera o esforço dos docentes com

orientação de alunos, o que não cabe para este modelo, pois os professores substitutos são contratados apenas para ministrar aulas. A vantagem da utilização deste modelo é que as variáveis são normalizadas, minimizando, assim, as influências criticadas no MEP.

$$IDZ = EEZ + ECZ \quad [3]$$

Onde:

IDZ – Esforço do Departamento Normalizado

EEZ – Esforço Normalizado com Ensino de Graduação

ECZ – Esforço Normalizado com Capacitação

O esforço com ensino de graduação é dado pela fórmula

$$EE = \left( \sum_j (CRED_j * AL_j) \right) / DT \quad [4] \text{ normalizada. Onde:}$$

EE – Ensino

CRED – Número de Créditos

AL – Número de Alunos

DT – Docentes do Departamento

j – Departamento

A vantagem de se calcular o esforço no ensino dessa forma está no fato de que com a normalização as influências de tamanho de turma são minimizadas, fazendo com que todos os departamentos tenham chances mais próximas.

O esforço com capacitação traz vantagens tanto para os departamentos que possuem mais professores doutores ou doutorandos como para os alunos que vão receber uma educação de maior qualidade, uma vez que seus docentes serão mais capacitados para ministrar as aulas. Esse esforço é dado pela fórmula:

$$EC = (DC + DD) / DT \quad [5]$$

Onde:

EC – Esforço com Capacitação

DC – Docentes se Capacitando

DD – Docentes Doutores

DT – Docentes do Departamento

A normalização dos cálculos, por exemplo, dos EEi é feita da seguinte forma:

$$EEZ_i = (EE_i - \mu) / \sigma \quad [6]$$

Onde:

EEZ – Esforço Normalizado com Ensino de Graduação

EE – Esforço com Ensino de Graduação

i – Departamentos

$\mu$  – Média dos EEi

$\sigma$  – Desvio Padrão

A normalização é feita da mesma forma para todos os esforços.

A utilização do MEA como forma de se definir quais departamentos receberão professores substitutos e sua quantidade minimiza os problemas apresentados pelo MEP, sendo portanto, mais eficiente.

O MDE estão representados na figura 4.4:

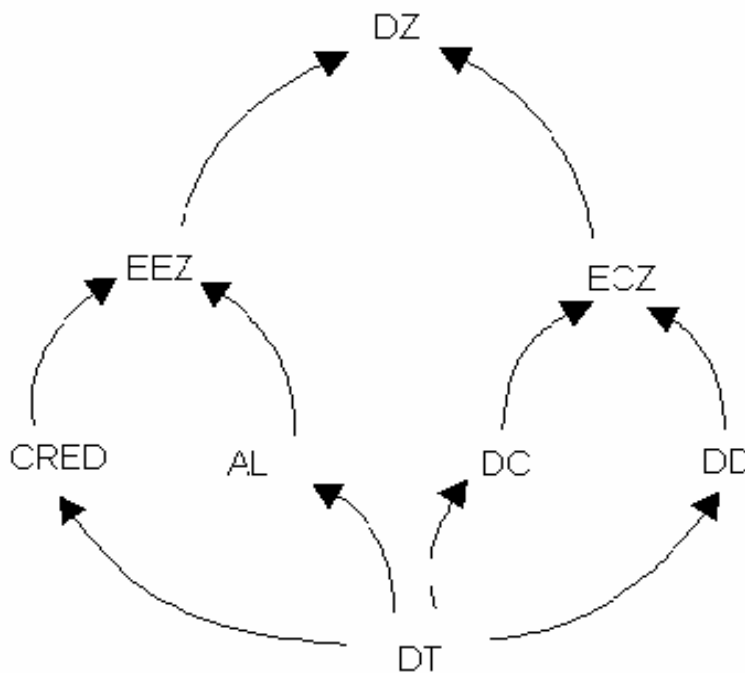


Figura 4.4: MDE.

A figura 4.4 mostra uma modelagem do MDE, que assim como os modelos MEP e MEA, será utilizado posteriormente em simulação para demonstrar a eficiência e possíveis deficiências dos modelos. Esse modelo diz respeito às fórmulas mostradas anteriormente com suas interligações e deixando mais claro as influências que cada fator exerce sobre os outros e sobre o modelo em geral.

O MDE é uma simplificação do modelo de alocação de aulas para os docentes efetivos da UFSCar. O modelo de alocação para efetivos considera o esforço com ensino, o esforço com capacitação, ou seja, quantos docentes estão fazendo doutorado para se capacitarem, o esforço de orientação e o esforço de aulas na pós-graduação. Para o modelo de professores substitutos foi desconsiderado o esforço com orientação, uma vez que estes professores são contratados para 20 horas semanais o que compreende apenas dar aulas, a orientação é feita apenas por professores efetivos, mesmo motivo pelo qual foi desconsiderado o esforço de aulas na pós-graduação. Dessa maneira o modelo engloba apenas as variáveis relevantes ao problema dos professores substitutos e evita esforços desnecessários ao não considerar esforços que apenas iriam trazer um esforço computacional maior e que não seria utilizado.

#### **4.3.4 CENÁRIO 4 - MDEA**

O cenário 4 tem por sigla MDEA, modelo de docentes efetivos atual, por ser próximo do MDE e considerar os dados do semestre atual.

O MDEA é representado da mesma forma que o MDE, sendo suas variáveis e forma de representação as mesmas. A mudança entre os dois cenários está na entrada de dados do número de professores efetivos e do número de turmas e alunos, pois no MDE utiliza-se todos os dados do semestre anterior e no cenário 4 esses dados são os do semestre seguinte, ou seja, do semestre para o qual está sendo requisitado o professor substituto, da mesma forma que no MEA. Como já discutido, essa mudança traz uma vantagem, pois os professores pedidos serão os necessários para as matérias e não os que teriam sido necessários no semestre anterior.

## **5. SIMULAÇÃO E RESULTADOS**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

A seguir serão apresentadas as simulações feitas para os cenários discutidos no capítulo 4. Essas simulações foram feitas no simulador Powersim por sua facilidade de uso e entendimento. Será explicada a lógica do modelo no simulador e os elementos necessários para que a simulação seja feita.

Além dos modelos também serão apresentados os resultados obtidos com a simulação e uma análise comparativa dos mesmos de forma a tornar a tomada de decisão mais fácil, pois a comparação é imediata.

### **5.2 SIMULAÇÃO**

A seguir são apresentados os modelos MEP, MEA, MDE e MDEA na forma que se apresentam no simulador Powersim, com suas conexões e relações. As relações são determinadas por conexões entre variáveis, constantes, fluxos e estoques, que representam dados de entrada e cálculos, transporte de informações e acúmulo das mesmas para análise.

Como pode ser observado, são necessárias variáveis auxiliares de modo a tornar possível os cálculos, mas sem que isso torne o modelo complexo e de difícil entendimento muito pelo contrario, os modelos são simples e extremamente úteis para a apresentação em reuniões de tomada de decisão.

Os modelos que serão utilizados como representação dos cenários simulados são o 1 e o 3, uma vez que o 2 e o 4 são representados da mesma forma e as variações estão nos dados de entrada e no tratamento dos mesmos. Apesar de as figuras serem apenas de dois cenários, todos os quatro foram simulados e seus resultados analisados e discutidos neste trabalho.

Para facilitar o acesso ao modelo, o simulador oferece a possibilidade de se fazer um painel de controle, ou seja, um painel onde se pode acessar um determinado modelo, uma tabela de resultados ou algum dado de entrada.

Para esta simulação, o painel foi confeccionado de forma a facilitar a utilização do simulador para qualquer usuário, pois os dados estão divididos de forma fácil de serem identificados. Além da divisão, existe também uma variação de cores, o que facilita a identificação mais rapidamente.

Para exemplificar a utilização deste painel será utilizado o MEP. Para que o usuário tenha acesso ao modelo do MEP, ou cenário 1, basta ele clicar no botão referente a este cenário, no caso o botão cor de rosa. Fazendo isso, o programa abrirá uma janela na qual foi construído o cenário 1 e o usuário poderá então analisar as variáveis e conexões além de poder fazer alterações e, quando terminado, é só clicar em um botão no cenário 2 escrito retorna, que ele retornará ao painel.

E se este usuário quiser ter acesso aos resultados obtidos na simulação do cenário 1, é só ele clicar no botão de resultados do cenário 1, da mesma cor do botão do cenário para facilitar a identificação, que ele irá até a página referente aos resultados da simulação do cenário 1.

Da mesma forma, se ao invés de ter acesso aos modelos ou aos resultados, o usuário quiser ter acesso aos dados de entrada do número de docentes dos departamentos, é só ele clicar no botão verde e acessar esses dados. E para retornar ao painel sempre haverá um botão retorna.



Figura 5.1: Painel de controle da simulação

A seguir é mostrado o modelo do MEP e do MEA, apesar de serem modelos diferentes em se tratando de entrada de dados, pode-se ter um único modelo representando os dois cenários, pois a diferença entre eles está na qualidade dos dados de entrada e pré-tratamento dos dados, ou seja, em como são feitos os cálculos para se chegar ao esforço, o que é feito antes da entrada dos dados no modelo, a partir do cálculo do esforço inicial, o modelo roda a simulação da mesma forma apenas com dados diferentes.

Nos modelos apresentados a seguir, pode-se observar que existem formas geométricas diferentes, cada uma delas representa um tipo de dado. O losango significa constante, é geralmente utilizado para dados de entrada, uma vez que estes são constantes ao menos na primeira rodada. Os círculos são as variáveis, onde são feitos alguns cálculos ou são dados que variam ao longo do tempo. No caso, o esforço é uma constante, pois é um dado de entrada, já o esforço do departamento é um variável, uma vez que varia a cada rodada com a adição de professores substitutos em seu denominador. As setas são as relações e influências que uma variável tem com a outra. A seta com um círculo no meio é o fluxo e o retângulo, o estoque onde se acumulam os docentes.

Pode-se observar que todos os elementos da simulação estão representados por traços duplos, nesta simulação o traço duplo representa o uso de elementos matriciais, ou seja, a simulação é representada aparentemente apenas por um elemento, mas existem várias camadas atrás deste. Se não fosse utilizada a forma de matriz, o modelo teria que ser repetido 30 vezes, pois são 30 departamentos e só então comparados, dessa forma o modelo se torna mais simples de ser feito e entendido, além de necessitar menos esforço na obtenção de resultados.

A leitura deste modelo é: o esforço é parte dos cálculos do esforço departamento, portanto se liga a ele assim como o número de docentes, que inicialmente é o número de docentes que cada departamento possui em seu quadro, aumentando de acordo com os cálculos de esforço. O esforço departamento se liga a duas variáveis, o valor máximo e o máximo indicador, isso é feito para que se encontre entre os esforços de todos os departamentos, o maior. Esse maior esforço é dado de entrada no fluxo de docentes, assim como o número de docentes pedidos e o número de docentes que o departamento possui inicialmente. Neste momento são feitos cálculos

onde se define que se o esforço for o maior entre os departamentos e se o número de docentes acumulados for menor que o número de docentes do departamento mais o número de docentes pedidos, então o departamento receberá uma vaga de professor substituto.

Como esse simulador tem como sua variável o tempo, fez-se uma adaptação usando-se o tempo, ou seja, o número de vezes que a simulação roda, como o número de vagas disponíveis para serem alocadas, então, se neste semestre existem 50 vagas a serem alocadas, a simulação será rodada 50 vezes e, se no próximo semestre houverem apenas 45 vagas, a simulação será rodada 45 vezes.

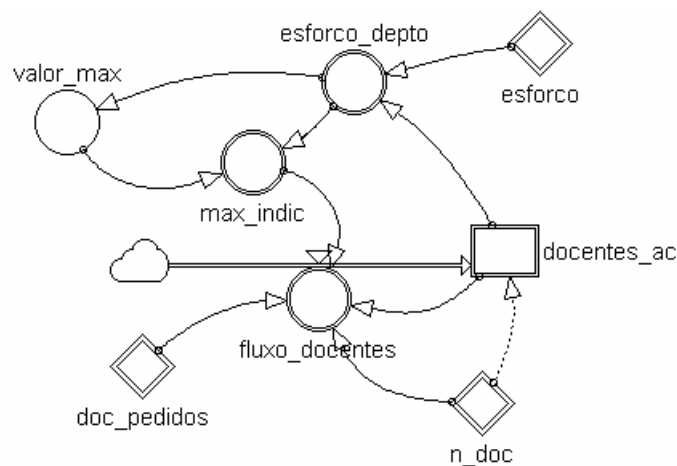


Figura 5.2: Modelos MEP e MEA.

No caso do MDE e MDEA, é utilizado um mesmo modelo, pois aqui também o que varia são valores de dados de entrada. Neste caso, serão diferentes os dados referentes a número de turmas, de créditos e de docentes pedidos, mas a forma de cálculo é a mesma.

Da mesma forma que o MEP, este possui os mesmos elementos, constantes, variáveis, fluxos e estoques, discutidos no capítulo 2, além de serem matrizes da mesma forma que o MEP.

Neste caso, os cálculos são feitos da mesma forma explicada para o MEP, mas utilizando as relações definidas no capítulo 3 para o MDE e MDEA, ou seja, com os valores de turmas, créditos e número de docentes, tem-se o valor de esforço de ensino. E com as informações sobre qualificação dos docentes, tem-se o cálculo do esforço com capacitação. Esses esforços são normalizados, encontra-se o valor máximo,



da mesma forma que nos modelos MEP e MEA, e faz-se a alocação da mesma forma explicada anteriormente. Existem diferenças entre os cenários uma vez que os cálculos para os modelos MEP e MEA são mais simples e também consideram menos variáveis também importantes nos cálculos. Apesar de ser um pouco mais complexo, o MDE é de simples compreensão e análise.

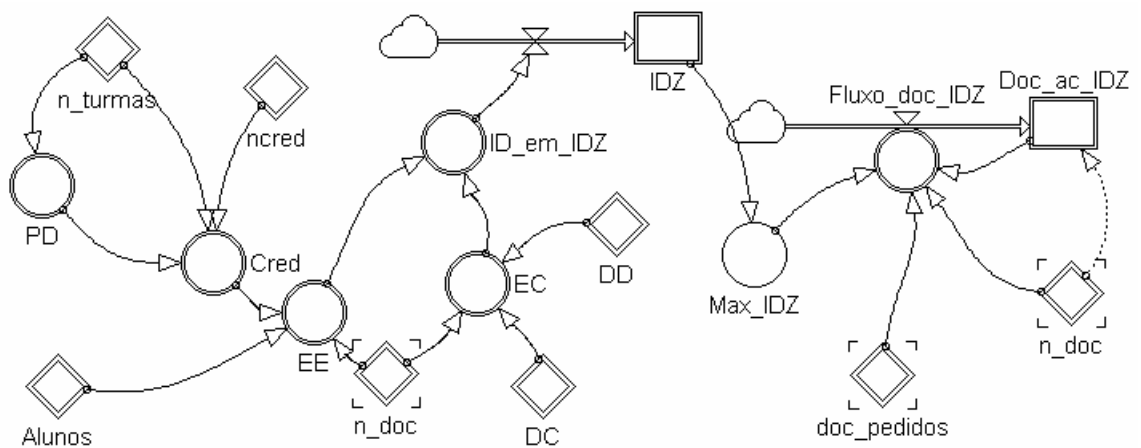


Figura 5.3: Modelo MDE e MDEA.

Esses modelos são de simples compreensão e fáceis de serem aceitos pela comunidade universitária uma vez que é uma adaptação de um modelo já utilizado para os docentes efetivos.

### 5.3 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os resultados obtidos simulação dos quatro modelos foram organizados em uma tabela juntamente com o número de professores efetivos e o número de pedidos feito pelos departamentos para melhor análise das variações na distribuição em cada modelo. O total de vagas a serem alocadas para este semestre foi de 50 vagas, esse dados, assim como os outros utilizados, são dados reais obtidos junto à própria universidade e utilizados na alocação feita atualmente.

Tabela 1: Comparação dos resultados dos diferentes modelos

<b>DEPARTAMENTOS</b>	<b>DOC. EFET.</b>	<b>DOC. PEDIDOS</b>	<b>MEP</b>	<b>MEA</b>	<b>MDE</b>	<b>MDEA</b>
Computação	30	5	32	33	34	35
Eng. de Materiais	46	0	46	46	46	46
Química	40	1	40	40	40	40
Matemática	33	12	45	41	37	36
Física	28	11	34	39	38	38
Eng. Química	28	1	28	29	29	29
Eng. de Produção	34	0	34	34	34	34
Eng. Civil	33	0	33	33	33	33
Estatística	17	1	17	18	18	18
Enfermagem	19	0	19	19	19	19
Fisioterapia	18	5	18	23	22	22
Botânica	6	0	6	6	6	6
Ciênc. Fisiológicas	9	0	9	9	9	9
Genética e Evolução	8	1	8	9	9	9
Educação Física	12	1	12	13	13	13
Terapia Ocupacional	15	0	15	15	15	15
Morfologia e Patologia	7	1	7	8	8	8
Hidrobiologia	12	0	12	12	12	12
Ec. e Biologia Evolutiva	10	1	10	11	11	11
Letras	14	9	21	20	23	23
Ciênc. Sociais	15	4	20	18	20	19
Educação	9	3	11	12	11	12
Filosof.Metod. Ciênc.	9	0	9	9	10	9
Metod. de Ensino	19	0	19	19	22	19
Psicologia	22	6	24	27	30	28
Artes	12	0	15	12	12	12
Ciênc. da Informação	11	0	11	11	11	11
DBV	16	0	16	16	16	16
DTAiSER	13	0	13	13	13	13
DRNPA	9	0	9	9	9	9

A primeira coluna da tabela mostra os departamentos existentes na UFSCar, a segunda coluna, o número de docentes efetivos de cada departamentos, ou seja, os professores concursados que cada departamento possui. A terceira coluna é destinada ao número de docentes requisitados para cada departamento, ou seja, a necessidade de docentes substitutos dos departamentos. As colunas 4, 5, 6 e 7 representam os resultados obtidos nas simulações dos modelos MEP, MEA, MDE e MDEA.

Pode-se observar pelos resultados que estes não variam muito e são coerentes entre si. Também é possível observar que os resultados dos modelos MEA, MDE e MDEA estão mais próximos entre si e o MEP é o mais discrepante, esse fato se dá porque esses modelos sofreram adaptações para satisfazer melhor as necessidades dos departamentos enquanto que o MEP é uma forma mais bruta de tratamento desses dados.

A distribuição dos professores substitutos é mais justa nos modelos MEA e MDEA que são os cenários com mais mudanças requisitadas pelos membros da CANOA, ou seja, considera-se o número de turmas ao invés do número de alunos e também o número de professores para o semestre que irá começar.

O MDE, apesar de considerar o número de turmas por departamento, não considera o número de professores para o semestre seguinte e sim do semestre passado e por isso existem diferenças entre seus resultados e do MDEA, apesar do modelo ser igual. Esses resultados vêm mostrar de forma simples como pequenas mudanças podem alterar os resultados e também como é possível se obter esses resultados e compará-los utilizando-se uma simulação.

#### **5.4 ANÁLISE**

Pode-se observar que os resultados dos modelos MEA, MDE e MDEA são muito próximos entre si e bastante discrepantes do MEP. Isso se deve ao fato de que no cenário 1 os dados são colocados no modelo sem tratamento prévio e acabam por gerarem variações entre os departamentos, pois consideram os valores brutos de número de alunos e não de turmas, como discutido anteriormente. Para os outros cenários foram feitos tratamentos de dados, normalizações e também passou a se considerar número de

turmas ao invés de alunos, o que diminuiu significativamente as discrepâncias apresentadas no MEP.

Observando-se os resultados, tem-se que os modelos MEA e MDEA são os que satisfazem melhor as necessidades da universidade, pois consideram variáveis mais exatas ao que os departamentos desejam. Por esse motivo, a seguir tem-se uma tabela 2 comparando os resultados desses dois modelos.

Tabela 2: Comparação dos resultados dos modelos MEA e MDEA

DEPARTAMENTOS	DOC. EFET.	DOC. PEDIDOS	MEA	MDEA	Comparação MEA x MDEA
Computação	30	5	33	35	+2
Eng. de Materiais	46	0	46	46	0
Química	40	1	40	40	0
Matemática	33	12	41	36	-5
Física	28	11	39	38	-1
Eng. Química	28	1	29	29	0
Eng. de Produção	34	0	34	34	0
Eng. Civil	33	0	33	33	0
Estatística	17	1	18	18	0
Enfermagem	19	0	19	19	0
Fisioterapia	18	5	23	22	-1
Botânica	6	0	6	6	0
Ciênc. Fisiológicas	9	0	9	9	0
Genética e Evolução	8	1	9	9	0
Educação Física	12	1	13	13	0
Terapia Ocupacional	15	0	15	15	0
Morfologia e Patologia	7	1	8	8	0
Hidrobiologia	12	0	12	12	0
Ec. e Biologia Evolutiva	10	1	11	11	0
Letras	14	9	20	23	+3
Ciênc. Sociais	15	4	18	19	+1
Educação	9	3	12	12	0
Filosof.Metod. Ciênc.	9	0	9	9	0
Metod. de Ensino	19	0	19	19	0
Psicologia	22	6	27	28	+1
Artes	12	0	12	12	0
Ciênc. da Informação	11	0	11	11	0
DBV	16	0	16	16	0
DTAiSER	13	0	13	13	0
DRNPA	9	0	9	9	0

Pode-se observar que utilizando-se o modelo MEA departamentos como a matemática e o modelo MDEA, letras. Essas diferenças se devem a diferenças de algumas variáveis utilizadas nos dois modelos.

Além dessa comparação pode ser feita outra considerando os centros acadêmicos, o que facilita aos departamentos analisar qual modelo irá representar melhor as necessidades de cada centro.

Essa análise é importante, pois os departamentos de determinado centro estão interligados não apenas pelas características tecnológicas, mas também por oferecerem matérias para outros departamentos do mesmo centro. Por exemplo, departamentos do CCET, como a matemática, oferecem disciplinas para todos os outros departamentos deste centro, assim como o departamento de letras. Por esse motivo, é necessário analisar se os docentes substitutos recebidos serão o suficiente tanto para suprir as necessidades internas dos departamentos como as necessidades dos centros acadêmicos.

A seguir está representada a tabela comparativa dos modelos MEA e MDEA para os centros acadêmicos.

Tabela 3: Comparação dos resultados por centros acadêmicos

<b>DEPARTAMENTOS</b>	<b>DOC. EFET.</b>	<b>DOC. PEDIDOS</b>	<b>MEA</b>	<b>MDEA</b>	<b>Comparação MEA x MDEA</b>
CCET	289	31	313	309	-4
CCBS	116	9	125	124	-1
CECH	111	6	128	133	+5
Deptos Administrativos	38	0	38	38	0

Para o CCET pode-se observar que o modelo MEA satisfaz melhor suas necessidades, pois este centro recebe quatro vagas de professores substitutos a mais do que utilizando-se o modelo MDEA, da mesma forma o CCBS é privilegiado com a utilização deste modelos, pois recebe uma vaga a mais do que com a utilização do modelo MDEA.

Já para o CECH, o modelo MDEA é o mais adequado, pois com a utilização deste modelo o centro acadêmico recebe cinco vagas de professores substitutos a mais do que os outros centros acadêmicos.

As diferenças entre os resultados dos dois cenários se devem a diferenças entre variáveis de entrada dos modelos. Para o modelo MEA as variáveis utilizadas são o número de créditos, o número de turmas e o número de docentes efetivos inicialmente e efetivos mais substitutos posteriormente. É feita uma normalização para o número de turmas e a divisão dos resultados dessa normalização em faixas de valores diferentes para só então ser feito o cálculo do esforço dos departamentos.

Já para o modelo MDEA é considerado além dos valores de número de turmas e de créditos, também o número de docentes doutores e se qualificando. O número de créditos e de turmas também é normalizado, mas o seu resultado não é dividido em faixas de valores e sim considera-se seu valor bruto, ou seja, o valor da normalização é utilizado diretamente nos cálculos.

Essa diferença na forma de utilização da normalização é o que causa as diferenças nos resultados das simulações dos modelos MEA e MDEA e, portanto, é o que beneficia ou prejudica alguns departamentos em relação a outros.

A utilização do modelo MEA beneficia o departamento de matemática e, conseqüentemente, o CCET, pois é um departamento grande, com mais docentes que a média dos outros departamentos e por isso, acaba por se beneficiar com a utilização de faixas de normalização.

Com a utilização do modelo MDEA o departamento de letras e o CECH é que são beneficiados pela utilização de uma normalização sem divisão em faixas de valores e sim utilizando o seu valor bruto.

Por esse motivo é necessária a discussão em reuniões da CANOA para a tomada de decisão sobre qual modelo satisfaz de forma mais eficiente as necessidades de todos os departamentos de forma imparcial, pois com a observação dos resultados, departamentos do CCET irão preferir o modelo MEA e departamentos do CECH o modelo MDEA.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo analisar a situação da distribuição de vagas de professores substitutos na Universidade Federal de São Carlos, suas falhas, propor um novo modelos e uma nova forma de se trabalhar este modelo com a utilização de uma simulação na metodologia de dinâmica de sistemas.

Com relação à análise do modelo utilizado atualmente, esta foi feita não apenas para o modelo inicial, o qual era utilizado no momento do início deste trabalho, como também foi feita a análise do modelo utilizado atualmente como uma evolução do modelo anterior e aprovado pela comunidade acadêmica como cumprindo melhor seu papel de modelo mais imparcial para a distribuição das vagas para docentes substitutos.

Além desta análise feita para os modelos utilizados, foi feito também um estudo de uma nova proposta de modelo, desta vez utilizando como base o modelo de alocação de professores efetivos já em uso na universidade. Estes modelos, adaptações do modelo original para professores efetivos também foi estudado e seus resultados analisados e comparados com os resultados dos modelos anteriores.

Todos os modelos citados e estudados no trabalho foram utilizados para formarem um modelo de simulação com vários cenários, cada um representando um modelo, esses modelos foram simulados e seus resultados utilizados para análise dos modelos e posterior indicação daquele que satisfaz melhor os interesses da CANOA.

A simulação foi feita utilizando-se o simulador Powersim, que é um simulador que utiliza a metodologia de Dinâmica de Sistemas em seus modelos. Essa simulação tem como característica a existência de círculos causais, ou seja, existência de *feedback* no modelo.

A partir disto, pode-se dizer que os objetivos iniciais propostos para este trabalho foram cumpridos em todas as suas etapas e, além destas etapas, foi realizado também um estudo do problema de alocação de professores substitutos em outras IFES, o que tornou a análise feita para a UFSCar mais rica e possibilitando um melhor conhecimento do problema em âmbito nacional.

Com relação ao trabalho, pode-se concluir que com a utilização do simulador tem-se uma vantagem na forma de entendimento das variáveis e associações

entre elas, fazendo com que as discussões sobre a distribuição das vagas de professores substitutos sejam mais dinâmicas, possibilitando que as decisões sejam tomadas em menos tempo, pois é possível fazer as alterações necessárias nas variáveis e observar os resultados de forma imediata. Além disso, é uma forma mais simplificada de se obter resultados e fazer alterações que se julguem necessárias, pois os modelos são facilmente modificados em suas relações ou variáveis sem que, com isso, o modelo se torne incompreensível ou de difícil acesso. Essa é uma vantagem que a simulação apresenta sobre o Excel, uma vez que na simulação altera-se relações e não é preciso modificar fórmulas, o programa faz isso automaticamente, ao contrário do Excel onde é necessário fazer as alterações nas fórmulas.

Os resultados obtidos nos cenários das simulações mostraram-se mais próximos do desejado do que os do modelo atual, pois diminuem as discrepâncias entre os departamentos com turmas grandes e os departamentos com turmas com necessidades especiais, turmas pequenas.

Comparando-se os modelos MEP e MEA, tem-se que o modelo MEA se mostrou mais eficiente do que o modelo MEP, pois a utilização do número de turmas ao invés de número de alunos minimiza as variações causada pela diferença no número de alunos por turma dos cursos. A necessidade dessa mudança era visível, pois muitos departamentos devem atender alunos não apenas do seu curso, mas também de cursos afins que necessitam de matérias ministradas por aquele departamento. Essa necessidade aumenta o número de turmas desse departamento que necessita de turmas especiais para os outros cursos. Além disso, também supre as necessidades dos departamentos que possuem turmas pequenas como exigência das matérias ministradas desta forma, pois considera que se existe a necessidade de turmas pequenas, existirá a necessidade de mais turmas para que todos alunos possam cursar a disciplina.

Já a utilização de turmas do semestre seguinte, utilização de dados do semestre a que se dedica a alocação, mostrou uma vantagem e maior coerência nos resultados do que anteriormente quando se utilizava o semestre que já havia terminado, pois Aloca-se os professores que realmente serão necessários para o semestre a ser iniciado, isso possibilita uma melhor análise da evolução dessas vagas.

Os modelos MDE e MDEA trazem a vantagem de se utilizar uma variação de um modelo já utilizado para distribuição de turmas entre os professores



efetivos que foi discutido e aprovado pelo CANOA e é utilizado efetivamente. As variações são retiradas de fatores que não são necessários ao professor substituto como a orientação. Os dois modelos representam bem a situação dos professores substitutos e poderiam ser utilizados como modelo oficial de alocação de vagas, mas o modelo MDEA, por considerar o número de docentes para o semestre seguinte representa melhor as necessidades tanto dos departamentos como da universidade.

Após a análise dos modelos, pode-se concluir que apesar do modelo MDEA ser o mais completo e de melhor representação, o modelo MEA, atualmente em uso, deve continuar a ser utilizado, pois é mais simples e aloca de forma satisfatória os professores substitutos. Essa decisão pode parecer que é uma conclusão aleatória, pois está privilegiando departamentos do CCET, em especial a matemática e prejudicando departamentos do CECH, como o departamento de letras, mas essa conclusão foi obtida tendo em vista que o modelo MEA foi aprovado por todos os departamentos e centros acadêmicos em reuniões da CANOA e trouxe, a partir do início de sua utilização, um benefício para os departamentos do CECH que eram prejudicados com a utilização do modelo antigo (MEP).

É indicada também a utilização do modelo MEA porque este inclui nos resultados de suas simulações um vaga a mais para o departamento de fisioterapia, vaga esta que passa a ser do departamento de letras com a utilização do modelo MDEA. Por isso, se for analisada toda a comunidade universitária, o modelo MEA acaba por ter uma distribuição mais justa, alocando professores para todos os centros acadêmicos e, com a alocação de um professor a mais para o CCBS, torna a distribuição mais próxima do desejado, uma vez que todos os centros acadêmicos e a maioria dos departamentos que pediram professores substitutos recebem a maior parte das vagas requisitadas.

Os modelos MEA e MDEA podem ser utilizados também para a alocação de professores substitutos em outras IFES dependendo das necessidades de cada uma. São modelos de fácil entendimento e que podem apresentar pequenas variações se assim desejado por outras IFES para atender de forma mais completa a todas as necessidades apresentadas. Um modelo deste tipo traz muitas vantagens com a sua utilização, pois como visto no capítulo 3, seção 3.2, das seis universidades que responderam à questão de como é tratado o problema de alocação de professores substitutos, apenas duas possuem uma forma de tratamento dos dados, e ainda assim, são modelos mais

complicados. As outras IFES não possuem modelo, apenas distribui as vagas por meio de reuniões. Por este motivo, a utilização de um dos modelos apresentados neste trabalho facilitariam as discussões também em outras IFES.

Foi dito que este modelo pode ser utilizado pelas IFES e não por qualquer instituição de ensino superior. Esse modelo não deve ser utilizado em instituições de ensino superior particulares, ou universidades particulares, porque estas não apresentam o problema de falta de professores efetivos. Em universidades particulares, os professores são contratados como funcionários de uma empresa, não possuindo a estabilidade efetivação em seu cargo, podendo ser substituído ou pedir demissão a qualquer momento sem que isso cause defasagem no quadro de docentes, pois existe a liberdade de contratação de professores conforme a necessidade, não existindo concursos públicos para isso. Em universidades particulares, os professores obedecem às regras de mercado e não regras especiais para o funcionalismo público.

Este trabalho trouxe como contribuições novos modelos para o problema de alocação de professores substitutos para a Universidade Federal de São Carlos que possibilitam uma melhor análise da situação apresentada com resultados mais próximos aos desejados utilizando-se a verba enviada pelo governo. A introdução de uma nova metodologia, Dinâmica de Sistemas, para o tratamento de dados de professores substitutos e a utilização de simulações como alternativas viáveis para o tratamento deste tipo de problema.

A solução obtida com a utilização da simulação não difere em termos de resultados da solução obtida com a utilização do Excel, mas possui a vantagem de ser de mais fácil entendimento e introdução de variáveis no modelo, pois não é necessária a introdução de fórmulas apenas relações, as fórmulas são geradas automaticamente pelo programa.

Existe também a contribuição que pode ser gerada com o compartilhamento desta simulação com outras IFES, possibilitando que todas as IFES tenham uma forma padronizada e mais justa de alocação de vagas de professores substitutos.

Apesar deste trabalho ter atingido os objetivos por ele propostos, pode-se visualizar novas propostas para a utilização desta forma de simulação para problemas de alocação nas IFES. Os modelos desenvolvidos podem, com pequenas alterações serem

utilizados para alocação de funcionários em setores, distribuindo mais eficientemente os funcionários nos diferentes departamentos e setores de uma IFES. Além disso, pode ser utilizado para a alocação de professores efetivos, que apesar de já possuir um modelo específico para isso, pode ser essa alocação com visualização de mais fácil acesso a todos os representantes dos departamentos com a utilização da simulação.

Existem muitas possibilidades de utilização da metodologia de Dinâmica de Sistemas e da simulação dentro de uma IFE, bastando apenas um pequeno estudo para que se determine o setor onde é mais necessária essa utilização e tornando este um caminho para a continuidade do trabalho apresentado. A proposta principal, como dito anteriormente, está na alocação de funcionários nos diferentes setores e departamentos da universidade, uma vez que a falta de funcionários e sua necessidade segue o mesmo modelo da necessidade de novos professores, sejam eles efetivos ou substitutos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKOFF, R.L. *The future of operational research is past*, *J. Opl Res. Soc.*,30, p. 93 – 104,1979
- ANDLINGER, G.R. *Looking Around*. Harvard Business Review. July-August, p.147-161, 1958.
- AXELROD, Robert. *The evolution of Co-operation*. New York: Penguin Books, 1990.
- BARLAS, Y., DIKER, V. G., *A Dynamic Simulation Game For Strategic University Management*.2001. [www.sbu.ac.uk/scismhem/HRG/publications/newSD002.pdf](http://www.sbu.ac.uk/scismhem/HRG/publications/newSD002.pdf)
- BELHOT, R. V., *Introdução à Teoria dos Sistemas*. 1998. Ed. EESC – USP. São Carlos.
- BELL, G., COOPER, M., WARWICK, J., KENNEDY, M., *The Development of the Holon Planning and Costing Framework for Higher Education Management*. 2001. [www.sbu.ac.uk/scismhem/HRG/publications/BookChV991.pdf](http://www.sbu.ac.uk/scismhem/HRG/publications/BookChV991.pdf)
- \_\_\_\_\_; *Using the Holon Framework: from Enquiry to Metrication – A Higher Education Case Study*. 2000. [www.ie.boun.edu.tr/facilities/sesdyn/docs/UNIGAME\(Sim&Games\).doc](http://www.ie.boun.edu.tr/facilities/sesdyn/docs/UNIGAME(Sim&Games).doc)
- BERTALANFFY, L. VON., *Teoria Geral dos Sistemas*. Petrópolis, Vozes. 1977.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. *Estatística Básica. Métodos Quantitativos*. São Paulo: Atual,1987.
- CANOVA, *Relatório da Reunião do Conselho Universitário*,UFSCar, São Carlos, 2003.
- CORREA, H. L., GIANESI, I. G. N. & CAON, M., *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ ERP: Conceitos, Uso e Implantação*. Ed. Atlas. São Paulo. 1997.
- COVER, J., *Introduction to System Dynamics*. Reston. Powersim Press, 1996.
- COUGHLAN, P., COUGHLAN, D., *Action Research for Operations Management*, *International Journal of Operations & Production Management*, V. 22, p. 220-240, 2002.
- FIGUEIREDO, R. S.: “*A Modelagem do Conflito e a Teoria dos Jogos: fundamentos econômicos e desdobramentos filosóficos.*”. Tese de doutorado. 319p, IEI/UFRJ, 1993.

- FLOOD, R. L. & JACKSON, M. C., *Creative Problem Solving: Total Systems Intervention*. John Wiley & Sons, 1997.
- FORRESTER, J. W. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA., Productivity Press, 1961.
- GALBRAITH, P. L., *Systems Thinking: A Missing Component in Higher Educational Planning?* Higher Education Policy nº 12. p. 141-147. 1999.
- GESTÃO AGROINDUSTRIAL: GEPAI: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. Vol.2. Coordenador: Mário O. Batalha. Atlas, São Paulo, 1996.*
- GILL, T., *System Thinking Background*. [www.phrontis.com/systhink.html](http://www.phrontis.com/systhink.html). 03/01/2000.
- GOLDBRAITH, P. L., & CARSS, B. W. *Strategies for institutional resource allocation; insights from a dynamic model*. Higher Education Policy, 2 (2), p.31-36. 1989.
- HOPWOOD, A. G. *The Organisational and Behavioural Aspects of Budgeting and control, in Topics in Management Accounting* ( Eds. J. Arnold, B. Carsberg, and R. Scapens ), p. 221-40, Philip Allen, Deddington, 1980.
- HARRELL, C.; TUMAY, K. *Simulation Made Easy ; A Manager's Guide*. EMP books, 1995.
- LABORATÓRIO DE DINÂMICA INDUSTRIAL. *Diagrama de Inter-relação entre as Metodologias de System Dynamics, System Thinking e Learning Organization*. Apostila. DEP/UFSCar. São Carlos. 2000.
- LAPPONI, J. C. *Estatística usando Excel 5 e 7*. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 1997.
- LOPES, L. S. P., *Modelagem e Simulação para Apoio à Pequena Empresa. Estudo de Caso: Planejamento Financeiro de Curto Prazo, Utilizando a Metodologia System Dynamics*. Dissertação de Mestrado. 142p., DEP/UFSCar, 2001.
- OLSON, M., *The Logic of Collective Action*. New York: Harvard University Press, 1971.
- PIDD, M., *Modelagem Empresarial ; Ferramenta para tomada de decisão*. Bookman, 1998.
- RICHARDSON, G. P., *Problems with Causal-Loops Diagrams*. System Dynamics Society Review 2 (nº 2. Summer. 1986). p. 158-170. System Dynamics Society, 1986.
- ROSENHEAD, J. *Planning under uncertainty I: the inflexibility of methodologies*, *J. Opl Res. Soc.*, 31, p. 209-16, 1980.

- \_\_\_\_\_ *Rational analysis for a problematic world : problem structuring methods for complexity, uncertainty, and conflict.* John Wiley & Sons Ltd., 1989.
- SAITO, J. R., *Análise de Cadeias Agroindustriais Utilizando Simulação Computacional Baseada na Metodologia System Dynamics: Um Estudo de Caso.* Dissertação de Mestrado. 83p. DEP/UFSCar, 2000.
- SALHIEH, L., SINGH, N., *A System Dynamics Framework for Banchmarking Policy Analysis for a University System.* <http://www.emeraldinsight.com/1463-5771.htm>. p.490-498. 2002.
- SANTOS, F. G., *Um Modelo de Sistema de Informação Para Executivos de Apoio à Gestão Administrativa Orçamentária e Financeira de uma Universidade Federal.* Dissertação de Mestrado. 107p., DEP/ UFSCar, 2001.
- SENGE, Peter M. *A Quinta Disciplina; Arte e Prática da Organização que Aprende.* Editora Best Seller, 1998.
- \_\_\_\_\_ et al . *The Fifth Discipline Fieldbook.* New York, Doubleday, .
- SIMON, H. A.; MARCH, J.G. *Teoria das Organizações.* New York, 1958.
- SLACK, N. et. Al., *Administração da Produção;* revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Giansesi. – São Paulo. Atlas, 1997.
- STERMAN, J. D.. *Modeling Managerial Behavior ; Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment.* Management Science, 1989, 35(3), p.321-339.
- \_\_\_\_\_ ; *Administrative behavior: a study of decision-making processes in administrative organizations .* New York, The Free Press, 1997.
- YIN, R. K., *Case Study: Design and Methods,* 2.ed. London, Sage, 1994.
- ZAMBON, A. C., *Análise de Fundos de Pensão: Uma Abordagem de System Dynamics.* Dissertação de Mestrado, DEP/UFSCar, 1999.

**ANEXO I****Exemplo de Distribuição de Vagas de Professores Temporários**

O exemplo apresentado na seção 3.2 será detalhado e mostrado vaga a vaga adicionando-se um departamento para melhor demonstração.

Foram pedidas 35 vagas por todos os departamentos, e a universidade possui 30 vagas para distribuir, portanto, 5 vagas ficarão sem serem preenchidas. O departamento de Matemática pediu 8 professores, o de Enfermagem 3 e o de Letras 2.

Supondo-se que os esforços são, respectivamente, 24806, 4430 e 11306. Como o esforço da matemática é maior, ele ficará com uma vaga. Adicionando-se essa vaga ao cálculo da matemática seu esforço cai para 20991, o que mantém este departamento com maior esforço, portanto recebendo mais uma vaga, pois apenas seu esforço foi modificado.

Continuando com esses cálculos, o departamento de matemática recebe mais 5 vagas, antes que seu esforço se torne menor que o dos outros departamentos, no caso matemática 10206, enfermagem 4430 e letras 11306. Neste caso, o departamento de letras passa a ter maior esforço, recebendo assim, uma vaga. Recalculando-se os esforços, o departamento de matemática volta a ter maior esforço, 10206 enquanto o de letras passa a 9957, portanto a matemática recebe mais uma vaga, completando seu quadro, pois as 5 vagas não demonstradas mais as duas que mostrou-se os cálculos completam 7 vagas, mais esta última completa as 8 vagas pedidas. Como o departamento de matemática completou seu quadro, seu esforço é zerado e este não entra mais na disputa pelas vagas ainda por serem alocadas, continuando para nosso exemplo os departamentos de enfermagem e letras.

Para a vaga seguinte à da matemática, o cálculo dos outros departamentos continuará o mesmo, portanto os esforços serão: letras 9957 e enfermagem 4430. Fazendo com que letras receba a Segunda das 3 vagas requisitadas. Recalculando-se o esforço temos: letras 8659, o que lhe dará a última vaga requisitada, zerando logo após seu esforço.

Supondo-se que de todos os outros departamentos não incluídos neste exemplo possuem esforço menor que o departamento de enfermagem, este receberá suas 2 vagas e os outros departamentos dividirão as 17 vagas restantes.



**ANEXO II**  
**Resultados das Simulações**

## Resultados do Cenário 1

Time	ac(con	ac(enges	ac(q	ac(mates	ac(	ac(eng	ac(enges	ac(es	a
0	30,00	46,00	40,00	33,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
1	30,00	46,00	40,00	33,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
2	30,00	46,00	40,00	33,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
3	30,00	46,00	40,00	34,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
4	30,00	46,00	40,00	35,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
5	30,00	46,00	40,00	35,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
6	30,00	46,00	40,00	35,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
7	30,00	46,00	40,00	36,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
8	30,00	46,00	40,00	37,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
9	30,00	46,00	40,00	37,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
10	30,00	46,00	40,00	38,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
11	30,00	46,00	40,00	38,00	28,00	28,0	34,0	33,00	1
12	30,00	46,00	40,00	38,00	29,00	28,0	34,0	33,00	1
13	30,00	46,00	40,00	38,00	29,00	28,0	34,0	33,00	1
14	30,00	46,00	40,00	39,00	29,00	28,0	34,0	33,00	1
15	30,00	46,00	40,00	39,00	30,00	28,0	34,0	33,00	1
16	30,00	46,00	40,00	40,00	30,00	28,0	34,0	33,00	1
17	30,00	46,00	40,00	40,00	30,00	28,0	34,0	33,00	1

## Resultados do Cenário 2

Time	s_ac_norm(comp	s_ac_norm(engr	tes_ac_norm(quis	s_ac_norm(matentes	ac_n
0	30,00	46,00	40,00	33,00	
1	30,00	46,00	40,00	33,00	
2	30,00	46,00	40,00	33,00	
3	30,00	46,00	40,00	33,00	
4	30,00	46,00	40,00	33,00	
5	30,00	46,00	40,00	33,00	
6	30,00	46,00	40,00	33,00	
7	30,00	46,00	40,00	33,00	
8	30,00	46,00	40,00	33,00	
9	30,00	46,00	40,00	33,00	
10	30,00	46,00	40,00	33,00	
11	30,00	46,00	40,00	33,00	
12	30,00	46,00	40,00	33,00	
13	30,00	46,00	40,00	33,00	
14	30,00	46,00	40,00	33,00	
15	30,00	46,00	40,00	33,00	
16	30,00	46,00	40,00	33,00	
17	30,00	46,00	40,00	33,00	

## Resultados do Cenário 3

Time	ac_IDZ(computaç	ac_IDZ(engmatec	ac_IDZ(quimic	ac_IDZ(matemadoc_ã
0	30,00	46,00	40,00	33,00
1	30,00	46,00	40,00	33,00
2	30,00	46,00	40,00	33,00
3	30,00	46,00	40,00	33,00
4	30,00	46,00	40,00	33,00
5	30,00	46,00	40,00	33,00
6	30,00	46,00	40,00	33,00
7	30,00	46,00	40,00	33,00
8	30,00	46,00	40,00	33,00
9	30,00	46,00	40,00	33,00
10	30,00	46,00	40,00	33,00
11	30,00	46,00	40,00	33,00
12	30,00	46,00	40,00	33,00
13	30,00	46,00	40,00	33,00
14	30,00	46,00	40,00	33,00
15	30,00	46,00	40,00	33,00
16	30,00	46,00	40,00	33,00
17	30,00	46,00	40,00	33,00

## Resultados do Cenário 4

Time	IDZ_atual(comp	IDZ_atual(engrmac	IDZ_atual(qui	IDZ_atual(mat
0	30,00	46,00	40,00	33,00
1	30,00	46,00	40,00	33,00
2	30,00	46,00	40,00	33,00
3	30,00	46,00	40,00	33,00
4	30,00	46,00	40,00	33,00
5	30,00	46,00	40,00	33,00
6	30,00	46,00	40,00	33,00
7	30,00	46,00	40,00	33,00
8	30,00	46,00	40,00	33,00
9	30,00	46,00	40,00	33,00
10	30,00	46,00	40,00	33,00
11	30,00	46,00	40,00	33,00
12	30,00	46,00	40,00	33,00
13	30,00	46,00	40,00	33,00
14	30,00	46,00	40,00	33,00
15	30,00	46,00	40,00	33,00
16	30,00	46,00	40,00	33,00

**ANEXO III**  
**Entrada de Dados no Modelo**

# ESFORÇO

RETURN.

Computacão	17.312,00	Fisioterapia	6.056,00	Ciências Sociais	10.754,00
Materiais	12.932,00	Botânica	3.090,00	Educação	5.702,00
Química	16.286,00	Ciências Fisiológicas	3.362,00	Filos. Met. Ciência	4.188,00
Matemática	24.806,00	Genética e Evolução	3.992,00	Metod. de Ensino	6.052,00
Física	18.726,00	Ed. Física	5.971,00	Psicologia	12.962,00
Eng. Química	11.270,00	Terapia Ocupacional	4.373,00	Artes	7.838,00
Eng. Produção	13.962,00	Morfologia e Patologia	2.886,00	Ciênc. da Informacão	5.466,00
Eng. Civi	10.460,00	Microbiologia	3.040,00	DBV	4.274,00
Estatística	6.746,00	Ecologia e Biol. Evolutiva	3.640,00	DTASER	2.744,00
Enfermagem	4.430,00	Letras	11.376,00	JRNPA	3.404,00

# ESFORÇO NORMALIZADO

RETORN.

Computaçãc	8,98	Fisioterapia	17,58	Ciências Sociais	8,94
Materiais	0,00	Botânica	0,00	Educação	8,00
Química	15,78	Ciências Fisiológicas	0,00	Filos. Met. Ciência	0,00
Matemática	6,56	Genética e Evolução	7,78	Metod. de Ensino	0,00
Física	10,07	Ed. Física	8,36	Psicologia	15,00
Eng. Química	8,21	Terapia Ocupaciona	0,00	Artes	0,00
Eng. Produção	0,00	Morfologia e Patologia	7,14	Ciênc. da Informaçãc	0,00
Eng. Civi	0,00	Hidrobiologia	0,00	DBV	0,00
Estatística	7,50	Ecologia e Biol. Evolutiv:	12,86	JTAISER	0,00
Enfermagem	0,00	Letras	19,07	JRNPA	0,00

# DOCENTES

RETORN.

Computaçã	30,00	Fisioterapia	18,00	Ciências Sociais	15,00
Materiais	46,00	Botânica	8,00	Educação	9,00
Química	40,00	Ciências Fisiológicas	9,00	Filos. Met. Ciência	9,00
Matemática	33,00	Genética e Evolução	8,00	Metod. de Ensino	19,00
Física	28,00	Ed. Física	12,00	Psicologia	22,00
Eng. Química	28,00	Terapia Ocupacional	15,00	Artes	12,00
Eng. Produção	34,00	Morfologia e Patologia	7,00	Ciênc. da Informaçã	11,00
Eng. Civil	33,00	Hidrobiologia	12,00	DBV	16,00
Estatística	17,00	Ecologia e Biol. Evolutiv:	10,00	DTASER	13,00
Enfermagem	19,00	Letras	14,00	JRNPA	9,00

# DOCENTES DOUTORES

RETORN.

Computaçã	15.00	Fisioterapia	6,00	Diências Sociais	6.00
Materiais	16.00	Botânica	5,00	Educação	4.00
Química	25.00	Ciências Fisiológicas	4,00	Filos. Met Ciência	2.00
Matemática	18.00	Genética e Evolução	6,00	Metod. de Ensino	6.00
Física	20.00	Ed. Física	4,00	Psicologia	7.00
Eng. Química	20.00	Terapia Ocupacional	11,00	Artes	7.00
Eng. Produção	21.00	Morfologia e Patologia	5,00	Ciênc. da Informaçã	0,00
Eng. Civi	19.00	Hidrobiologia	6,00	DBV	12.00
Estatística	10.00	Ecologia e Biol. Evolutiv:	8,00	JTASER	9,00
Enfermagem	11.00	Letras	9,00	JRNPA	4.00

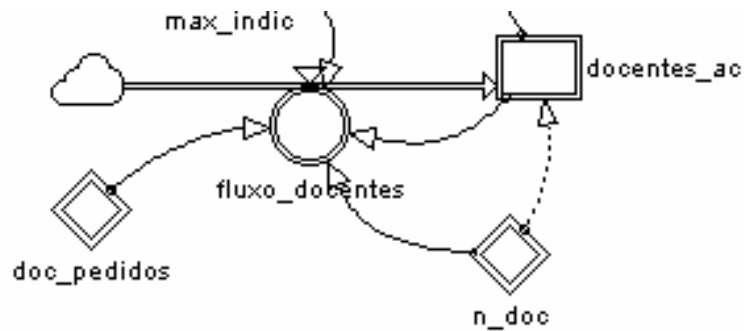


## DOCENTES SE QUALIFICANDO

RETORN.

Computaçã	15,00	Fisioterapia	10,00	Diências Sociais	4,00
Materiais	20,00	Botânica	0,00	Educação	3,00
Química	10,00	Ciências Fisiológicas	3,00	Filos. Met Ciência	5,00
Matemática	10,00	Genética e Evolução	2,00	Metod. de Ensino	9,00
Física	8,00	Ed. Física	5,00	Psicologia	11,00
Eng. Química	6,00	Terapia Ocupacional	4,00	Artes	4,00
Eng. Produção	12,00	Morfologia e Patologia	2,00	Ciênc. da Informaçã	2,00
Eng. Civi	12,00	Hidrobiologia	6,00	DBV	2,00
Estatística	3,00	Ecologia e Biol. Evolutiv	0,00	JTA/SER	4,00
Enfermagem	8,00	Letras	4,00	JRNPA	2,00

**ANEXO VI**  
**Relações no Modelo**



**Define Variable**

Variable:  Selected Only      Unit of Measure:

$\Rightarrow$  fluxo\_docentes

Dimensions: departamento

Definition:  Full View

$IF((max\_indic=1) AND (docentes\_ac < doc\_pedidos + n\_doc), 1, 0)$

Documentation:

Linked Variables:

- docentes\_ac
- max\_indic
- doc\_pedidos
- n\_doc

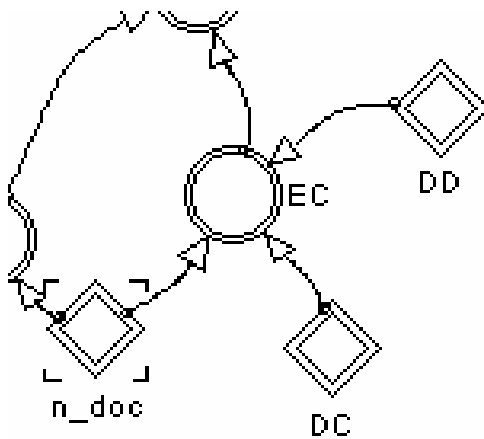
Functions:

- ABS
- ABSC
- ADD
- ADDCR
- ADDRC

(	)	E	-
7	8	9	+
4	5	6	/
1	2	3	*
0	.	^	

Relações para o fluxo de docentes:

*Se* o indicador do esforço máximo for igual a 1 *e* o número de docentes total for menor do que o número de docentes pedidos mais o número de docentes efetivos, *então* acrescenta-se 1 no estoque docentes acumulados para o departamento que satisfaz essas condição *senão* não se faz acréscimo.



**Define Variable**

Variable:  Selected Only      Unit of Measure:

EC

Dimensions: departamento

Definition:  Full View  
 $(DC + DD) / n\_doc$

Documentation: Esforço com capacitação

Linked Variables:  DC,  DD,  n\_doc

Functions: ABS, ABSC, ADD, ADDCR, ADDR

Calculator: ( ) E -  
 7 8 9 +  
 4 5 6 /  
 1 2 3 \*  
 0 . ^

É a somatória do número de docentes se capacitando (DC) e do número de docentes doutores (DD) dividido pelo número de docentes total (n\_doc). Pode-se pensar que este valor é sempre 1, mas existem alguns docentes que não são capacitados e não estão se capacitando, portanto existe variação no valor do esforço de capacitação.